



Noregs miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgåve 2022**      **30 stp**  
Fakultet for Biovitenskap

## **Fôropptak og mjølkeproduksjon hos mjølkekyr ved ulike slåttesystem og botaniske samansetningar**

Feed intake and milk production of dairy cows fed  
silages of different cutting systems and botanical  
compositions

Linda Årvik  
Master i husdyrvitenskap

## Forord

Denne oppgåva markerer fullføringa av mastergraden i Husdyrvitskap ved Institutt for Husdyr- og Akvakulturvitskap ved Noreg Miljø og Biovitskapelege Universitet (NMBU). Studietida på Ås har ført til ein god fagleg utvikling for meg, både teoretisk gjennom det gode fagmiljøet og praktisk ved å arbeide på Stoffskifteavdelinga ved SHF.

Eg var interessert i å skrive ei oppgåve innan drøvtyggjarernæring og fekk bli med på eit forsøk som er ein del av prosjektet Klimagrovfôr leia av Ingjerd Dønnem. Eg vil rette ein stor takk til Ingjerd Dønnem som hovudrettleiar, for både god rettleiing, hjelp med statistiske utrekningar og for oppfølging under skriveprosessen. Eg vil også takke medrettleiar Kim-Viggo Weiby for god rettleiing og tilbakemeldingar undervegs.

I tillegg vil eg takke Nortura som fleksibel arbeidsgivar som gjorde at eg kunne kombinere fullføringa av masteroppgåva og opplæring i ny jobb.

Ikkje minst takk til kjærasten og familie (og Pusi) for dagleg støtte og korrekturlesing.

Institutt for Husdyr- og Akvakulturvitenskap, NMBU.

Ås, Mars 2023

Linda Årvik

## Samandrag

Denne oppgåva består av ein litteraturdel og resultatata frå eit forsøk som er ein del av prosjektet Klimagrovfôr. I Litteraturdelen er det ein gjennomgang av relevante tema om surfôr kvalitet, fordøying hos drøvtyggjaren, fôropptak og mjølkeproduksjon. Ein betydeleg del av rasjonen til mjølkekyr i Noreg består av surfôr på grunn av ein lang innefôringsperiode. Ein god surfôr kvalitet er derfor viktig for oppnå ein høg mjølkeproduksjon. Det er mange faktorar som påverkar surfôr kvaliteten, som blant anna slåttesystem, haustetidspunkt og botanisk samansetning.

Målet med denne oppgåva var å undersøkje effekten av 1) ulike slåttesystem for timotei, 2) fleirårleg raigras mot timotei og 3) innblanding av raudkløver på fôropptak og mjølkeproduksjon.

Det blei produsert 11 surfôr kvalitetar til forsøket. Av dette blei 5 ulike behandlingar danna med å blande slåttar innan slåttesystem og art (Timotei3, Timotei2, Raigras, Kløver og Timotei/Kløver (50:50)). Forsøket blei utført med 40 NRF kyr som blei gruppert i blokkar ut i frå laktasjonsnummer, laktasjonsstadium, levandevekt og mjølkemengde. Innanfor kvar blokk blei kyrne fordelt på dei 5 behandlingane over 4 forsøksperiodar. Kyrne fekk fri tilgang på surfôr frå fôrkar som registrerte dagleg surfôropptak.

Resultata viste at for timotei vil eit tre-slåttesystem gi høgare EKM enn eit to-slåttesystem. Dette kom av hausting ved eit tidlegare utviklingstrinn i tre-slåttesystemet som førte til høgare fordøyelegheit og energiinnhald, høgare konsentrasjon av råprotein og lågare NDF-innhald samanlikna med to-slåttesystemet. Samanlikna med timotei førte ikkje raigras i dette forsøket til høgare fôropptak og mjølkeproduksjon. Dette kan ha samanheng med at vekstforholda ikkje var optimale for raigras. Ein surfôrblanding av timotei og kløver førte til høgare fôropptak og mjølkeproduksjon samanlikna med rein timoteisurfôr. Men feitt% og protein% i mjølka var høgare med timotei enn for blandinga. Det kan ha kome av høgare NDF-innhald og NEL-opptak med timotei samanlikna med blandinga av timotei og kløver. I følgje tidlegare studiar skal kløverbasert surfôr gi høgare fôropptak og mjølkeproduksjon samanlikna med grasbasert surfôr. I dette forsøker førte blandinga av timotei og kløver til eit høgare fôropptak og mjølkeyting enn rein kløversurfôr.

## Abstract

This thesis consists of a literature study and results from an experiment that is part of a project. The literature part gives a review of relevant topics on silage quality, digestion in ruminants, feed intake and milk production. A significant part of the ration for dairy cows consists of silage due to a long indoor feeding period in Norway. A good silage quality is therefore important to achieve a high milk production. There are many factors that affect silage quality, such as harvesting system, harvesting time and botanical composition.

The objective of this study is to investigate the effect of 1) different cutting systems with timothy, 2) perennial ryegrass vs timothy and 3) mix with red clover on feed intake and milk production.

11 silage qualities were produced for this experiment. From this, 5 different treatments were created by mixing cuts within the cutting system and species. The experiment was carried out with 40 NRF cows which were assigned to blocks according to parity, days in milk, body weight and milk yield. Within each block, the cows were distributed among the 5 treatments over 4 periods. The cows had ad libitum access to silage from feed troughs that recorded daily silage intake.

The results showed that for timothy, a three-cutting system will give higher feed intake and EKM than a two-cutting system. This was due to harvesting at an earlier stage of development in the three-cutting system, which led to higher digestibility, a higher concentration of crude protein and lower NDF content compared to the two-cutting system. Compared to timothy, ryegrass in this trial did not lead to higher feed intake and milk production. This may be related to the fact that the growing conditions were not optimal for ryegrass. A silage mixture of timothy and clover led to higher feed intake and milk production compared to pure timothy silage. But fat% and protein% in the milk were higher with timothy than for the mixture. It may have come from higher NDF content and NEL uptake with timothy compared to the mixture of timothy and clover. According to previous studies, clover-based silage resulted in higher feed intake and milk production compared to grass-based silage. In this experiment, the mixture of timothy and clover led to a higher feed intake and milk yield than pure clover silage.

## Innholdsliste

|   |     |
|---|-----|
| Forord .....  | I   |
| Samandrag .....                                     | II  |
| Abstract .....                                      | III |
| 1.0 Innleiing.....                                  | 1   |
| 2.0 Gjennomgang av relevant litteratur .....        | 3   |
| 2.1 Surfôr.....                                     | 3   |
| 2.1.1 Surfôr kvalitet.....                          | 3   |
| 2.1.2 Faktorar som påverkar surfôr kvaliteten ..... | 6   |
| 2.1.3 Ensilering.....                               | 13  |
| 2.2 Fordøyingsystemet til drøvtyggjaren .....       | 15  |
| 2.2.1 Anatomi og fysiologi.....                     | 15  |
| 2.2.2 Fordøying av næringsstoffa.....               | 16  |
| 2.3 Fôropptak.....                                  | 17  |
| 2.3.1 Regulering av fôropptak.....                  | 18  |
| 2.3.2 Faktorar som påverkar fôropptaket .....       | 18  |
| 2.4 Mjølkeproduksjon .....                          | 23  |
| 2.4.1 Mjølkesyntesen og fôrets innverknad.....      | 23  |
| 2.4.2 Parameter for mjølkekvalitet .....            | 25  |
| 3.0 Material og Metode .....                        | 26  |
| 3.1 Opplegg og gjennomføring av forsøk .....        | 26  |
| 3.1.1 Beskriving av Forsøksdyr.....                 | 26  |
| 3.1.2 Forsøksdesign.....                            | 26  |
| 3.1.3 Forsøksfaktorar.....                          | 27  |
| 3.2 Forsøksfôr.....                                 | 27  |
| 3.2.1 Hausting.....                                 | 28  |
| 3.2.2 Grovfôrtildeling.....                         | 29  |

|   |    |
|---|----|
| 3.2.3 Kraftfôrtildeling.....  | 30 |
| 3.3 Registrering og analyse .....   | 30 |
| 3.3.1 Fôropptak.....  | 30 |
| 3.3.2 Mjølke mengde.....  | 31 |
| 3.3.3 Levandevækt .....   | 32 |
| 3.3.4 Uttak av prøver.....  | 32 |
| 3.3.5 Analysemetoder.....   | 33 |
| 3.4 Beregninger .....   | 33 |
| 3.5 Statistiske analyse.....  | 34 |
| 4.0 Resultat.....   | 35 |
| 4.1 Surfôr kvalitet.....  | 35 |
| 4.2 Surfôr blanding.....  | 37 |
| 4.3 Fôropptak og mjølkeproduksjon .....                                       | 39 |
| 5.0 Diskusjon.....  | 42 |
| 5.1 Effekt av slåttesystem med timotei på fôropptak og mjølkeproduksjon ..... | 42 |
| 5.2 Timotei3 vs Raigras.....  | 44 |
| 5.3 Effekt av kløverblanding på fôropptak og mjølkeproduksjon.....            | 45 |
| 5.4 Feilkjelder.....  | 47 |
| 5.5 Bruk av resultatene til anvending i landbruket .....                      | 48 |
| 6.0 Konklusjon .....  | 49 |
| 7.0 Litteraturliste .....   | 50 |

## 1.0 Innleiing

Noreg er eit land med eit klima og ein topografi som gjer at mykje av landareala berre kan nyttast til grovfôrproduksjon. Med dagens fokus på klima og berekraft er det å auke norskandelen i fôret til mjølkekyr eit viktig tiltak. I Noreg vil lange vintre føre til lang innefôringsperiode som krevjar lagringsstabil fôr. Surfôr er grovfôr som har gjennomgått ein gjæringsprosess. Målet med gjæringa er å kunne bevare mest mogeleg av fôrverdien i den opphavelige plantemassen for å lagre det over lengre tid (Chaves et al., 2006). Å forbetre surfôrqualiteten vil kunne føre til mindre kraftfôr i rasjonen til norske mjølkekyr utan reduksjon i mjølkeproduksjonen og dermed også redusere behovet for importerte råvarer.

Mjølkekyr krev eit høgt fordøyeleg fôr for høg mjølkeyting. Surfôret utgjer ein stor del av rasjonen til mjølkekua, og surfôrqualiteten vil derfor ha mykje å seie for potensialet mjølkekua har til å ta opp og utnytte næringsinnhaldet i surfôret til mjølkeproduksjon (Chaves et al., 2006). Samansetninga og tilgjengelegheita til celleveggfraksjonen i surfôret er ein avgjerande faktor for tilgjengelegheita av både energiinnhaldet og andre næringsstoff som råprotein. Det er generelt akseptert at fôropptak er den mest viktige faktoren som har størst innverknad på mjølkeproduksjonen. Mengde tørrstoff (TS) konsumert er ein måleining for fôropptak. Surfôr med høg fordøyelegheit forsyner dyret med meir energi per eining av TS konsumert samanlikna med fôr med lågare fordøyelegheit. Mange faktorar som fører til auka fordøyelegheit er også assosiert med auka fôropptak, slik at forbetringar i fordøyelegheita kan resultere i betre mjølkeproduksjon hos dyret. (Collins et al., 2017).

Der lengda på vekstsesongen tillèt det vil eit tre-slåttesystem vere eit tiltak for å auke fordøyelegheita og proteininnhaldet i surfôret. I eit tre-slåttesystem vil graset bli hausta ein gang ekstra og dermed ved eit tidlegare utviklingsstadium enn i eit to-slåttesystem. Ved eit tidlegare vekststadium vil plantar innehalde ein høgare del med råprotein, sukker og fordøyeleg fiberfraksjon. Grasarten Timotei har lenge vore ein utbreidd og mykje brukt grovfôrvekst, medan grasarten Fleirårleg Raigras har blitt meir og meir populær å dyrke her i Noreg dei siste åra på grunn av gode avlinga av høg kvalitet. Raudkløver er ein belgvekst som er vanleg å bruke i engdyrking saman med ulike grasartar for å auke proteininnhaldet i grovfôravlinga.

Tidlegare forsøk som samanliknar grassurfôr med kløverbasert surfôr har fått ulikt resultat ettersom både surfôr kvalitet, klima og faktorar ved dyra i forsøket kan variere sterkt (Johansen et al., 2018). Andre- og tredjeslått er ein viktig del av årsavlinga. Ved å bruke tre-slåttesystem blir andelen av førsteslått redusert. Det har i tidlegare forsøk vore mykje fokus på førsteslått og haustetider innan førsteslått. Det er derfor interessant å sjå på korleis tiltak som tre-slåttesystem, ulike grasartar som er hausta under norske forhold og innhald av kløver vil påverke surfôr kvaliteten og dermed fôropptaket og mjølkeproduksjonen hos kyr av rasen Norsk Raudt Fe (NRF).

Undersøkinga i denne oppgåva har tre delmål. Det første delmålet går ut på å undersøkje korleis effekten av to ulike slåttesystem for timotei påverkar fôropptak og mjølkeproduksjon. Det andre korleis effekten av artane timotei og raigras innan same slåttesystem påverkar fôropptak og mjølkeproduksjon, og det tredje korleis effekten av blanding mellom timotei og kløver påverkar fôropptak og mjølkeproduksjonen samanlikna med reine bestandar av timotei og kløver.

Oppsette hypotesar for denne oppgåva er følgjande:

1. Eit **tre-slåttesystem** med Timotei gir surfôr med høgare fordøyelegheit og proteininnhald enn Timotei frå eit **to-slåttesystem**, og vil dermed auke fôropptaket og mjølkeproduksjonen
2. Ved same haustetidspunkt vil Fleirårleg **Raigras** ha høgare sukkerinnhald og fordøyelegheit enn **Timotei** og dermed gi eit surfôr som gir høgare fôropptak og mjølkeproduksjon
3. **Innblanding av kløver (50% kløver og 50% timotei)** vil auke fordøyelegheita og proteininnhaldet i surfôret og dermed fôropptaket og mjølkeproduksjonen samanlikna med reint timotei- og kløversur



## 2.0 Gjennomgang av relevant litteratur

### 2.1 Surfôr

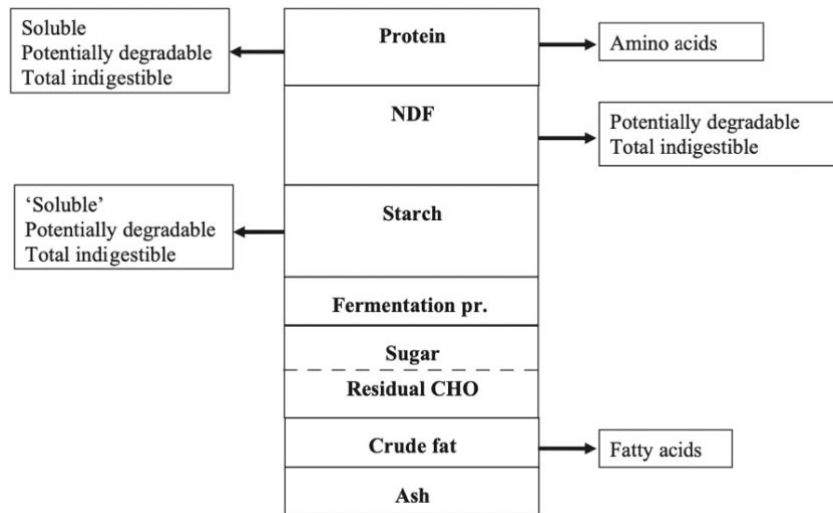
Drøvtyggjarar får mesteparten av næringa si frå grovfôr, som kan variere mykje i råproteinnivå, fiberinnhald og tilgjengelegheit for mikrobiell nedbryting (Collins et al., 2017). Grovfôrvekstane kan bli inndelt i dei tre hovudgruppene gras, belgvekstar og ein tredje som inkluderer rotvekstar og oljefrøplanter (Søegaard et al., 2003). Surfôr er grovfôrvekstar som er hausta og lagra på ein måte for å gjennomgå ein kontrollert gjæring (Mo, 2005).

#### 2.1.1 Surfôrkvalitet

I surfôr kan kvaliteten variere. Surfôrkvalitet kan ernæringsmessig bli definert som potensialet fôret har til å produsere ønska produksjonsrespons i dyret basert på opptak og næringsinnhald (Chaves et al., 2006; Collins et al., 2017). Næringsverdien til fôret og fôrkvalitet blir ofte brukt om ein annan, men her vil fôrverdien bli brukt om den kjemiske samansetninga og næringsinnhaldet i fôret som omfattar konsentrasjonen av tilgjengeleg energi og råprotein. Ensileringsprosessen fører til danning av gjæringsprodukt, og at den opphævelege fôrverdien i den ferske plantemassen endrar seg, som gjer at surfôret kan ha ein annan fôrverdi. Dermed vil surfôrkvalitet også omhandle gjæringskvalitet og hygienisk kvalitet (Collins et al., 2017).

##### 2.1.1.1 Næringsinnhald

Surfôr består av vatn og TS. Hovudnæringsstoffa drøvtyggjaren får frå fôret er protein, fett og karbohydrat og ligg i TS-fraksjonen. I NorFor-systemet (figur 1) blir TS delt inn i organisk stoff og oske. Det organiske stoffet blir vidare delt inn i råprotein, NDF (nøytralløseleg fiber), stivelse, råfeitt, flyktige feittsyrer og ein restfraksjon av karbohydrat som inkluderer sukker. Figur 1 viser at protein, NDF og stivelse blir vidare delt inn i kategoriar etter nedbrytbarheit (Volden, 2011). Den løyselege fraksjonen vil raskt bli brote ned, medan den ufordøyelege vil passere gjennom fordøyingsystemet. Den potensielt nedbrytbare delen kan bli brote ned av mikrobar i vomma, men graden er avhengig av nedbrytingshastigheita og opphaldstid i vom. Ved å bruke kjemiske analysar eller Nær-infraraud spektroskopi (NIR) analysar kan innhaldet av næringsstoff, mineral og vitamin i eit surfôr bli kjent.



Figur 1 Inndeling av fôrfraksjon i NorFor (Volden 2011)

### Karbohydrat

Hovudkjelda for energi til drøvtyggjaren kjem frå karbohydrat. Plantematerialet kan kjemisk og anatomisk bli delt inn i dei to hovudfraksjonane; celleinnhald og celleveggar.

Celleinnhaldet består av dei mest fordøyelege komponentane, som glukose, fruktose, sukrose og fruktan. Denne fraksjonen blir raskt fordøydd og nesten heilt broten ned (Collins et al., 2017). Vassløyselege karbohydrat (WSC) blir brukt for å analysere innhaldet av sukker i surfôret. Norske grasartar inneheld lite eller ingen stivelse. Belgvekstar som kløver bruker stivelse som opplagsnæring, og kan derfor utgjere 10-70 g/kg TS (Mo, 2005).

### Fiber

Celleveggar består av strukturelle karbohydrat. Strukturdannande karbohydrat blir også kalla fiber og består av cellulose, hemicellulose og lignin. Fiberfraksjonen kan stå for 30-80% av det organiske materialet i surfôret, og blir analysert som «neutral detergent fiber» (NDF) (Buxton & Redfearn, 1997). Ein fraksjon av NDF vil aldri bli fermentert i vomma og dette blir definert som «indigestible NDF» (iNDF). Dette er ikkje det same som ufordøyd NDF som kan innehalde potensielt nedbrytbart NDF. Mesteparten av iNDF består av lignin, som er ein fraksjon som ikkje blir fermentert (Mertens, 2003). iNDF blir rekna ut i frå analyseresultata på NDF.

### Råprotein

Protein er bygd opp av aminosyrer, som inneheld nitrogen. Analysert protein er analyse av nitrogen som blir rekna om til protein, altså råprotein. Omkring 60-80% av nitrogenet i

plantene inngår i råprotein. Nitrogen som ikkje inngår i protein blir kalla ikkje-protein nitrogen (NPN), og består av frie aminosyrer, peptidar, ammoniakk, urea og nitrat. Råprotein seier noko om kor mykje nitrogen som er tilgjengeleg i planta. Løseleg protein er nitrogenbindingar som raskt blir løyst opp i vomma, hovudsakeleg NPN. I ensileringsprosessen vil deler av proteinet bli brote ned til NPN, og andelen løseleg protein i fôret vil auke.

### PBV og AAT

Proteinbalansen i vom (PBV) er mengda protein som er tilgjengeleg for mikrobiell syntese i vomma (Eurofins, 2021). PBV blir påverka av mengda fôrprotein og tilgjengeleg energi til syntesen. Til dømes vil ein negativ PBV tyde på at innhaldet av råprotein i fôret er lågt eller at det er for lite energi til mikrobeproteinsyntesen (Chwalibog, 2003). Mengde protein som kjem til tarmen blir kalla AAT (aminosyrer absorbert i tarm), og kan bestå av 60-80% mikrobeprotein.

#### 2.1.1.2 Gjæringskvalitet

Gjæringskvalitet omhandlar samansetning og innhald av organiske syrer som blir danna under ensileringsprosessen (Mo 2006). Ein vellykka ensileringsprosess er avhengig av at mjølkesyrebakteriane har fått gode livsvilkår, og at smørsyregjæringa blir redusert til eit minimum (Mo 2006). Endringane i samansetning i plantematerialet frå fersk plantemateriale til surfôr er i hovudsak knyta til omdanninga av lettløselege karbohydrat til syrer, og omdanninga av proteinfraksjonen til nedbrytingsprodukt av protein (Randby & Krizsan, 2006).

Gjæringskvaliteten blir bestemt ved kjemiske analysar, men ein vurdering av farge, lukt og struktur på fôret kan i tillegg gi indikasjon på kvaliteten (Mo 2006). Vellykka surfôrgjæring skal gi eit fôr med svak, lett syrleg lukt, lys olivengrøn farge og plantene skal halde på den opphævelege strukturen (Skår, 1999).

Tabell 1 Krav til god surfôrskvalitet. Normalnivå for surfôr med 25% TS (Eurofins, 2021)

| <b>pH</b> | <b>Ammonium-N</b><br>g/kg N | <b>Mjølkesyre</b><br>g/kg TS | <b>Eddiksyre</b><br>g/kg TS | <b>Etanol</b><br>g/kg TS | <b>Smørsyre</b><br>g/kg TS | <b>Syrer</b><br><b>Totalt</b><br>g/kg TS |
|-----------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| < 4.2     | < 100                       | 40-80                        | 12-30                       | < 8                      | < 4                        | < 100                                    |

I tabell 1 blir kvalitetskrava for ein god surfôr kvalitet oppgitt. Smørsyrebakteriane trivest best ved pH opp til 7, og vil slutte å formeire seg ved pH-verdiar ned mot 4,1-4,2. Resultatet av høgt innhald av smørsyrer er energitap og produksjon av sporar i fôret (Mo, 2006).

Ammoniakknitrogen ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) er delen av proteinet som er i form av ammoniakk, og blir brukt i analysar av gjæringskvalitet. Protein blir brote ned til blant anna ammoniakk i sjølve ensileringsprosessen. Eit høgt ammoniakkinnhaldet avspeglar feilgjæring, og kan kome av tilgang på oksygen eller for høg pH (Mo, 2006). Ønska pH vil variere med TS-innhaldet (Skår, 1999).

### *2.1.1.3 Hygienisk kvalitet*

Eit surfôr med suksessfull ensilering samsvarar ofte med eit surfôret av god hygienisk kvalitet. Hygienisk kvalitet omhandlar innhaldet av uønska mikroorganismar som sopp, bakteriar og muggsopp. Det er mange av dei same forholda i ein mislykka ensileringsprosess som kan skape dårleg hygienisk kvalitet i surfôret. Til dømes vil muggsopp utvikle seg under aerobe forhold og nokre artar kan produsere mykotoksiner (Mo, 2005). Skadelege bakteriar som Clostridia spp og enterobakteriar kan hamne i surfôret ved forureining av jord, gjødsel, kadaver eller forråtna plantemateriale, og kan skape fordøyingsproblem. (Müller et al., 2011). Ved høgt TS er det ekstra viktig å passe på den hygieniske kvaliteten då ein vellykka mjølkesyregjæring vil bli avgrensa og dermed dempe senkinga av pH.

### *2.1.2 Faktorar som påverkar surfôr kvaliteten*

Det er fleire faktorar som kan påverke grasmaterialet før ensileringsprosessen.

Dette er blant anna den botaniske samansetninga i enga, faktorar knyta til utviklinga av engvekstene, og haustinga av plantematerialet.

#### *2.1.2.1 Botanisk samansetning*

Dei engvekstene som blir dyrka i Noreg høyrer enten til grasfamilien (*Graminea*) eller ertefamilien (*Leguminosae*). Timotei, engsvingel, engrapp, fleirårleg raigras, bladfaks, strandrør, hundegras og engkvein er vanlege grasartar å bruke i frøblandingar til surfôrproduksjon i Noreg. Av engbelgvekster er det raudkløver og kvitkløver som er mest vanleg å dyrke i Noreg (Jetne, 1973). Forsøket denne oppgåva er basert på har brukt timotei, fleirårleg raigras og raudkløver.

Grasfamilien er einfrøblada og er karakterisert ved eit oppreist strå med leddknutar. Dei har torada bladstilling og bladet består av bladplate, bladslire og slire. Belgvekstar er tofrøblada og har ein svært variabel stilk, og det kan vere mange stilkar per anlegg. Blada består av småblad, og er festa til stilken med ein bladstilk og er ordna vekselvis. Store aksillære blad er karakteristiske for belgvekster. Blomen består av dei typiske erteblomane, som hos kløver er samla i eit hovud. Grasa har eit forgreina rotsystem, medan belgvekstene har pålerøter med siderøter som stikk ut. I motsetning til grasartane bidreg belgvekstene sjølv til forsyning av nitrogen (N) ved å ha symbiose med *Rhizobium*-bakterien i rotknutar, der nitrogen i gassform blir fiksert (Søegaard et al., 2003).

### Timotei (*Phleum pratense* L.)

Timotei er den mest utbreidde grasarten til grovfôrdyrking i Noreg ved å gi gode avlingar av høg kvalitet. Dyrking av timotei har føregått sidan 1700-talet og mange andre land nyttar også timotei. Den gode smakelegheita til timotei gjer den godt likt av dyra både som beite og surfôr. Det er eit fleirårleg strågras som veks i små tuer, og kan kjenneteiknast med leddknutar på stengelen og internoider mellom leddknutene. Dei nedste leddknutane på stengelen ligg tett saman og dannar proaksen. Rett over proaksen ligg haplokormen som kan likne ein liten løk. Dette er lageret for opplagsnæringa, og planta er avhengig av at stengelen over haplokormen får stå til modning slik at den og det nærmaste internodiet kan overvintre til neste år.

Timoteien set nye skot frå haplokormen, så ved for intensivt slåttesystem med mange slåttar kan haplokormen døy før vinteren. Fult utvikla er timoteien 0,5-1 meter høg. Timoteiblada er 4-12 mm breie og er samanrulla før dei kjem ut av bladslira. Det kjem ein blom på kvar aks, og frøa på blomen er 1,5-2 mm lange og nesten 1,0 mm tjukt. Timotei etablerer seg raskt i enga og gir god avling i første engår. Ved eldre engar forsvinn timoteien. I eit system med god nitrogengjødsling og lengre avstand mellom slåttene, vil timotei greie seg best (Jetne, 1973).

### Raigras (*Lolium perenne* L.)

Raigras er eit produktivt og konkurransesterkt bladrikt strågras med høg fôrverdi. Interessen for å inkludere raigras i surfôret aukar på grunn av den høge fordøyelegheita og avlingspotensialet. I deler av verda som Amerika, Australia og New Zealand er raigras ein viktig fôrplante (Jetne, 1973). Raigras har dårlegare overvintringsevne enn timotei, og kan bli sett på som ein eittårleg art i område med hardare vinterforhold (Jørgensen et al., 2019). Det som kjenneteiknar raigras er tjukke, mørkegrøne blad som glinsar på undersida. Dei er bretta

på midten før dei kjem ut av bladslira. Blada kjem frå røtene, og har bladfattige strå som kan bli 40 cm. Raigraset veks i lause tuer og er karakteristisk med jordstenglar som spreier seg godt til nakne flekker. Raigras passar godt i mildt og fuktig klima, har store frø som spirer raskt, og veks fort både etter spiring og hausting (Skår, 1999). Den passar derfor i intensiv drift og kan tole både fire og fem slåttar, men fôrverdien blir raskt redusert etter skyting. I etableringsåret gir den stor avling utan strå (Jetne, 1973). Raigrasavlinga vil ha eit høgare innhald av råprotein og WSC enn dei andre grasartane på grunn av stor andel blad i forhold til strå, som gir god mogelegheit for vellykka ensilering (Mo, 2005).

### Raudkløver (*Trifolium pratense*)

Raudkløver har vore dyrka i Noreg sidan slutten av 1700-talet, og er ei viktig engplante på grunn av sitt høge innhald av protein og mineral (Jetne, 1973). I andre deler av verda har den også vore ein betydningsfull grovfôrvekst som har heva kvaliteten til grovfôr (Collins et al., 2017). Raudkløver går også ut ved for intensiv slått på grunn av høgt vekstpunkt på planta og er heller ikkje god overvintringsevne. Ved å ha kraftige, greinete enkeltplanter gir den størst avling av alle kløverartane, særleg dei to første engåra. Dette er den viktigaste engbelgveksten for surfôr og har god smakelegheit (Skår, 1999).

### *2.1.2.2 Gjødsling*

Plantar hentar all energien frå sola, men for å vekse og utvikle seg normalt treng dei regelmessig tilførsel av næringsstoff. I nordlege klimasoner er det ofte nitrogen som set grense og held tilbake veksten. Plantene responderer raskt på nitrogentilførsel, ved tilvekst og omdisponering av ressursar frå rotvekst til skotvekst. Dei andre næringsstoffa må vere tilgjengeleg i passelege mengder i forhold til nitrogen. Gjødsling skal bli tilpassa det genetiske vekstpotensialet til planten, og doseringa bør så godt som mogeleg bli tilpassa andre vekstfaktorar som temperatur, lys og tilgang på vatn (Kvalbein & Eldhuset, 2017).

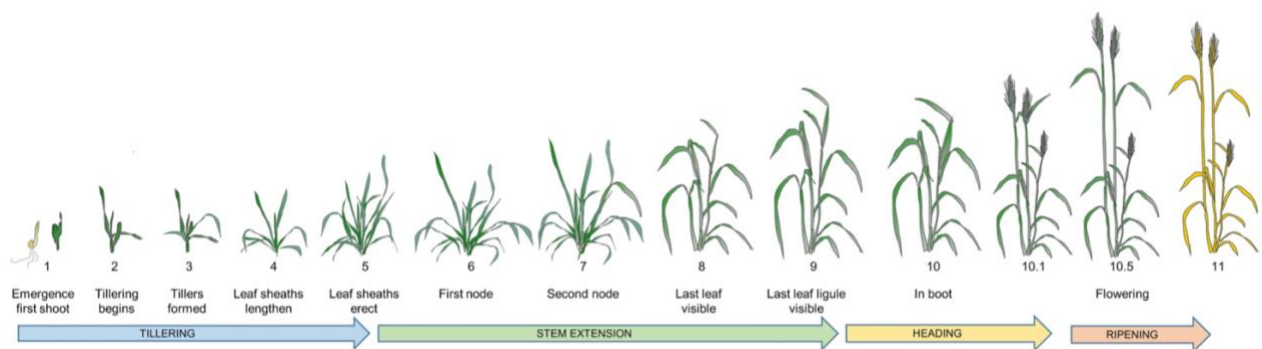
### *2.1.2.3 Haustetidspunkt*

Haustetidspunktet er ein av dei viktigaste avgjerslene i surfôrproduksjonen (Flaten et al., 2015) ved å ha størst betydning for næringsverdien (Mo, 2005). Geografisk lokalisering, talet på døgngradar og val av slåttesystem har innverknad på når optimalt haustetidspunkt er. Vêret ved haustetidspunkt har betydning for innhaldet av TS og sukker i plantene. Mykje nedbør vil

dessutan påverke når haustinga er praktisk å gjennomføre med tanke på jordpakking (Skår, 1999).

### Fenologisk utvikling

For å bestemme haustetida blir det fenologiske utviklingstrinnet til grovfôrvekstane ofte brukt. Grunnlaget for dette er at det er eit samsvar mellom utviklingstrinnet og kjemisk innhald i plantene (Bakken et al., 2005; Chaves et al., 2006). For å kunne klassifisere dei ulike trinna, har det blitt utvikla ein modell for å rekne ut numerisk gjennomsnittsverdi ut i frå klassifisering av enkeltskot i graset (Moore et al., 1991), og denne metoden har blitt tilpassa norske forhold (Bakken et al., 2005). Metoden «Mean Stage By Count (MSC) er basert på fire primære fenologiske trinn: Vegetativt stadium, stengelstrekingsstadiet, reproduktivt stadium og frøutviklingsstadiet, i tillegg til fleire undertrinn (figur 2). I den vegetative stadiet veks blada og dannar busking. I stengelstrekingsfasen er det stengelen som begynner å strekke seg (Barnhart, 1999). Reproductivt stadium er frå når akset begynner å bli synleg (begynnande skyting), til blomstring (Bakken et al., 2005). I bladstadiet utgjør blada mesteparten av plantemassen, medan ved skyting blir det meir strå og mindre bladmasse (Mo, 2005). Vanleg praksis er å hauste rundt skyting (Skår, 1999).



Figur 2 Utviklingstrinn hos korn (Hyles et al., 2020)

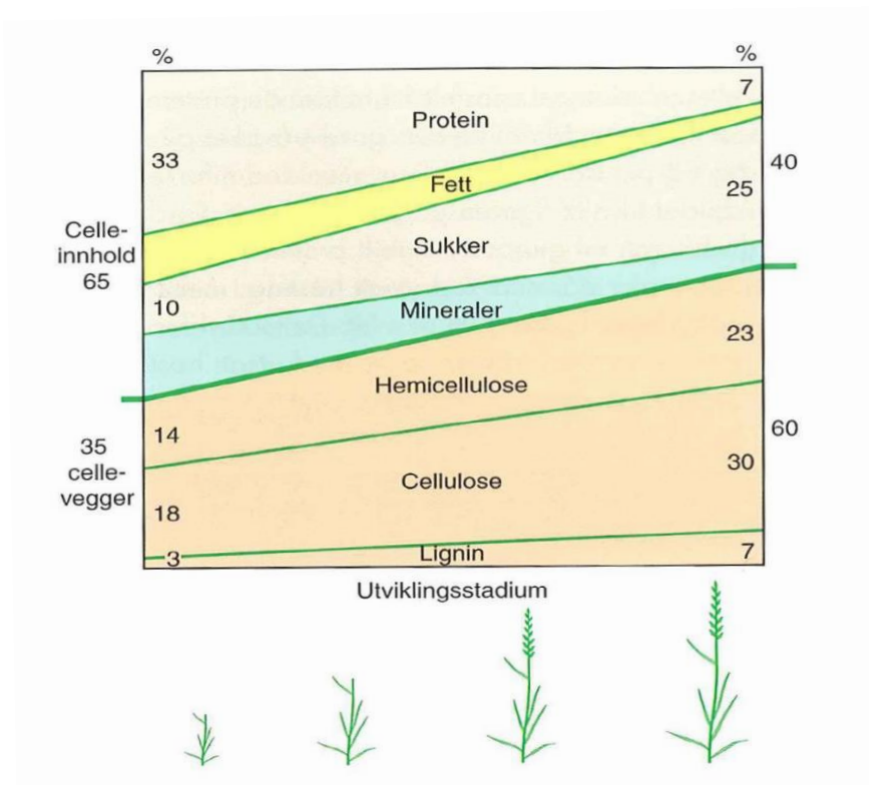
### Endringar i kjemisk samansetning

Det fenologiske utviklingstrinnet til plantene påverkar i stor grad den ernæringsmessige kvaliteten til surfôret. Endringar i den kjemiske samansetninga til planten skjer på to måtar (Chaves et al., 2006). Den eine endringa er proporsjonane av blad og strå i forhold til kvarandre, og som varierer over tid. I bladstadiet utgjør celleinnhaldet 65 prosent av den totale plantemassen og celleveggane 35 prosent. Ved blomstring utgjør celleveggane 60 prosent av

den totale plantemassen, medan celleinnhaldet utgjer 40 prosent (figur 3). Delen med celleinnhald vil då bli lågare på TS-basis (Mo, 2005).

Den andre endringa skjer i den kjemiske samansetninga innan plantekomponentane (Chaves et al., 2006). Fiberinnhaldet vil auke ettersom planten modnar, og det spesielt inni strået til plantene. Den høge fiberkonsentrasjonen i strået er på grunn av at denne plantekomponenten inneheld meir strukturvev enn blada som for det meste består av mesofyllceller (der fotosynten skjer) (Buxton & Redfearn, 1997). Figur 3 illustrerer den totale endringa i fiberinnhaldet i plantemassen ved aukande utviklingsstadium.

Under fotosyntese produserer graset sukker. Sukkeret blir brukt til plantevekst og fruktan blir lagra som opplagsnæring i strået. Vekststadium har betydning for innhald av sukker. Ungt gras har mykje blad i forhold til strå, og det er i blada fotosynten skjer. Etterkvart som graset blir eldre vil veksten og sukkerproduksjonen minke, særleg etter blomstring (Mo, 2005).



Figur 3 Endring i kjemisk samansetning av gras ved aukande utviklingsstadium (Mo, 2005)



Proteininnhaldet er også ein kjemisk fraksjon som blir kraftig redusert utover i utviklinga til planten, som heng saman med reduksjon i bladmasse og dermed det proteinrike celleinnhaldet i blada (Mo, 2005).

### Gjenvekst

Tredjeslåttan består som oftast av meir bladmasse enn strå i forhold til førsteslåttan og kan derfor vere meir fordøyeleg med lågare innhald av NDF og meir råprotein. Dersom energi- og proteininnhaldet skal bli maksimert i første- og andreslått blir det lang veksttid for tredjeslåttan (Bakken et al., 2009). Utsetting av haustetidspunktet for førsteslåttan, eller lang hausteintervall, fører til lågare innhald av råprotein og høgare konsentrasjon av iNDF i gjenveksten til andreslåttan (Pang et al., 2021).

Ulikheiter i den kjemiske samansetninga til forskjellige slåttane kan vere relatert til endringar i temperatur og daglengde utover vekstsesongen. På våren er det lange dagar og ein temperatur som stig rakst. På slutten av sommaren vil temperaturen bli redusert og daglengda avta (Pang et al., 2021). Sukkerinnhaldet i grasmaterialet varierer gjennom døgnet og blir påverka av tilgang på lys og temperatur. Låge temperaturar og god lystilgang gjennom vekstsesongen er fordelaktig for høgt sukkerinnhald i graset. NDF konsentrasjonen i gjenveksten vil også vere avhengig av temperatur. Ein varm og tørr sommar vil kunne redusere avlinga i andreslåttan (Bakken et al., 2009), auke lignifiseringa og redusere fordøyelegheita (Pang et al., 2021).

#### *2.1.2.4 Haustesystem*

##### Haustelinjer

I Noreg er to-trinnshausting og konservering i rundballar den mest utbreidde måten å konservere grovfôr på. Med aukande bruksstørrelse er det også aktuelt med plansilo. Det er lite nybygging av tårnsilo, men denne silotypen eksisterer fortsatt på mange bruk (Steinshamm et al., 2020). I to-trinnshausting blir fortørking nytta for å auke TS i fôret. Dette reduserer pressaftmengde som vanlegvis blir danna under eit direkte haustingssystem. Fortørking reduserer også vekta på fôret, aukar innleggingskapasiteten og forbetrar gjæringskvalitet (Mo, 2005). Om fôret ligg for lenge til fortørking slik at det blir utsett for nedbør, vil anding og tap av sukker skje. For å redusere tida fôret ligg på bakken etter slått er rask heving av TS-innhaldet vesentleg (Mo, 2005).

Det er elles mange moglege mekaniseringslinjer i to-trinnshausting, både ved konservering i rundballar og i plansiloar. I tillegg til rundballelinje, så blir det brukt finsnittelinje og snittelessevognlinje. Felles for alle linjer er at det blir brukt ein slåmaskin og ei samlerive. Rundballepressing kan bestå av enten ein kombi-presse eller ein singelpresse med separat pakkar. Ein finsnittar samlar opp og kuttar opp graset og legg det i ein avlesservogn, medan i ein snittelessevogn blir graset samla opp (Heggset, 2013).

Rundballensilering gjer det moglege å sortere fôret etter kvalitet. Innpakking i plast er sårbart for mekanisk skade og angrep frå dyr. Det er to typar rundballepresser, avhengig om dei har presskammer med eit fast volum eller eit presskammer som utvidar seg etterkvart som ballen veks. Variabelt kammer kan gi litt hardare ballar enn fastkammerpresse. Graset blir plukka opp på liknande måte som i ein lessevogn og får ein tilsvarande kutting om talet på knivar er det same. Effekten av å bruke ensileringsmiddel til rundballar er minst like stor som ved vanleg ensilering. Nøyaktigheit under pakking og handtering, og kontroll på lagringa er ein forutsetning for ein rundball med god surfôr kvalitet. Det er anbefalt med minst åtte lag plast for langtidslagring og fôr med høgt TS. Plasten bør ha ei breidde på 75 cm for å kunne gi god overlapping mellom laga. Tjukt plastlag redusere gassgjennomgang av O<sub>2</sub> og CO<sub>2</sub>, og faren for mugg og rotning vil bli redusert. Ved vidare handtering som flytting av rundballar frå jordet til lagerplass er det viktig å vere skånsam så plasten ikkje blir skada (Mo, 2005).

### Slåttesystem og påverknad på surfôr kvaliteten

I Noreg varierer slåttefrekvensen frå ein slått per sesong til tre og fire slåttar, avhengig av geografisk lokalisering og høgdemeter over havet (Steinshamn et al., 2016). Vekstsesongen i Noreg er kort og kan vare frå 150 til 200 dagar med ein gjennomsnittstemperatur over 5 grader (Bakken et al., 2006). Val av slåttesystem vil påverke val av haustetidspunkt i løpet av vekstsesongen, og dermed vekststadiet til plantene. To-slåttesystem blir ofte definert som vanleg drift, og tre-slåttesystem som intensiv drift. Talet på haustingar per år påverkar avling og fôr kvalitet over år, og effekten på avlingsnivået er avhengig av engtype (engfrøblanding), hausteintensitet (talet på slåttar per år), gjødsling og engalder (Steinshamn et al., 2020). Intensiv slåttesystem med tre eller fleire slåttar per år krev sterkare gjødsling, gir lågare avling og sterkare avlingsnedgang med engåra enn ved meir ekstensiv hausting, men effekten er sannsynlegvis avhengig av engtype. To-slåttesystem er ofte ikkje nok for å oppnå god fôrverdi, sidan haustinga då skjer på eit seinare utviklingsstadie (Bakken et al., 2006). Surfôr som er tidleg hausta har eit høgare innhald av energi og protein og er meir fordøyeleg (Flaten

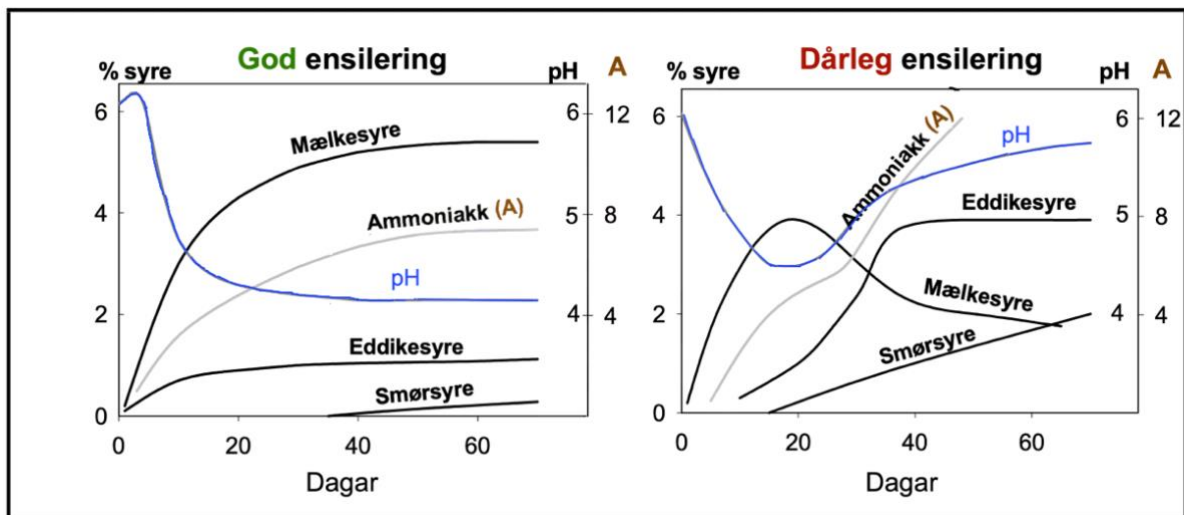
et al., 2015), og ein høgare fôrverdi kombinert med ein god gjæringskvalitet kan derfor føre til ein høgare mjølkeyting (Randby et al., 2012)

### 2.1.3 Ensilering

Ensilering i rundballar er den mest utbreidde konserveringsmetoden for grovfôr. Føremålet er å skape ein anaerob lagringsplass for fôret der det kan skje ein gjæring som sikrar god konservering og lagring med minst mogeleg tap av fôrverdi (Mo, 2005).

Ensileringsprosessen kan bli delt opp i fasar. Den aerobe fasen med lufttilgang er den første fasen som førgår frå fôret blir slått til det ligg i ein lukka behaldar. Under denne fasen skjer det respirasjon forårsaka av enzym i plantematerialet og i dei aerobe mikroorganismane (Mo, 2005). Sukkeret blir omdanna til CO<sub>2</sub>, vatn og varme, samtidig som protein og fiber vil til ein viss grad bli brote ned. For å oppnå eit stabilt surfôr med begrensa tap næringsinnhald er det viktig å få lufta ut av massen raskt (Randby & Krizsan, 2006). Gjæringsfasen er den andre fasen som startar når oksygenet er brukt opp, og det er her surfôrqualiteten blir bestemt. (Mo, 2005). Plantenes egne enzym hydrolyserar fruktan og gjer sukkerinnhald tilgjengeleg for bakteriane. Entrobakteriane er dei som byrjar å omdanna sukkeret til eddiksyre. Etterkvart som pH synk vil mjølkesyrebakteriane ta over og omdanna sukker til mjølkesyre gjennom anaerob gjæring (figur 4).

I lagringsperioden vil mjølkesyrebakteriane fortsette til pH er låg nok til å stoppe veksten og aktiviteten til alle bakteriar. Ein vellykka ensilering er sjølvregulerande og surfôret kan lagrast over tid på grunn av den låge pH som blir danna. pH-verdien blir redusert frå 6 i friskt gras til 4,2-3,8 i gras og 5,5-4,4 i belgplanter. Jo fuktigare det ferske graset er jo større må syreproduksjonen vere for å oppnå tilstrekkeleg låg pH. Derfor er det ønskeleg med ein passande høgt innhald av TS ved ensilering (30-35%) (Søegaard et al., 2003). Mangelen på oksygen skal hindre oppbløming av mugg- og gjærsopp.



Figur 4 Forløpet av ein god og dårleg ensileringsprosess (modifisert etter Sjøgaard et al. (2003))

Bufferkapasiteten og sukkerinnhald påverkar også gjæringskvaliteten. Bufferkapasiteten er eit uttrykk for mengda syre som må til for å senke pH frå 6 til 4 i ein fersk plantemasse. Ein låg bufferkapasitet tyder på at mjølkesyrebakteriane raskt kan senke pH. Sukker gir god næring til mjølkesyrebakteriane og derfor gode moglegheit for suksessfull ensilering. Eit høgt innhald av protein og mineral er med på å skape ein høg bufferkapasitet (Sjøgaard et al., 2003). Belgvekster med sitt høge innhald av protein og mineral har ein høgare bufferkapasitet enn gras.

#### Tilsetning av ensileringsmiddel

Den naturlege gjæringsprosessen er ukontrollerbar og forholda er ikkje alltid optimale for å oppnå god surfôrqualität. Tilsetningsmidlar til surfôr blir brukt for å sikre god gjæring og for å unngå produksjonen av smørsyre i vått surfôr. I tillegg vil tilsetningsmidlar bidra til å redusere tap av TS som oppstår på grunn av gjæringa. Ensileringsmiddel har som mål å fremme mjølkesyregjæring, redusere pH og hemme framveksten av uønskt mikroorganismar for å sikre ein vellykka gjæring (Mo, 2005).

Syrebaserte ensileringsmidlar verker ved å senke pH og stoppe opp andinga i graset. Dette forhindrar varmegong og tilrettelegging for mjølkesyrebakteriane. Ved for låg dosering vil ikkje senkinga av pH bli effektiv nok. Lite TS i grasmassen og proteinrikt plantemateriale krev høg dosering. Maursyre er den viktigaste syra som blir brukt. Ved tilsetning vil mjølkesyrebakteriane forbruke mindre sukker slik at energimengda i surfôret som er

tilgjengeleg for vommikrobar blir større. Dette gir ein høgare AAT-verdi i fôret, sidan sukkeret er ein mykje betre energikjelde for vommikrobar enn mjølkesyra.

Biologiske ensileringsmidlar verker stimulerande på gjæringa og består vanlegvis av ein eller fleire kulturar med mjølkesyrebakteriar og enzym. Bakteriekulturen blir tilsett og skal formeire seg og senke pH-en. God pakking er essensielt for at senkinga av pH blir suksessfullt (Da Silva & Santos, 2016).

## 2.2 Fordøyingssystemet til drøvtyggjaren

Kyr er drøvtyggjarar, og som andre herbivore greier dei ikkje å bryte ned cellulose og hemicellulose med enzym frå eige fordøyingssystem. Derfor har drøvtyggjarar utvikla eit fordøyingssystem som inneheld ein langsam og omfattande mikrobiell nedbryting av strukturrikt fôr (McDonald et al., 2011).

### 2.2.1 Anatomi og fysiologi

Hos ein drøvtyggjar passarar fôret først tre formagar (vom, nettmage og bladmage) for så å gå vidare til løpen og tynntarmen. Den mikrobielle nedbrytinga skjer i formagene, medan den enzymatiske nedbrytinga av fôret førgår i løpen og tynntarmen (Sjaastad et al., 2016).

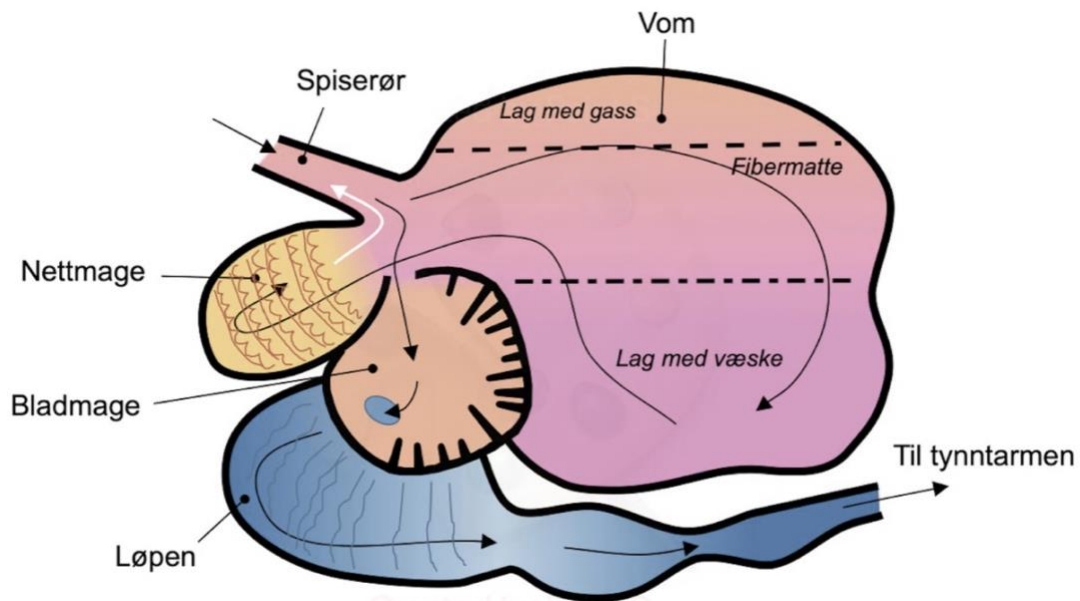
Opptaket av fôr og drøvtygging er den første delen av fordøyinga av fôret. Ved drøvtygging blir porsjoner som ligg på fibermatta (figur 5) i vomma gulpa opp til munnen. Der tygger kua klumpen på nytt i 30-60 sekunder før den blir svelgt ned igjen til vomma.

Drøvtyggingsprosessen fører til at store grovfôrpartiklar blir til mindre partiklar på 0,5-2 mm som kan passere ut av vomma og vidare til bladmagen, løpen og tynntarmen (Nørgaard & Hvelplund, 2003).

Mikrobane i vomma består hovudsakeleg av ulike artar av bakteriar, protozoa og sopp.

Interaksjonar og konkurranse mellom mikrobane er betydelege for vommiljøet og fermenteringa av fôret. Bakteriar utgjer den største delen av mikrobefundet, og dei blir klassifisert i amylytiske, cellulolytiske og proteolytiske bakteriar (Sjaastad et al., 2016).

Alle mikrobar utgjer eit viktig økosystem, der nokre lever i væskelaget, på fôrpartiklar eller på epiteloverflata i vomma (McDonald et al., 2011).



Figur 5 Grunnleggjande morfologi av drøvtyggjaren sine tre formagar (vom, nettmage og bladmage) og løpen. Svarte piler indikerer retninga for flyten av fôret, og kvite piler indikerer retninga for oppgulping til drøvtygging. Fibermatta inneheld grovt ufordøya materialar, som vil søkke nedover i væskelaget etterkvart som det blir fordøydd (figur modifisert etter García-Yuste (2020) (Sjaastad et al., 2016))

I vomma vil det øvst vere eit gasslag med ei fibermatte rett under (figur 5). Det meste av fermenteringa skjer i fibermatta og over væskelaget (intermediere fasen). Desse fasane blir jamleg blanda av kontraksjonar i vomma (Sjaastad et al., 2016). Rasjonen til kua påverkar samansetninga av dei ulike mikrobane. Mikrobeceller og andre fôrkomponentar som ikkje er fordøydd passerer vidare til løpen og tynntarm for enzymatisk nedbryting og blir deretter absorbert. I tjukktarmen skjer ein liten sekundær mikrobiell fermentering av fôret som gjenstår (McDonald et al., 2011).

## 2.2.2 Fordøying av næringsstoffa

Omsetninga av næringsstoffa i vomma er komplisert, ved at både fordøyingshastigheita og passasjehastigheita blir påverka betydeleg av ulike forhold ved fôret og management i forbindelse med fôring (Hvelplund, 2003).

### 2.2.2.1 Omsetting av karbohydrat

Mikrobane omdannar karbohydrat til gassane  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  og  $\text{CH}_4$  i tillegg til flyktige fettsyrer (VFA). VFA blir absorbert gjennom vomveggen og fungerer som hovudenergikjelde til kua (McDonald et al., 2011), og består i hovudsak av eddiksyre, propionsyre og smørsyre.

Cellulolytiske bakteriar brukar sine egne enzym til å bryte ned cellevegger (fiber) til glukosemolekyl. Dette fører til produksjon av eddiksyre. Lettløselege karbohydrat som sukker blir raskt brote ned i vomma, og det blir hovudsakeleg produsert smørsyre og propionsyre av denne prosessen. Stivelse blir raskt brote ned av amylolytiske bakteriar som utnyttar energien frå nedbrytinga til mikrobiell vekst, og aukar raskt i tal under stivelsesrike rasjonar. Frå denne nedbrytinga blir det hovudsakeleg produsert propionsyre. Ein fare ved stivelsesrike rasjonar er at pH i vomma bli for låg, som normalt skal ligge på pH 6.2. Ein lågare pH over lengre tid kan vere skadeleg for dei cellulolytiske bakteriane og kan derfor føre til ein mindre effektiv fordøying av fiber (Sjaastad et al., 2016).

#### *2.2.2.2 Omsetting av protein*

I vomma blir fôrprotein og andre næringsstoff brukt til mikrobiell vekst. Mikrobane inneheld 50% mikrobeprotein, og syntesen av desse er avhengig av mengde karbohydrat som er tilgjengeleg i vomma (Hvelplund et al., 2003). Dei proteolytiske mikrobane bryt ned protein til ammoniakk. Overskotet vil gå over i blodet og vidare til levra for å bli omdanna til urea. Urea blir skilt ut via nyrene og i mjølka. Protein som kjem frå vomma er ei blanding av ikkje-nedbrote protein, mikrobeprotein og endogent protein (AAT), og vil i løpen bli tilsett pepsinogen for å fortsette nedbrytinga (Sjaastad et al., 2016).

#### *2.2.2.3 Omsetting av fett*

Fôret til drøvtyggjarar har vanlegvis lågt feittinnhald, men umetta feittsyrer er toksisk for mange bakteriar i vomma, spesielt for dei cellulolytiske bakteriane. I vomma vil derfor prosessen biohydrogenering skje, der mikrobane omdannar umetta feittsyrer til metta feittsyrer (McDonald et al., 2011). Hydrogenering i vomma er mest effektiv når rasjonen har eit høgt innhald av fiber og protein (Børsting et al., 2003). I tillegg skjer det hydrolyse av esterbindingane i feittsyrene. Ved hydrolyse blir triglyserider spalta til frie feittsyrer og glyserol, som vidare blir fermentert til VFA (McDonald et al., 2011).

### **2.3 Fôropptak**

Både faktorar ved fôret, dyret og miljøet påverkar produksjonen. Frivillig fôropptak blir brukt til å beskrive mengde opptak av TS som dyret tar opp ved fri tilgang (Campling, 1964; Collins et al., 2017).

### 2.3.1 Regulering av fôropptak

Det er essensielt for ein god mjølkeproduksjon at kua tar opp tilstrekkeleg med næringsstoff. Grunnlaget for regulering av fôropptaket er at kua vil til ein kvar tid dekke energibehovet sitt til vedlikehald og potensiell produksjon (Ingvartsen & Kristensen, 2003).

#### 2.3.1.1 Psykisk regulering

Den første stimulien som kan påverke fôropptaket er synet, smaken og lukta av fôret. Reaksjonar på ekstern stimuli og delvis fôrpreferansar blir omtalt som psykisk regulering (Ingvartsen & Kristensen, 2003)

#### 2.3.1.2 Metabolsk regulering

Metabolsk regulering omfattar regulering av fôropptak på basis av signal frå vev, hormon, næringsstoff og metabolittar. Metabolsk regulering fungerer ved at dersom dyret aukar produksjonen så blir svoltreaksjonane stimulert og dyret vil ta opp meir fôr. Om det blir ein reduksjon i energikonsentrasjonen til fôrrasjonen vil dyret kompensere ved å ete meir (Ingvartsen & Kristensen, 2003)

#### 2.3.1.3 Fysisk regulering

Den fysiske reguleringa av fôropptaket skjer når den romslege kapasiteten i fordøyingsystemet er begrensa. Fyllverdien av fôret i fordøyingskanalen setter ofte ei grense på kor mykje dyret kan ta opp, sjølv om det ikkje dekker energibehovet. Dette gjeld for surfôr med mykje struktur og låg energikonsentrasjon. I vomveggen sit reseptorar som registrerer trykk og vommas utspenning, og impulsar blir sendt herifrå til det sentrale nervesystemet. (Ingvartsen & Kristensen, 2003).

### 2.3.2 Faktorar som påverkar fôropptaket

Fôropptaket er eit samspel og svært kompleks med mange faktorar som vist i tabell 2. Dei ulike faktorane påverkar ved ulik tidshorisont (Ingvartsen & Kristensen, 2003).



Tabell 2 Faktorar som påverkar fôropptaket (Ingvartsen & Kristensen, 2003)

| Faktor ved dyret         | Faktor ved fôret      | Management og miljø     |
|--------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Rase                     | Plantart              | Fôringsfrekvens         |
| Kjønn                    | Plantemorfologi       | Fôringsprinsipp         |
| Vekt/hald                | Kjemisk samansetning  | Etetid                  |
| Alder                    | Fordøyelegheit        | Tilsetningsstoff        |
| Vekst/yting              | Nedbrytingshastigheit | Tilgang på salt og vatn |
| Drektigheit              | Passasjehastigheit    | Båsfjøs/lausdrift       |
| Laktasjonsstadium/nummer | Partikkelstørrelse    | Daglengde/lys           |
|                          | Tørrstoffinnhald      | Temperatur              |
|                          | Gjæringsprodukt       |                         |
|                          | Palabilitet           |                         |

Som tidlegare nemnt er det korleis surfôrkvaliteten påverkar fôropptaket som er i fokus i denne oppgåva, og det vil derfor vere lagt mest vekt på faktorar og eigenskapar ved surfôret (Tabell 2). Ulike surfôrkvaliteter kan gi variasjon i fôropptaket (Randby et al., 2010).

### 2.3.2.1 Tørrstoffinnhald

Innhaldet av TS påverkar opptaket av surfôr (Huhtanen et al., 2007). TS-innhaldet i surfôret har stor effekt på innhaldet av gjæringsprodukt og sukker. Ved fortørking blir mindre av sukkeret i graset omdanna til organiske syrer, og mindre protein blir brote ned til ammoniakk. Dette fører til betre smakelegheit og aukar fôropptaket (Ingvartsen & Kristensen, 2003).

### 2.3.2.2. Gjæringsprodukt

Bortsett frå innhaldet av sukker, vil ikkje den kjemiske samansetninga av graset bli endra noko særleg under ei vellykka ensileringsprosess (Søgaard et al., 2003). Mikrobane i vomma utnyttar sukkeret i grasmaterialet som energikjelde til å produsere mjølkesyre. Eit høgt sukkerinnhald vil derfor vere gunstig for ensileringssegenskapane til fôret. Men ved ensilering kan eit høgt sukkerinnhald gi eit stort energitap til mikrobiell vekst dersom sukkeret ikkje blir bevart i ensileringsprosessen. Ved hausting under same forhold og same utviklingstrinn vil raigras ha eit høgare sukkerinnhald enn timotei på grunn av høgare part bladmateriale i forhold til strå (Søgaard et al., 2003).

For lågt innhald av mjølkesyre indikerer uheldig gjæring som kan gi redusert fôropptak, medan høgt innhald av mjølkesyre vil gi dårleg smak på fôret som også vil redusere fôropptaket (Randby & Krizsan, 2006). Høgt innhald av eddiksyre vil på same måte gi dårleg smak og lågt fôropptak. (Mo, 2005). Begrensa fôropptak av sterkt gjæra surfôr kan vere kopla

til ein ubalanse i absorpsjonen av næringsstoffa, der særleg mangel på aminosyrer i forhold til energinivået kan vere ein mogleg årsak (Huhtanen et al., 2002). For å auke utnyttinga av nitrogen frå fôret kan ein enten auke mengda av lettløseleg karbohydrat som energikjelde i vomma, eller ved at nedbrytinga av protein under ensileringa eller fermenteringsprosessen i vomma blir redusert. Huhtanen et al. (2002) nemner at eit velkonservert surfôr som har blitt tilsett maursyre gir eit større fôropptak samanlikna med surfôr utan ensileringstilsetning. Det kan ha samband med at sukkerert og proteinet i fôret blir bevart ved tilsetning.

#### *2.3.2.3 Palabilitet*

TS-innhald, gjæringskvalitet og hygienisk kvalitet vil påverke smakelegheita til surfôret. Smakelegheit kan vere avgjerande for kor mykje dyret vil ete av fôret, men er ikkje den største faktoren (Campling, 1964). Gjæringsprodukt kan føre til redusert palabilitet og fôropptak (Huhtanen et al., 2002). Kyr reagerer på bitter smak, og dersom innhaldet av urea er for høgt i fôrblendinga, kan dette redusere appetitt (Ingvarsen & Kristensen, 2003). Betre smakelegheit og høgare innhald av protein og mineral kan vere årsak til høgare opptak av belgvekster enn gras (Mo, 2005).

#### *2.3.2.4 Fordøyelegheit*

Fordøyelegheit kan bli beskrive som den delen i fôret som blir tatt opp i dyret og som ikkje blir skilt ut i gjødsel. Organisk materiale (OM) er ei ofte brukt nemning for å beskrive den fordøyelege delen av TS. Energiverdien i surfôret kan bli kartlagt ut frå OMD (fordøyeleg organisk materiale), sidan det er her drøvtyggjaren kan hente ut energi og næring frå. Fôropptaket aukar ved auka fordøyelegheit av surfôret (McDonald et al., 2011), som har samband med kor lenge fôret oppheld seg i vomma (Da Silva & Santos, 2016). Aukinga i fiberinnhaldet i eldre planter fører til ein nedgang i fordøyelegheita som skuldast auking i lignininnhald i fiberfraksjonen (figur 3). Lignin sluttar om cellulose og hemicellulose, og beskyttar mot mikrobiell nedbryting i vomma. Fordøyelegheita til surfôret er derfor påverka av mengde lignin, og fordøyelegheita av eit surfôr vil derfor i stor grad vere avhengig av forholdet mellom fordøyeleg og ufordøyeleg NDF (Mertens, 2003). Belgvekster inneheld mindre NDF enn gras, men NDF-fraksjonen i belgvekster inneheld meir lignin enn hos gras og vil då føre til at denne fraksjonen er mindre fordøyeleg (Buxton & Redfearn, 1997).

Avhengig av utviklingstrinn, så vil ein drøvtyggjar kunne fordøye 40-50% av NDF i belgvekster og 60-70% i gras. Fordøyeleg energi frå NDF vil då variere frå 20-40% for belgvekster, der 60-80% kjem frå celleinnhaldet i plantene. For gras kan 50-80% av fordøyeleg energi frå NDF, der 20-50% kjem frå celleinnhald og resten frå cellevegg i plantene. Det vil seie at det meste av den fordøyelege energien i belgvekster kjem frå celleinnhaldet og ikkje frå fiber (Buxton & Redfearn, 1997).

#### *2.3.2.5 Strukturell verdi*

Fôrstrukturen er eit uttrykk for den fysiske forma, partikkelstørrelsen og evna til å motstå mekanisk nedbryting ved tygging. For å måle den strukturelle verdien til eit surfôr kan tyggetidindeksen bli brukt. Den daglege tyggetida (min/kg TS) er bestemt av type og mengde fôr, og inkluderer både etetida og drøvtyggingstida av fôret. Partikkelstørrelsen er avhengig av den naturlege fysiske forma og den mekaniske behandlinga av fôret. Fiberinnhaldet (NDF og iNDF) er ofte brukt som ein markør for anslå strukturen i surfôret, og er ein viktig faktor som påverkar kor mykje surfôr kua tar opp (kg surfôr TS/dag). Det er ein samanheng mellom fiberinnhald, etehastigheit og spyttsekresjon (Nørgaard, 2003).

Tida kua bruker på å tygge og drøvtygge surfôret er avhengig av NDF-innhaldet (Nørgaard, 2003). Å kombinere fortørking til 30-35 % TS med redusert kutting av graset aukar surfôropptaket. Dette gjeld kutt lengder ned til 1 cm, og resulterer ofte i betre gjæringskvaliteten, og at ein kortare partikkelstorleik på surfôret fyller vomma mindre og fører til auka passasjehastigheit (Mo, 2005). Men kortare partikkelstorleik vil redusere tyggetida. Ein rasjon som består av for lite struktur kan føre til lite drøvtyggingaktivitet med påfølgjande låg spyttsekresjon og surt vommiljø (Nørgaard, 2003). Ein dagleg tyggeaktivitet på 8-16 timer sikrar sekresjonen av 100-200 liter basisk spytt, som bidrar til eit optimalt miljø i vomma på ein pH mellom 5.5-6.5 (Hvelplund, 2003; McDonald et al., 2011). Tyggetida for ein tenleg rasjon til mjølkekyr bør vere minimum 32 min per kg TS (Volden, 2011). Tyggeaktiviteten blir stimulert ved stigande opptak av større fôrpartiklar og høgare innhald av NDF. Dette krev naturlegvis lengre tid til drøvtygging og fermentering, og vil ha ein treigare passasjehastigheit ut av vomma (Mo, 2005). Eit surfôr med passeleg mengde struktur sørger for rimeleg pH i vomma, optimal vommotorikk, stort flytelag, riktig samansetning av mikrobane i vomma for god fiberfermentering, balansert fordeling av VFA og effektiv mikrobiell proteinsyntese (Nørgaard, 2003).

#### *2.3.2.6 Passasjehastighet og nedbrytingshastighet*

I vomma skjer det ein selektiv tilbakehalding av fôret. Dette betyr at partiklar blir heldt igjen for å bli tygga og brote ned til mindre partiklar. Ved redusert partikkelstorleik vil fôret passere vidare i fordøyingskanalen og det blir plass til nytt fôr i vomma. NDF treng lengre tid til fordøying i forhold til andre karbohydrat som gjer at denne fraksjonen er avhengig av lengre opphaldstid i vomma. Innslag av belgvekstar i fôret vil auke TS-opptaket, ved at det lågare innhaldet av NDF i belgvekstar gir lågare fyllingsgrad i vom og høgare passasjehastighet. (Weisbjerg et al., 2003)

Passasjehastigheita er ein kompleks prosess som blir påverka av både størrelsen på partiklane, og mange fysiologiske forhold og prosessar i vomma. For at partiklane skal kunne passere ut av vomma, må dei bli til botnfall for å følgje innhaldet ut gjennom bladmagen til løpen. Denne prosessen er avhengig av partikkelvekt og fylling, som er avhengig av gassar frå fermenteringa er festa til partiklane i ein viss tid (Ingvartsen & Kristensen, 2003). pH i vomvæska har stor betydning for motiliteten til vomma, og viss den er nedsett, blir flyten av partiklar ut av vomma redusert. Låg pH i vomma som er forårsaka av større mengder lettløselege karbohydrat vil kunne setje grense for omsettinga av fiberfraksjonen i fôret og dermed auke opphaldstida i vomma. Raudkløver har ein raskare passasjehastighet og nedbrytingshastighet av NDF enn gras. Men for iNDF er passasjehastigheita lågar hos raudkløver enn hos gras (Kuoppala et al., 2009).

#### *2.3.2.7 Vatn og kraftfôrnivå*

Kraftfôrmengden kan påverke opptaket av surfôr. Effekten er avhengig av kvaliteten og fordøyelegheita av surfôret. Ved dårleg kvalitet på surfôret vil tildeling av kraftfôr auke det totale fôropptaket, men ved god surfôr kvalitet vil auka kraftfôrmengde føre til substitusjon (utbytting) av surfôret (McDonald et al., 2011). Vatn har også betydning på fôropptaket, og ved liten tilgang kan fôropptaket bli redusert. Opptak av TS og opptak av vatn er i eit linært forhold (Silanikove, 1992).

#### *2.3.2.8 Faktorar ved dyret og miljøet*

I tillegg til karakteristikk ved fôret er også faktorar ved dyret med på å bestemme fôropptaket (Volden, 2011). Potensialet for fôropptak vil vere sterkt korrelert med rase, laktasjonsnummer og levandevækt, der eldre og tyngre kyr vil ha eit høgare opptak av fôr (Ingvartsen &

Kristensen, 2003). Store dyr treng mindre energi per kg kroppsvekt til å dekke vedlikehaldsbehovet, enn mindre dyr (Sjaastad et al., 2016). Større kroppsstorleik fører med større vom som vil ha ein høgare kapasitet til å ta opp fôr (Ingvarsen & Kristensen, 2003). Kyr i godt hold (haldpoeng >3,5) i tidleg laktasjon er assosiert med redusert fôropptak og mjølkeproduksjon, der årsak kan vere feittavleiring i bukhola som redusere vomvolumet (McDonald et al., 2011). Kyr med høg mjølkeproduksjon har større behov for ein energirrik rasjon, og den metabolske reguleringa vil hovudsakeleg styre fôropptaket. Hos kyr som ikkje er i mjølkeproduksjon og får ein fiberrik rasjon med låg fordøyelegheit er det den fysiske reguleringa som setter grenser for fôropptaket (McDonald et al., 2011). Sjukdommar som diare, mastitt, ketose og mjølkefeber redusere fôropptaket og mjølkeproduksjonen betydeleg (Bareille et al., 2003). Utfôringa kan påverke eteåtferden og fôropptaket. Ad libitium fôring, der kyrne har fri tilgang på fôr i minst 22 timer av døgnet og med minst 5% rester, gir maksimalt opptak av surfôr. (Ingvarsen & Kristensen, 2003).

## 2.4 Mjølkeproduksjon

### 2.4.1 Mjølkesyntesen og fôrets innverknad

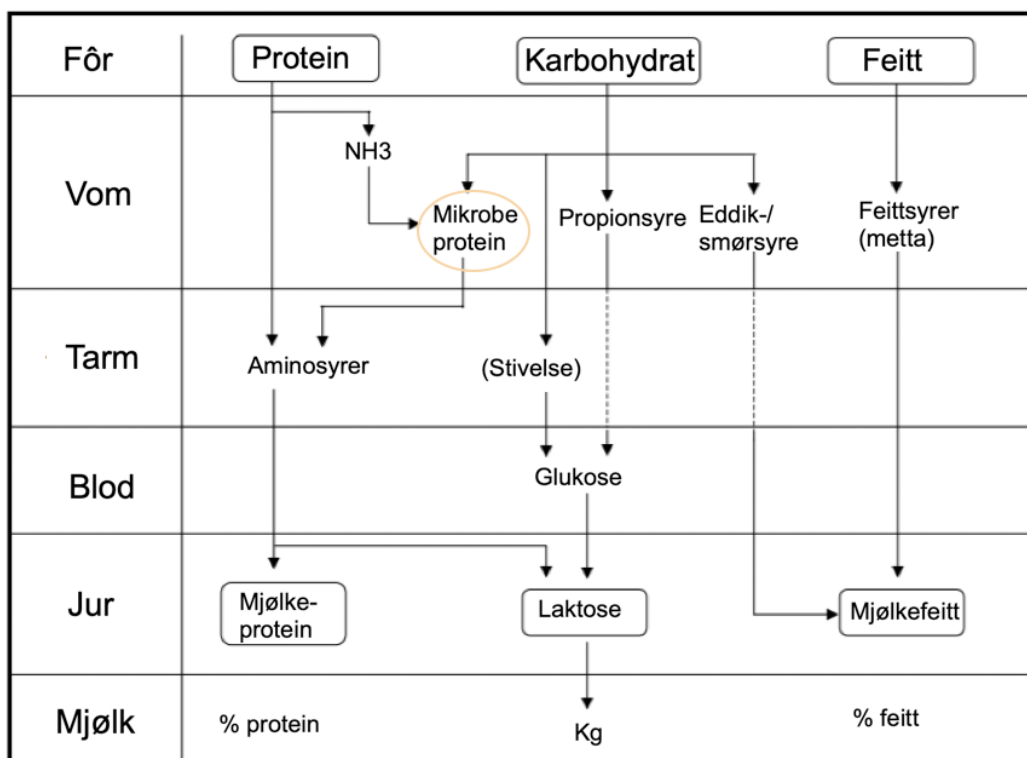
Mesteparten av komponentane i mjølka blir syntetisert i juret. Næringsstoffa som trengs til mjølkesyntesen blir transportert til juret via blodet, og kjem opphavelig frå fôromsettinga og kroppsvev (Sjaastad et al., 2016).

Laktose er bygd opp av glukose og galaktose. Propionsyra frå vomma blir omdanna til glukose i levra, som blir ført til juret og omdanna til laktose. Mjølkemengda er avhengig av at det blir omdanna nok glukose i glukoneogenesen, sidan laktoseinnhaldet er ein komponent som er nærmare konstant. Dette er fordi laktose har innverknad på det osmotiske trykket og har dermed ein avgjerande effekt på mengde mjølk produsert (Sjaastad et al., 2016).

Opptil 40-50% av feittet i mjølka stammar frå *de novo* synteset i juret. Eddiksyre og  $\beta$ -hydroxysmørsyre som kjem frå vomma er dei viktigaste komponentane i denne syntesen (Sjaastad et al., 2016). Resten av feittet stammar frå lipoproteiner via blodet (Nørgaard & Hvelplund, 2003). I *de novo* syntesen blir både korte og mellomlange feittsyrer syntetisert. Mjølkefeittet er samansett av triglyserider som både er metta og umetta. Den viktigaste metta feittsyren er palmitinsyre, medan oljesyre er den viktigaste umetta feittsyra (McDonald et al., 2011). Kjelda til langkjeda feittsyrer i mjølka er fôrfeitt og mobilisert feittvev. Dei lange

feittsyrene vil auke i mjølka ved høgare innhald av fôrfeitt i rasjonen og gi lågare konsentrasjonar av kortkjeda og mellomlange feittsyrer (Hermansen et al., 2003). Mjølkefeittet er den mjølkekomponenten som lettast kan bli påverka av fôring (Sutton, 1989), og surfôrkviliteten vil ha betydning for effekten (Randby et al., 2012). Eit høgt opptak av NDF frå surfôret vil sikre eit godt vommiljø og gi grunnlag for høg produksjon av eddiksyre i vomma. Eit høgt sukkerinnhald i fôret vil auke smørsyregjæringa i vomma og dermed kunne auke feittinnhaldet i mjølka.

Juret syntetiserer 90% av mjølkeprotein som er ein energikrevjande prosess. (Sjaastad et al., 2016). Mjølkeprotein består av kasein og myseprotein (Nørgaard & Hvelplund, 2003). Mikrobeprotein har ein aminosyresamansetning som er optimalt for mjølkeproteinsyntesen, som i lag med andre nedbrote protein frå tynntarmen er opphavet til aminosyrene som blir brukt i mjølkeproteinsyntesen (Sjaastad et al., 2016). Stivelsesrike rasjonar vil auke produksjonen av propionsyre i vomma og fører til eit høgt energioptak. Det kan ha indirekte positiv effekt på proteininnhaldet i mjølka, ved å tilføre tilstrekkeleg med energi til proteinsyntesen i juret.



Figur 6 Oversikt over nedbryting av næringsstoff til komponentar som inngår i mjølkesyntesen, og har effekt på kjemisk samansetning i mjolk (Modifisert etter Hermansen et al. (2003))

Både mjølkeytinga og samansetninga i mjølka kan altså bli styrt av fôringsnivået og samansetninga i fôret. Mengde og type VFA som blir danna i vomma frå karbohydrat i fôret, har betydning for energiutnyttinga til dyret og absorpsjonen av næringsstoff, og kan derfor påverke mjølkemengde og samansetninga i mjølka (Figur 6) (McDonald et al., 2011).

#### 2.4.2 Parameter for mjølkekvalitet

For å vurdere kvaliteten til mjølka kan samansetninga av næringsstoff, fysiske og kjemiske eigenskapar og andre forhold som celletal bli målt. Kumjølkk blir analysert for innhaldet av feitt og protein, (TINE, u.å.-a). Celletalet er eit uttrykk for grad av reaksjon på betennelse i juret og blir målt som mengde kvite blodlekamar i mjølk. Normalt celletal er mellom 10 000 til 50 000 celler/ml (TINE, u.å.-a).

Feittet i mjølka er samla i små kuler omringa av ein membran (Hermansen et al., 2003). Om membranen blir øydelagt kan enzym kome til å danne frie feittsyrer (FFS). Innhald av FFS i mjølka er eit uttrykk for kor omfattande feittspaltinga har vore. Ein årsak til høgt FFS er lite energi i fôrrasjonen. God energidekning gir stabile feittkuler som toler meir (TINE, u.å.-a).

Urea i mjølk blir analysert for å vurdere fôrbehovet og rasjonsutnyttinga til mjølkekua. Om lag 75 prosent av variasjonen i urea kjem frå råprotein og PBV. Overskot av ammoniakk i vomma kan bli danna dersom det er mangel på karbohydrat som energikjelde til mikrobane eller for mykje lettløselege karbohydrat. Då vil ammoniakk bli omdanna til urea i levra, og vidare skilt ut i urin og mjølk. Ein god balanse mellom tilførsel av energi og protein vil føre til god mikrobevekst og vidare god forsyning av mikrobeprotein til kua. Konsentrasjonen av urea i mjølk blir påverka av fleire faktorar. Ein av dei er innhaldet av råprotein i fôret som kan bli brukt som eit estimat for utnytting av nitrogen til mjølkeproduksjon (Huhtanen et al., 2015). I følge TINE (u.å.-b) vil 15 prosent av variasjonen i urea kome frå overføring med AAT, medan 10 prosent kan kome frå underskot på energi der aminosyrer har blitt brukt som energikjelde. Nivået til urea bør ligge mellom 3 og 6 mmol/l (TINE, u.å.-b).

## 3.0 Material og Metode

### 3.1 Opplegg og gjennomføring av forsøk

Prosjektet Klimagrovfôr blei starta opp i 2019 av Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) i samarbeid med TINE, NIBIO, Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU), Aarhus Universitet (AU) og Agrifood and Agriculture Canada (AAFC). Prosjektet blir finansiert av fondet for forskningsavgift på landbruksprodukter og styret for forskningsmidlar over jordbruksavtalen. Målet for prosjektet er å utvikle strategiar i surfôrproduksjonen som reduserer enterisk metangassutslepp hos drøvtyggjarar. Data for denne masteroppgåva var basert på eit forsøk frå dette prosjektet. Forsøk M-255 blei gjennomført ved Senter for Husdyrforsøk (SHF) ved NMBU. Forsøket hadde oppstart 17. januar 2022 og blei avslutta 12. april 2022. Ein førebuiingsperiode der kyrne blei tilvent fôret og forsøksopplegget føregjekk 3-16. januar (tabell 3).

#### 3.1.1 Beskriving av Forsøksdyr

Det var 40 kyr av rasen Norsk Raudt Fe (NRF) som deltok i forsøket. Av desse var det 15 førstegangskalvarar og 25 eldre kyr. Kyrne blei oppstalla i lausdrift på spaltegolv og hadde tilgang på DeLaval mjølkerobot og to GreenFeedere. I førebuiingsperioden utgjekk Ku 6663 den 13. januar, på grunn av haltheit. Reserveku 6769 blei teke inn. I løpet av periode 1 fekk ku 6284 jurbetennelse og blei erstatta av ku 6679 den 4. februar.

#### 3.1.2 Forsøksdesign

Forsøket blei utført som eit incomplete latin square design med 5 behandlingar (tabell 4) og 4 periodar (tabell 3). Kyrne blei gruppert i åtte blokkar med fem kyr som innan kvar blokk var så like som mogeleg med omsyn til laktasjonsnummer, laktasjonsstadium, levandevækt og forventede mjølkemengde. Det var fem blokkar med eldre kyr og tre blokkar med førstegangskalvere. Innanfor blokk blei kyrne fordelt på eitt av fem forsøksledd/behandling. Ved overgang til ny forsøksperiode skifta kyrne forsøksledd. Forsøket hadde fire periodar, der det var to veker tilvenning og ei veke prøvetaking innan kvar periode. I førebuiingsperioden var alle dyra på lik fôring av ein blanding med timotei<sup>2</sup>, raigras og raudkløver (1:1:1) for å lære seg å bruke Biocontrol fôrkara. Det blei ikkje registrert noko frå førebuiingsperioden. Forsøksfôret hadde faste fôrkar, medan kyrne bytta fôrkar då dei bytta til nytt forsøksledd i ny periode. Fôrsifte ved overgang til ny periode blei måndag morgon mellom kl 06 og 10.



Tabell 3 Forsøksplan M-255 oversikt

|          | Januar    |   |            |        | Februar    |        |            |        | Mars       |        |            |        | April |    |
|----------|-----------|---|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|-------|----|
| Vekenr   | 1         | 2 | 3          | 4      | 5          | 6      | 7          | 8      | 9          | 10     | 11         | 12     | 13    | 14 |
| Periodar | Førebuing |   | Periode 1  |        | Periode 2  |        | Periode 3  |        | Periode 4  |        |            |        |       |    |
|          |           |   | Tilvenning | Prøver | Tilvenning | Prøver | Tilvenning | Prøver | Tilvenning | Prøver | Tilvenning | Prøver |       |    |

Det var registreringar og prøvetaking av fôr, mjølk og kroppsvekt frå den siste veka i kvar periode som blei nytta i resultata.

### 3.1.3 Forsøksfaktorar

I dette forsøket var botanisk samansetning og slåttesystem forsøksfaktorar (Tabell 4).

Vidare blir dei omtalt som:

Timotei tre-slåttesystem = **Timotei3**

Timotei to-slåttesystem = **Timotei2**

Fleirårleg raigras tre-slåttesystem = **Raigras**

Raudkløver tre-slåttesystem = **Kløver**

Timotei/Raudkløver-blanding, tre-slåttesystem = **Timotei/Kløver**

Tabell 4: Fem forsøksledd/behandlinger kyrne fekk tildelt

| Forsøksledd/<br>behandling | Art/mix                | Slåttesystem | Blandeforhold for ulike<br>slåtter |
|----------------------------|------------------------|--------------|------------------------------------|
| 1                          | Timotei3               | 3 slåtter    | 45:30:25                           |
| 2                          | Timotei2               | 2 slåtter    | 60:40                              |
| 3                          | Raigras                | 3 slåtter    | 45:30:25                           |
| 4                          | Kløver                 | 3 slåtter    | 45:30:25                           |
| 5                          | Timotei/Kløver (50:50) | 3 slåtter    | 45:30:25                           |

### 3.2 Forsøksfôr

Grasartane i forsøket var timotei og fleirårleg raigras, i tillegg til belgveksten raudkløver.

Timotei hadde to-slåttesystem og tre-slåttesystem. Dei andre artane hadde tre-slåttesystem.

Engarealet for forsøksfôret var til saman 293 dekar i 2021. Pløying og harving blei utført på alle skiftene i løpet av dei to første vekene i april 2020. Heder Bygg blei sådd som dekkvekst

på alle skriftene (18 kg/daa), og treska 3.-10. august 2020. Etter treskinga blei alle skifta beitepussa (18. august 2020). Det var kun jordet med timotei som blei gjødsla med husdyrgjødsel i etableringsåret. I produksjonsåret blei 70 daa med Timotei til tre-slåttesystemet gjødsla med til saman 30 kg N/daa. Timotei til to-slåttesystemet på 50 daa blei gjødsla med 24 kg N/daa, og jordet med Raigras på 134 daa blei gjødsla med 26 kg n/daa. Jordet til Kløver på 52 daa fekk kun 3 kg N/daa med husdyrgjødsel om våren.

### 3.2.1 Hausting

Det blei produsert 11 ulike surførkvalitetar i rundballar. Dato for hausting av førsteslått blei bestemt av ønska fenologisk utviklingstrinn hos timotei, og indeksen mean stage by count (MSC) blei brukt (Bakken et al., 2005). Oversikten er vist i tabell 5.

Tabell 5: Haustetidspunkta for dei ulike surførkvalitetane (Bakken et al., 2009)

| Surførtype:                               | Haustedato:                             | Utviklingstrinn:  |
|---|---|---|
| Timotei3<br>1.slått<br>2.slått<br>3.slått | 2-3. juni<br>8-9. juli<br>31. august    | 2.9-3.0 MSC (før begynnande skyting)<br>500 døgngadar etter             |
| Timotei2<br>1.slått<br>2.slått            | 15-16. juni<br>19-20. august            | 3.3 MSC (full skyting)<br>550 døgngadar etter                           |
| Raigras<br>1.slått<br>2.slått<br>3.slått  | 1-3. juni<br>7-8. juli<br>30. august    | 2.9-3.0 MSC (før begynnande skyting)<br>500 døgngadar etter             |
| Kløver<br>1.slått<br>2.slått<br>3.slått   | 2-3. juni<br>8-9. juli<br>30-31. august | 1.6-1.8 MSC (slutten på bladstadium, før stengelstrekking)<br>500 døgng |

Døgngadar blei rekna ut ved å summere middeltemperaturen per døgng mellom slåttene. Andreslått for Timotei3 blei utsett i 3 dagar på grunn av nedbør, og det førte til at talet på døgngadar blei høgare enn optimalt. For å bestemme utviklingstrinnet blei prøver teke same dag som slått ved alle arter for første- og andreslått. Perioden mellom første- og andreslått i tre-slåttesystemet blei nedbørsfattig. Ein høg middeltemperatur den siste veka før andreslått

førte til rask grasutvikling. Perioden før tredjeslått og dei siste vekene før andreslått for Timotei2 var svært tørr. Rundballane blei merka med individuelt ballnummer i same rekkjefølgje som då dei blei pakka, og lagt i nummerrekjefølgje på lagringsplass. Det blei laga ballekart for alle skifter og slåttar.

#### Hausteutstyr:

Slåmaskiner som blei brukt var ein Kverneland 3632FT/FN frontmaskin (med stengeknekker), og ein Kverneland 5087M bakmaskin (utan stengelknekker).

Til rundballepressing blei ein Orkel HIQ smartbaler (kombinert graspresse) med 20 knivar brukt. Ensileringsmiddelet GrasAAT Lacto og 10 lag med plast blei nytta under innhaustinga.

Tabell 6 Forbruk av ensileringsmiddel på dei ulike surførkvalitetane

|          | <b>Slått</b> | <b>Liter per tonn</b> |
|----------|--------------|-----------------------|
| Timotei3 | 1            | 4.6                   |
|          | 2            | 5.6                   |
|          | 3            | 4.0                   |
| Timotei2 | 1            | 5.6                   |
|          | 2            | 4.5                   |
| Raigras  | 1            | 5.1                   |
|          | 2            | 4.9                   |
|          | 3            | 3.8                   |
| Kløver   | 1            | 4.1                   |
|          | 2            | 5.4                   |
|          | 3            | 4.4                   |

Under pressinga blei det registrert ca. forbruk av kvar 10. ball for å justere doseringa av ensileringsmiddelet undervegs. Ønska forbruk var ca. 5 liter/tonn for tidleg haustetid (tre-slåttssystem) og 4 liter/tonn for sein haustetid (to-slåttssystem). Tabell 6 viser forbruket der det blei litt høgt for 1. slått til Timotei2, og lågt for 1.slått til Kløver.

#### 3.2.2 Grovfôrtildeling

Dei fem forsøksledda, som vist i tabell 4, bestod av ein blanding av to eller tre slåttar innan art. Ballar frå dei ulike slåttane blei blanda ut i frå avlingsmengde i kg TS. Talet på ballar varierte i forsøksperioden ut i frå om dei blei blanda for tre eller fire dagar, i tillegg til at TS-innhaldet endra seg utover i forsøket. Blandeforholdet blei justert to gangar (27. januar og 18. februar) i løpet av forsøksperioden, etter å ha analysert for TS-innhald ved hurtiganalyse.

Blandinga av forsøksfôret blei utført to gantar i veka i ein fullfôrmiqsar. Under blandinga blei det tilsett Ensil Fullfôr i alle surfôrblendingane for å unngå varmgang (2 liter/tonn surfôr). Timotei2 blei tilsett urea (100 g/dag per ku) under blanding, for å auke proteininnhaldet slik at behovet for nitrogen blei dekkja i denne behandlinga, og slik at dette ikkje blei ein begrensande faktor for mjølkeproduksjonen. I surfôrblendingane blei det også tilsett Vilomix Vitamineral Normal (50 g/dag per ku) for å sikre at behovet for vitamin og mineral blei dekkja.

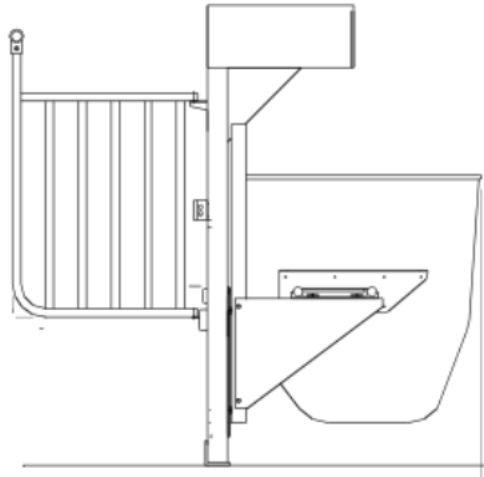
### 3.2.3 Kraftfôrtildeling

Den daglege kraftfôrmengda blei bestemt ved bruk av TINE Optifôr. Kraftfôret var av typen Drøv Energirik Nøytral frå Norgesfôr Mysen og blei tildelt i fleire porsjonar i mjølkeroboten, på til saman 5 kg/dag til 1.kalvarar, og 8 kg/dag til eldre kyr. I tillegg fekk dei tilgang på maks 1 kg/dag i GreenFeed-einingane. Det blei ikkje gitt kraftfôr i kraftfôrautomatane for å auke besøksfrekvensen i Greenfeed-einingane.

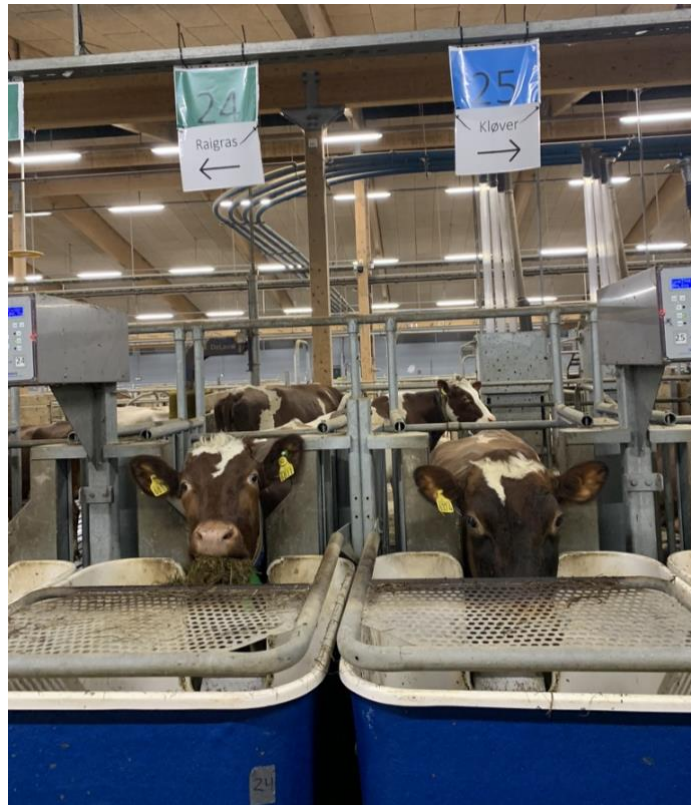
## 3.3 Registrering og analyse

### 3.3.1 Fôropptak

Surfôret blei tildelt i totalt 46 separerte fôrkar med veieceller (figur 7). Kyrne fekk kun tilgang til fôrkar med det forsøksleddet kua hadde i ein bestemt forsøksperiode (figur 8). Fôrkara var lukka med ein port som opna seg då kua blei identifisert ved porten. Vektendringane i fôrkara før og etter besøk blei rekna som fôropptaket og desse registreringane blei gjort fortløpande gjennom dagen og summert til dagleg opptak i kg. Det var registreringa frå den siste veke i kvar forsøksperiode som blei brukt til statistiske utrekningar.



Figur 7 Prinsippskisse for fôrkar med vektregistrering (BioControl AS, Rakkestad, Norge)



Figur 8 Kyr som eter surfôr frå forsøksledd 3 (Raigras) og forsøksledd 4 (Kløver) tildelt i fôrkar

Data om kraftfôrtildeling blei rapportert frå mjølkerobot og GreenFeed-einingane. I denne oppgåva er data om metanutslepp frå GreenFeed-einingane ekskludert.

### 3.3.2 Mjølkemengde

Dagleg mjølkemengde (kg) blei registrert i mjølkeroboten. Det var styrt kutrafikk, der kyrne hadde tilgang til mjølkerobot kvar 6. time, slik at det blei mjølking maks fire gangar i døgnet.

### 3.3.3 Levandevekt

Kroppsvekta blei registrert etter kvar mjølking. Vekta blei kalibrert før forsøket, og det blei gjort kontrollveging i første veke i kvar periode.

### 3.3.4 Uttak av prøver

Under innhaustinga blei det teke borreprøver av kvar tiande rundball frå kvar surfôr kvalitet. Dei same rundballane blei også veid på rundballevekt. Kvar tredje borreprøve blei slått saman, og brukt til TS-analyse og NIR-analyse av graset. Det blei totalt 34 samleprøvar, som blei tørka i varmeskap i 1 døgn ved 59°C. Rundballevekt i kg TS gangar antall rundballar var grunnlaget for å finna avlingsmengde frå kvar slått.

#### Surfôr

Prøver av kvar surfôr kvalitet blei teke ut ved kvar ny blanding i fullfôrmixaren. Desse blei merka og oppbevart ved -20 °C. Prøver blei slått saman innan periode (44 prøver) før analyse av kjemisk samansetning. For analyse av ufordøyeleg NDF (iNDF) blei prøvene slått saman over alle periodar (11 prøver).

#### Surfôrblandingane

Uttak av prøver til TS-analyse av surfôrblandingane blei gjort frå fôrkara tre gangar i veka (måndag, onsdag og fredag) den siste veka i kvar periode. Prøvene blei merka og lagra ved -20°. Det blei til saman 180 prøver.

#### Kraftfôr

Prøver blei teke kvar veke (onsdag) for analyse av kjemisk innhald. Prøvene blei teke frå nedsleppsrøyret og lagra ved -20°C. Prøvene blei slått saman innan periode (4 prøver).

#### Mjølkeprøver

Tre separate mjølkeprøver blei teke frå kvar ku frå tre mjølkingar innanfor dei siste 48 timane den siste veka i kvar periode. Dette skjedde i tidsrommet frå onsdag morgon til fredag morgon. Prøvene blei tilsett ein bronopol-tablett og lagra ved 4°C før sending til TINE (Heimdal). Prøvene blei analysert for innhald av feitt, protein, laktose, urea, frie feittsyrer (FFA) og celletal. Det blei til saman 480 prøver. Analysen av feitt-, protein-, og laktoseinnhaldet blei brukt til å rekne ut produksjonen av energikorrigert mjølk (EKM).

### 3.3.5 Analysemetoder

Fôrprøvene blei analysert for TS, oske, råprotein (CP), løyseleg råprotein (sCP), NDF (neutral detergent fibre), stivelse, vassløyselege karbohydrat (WSC) og syre uløyseleg oske (AIA) ved LabTak NMBU. Konsentrasjonen av iNDF blei bestemt ved å inkubere fôret *in sacco* i 288 timer i vomma som beskrive av Volden (2011). Fordøyelegheita av organisk stoff (OMD) blei estimert frå konsentrasjonen av iNDF og NDF (Huhtanen et al., 2013).

For TS-analysen blei prøvene tørka ved 103 °C i 24 timar og veid ut varme. TS-innhaldet blei brukt til å rekne ut TS-opptaket. Analysen for gjæringskvalitet (pH og flyktige komponentar; mjølkesyre, propionsyre, eddiksyre, smørsyre, maursyre, etanol og ammoniakk (NH<sub>3</sub>-N)) blei gjort ved Uppsala, SLU.

### 3.4 Berekningar

Rådata blei samla inn, kombinert og behandla før dei statistiske analysane. Surfôropptaket blei korrigert for TS slik at det blei oppgitt i TS-opptak per dag. Det same blei gjort for kraftfôr. For surfôr blei TS-innhaldet korrigert for flyktige komponentar i følge NorFor sin metode for TS-bestemming (Åkerlind et al., 2011). Resultata av surfôrblendingane blei berekna ut i det faktiske blandeforholdet frå kvar slått som blei gitt kyrne. Dette gjaldt innhaldet av NDF, råprotein, NEL, WSC, iNDF, PBV, AAT og OM (alle i g/kg) og OMD%. OM blei rekna ut ved å trekke frå oskeinnhaldet.

Det blei rekna ut gjennomsnitt av TS-opptak for surfôr, kraftfôr og totalt av dei siste 7 dagane i kvar periode. Det same blei gjort for mjølkeytelse, EKM og komponentane i mjølka.

Energikorrigert mjølk (EKM) blei rekna ut med formelen beskrive av (Sjaunja et al., 1991).

Fôrverdiane AAT, PBV, ME og NEL blei rekna ut ved bruk av Optifôr. Levandevakta til kyrne blei rekna ut som gjennomsnitt av dei siste 7 dagane av kvar periode. Fôreffektiviteten blei rekna ut for kvar behandling, ved å dele EKM (kg/dag) på totalt TS-opptak (kg/dag).

All data blei sett inn i eit datasett med variablane individnummer, behandlingsgruppe, blokk og periode. Effektvariablane bestod av næringsopptaket, fôropptaket, mjølkeproduksjonen og levandevekt. Datasettet blei reinsa for manglande observasjonar for surfôropptak, kraftfôropptak, mjølkeyting og levandevekt.

### 3.5 Statistiske analyse

Datamaterialet frå forsøket blei klargjort i Microsoft Excel (Versjon 16.70). Alle statistiske analysar blei gjennomført i prosedyren PROC MIXED i SAS (SAS 9.4).

Modellen var:  $Y_{ijkl} = \mu + B_i + K_{j(i)} + P_k + S_l + C_m + PS_{kl} + E_{ijkl}$ ,

der  $Y_{ijkl}$  er responsvariabelen

$\mu$  er generelt gjennomsnitt

$B_i$  er blokk,  $i=1, 2, \dots, 8$ ,

$K_{j(i)}$  er ku j innan blokk i,  $j=1, 2, \dots, 5$

$P_k$  er periode,  $k=1, 2, \dots, 4$

$S_l$  er surfôrblanding,  $l=1, 2, \dots, 5$

$C_m$  er carry-over effekt av surfôrblanding,  $m=1, 2, \dots, 5$

$PS_{kl}$  er samspel mellom periode og surfôrblanding

$E_{ijkl}$  er feilledd

Alle variablene blei behandla som faste, bortsett frå ku innan blokk.

Det blei rekna ut kontrastar mellom forsøksledda:

Kontrast 1: Timotei3 vs Timotei2

Kontrast 2: Timotei3 vs Raigras

Kontrast 3: Timotei3 vs Kløver

Kontrast 4: Timotei3 vs Timotei/Kløver

Kontrast 5: Kløver vs Timotei/Kløver

Statistisk signifikans mellom forsøksledda blei deklarerert ved  $P \leq 0.05$  og tendens ved  $P \leq 0.1$



## 4.0 Resultat

### 4.1 Surfôrkvalitet

Kjemisk innhald og gjæringskvaliteten i dei 11 surfôrkvalitetane er framstilt i tabell 7, i tillegg til det kjemiske innhaldet i kraftfôret som var nytta i forsøket.

Tabell 7 Kjemisk sammensetning og gjæringskvalitet for 11 surfôrkvaliteter og kraftfôr. Kvar verdi er middel for 4 analyserte prøver.

| Art                            | SURFÔR   |      |       |          |      |         |      |      |            |      |      |      | Drøv Energirik<br>Nøytral |
|--------------------------------|----------|------|-------|----------|------|---------|------|------|------------|------|------|------|---------------------------|
|                                | TIMOTEI3 |      |       | TIMOTEI2 |      | RAIGRAS |      |      | RAUDKLØVER |      |      |      |                           |
|                                | 1.       | 2.   | 3.    | 1.       | 2.   | 1.      | 2.   | 3.   | 1.         | 2.   | 3.   |      |                           |
| Tørrstoff, %                   | 26.4     | 36.2 | 35.3  | 40.1     | 60.3 | 34.6    | 30.7 | 30.4 | 24.4       | 27.2 | 37.9 | 86.2 |                           |
| Kjemisk sammensetning, g/kg TS |          |      |       |          |      |         |      |      |            |      |      |      |                           |
| Organisk materiale             | 917      | 919  | 922   | 931      | 949  | 911     | 895  | 873  | 891        | 887  | 888  |      |                           |
| Råprotein                      | 164      | 177  | 130   | 116      | 77.3 | 130     | 153  | 167  | 212        | 195  | 181  | 189  |                           |
| Løseleg protein                | 127      | 91.8 | 69.4  | 67.0     | 31.7 | 98.2    | 106  | 105  | 121        | 92.8 | 85.6 |      |                           |
| Råfeitt                        | 40.0     | 37.1 | 33.4  | 28.0     | 21.5 | 27.1    | 40.0 | 46.1 | 29.1       | 23.2 | 17.5 | 20.7 |                           |
| NDF <sup>a</sup>               | 520      | 510  | 502   | 608      | 560  | 430     | 506  | 424  | 279        | 325  | 304  | 175  |                           |
| iNDF <sup>b</sup>              | 63.6     | 90.0 | 83.3  | 135      | 151  | 43.4    | 123  | 67.5 | 72.6       | 94.3 | 108  |      |                           |
| Vassløseleg karbohydrat        | 34.2     | 56.9 | 104.8 | 57.0     | 170  | 193     | 67.5 | 55.9 | 27.0       | 28.0 | 51.0 | 69.3 |                           |
| Stivelse                       |          |      |       |          |      |         |      |      |            |      |      | 380  |                           |
| Gjæringskvalitet, g/kg TS      |          |      |       |          |      |         |      |      |            |      |      |      |                           |
| Mjølkesyre                     | 37.3     | 20.3 | 20.7  | 14.9     | 1.30 | 30.2    | 28.7 | 49.9 | 86.6       | 59.0 | 19.5 |      |                           |
| Eddiksyre                      | 4.3      | 2.6  | 2.4   | 1.3      | 0.4  | 3.30    | 3.5  | 5    | 16         | 12   | 4.8  |      |                           |
| Smørsyre                       | 0.7      | 0.5  | 0.5   | 0.4      | 0.2  | 0.6     | 2.8  | 0.8  | 0.8        | 0.7  | 0.5  |      |                           |
| Etanol                         | 8.5      | 3.4  | 4.1   | 5.8      | 2.8  | 21      | 6.7  | 5.6  | 5.8        | 4.8  | 3.3  |      |                           |
| Ammoniakk-N, g/kg-N            | 52.0     | 33.2 | 37.6  | 28.4     | 10.4 | 41.6    | 58.4 | 65.8 | 51.3       | 56.0 | 49.8 |      |                           |
| pH                             | 4.3      | 4.5  | 4.8   | 4.5      | 5.3  | 4.6     | 4.6  | 5.0  | 4.2        | 4.4  | 5.0  |      |                           |
| Ernæringsmessig verdi          |          |      |       |          |      |         |      |      |            |      |      |      |                           |
| OMD <sup>c</sup> , %           | 74.8     | 71.7 | 72.6  | 65.2     | 63.8 | 78.2    | 67.7 | 75.4 | 76.3       | 73.2 | 71.8 |      |                           |
| NEL <sup>d</sup> , MJ/kg TS    | 6.37     | 6.17 | 6.04  | 5.39     | 5.10 | 6.17    | 5.47 | 6.03 | 6.13       | 5.73 | 5.48 |      |                           |
| PBV <sup>e</sup> , g/kg TS     | 37       | 53   | 11    | 0        | -26  | 8       | 43   | 46   | 83         | 72   | 62   |      |                           |
| AAT <sup>f</sup> , g/kg TS     | 81       | 78   | 77    | 77       | 70   | 79      | 70   | 77   | 82         | 74   | 73   |      |                           |

<sup>a</sup>NDF = nøytralløseleg fiber <sup>b</sup>iNDF = ufordøyeleg nøytralløseleg fiber <sup>c</sup>OMD = fordøyeleg organisk materiale <sup>d</sup>Netto energi laktasjon <sup>e</sup>Proteinbalanse i vom

Det var ei spreiding i TS-innhald hos surfôrtypane. TS varierte frå 24.4 % i førsteslått til Kløver, og til 60.3 % i andreslått til Timotei2. Førsteslått til Kløver hadde den lågaste pH på 4.2 medan andreslått til Timotei2 var oppe i pH 5.3. Det var høgst innhald av iNDF i begge slåttene til Timotei2. I Raigras var det lågt iNDF-innhald i første- og tredjeslått. Alle slåttene til Kløver hadde høgst innhald av råprotein. Førsteslått til Raigras hadde høgst innhald av vassløseleg karbohydrat, medan både førsteslått til Timotei3, Timotei2 og Kløver hadde lågt innhald av vassløseleg karbohydrat.

Førsteslått til Raigras hadde eit høgt innhald av etanol. Alle surfôr kvalitetane var av god gjæringskvalitet, der mjølkesyre var det mest dominante gjæringsproduktet og utan betydelege mengde smørsyre. Det var høgst innhald av OMD og NEL i førsteslått hos både grasartane og kløver. I tredjeslått hos Timotei3 og Raigras var det litt høgare OMD enn i andreslått.

#### 4.2 Surfôrblending

Den kjemiske samansetninga og den ernæringsmessige verdien i dei fem surfôrblendingane som var nytta i forsøket er framstilt i tabell 8. Surfôrblendingane består av ein prosentvis blanding av slåttar.

Tabell 8 Kjemisk sammensetning og ernæringsmessig verdi i surfôrblendingane

| Behandling                     | SURFÔRBLANDING |      |    |          |    |         |    |    |        |    |    |                                  |        |        |
|--------------------------------|----------------|------|----|----------|----|---------|----|----|--------|----|----|----------------------------------|--------|--------|
|                                | TIMOTEI3       |      |    | TIMOTEI2 |    | RAIGRAS |    |    | KLØVER |    |    | TIMOTEI/KLØVER<br>50/50-blanding |        |        |
| Slåttenummer                   | 1.             | 2.   | 3. | 1.       | 2. | 1.      | 2. | 3. | 1.     | 2. | 3. | 1.                               | 2.     | 3.     |
| Blandeforhold, % <sup>a</sup>  | 46             | 30   | 25 | 64       | 36 | 47      | 29 | 24 | 46     | 31 | 23 | 22/24*                           | 14/16* | 12/12* |
| Kjemisk sammensetning, g/kg TS |                |      |    |          |    |         |    |    |        |    |    |                                  |        |        |
| Organisk materiale             |                | 919  |    | 938      |    | 897     |    |    | 889    |    |    |                                  | 903    |        |
| Råprotein                      |                | 158  |    | 102      |    | 146     |    |    | 200    |    |    |                                  | 180    |        |
| NDF <sup>b</sup>               |                | 513  |    | 591      |    | 450     |    |    | 299    |    |    |                                  | 401    |        |
| iNDF <sup>c</sup>              |                | 76.3 |    | 141      |    | 72.2    |    |    | 87.4   |    |    |                                  | 81.9   |        |
| Vassløselege karbohydrat       |                | 58.2 |    | 97.9     |    | 124     |    |    | 32.9   |    |    |                                  | 44.8   |        |
| Ernæringsmessig verdi          |                |      |    |          |    |         |    |    |        |    |    |                                  |        |        |
| OMD <sup>d</sup> , %           |                | 73   |    | 65       |    | 75      |    |    | 74     |    |    |                                  | 74     |        |
| NEL <sup>e</sup> , MJ/kg TS    |                | 6.2  |    | 5.3      |    | 5.9     |    |    | 5.9    |    |    |                                  | 6.0    |        |
| PBV <sup>f</sup> , g/kg TS     |                | 35   |    | -9       |    | 27      |    |    | 75     |    |    |                                  | 56     |        |
| AAT <sup>g</sup> , g/kg TS     |                | 79   |    | 75       |    | 76      |    |    | 77     |    |    |                                  | 78     |        |

<sup>a</sup>Prosentandel frå 1.slått, 2.slått og 3.slått som blei brukt i blandinga <sup>b</sup>NDF = nøytralløseleg fiber <sup>c</sup>iNDF = ufordøyeleg nøytralløseleg fiber <sup>d</sup>OMD = fordøyeleg organisk materiale <sup>e</sup>Netto energi laktasjon <sup>f</sup>Proteinbalanse i vom <sup>g</sup>Aminosyrer absorbert i tarm \*Blandeforhold mellom Timotei/Kløver

Tabell 8 viser at Raigras hadde høgst OMD, medan Timotei3 hadde høgst innhald av NEL. Timotei2 hadde høgst innhald av iNDF og lågast innhald av råprotein. Raigras hadde lågast innhald av iNDF og høgst innhald av vassløyseleg karbohydrat. Kløver hadde lågast innhald av organisk materiale som vil seie det høgste innhaldet oske, i tillegg til å ha høgst innhald av råprotein og lågast innhald av NDF og vassløyseleg karbohydrat. Raigras og Timotei3 hadde normal PBV, medan Timotei2 hadde veldig låg, og Kløver høg. Dette førte til at Timotei/Kløver også fekk høg PBV.

#### 4.3 Fôropptak og mjølkeproduksjon

Effekten av surfôrblendingane på opptak, mjølkeproduksjon, mjølkesamansetning og fôropptak er framstilt i tabell 9. I tabellen blir også kontrastar mellom behandlingsledda framstilt.

Tabell 9 Effekt av slåttesystem, art og kløverblanding på opptak, mjølkeproduksjon, mjølkesamansetning og føreffektivitet. Kontrast for forskjellar mellom forsøksledd er sett opp.

| Behandling                             | SURFØRBLANDING |          |         |        |                                  | SE <sup>f</sup> | Kontrastar<br>P-verdi      |                           |                          |                           |                         |  |
|--|----------------|----------|---------|--------|----------------------------------|-----------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|--|
|  | TIMOTEI3       | TIMOTEI2 | RAIGRAS | KLØVER | TIMOTEI/KLØVER<br>50/50-blanding |                 | Timotei3<br>vs<br>Timotei2 | Timotei3<br>vs<br>Raigras | Timotei3<br>vs<br>Kløver | Timotei3<br>vs<br>Tim/Klø | Kløver<br>vs<br>Tim/Klø |  |
| Opptak, kg/dag                         |                |          |         |        |                                  |                 |                            |                           |                          |                           |                         |  |
| Surfôr, tørrstoff                      | 15.2           | 14.5     | 13.4    | 14.2   | 16.8                             | 0.49            | NS <sup>g</sup>            | 0.0004                    | 0.03                     | 0.003                     | 0.0001                  |  |
| Kraftfôr, tørrstoff                    | 6.61           | 6.61     | 6.61    | 6.63   | 6.68                             | 0.06            | NS                         | NS                        | NS                       | NS                        | NS                      |  |
| Totalt tørrstoff                       | 21.8           | 21.1     | 20.0    | 20.8   | 23.4                             | 0.49            | NS                         | 0.0003                    | 0.02                     | 0.002                     | 0.0001                  |  |
| Råprotein, g/dag                       | 2408           | 1479     | 1956    | 2808   | 2995                             | 81.60           | 0.001                      | 0.0001                    | 0.0001                   | 0.0001                    | 0.03                    |  |
| NDF <sup>a</sup> , g/dag               | 7810           | 8557     | 6012    | 4249   | 6724                             | 235             | 0.001                      | 0.0001                    | 0.0001                   | 0.0001                    | 0.0001                  |  |
| NEL <sup>b</sup> , MJ/dag              | 94.9           | 76.8     | 79.7    | 82.8   | 101.1                            | 2.81            | 0.001                      | 0.0001                    | 0.0001                   | 0.04                      | 0.0001                  |  |
| Mjølkeyting (kg/dag)                   | 27.8           | 25.8     | 26.2    | 27.3   | 28.8                             | 0.390           | 0.0001                     | 0.0001                    | NS                       | 0.01                      | 0.0004                  |  |
| EKM <sup>c</sup> (kg/dag)              | 29.6           | 27.1     | 27.8    | 27.6   | 30.1                             | 0.490           | 0.0001                     | 0.0003                    | 0.0001                   | NS                        | 0.0001                  |  |
| Samansetning i<br>mjølk                |                |          |         |        |                                  |                 |                            |                           |                          |                           |                         |  |
| Feitt, %                               | 4.36           | 4.25     | 4.27    | 3.90   | 4.16                             | 0.068           | NS                         | NS                        | 0.0001                   | 0.005                     | 0.0003                  |  |
| Protein, %                             | 3.66           | 3.66     | 3.68    | 3.53   | 3.59                             | 0.006           | NS                         | NS                        | 0.0001                   | 0.002                     | 0.02                    |  |
| Laktose, %                             | 4.68           | 4.67     | 4.65    | 4.82   | 4.77                             | 0.014           | NS                         | 0.005                     | 0.0001                   | 0.0001                    | 0.005                   |  |
| Feitt, g/dag                           | 1199           | 1085     | 1191    | 1061   | 1193                             | 26.4            | 0.0001                     | 0.001                     | 0.0001                   | NS                        | 0.0001                  |  |
| Protein, g/dag                         | 1012           | 937      | 959     | 961    | 1033                             | 15.2            | 0.0001                     | 0.0001                    | 0.0001                   | NS                        | 0.0001                  |  |
| Laktose, g/dag                         | 1301           | 1202     | 1238    | 1316   | 1378                             | 19.4            | 0.0001                     | 0.002                     | NS                       | 0.0002                    | 0.0002                  |  |
| Urea, mmol/l                           | 3.44           | 3.20     | 3.12    | 4.74   | 4.17                             | 0.154           | NS                         | 0.04                      | 0.0001                   | 0.0001                    | 0.0008                  |  |
| FFS <sup>d</sup> , mmol/l              | 1.65           | 1.94     | 1.45    | 1.55   | 1.64                             | 0.153           | 0.06                       | NS                        | NS                       | NS                        | NS                      |  |
| Celletal, 1000/ml                      | 191            | 170.     | 198     | 59.8   | 73.4                             | 79.6            | NS                         | NS                        | NS                       | NS                        | NS                      |  |
| Levandevekt, kg                        | 601            | 592      | 597     | 595    | 605                              | 6.21            | NS                         | NS                        | NS                       | NS                        | NS                      |  |
| Føreffektivitet,<br>kg/kg <sup>e</sup> | 1.37           | 1.31     | 1.39    | 1.35   | 1.31                             | 0.037           | NS                         | NS                        | NS                       | 0.09                      | NS                      |  |

<sup>a</sup>NDF = nøytralløseleg fiber <sup>b</sup>Netto energi laktasjon <sup>c</sup>Energikorrigert mjølk <sup>d</sup>Frie feittsyrer <sup>e</sup>Beregna som kg EKM/kg totalt tørrstoffopptak <sup>f</sup>SE= standardfeil <sup>g</sup>NS = ikkje signifikant

Surfôropptaket varierte frå 14.2 kg TS/dag (Kløver) til 16.8 kg TS/dag (Timotei/Kløver) mellom behandlingane. EKM varierte frå 30.1 kg/dag til 27.1 kg/dag. Opptaket av råprotein varierte frå 1479 g/dag (Timotei2) til 2995 g/dag (Timotei/Kløver), og opptaket av NDF varierte frå 6012 g/dag (Raigras) til 8557 g/dag (Timotei2).

Timotei3 gav signifikant høgare mjølkeproduksjon og signifikant høgare innhald av mjølkefeitt, mjølkeprotein og laktose i mjølka enn Timotei2.

Kyr som fekk Timotei3 hadde signifikant høgare fôropptak enn kyr som fekk Raigras. Mjølkeproduksjonen reflekterte fôropptaket, og var signifikant høgare for Timotei3. Det var ingen signifikant forskjell i feitt% eller protein% i mjølka mellom Timotei3 og Raigras.

Timotei3 gav signifikant høgare fôropptak og EKM enn Kløver, men det var ingen signifikant forskjell i mjølkeyting. Kløver gav signifikant høgare opptak av råprotein enn Timotei3. Timotei/Kløver gav signifikant høgare fôropptak og mjølkeyting enn Timotei3, men ingen signifikant forskjell i EKM. Timotei3 gav signifikant høgare feitt% i mjølka enn Timotei/Kløver. I tillegg gav Timotei3 ein tendens til høgare fôreffektivitet enn Timotei/Kløver. Timotei/Kløver ga signifikant høgare mjølkeproduksjon og mjølkefeitt enn Kløver som ga signifikant høgare laktose% i mjølka. Timotei/Kløver ga signifikant høgare opptak av råprotein enn Kløver.

## 5.0 Diskusjon

Det var forventet ein forskjell i mjølkeproduksjonen mellom tre- og to-slåttesystema, mellom artane raigras og timotei og ein effekt av kløverinnblanding. Forskjellen i produksjonsresponsen var forventet å kome frå faktorar knytte til surfôrkvaliteten til dei ulike behandlingane kyrne fekk i forsøket oppgåva er basert på.

Fortørkinga førte til eit TS-innhald mellom 24.4-60.0 % for surfôrtypane, og fortørkingsperioden var mellom 7-27 timar for å redusere planteandinga for å bevare mest mogeleg av energien i gras. Ideelt bør det gå maksimalt 24 timar frå slått til hausting for å redusere planteandinga, og optimal TS for å unngå tap under haustinga og legge til rette for god ensilering er på 25-35 prosent. Alle surfôrtypane oppnådde vellykka gjæring, med låge konsentrasjonar av gjæringsprodukt. God hygienisk kvalitet blei også oppnådd indikert med låge konsentrasjonar av  $\text{NH}_3\text{-N}$  og smørsyre.

For belgvekster som raudkløver er det viktig å bruke syrebaserte ensileringsmidlar fordi kløver er vanskelegare å ensilere. Raudkløver inneheld meir råprotein og mindre sukker (Dewhurst et al., 2003), som gjer at det er mindre næring for mjølkesyrebakteriane til å senke pH. Til tross for lågt TS-innhald og mindre mengde ensileringsmiddel enn ønska, så fekk førsteslått til Kløver ein låg nok pH. Konsekvensen har vore ein reduksjon i innhaldet av WSC og høgare innhald av mjølkesyre og eddiksyre for å kompensere for den høge bufferkapasiteten. Høg verdi av eddiksyre tyder på at det har tatt tid for surfôrmassen å bli stabil. Den låge konsentrasjonen av NDF i kløver var kombinert med høgare konsentrasjon av iNDF samanlikna med gras, som stemmer med tidlegare litteratur (Kuoppala et al., 2009).

Det var ein tørr og varm vekstperiode mellom første- og andreslått som kan ha ført til ein auka konsentrasjon av iNDF i andreslått til Raigras.

### 5.1 Effekt av slåttesystem med timotei på fôropptak og mjølkeproduksjon

I dette forsøket førte to-slåttsystemet til hausting ved eit seinare utviklingsstadium som har gitt ein annan kjemisk samansetning. I tre-slåttsystemet blei førsteslått til timotei slått før skyting (2.9-3.0 MSC), og i to-slåttesystem blei førsteslått teke ved full skyting (3.3 MSC). Det tidlege slåttetidspunktet for førsteslått til Timotei3 førte til 158 g råprotein/kg TS og 513 g NDF/kg TS. Dette er verdiar som er innanfor eit godt surfôr, med høgt proteininnhald



og passeleg innhald av NDF. Det seine slåttetidspunktet for førsteslåttan til Timotei2 førte til eit lågt proteininnhald (102 g råprotein/kg TS) og 591 g NDF/kg TS. Dette er verdiar som er typiske for eit veldig seint hausta surfôr, og som nødvendigvis ikkje er eigna til høgtytande mjølkekyr som rein surfôrblending.

Likevel var det ikkje ein signifikant forskjell i fôropptaket mellom slåttesystema med timotei. Timotei3 hadde høgare opptak av råprotein, medan Timotei hadde høgare opptak av NDF. Dette førte til signifikant høgare NEL-opptak med Timotei3, og ein signifikant høgare mjølkeyting og EKM.

Det har vore fleire studiar på effekten av haustetidspunkt på fordøyelegheit og TS-opptak for timoteibasert surfôr (Kuoppala et al., 2009; Randby et al., 2012; Sveinsson & Bjarnadóttir, 2006). Ein studie utført av Rinne et al. (2002) fann ut at eit høgare fôropptak av tidleg hausta surfôr også ga redusert vomfylling, som tyder på at fylling av vomma er ikkje er den einaste faktoren som styrer fôropptaket (Randby et al., 2010). Når kyr får ad libitum fôring, blir fôropptaket av mindre fordøyeleg surfôr redusert på grunn av begrensa vomfylling. Hastigheita til nedbrytinga av NDF blir redusert med utsett haustetidspunkt (Rinne et al., 2002). Resultata frå Timotei3 og Timotei2 viste at opptak av NDF auka med høgare NDF konsentrasjon i surfôrblendinga. Denne effekten var ikkje sterk nok til å oppretthalde opptaket av organisk materiale og dermed energiinntaket for Timotei2, så konsekvensen var redusert energiopptak med auka fiberkonsentrasjon i surfôret, som også vist av Huhtanen et al. (2007).

Utsetting av haustetidspunkt og auka gjenvækstlengde vil redusere fôropptaket (Pang et al., 2021). Det høge NDF-innhaldet og låge innhaldet av råprotein i andreslåttan til Timotei2 er ikkje nødvendigvis representativt for eit to-slåttesystem. Dette kan kome av at grovfôrproduksjonen til forsøket føregjekk i eit klima som har lang og varm nok vekstsesong der eit tre-slåttesystem var meir eigna. Tredjeslåttan er ofte meir bladrik. Blad har ein kortare opphaldstid i vomma enn strå på grunn av både raskare nedbryting av fiber og høgare passasjehastigheit av ufordøyd materiale (Buxton & Redfearn, 1997). I tillegg til at dei to første slåttane blei hausta på eit tidlegare utviklingsstadium for Timotei3 enn Timotei2, kan innblanding av tredjeslått ha bidratt til ein meir fordøyeleg surfôr i behandlinga Timotei3 sidan alle slåttane var blanda og fôra til kyrne.

Timotei2 hadde ein negativ PBV, som kan kome av det låge innhaldet av både energi og protein i blandinga. Dette vil seie at det ikkje er nok tilgang til protein og energi til mikrobane i vomma, som redusere fordøyinga og tilgang på komponentar til mjølkesyntesen.

Forventingane ved å ha eit lågare innhald av råprotein i Timotei2 var å få lågare verdiar av urea i mjølka. Det var ikkje signifikant lågare innhald i urea i mjølka av Timotei2 samanlikna med Timotei3, som kan kome av at Timotei2 blei tilsett urea under fôrblandinga for at mangel på N ikkje skulle vere ein begrensande faktor for mjølkeproduksjonen til kyrne. Innhaldet av FFS i mjølka var signifikant høgare i Timotei2 enn Timotei3. Dette kan vere tilfeldig variasjon, men det låge energiinnhaldet i Timotei2 kan tyde på låg energidekning som har ført til mindre stabile feittmembranar til feittet i mjølka.

## 5.2 Timotei3 vs Raigras

Fordelen til raigras er store TS-avlingar, god gjenvekstevne og smakelegheit. Ulempa er dårleg overvintringsevne og følsam for tørke (Havstad & Aamlid, 2017). I vår studie var det tørre forhold under vekstsesongen, noko som kan ha gitt lågare avling enn forventa av Raigras. I førsteslåtten til Raigras var det eit veldig høgt innhald av etanol (21 g/kg TS). Det var ikkje vist at høgt etanolinnhald i surfôret påverkar fôropptaket i betydeleg grad, men det er uønskt på grunn av negativ innverknad på mjølkesmaken (Randby & Krizsan, 2006). Den kjemiske samansetninga i førsteslåtten bestod av lågt innhald av råprotein og NDF men over normalt innhald av WSC. Eit mindre råproteininnhald i Raigras enn forventa kan ha bli forklart med utilstrekkeleg gjødsling.

For å oppnå god surfôr kvalitet av raigraset, bør det bli hausta ved tidleg skyting (Hannaway et al., 1999). Cherney et al. (1993) fann i sine forsøk at timotei modnar meir sakte enn andre grasartar. Sidan haustetidspunktet i forsøket blei bestemt etter utviklingstrinnet til Timotei3 kan det fôr kvalitetsmessig ha ført til eit meir optimalt haustetidspunkt for Timotei3 enn for Raigras.

Det har vore variasjon i fôropptak og mjølkeproduksjon frå raigrasbaserte surfôr både innan og mellom studiar (Bertilsson & Murphy, 2003; Dewhurst et al., 2003; Johansen et al., 2018). Variasjonen kan kome frå forhold under vekstsesongen, haustesystem og sorter av raigras. Forskjellar i EKM mellom grasartane kan bli forklart av forskjellar i OMD i surfôrblendingane. I meta-analysen til Johansen et al. (2018) blei det funne ut at kyr som får

surfôr av fleirårleg raigras produserer mindre mjølk (mjølkeyting kg/dag og EKM kg/dag) enn kyr som får timotei. Der var OMD høgare hos fleirårleg raigras enn timotei, og fôreffektiviteten var betre hos fleirårleg raigras enn timotei. I vårt forsøk var både fôropptaket og mjølkemengda signifikant større hos Timotei3, og OMD var høgare for Raigras, men det ingen signifikant forskjell i fôreffektiviteten mellom Timotei3 og Raigras.

Fôropptak blir ikkje berre begrensa fysisk, men også etter surheit, kjemisk eller osmotisk (Rinne et al., 2002). Raigras hadde eit høgare innhald av lettløselege karbohydrat og eit lågare innhald av NDF enn Timotei3. Dette kan ha begrensa opptaket av Raigras, fordi store mengde sukker og mindre NDF kan føre til ein lågare pH i vomma på grunn av ein høgare produksjon av propionsyre i forhold til eddiksyre. Fordøyingshastigheita for fiber (NDF) blir redusert når fôrrasjonen inneheld store mengder lettløselege karbohydrat. Sukker og stivelse kan påverke passasjehastigheita av NDF frå surfôr (Ingvarsen & Kristensen, 2003). Store mengder lettløselege karbohydrat kan ha ført til ein raskare passasjehastighet som kan forklare ein mindre effektiv fordøying og dermed redusert mjølkeproduksjon. Men dette kan ikkje seiast sikkert utan å vite totalfordøyelegheita til næringsstoffa (Johansen et al., 2017).

### 5.3 Effekt av kløverblanding på fôropptak og mjølkeproduksjon

I følgje Johansen et al. (2018) og Steinshamn (2010) fører eit surfôr basert på belgvekster til eit høgare TS-opptak og mjølkeproduksjon samanlikna med reint grassurfôr. Andre studiar viser også at raudkløverbasert surfôr enten åleine eller i blanding med grassurfôr stimulere til høgare TS opptak og mjølkeyting samanlikna med reint grassurfôr (Dewhurst et al., 2003; Vanhatalo et al., 2008). I studien til Bertilsson og Murphy (2003) var det ikkje observert høgare surfôropptak av kløver samanlikna med gras. Det er ikkje alltid mogeleg å samanlikne studiar på grunn av blant anna ulike faktorar knyta til dyra som er brukt i forsøket, ulike forsøksdesign og variasjon i fôr kvalitet som har blott påverka av vêrforhold.

I vårt forsøk hadde Kløver generelt høgare innhald av oske og råprotein og lågare konsentrasjon av WSC og NDF samanlikna med Timotei3. Fôropptaket var ikkje høgare hos kyr som fekk Kløver samanlikna med kyr som fekk Timotei3. Det lågare opptaket av Kløver samanlikna med Timotei3 kan vere relatert til ernæringsmessig samansetningar som ikkje var optimale. Dette samsvarar med Kuoppala et al. (2009) som fann lågare TS-opptak hos

raudkløver sjølv om dette surfôret førte til den minste «vom-pool» av TS og NDF. Bertilsson og Murphy (2003) fann ut at maksimum vomfylling var lågare for raudkløver enn grasbasert surfôr. Dette indikerer at opptaket av Kløver blei regulert metabolsk over fysisk kapasitet i vomma.

Sjølv om belgvekster inneheld mindre NDF, inneheld dei meir lignin samanlikna med gras. Lignin er resistent mot nedbryting i vomma, som påverkar nedbrytinga av cellulose. Planteceller som er ligninifisert i Kløver vil vere ufordøyeleg, medan i gras er lignifiserte celler fordøyelege til ein viss grad (Buxton & Redfearn, 1997). Fermenteringskapasiteten i vomma blir kanskje ikkje optimalisert med den låge konsentrasjonen av fiber i Kløver (Bertilsson & Murphy, 2003). I vomma vil graspartiklar ha ein lågare passasjehastigheit enn kløverpartiklar som også har ein raskare nedbrytingshastigheit, som kan indikere at næringsstoffa frå gras har større moglegheit til å bli betre utnytta til mjølkeproduksjon enn kløver (Buxton & Redfearn, 1997).

Det kan vere fleire mekanismar som var årsak til lågare feitt% av Kløver samanlikna med Timotei<sup>3</sup>. Reduksjonen i mjølkefeittet av Kløver kan vere forårsaka av endringar i proporsjonen av VFA i vomma sidan mjølkefeittet er positivt relatert til proporsjonar av eddiksyre og smørsyre og er negativt relatert til produksjonen av propionsyre. Johansen et al. (2017) refererer til eit minimumskrav for NDF konsentrasjon i dietten på 280 g/kg. Kløver kyrne i forsøket fekk hadde eit NDF innhald på 299 g/kg. Dette ligg i grenseland for å sørge for høg mjølkeyting og feitt% i mjølka, og kan forklare kvifor Kløver ikkje ga høgare mjølkeproduksjon.

Ein annan årsak til lågare feitt% av Kløver kan ha blitt forårsaka av feittsyre-isomerar som blir produsert i større grad i vomma av raudkløver samanlikna med gras. Desse kan ha ein hemmande effekt på mjølkefeittsyntesen (Steinshamn, 2010). Lågare feitt% kan også kome av ein større forsyning av langkjeda feittsyrer til juret ved føring med raudkløver. Langkjeda feittsyrer hemmar de novo syntesen og bidreg dermed til redusert lågare feitt% i mjølka. Ein annan forklaring kan vere lågare konsentrasjon av smørsyre frå Kløver samanlikna med Timotei<sup>3</sup> i vomma som også kan bidra til å redusere feittsyntesen i juret (Steinshamn, 2010).

Sukker er viktig for smakelegheita til surfôret, og sidan Kløver hadde eit høgare innhald av mjølkesyre og lågt innhald av WSC kan det ha påverka smakelegheita til Kløver og dermed

opptaket. Laktose% var derimot høgare ved Kløver enn Timotei3. Dette kan ha kome av ein høgare konsentrasjon av mjølkesyre i Kløver som blei omdanna til propionsyre og som har gitt god forsyning av glukose til juret.

Kløver hadde eit høgt innhald av råprotein. Sekresjon av nitrogenoverskot via urea er ein energikrevjande prosess, og ein lågare energieffektivitet kan forklare ein lågare mjølkeyting. Det var normale verdiar av urea i mjølka frå Kløver, men den var signifikant høgare enn for Timotei3. Det kan indikere ein lågare utnytting av nitrogen av Kløver men det blei ikkje påvist i dette forsøket. Protein% i mjølka var også lågare for Kløver samanlikna med Timotei3. Redusert protein% i mjølka kan kome av at raudkløver har enzymet polyfenoloksidase i seg, som både kan beskytte protein frå å bli nedbrote i vomma og føre til begrensning i mjølkeproteinsyntesen (Johansen et al., 2018; Steinshamn, 2010). Dewhurst et al. (2003) og Johansen et al. (2017) fann ein lågare fordøyelegheit av råprotein frå raudkløver samanlikna med gras. Så dette kan vere ein forklaring på at det høge råproteininnhaldet ikkje ser ut til å ha bli nytta godt nok i fordøyinga og mjølkeproduksjonen i vårt forsøk. Auka NEL opptak aukar protein% i mjølka, ved at det blei tilført nok energi til både syntese av mikrobeprotein i vomma og proteinsyntesen i juret. Dette kan forklare den høgare protein% i mjølka hos Timotei3 samanlikna med Kløver.

Fôropptaket var høgare med Timotei/Kløver enn Timotei3, som samsvarar med studien til Kuoppala et al. (2009). Dette kan tyde på at blandinga har forbetra vomfunksjonen og samtidig sørge for god energiforsyning til juret. Timotei/Kløver ga lågare protein% i mjølka sjølv om opptaket av NEL var høgare samanlikna med Timotei3. Dette kan kome av dei same hemmande effektane som Kløver samanlikna med Timotei3 har. Høgare NDF opptak frå Timotei3 førte til høgare eddiksyreproduksjon i vomma og dermed at kyrne ga høgare feitt% i mjølka enn frå Timotei/Kløver.

#### 5.4 Feilkjelder

Forhold under haustingsåret påverkar surfôrkvaliteten, og vêr og temperatur kan variere mellom år, slik at det blir vanskeleg å repetere forsøket for same respons på fôropptak og mjølkeproduksjon. Vêr og temperatur under vekstsesongen og haustinga for dette forsøket førte blant anna til utsett haustetidspunkt på grunn av regn og at avlinga blei påverka av høge temperaturar og tørke. Dette førte til at det ikkje blei likt TS for surfôr kvalitetane. Ulikt TS-

innhald kan ha ført til ulik gjæringskvalitet. Det var krevjande med fortørking sidan nokre av slåttane allereie var for tørre. Dette kan ha påverka fôropptaket. Men ved å blande dei ulike slåttane blei likevel TS-innhaldet riktig og jamn mellom forsøksledda. Dette har positivt ført til liten variasjon innan behandlingane slik at det har blitt enklare å påvise statistiske forskjellar mellom behandlingane. Det var svært lågt innhald av råprotein i andreslåttan til Timotei2, som kan ha kome av for dårleg gjødsling etter førsteslåttan. Det blei då bestemt at Timotei2 skulle bli tilsett urea under fôrblandinga.

### 5.5 Bruk av resultata til anvending i landbruket

Ved å bruke alle slåttar i blandinga som blei gitt kyrne i forsøket gir dette eit meir realistisk bilete på fôring med surfôr i praksis, enn ved fôring av til dømes kun førsteslått.

Avlingsmengde og surfôrskvalitet er nøkkelfaktorar for å bestemme kostnaden av å produsere mjølk. I denne oppgåva var det ikkje teke med avlingsmengde eller økonomiske forhold rundt grovfôrproduksjon. I følgje studien til Flaten et al. (2015) vil tre-slåttssystem løne seg dersom det er nok areal til å kompensere for den lågare avlingsmengda samanlikna med to-slåttssystem. I tillegg er klimatiske forhold og lengda på vekstsesongen avgjerande for om tre-slåttssystemet er praktisk gjennomførbart. Vårt forsøk blei gjennomført der det var gode forhold for eit tre-slåttssystem. Resultata viste at tre-slåttssystemet ga 2.5 kg EKM meir per dag enn to-slåttssystemet, men dette seier ikkje noko om at det dekker kostnadane for eit tre-slåttssystem kontra eit to-slåttssystem.

Fôropptak og mjølkeproduksjon ved bruk av raigraset i vårt forsøk var ikkje like høgt som forventta. Men bruken av raigras varierer, og val av raigrasblanding og sortar vil eigne seg for ulike geografiske områdar. Ved å ikkje ha med avlingsmengde kan dette ha ført til at raigras ikkje har fått vist fram fordelene sine med å produsere gode avlingar.

Informasjon om forventta produksjonsrespons frå ulike surfôrskvalitetar er viktig for å optimere grovfôr- og mjølkeproduksjonen. Å gi reint raudkløversurfôr eller timoteisurfôr er ikkje vanleg i praksis, men i vår oppgåve blei effekten av korleis dei verkar åleine på mjølkeproduksjonen tydeleg. Det kan vere nyttig kunnskap å sjå effekten av å blande inn raudkløver i enga til surfôrproduksjon.

## 6.0 Konklusjon

Eit tre-slåttesystem med timotei ga høgare EKM og protein- og feittinnhald i mjølka samanlikna med to-slåttesystem med timotei. Dette kom av hausting ved eit tidlegare utviklingstrinn i tre-slåttesystemet, og dermed høgare fordøyelegheit, høgare råproteininnhald og lågare konsentrasjon av NDF. Det var ingen signifikant forskjell i fôropptaket mellom slåttesystema, så det indikerer at kyrne likevel har fått i seg tilstrekkeleg med fôr til tross for lågt innhald av NEL og høg NDF konsentrasjon i to-slåttesystemet.

Fordelane fleirårleg raigras har frå litteraturen kom ikkje fram i dette forsøket. Samanlikna med timotei hadde raigras lågare fôropptak og EKM, som kan ha kome av at vekstsesongen og dermed fordøyinga ikkje har vore optimal for raigras.

Dette forsøket viste at fôropptaket og EKM var høgst når kyr for tildelt ein blanding av timotei og raudkløver samanlikna med rein timotei og rein kløver. Den høgste feitt% og protein% i mjølka kom frå timotei samanlikna med kløver og blanding av timotei og kløver. Kløver ga både lågare protein% og feitt% og mjølkeyting samanlikna med Timotei og blanding av timotei og kløver.

## 7.0 Litteraturliste

- Bakken, A., Harbo, O. & Lunnan, T. (2006). *Fluctuations in the timothy population in mixed swards according to harvesting regime*. Research, N. I. o. A. a. E. (red.). NJF seminar.
- Bakken, A. K., Bonesmo, H., Ekker, A. S. & Langerud, A. (2005). Fenologisk utvikling hos grovfôrvekstar vurdert etter ein numerisk skala. *Grønn kunnskap*, 9 (3): 80-90.
- Bakken, A. K., Lunnan, T., Höglind, M., Harbo, O., Langerud, A., Rogne, T. E. & Ekker, A. S. (2009). Mer og bedre grovfôr som basis for norsk kjøtt-og mjølkeproduksjon. *Resultater fra flerårige høstetidsforsøk i blandingseng med timotei, engsvingel og rødkløver [More and better forage as basis for Norwegian meat and milk production. Results from perennial field experiments in mixed swards of timothy. meadow fescue red clover]*, Rapport (38).
- Bareille, N., Beaudeau, F., Billon, S., Robert, A. & Faverdin, P. (2003). Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *Livestock production science*, 83 (1): 53-62.
- Barnhart, S. K. (1999). *How pasture plants grow*. Iowa State Univeristy
- Bertilsson, J. & Murphy, M. (2003). Effects of feeding clover silages on feed intake, milk production and digestion in dairy cows. *Grass and Forage Science*, 58 (3): 309-322.
- Buxton, D. R. & Redfearn, D. D. (1997). Plant limitations to fiber digestion and utilization. *The Journal of Nutrition*, 127 (5): 814S-818S.
- Børsting, C., Weisbjerg, M. & Hermansen, J. (2003). Fedtomsætningen i mave-tarmkanalen. *Kvægets ernæring og fysiologi–Bind: 313-330*.
- Campling, R. (1964). Factors affecting the voluntary intake of grass. *Proceedings of the Nutrition Society*, 23 (1): 80-88.
- Chaves, A. V., Waghorn, G. C., Brookes, I. M. & Woodfield, D. R. (2006). Effect of maturation and initial harvest dates on the nutritive characteristics of ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Animal Feed Science and Technology*, 127 (3-4): 293-318.
- Cherney, D., Cherney, J. & Lucey, R. (1993). In vitro digestion kinetics and quality of perennial grasses as influenced by forage maturity. *Journal of Dairy Science*, 76 (3): 790-797.
- Chwalibog, A. H., T. . (2003). Energivurdering. I: *Kvægets ernæring og fysiologi, Bind 1 - Næringsstoffomsætning og fodervurdering*.
- Collins, M., Nelson, C. J., Moore, K. J. & Barnes, R. F. (2017). *Forages, volume 1: an introduction to grassland agriculture*, b. 1: John Wiley & Sons.
- Da Silva, T. & Santos, E. M. (2016). *Advances in Silage Production and Utilization: BoD–Books on Demand*.



- Dewhurst, R., Fisher, W., Tweed, J. & Wilkins, R. (2003). Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. *Journal of Dairy Science*, 86 (8): 2598-2611.
- Eurofins. (2021). *Næringsinnhold i grovfôr til drøvtyggere*: Eurofins Agro Testing Norway AS.
- Flaten, O., Bakken, A. & Randby, Å. (2015). The profitability of harvesting grass silages at early maturity stages: An analysis of dairy farming systems in Norway. *Agricultural systems*, 136: 85-95.
- García-Yuste, S. (2020). *Sustainable and Environmentally Friendly Dairy Farms*: Springer.
- Hannaway, D., Fransen, S., Cropper, J. B., Teel, M., Chaney, M., Griggs, T., Halse, R. R., Hart, J. M., Cheeke, P. R. & Hansen, D. E. (1999). Perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.).
- Havstad, L. T. & Aamlid, T. (2017). *Frøavl av flerårig raigras*. Dyrkingsveileder. NIBIO
- Heggset, S. (2013) *Ensilering*. TINE Rådgivning, Norsk Landbruksrådgivning. 1. utgave
- Hermansen, J., Nielsen, J. & Larsen, L. (2003). Mælkens sammensætning og kvalitet. I: Strudsholm, F. & Sejrsen, K.(red.) DJF rapport Husbrug nr 54-Kvægets Ernæring og Fysiologi. *Bind 2-Fodring og produktion*: 341-366.
- Huhtanen, P., Khalili, H., Nousiainen, J. I., Rinne, M., Jaakkola, S., Heikkilä, T. & Nousiainen, J. (2002). Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. *Livestock Production Science*, 73 (2-3): 111-130.
- Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J. (2007). Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal*, 1 (5): 758-770.
- Huhtanen, P., Jaakkola, S. & Nousiainen, J. (2013). An overview of silage research in Finland: from ensiling innovation to advances in dairy cow feeding. *Agricultural and Food Science*.
- Huhtanen, P., Cabezas-Garcia, E., Krizsan, S. & Shingfield, K. (2015). Evaluation of between-cow variation in milk urea and rumen ammonia nitrogen concentrations and the association with nitrogen utilization and diet digestibility in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, 98 (5): 3182-3196.
- Hvelplund, T., Madsen, J., Misiciattelli, L. & Weisberg, M. (2003). Proteinomsætning i mave-tarmkanalen og dens kvantificering. *Kvægets ernæring og fysiologi. Danmarks Jordbrugs Forskning, Denmark*: 281-308.
- Hvelplund, T. N., Peder. (2003). *Kvægets ernæring og fysiologi. Bind 1 - Næringsstofsomsætning og fodervurdering*: Danmarks JordbrugsForskning.

- Hyles, J., Bloomfield, M. T., Hunt, J. R., Trethowan, R. M. & Trevaskis, B. (2020). Phenology and related traits for wheat adaptation. *Heredity*, 125 (6): 417-430.
- Ingvartsen, K. & Kristensen, V. (2003). Regulering af foderoptagelsen. *Kvægets ernæring og fysiologi. Bind: 147-210.*
- Jetne, M. (1973). *Grasboka*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Johansen, M., Sjøgaard, K., Lund, P. & Weisbjerg, M. (2017). Digestibility and clover proportion determine milk production when silages of different grass and clover species are fed to dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100 (11): 8861-8880.
- Johansen, M., Lund, P. & Weisbjerg, M. (2018). Feed intake and milk production in dairy cows fed different grass and legume species: a meta-analysis. *Animal*, 12 (1): 66-75.
- Jørgensen, M., Leraand, M., Ergon, Å. & Bakken, A. (2019). Effects of including perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) in different species mixtures on yield, feed quality and botanical composition in first year of ley. *Research Collection: 152.*
- Kuoppala, K., Ahvenjärvi, S., Rinne, M. & Vanhatalo, A. (2009). Effects of feeding grass or red clover silage cut at two maturity stages in dairy cows. 2. Dry matter intake and cell wall digestion kinetics. *Journal of Dairy Science*, 92 (11): 5634-5644.
- Kvalbein, A. & Eldhuset, T. D. (2017). Optimal gjødsling av planter. Om sammenhenger mellom næringstilgang, vekst og kvalitet.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A. & Wilkinson, R. G. (2011). *Animal nutrition*. 7th utg. Harlow: Prentice Hall.
- Mertens, D. (2003). *Effect of plant maturity and conservation methods on fibre characteristics and nutritive value*. Proc International Symposium on Early Harvested Forage in Milk and Meat Production. Agric. Univ. of Norway, Ås, Norway.
- Mo, M. (2005). *Surfôrboka. 1. utg*, b. 1. utgave. Oslo: Landbruksforlaget.
- Moore, K., Moser, L. E., Vogel, K. P., Waller, S. S., Johnson, B. & Pedersen, J. F. (1991). Describing and quantifying growth stages of perennial forage grasses. *Agronomy Journal*, 83 (6): 1073-1077.
- Müller, C., Hultén, C. & Gröndahl, G. (2011). Assessment of hygienic quality of haylage fed to healthy horses. *Grass and Forage Science*, 66 (4): 453-463.
- Nørgaard, P. (2003). Tyggetid som mål for foderets fysiske struktur. *Kvægets ernæring og fysiologi: Bind: 489-510.*
- Nørgaard, P. & Hvelplund, T. (2003). Drøvtyggenes karakteristika. *Kvægets ernæring og fysiologi: Bind: 11-37.*
- Pang, D., Yan, T. & Krizsan, S. (2021). Effect of strategy for harvesting regrowth grass silage on performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104 (1): 367-380.

- Randby, Å., Weisbjerg, M. R., Nørgaard, P. & Heringstad, B. (2012). Early lactation feed intake and milk yield responses of dairy cows offered grass silages harvested at early maturity stages. *Journal of Dairy science*, 95 (1): 304-317.
- Randby, Å. T. & Krizsan, S. J. (2006). Virkning av gjæringsprodukter i surfôr på fôropptak og produksjon.
- Randby, Å. T., Nørgaard, P. & Weisbjerg, M. R. (2010). Effect of increasing plant maturity in timothy-dominated grass silage on the performance of growing/finishing Norwegian Red bulls. *Grass and Forage Science*, 65 (3): 273-286.
- Rinne, M., Huhtanen, P. & Jaakkola, S. (2002). Digestive processes of dairy cows fed silages harvested at four stages of grass maturity. *Journal of Animal Science*, 80 (7): 1986-1998.
- Silanikove, N. (1992). Effects of water scarcity and hot environment on appetite and digestion in ruminants: a review. *Livestock Production Science*, 30 (3): 175-194.
- Sjaunja, L., Baevre, L., Junkkarinen, L., Pedersen, J. & Setälä, J. (1991). Measurement of the total energy content of cow's milk and the energy value of milk fat and milk protein. *Eaap Public*, 50: 152-155.
- Sjaastad, Ø., Sand, O. & Hove, K. (2016). *Physiology of Domestic Animals*. 3 utg. Oslo: Scandinavian Veterinary Press
- Skår, J. (1999). *Fôrvekster*. Oslo: Landbruksforlaget
- Steinshamn, H. (2010). Effect of forage legumes on feed intake, milk production and milk quality—a review. *Animal science papers and reports*, 28 (3): 195-206.
- Steinshamn, H., Nesheim, L. & Bakken, A. (2016). *Grassland production in Norway*. Proceedings of the 26th General Meeting of the European Grassland Federation, The Multiple Roles of Grassland in the European Bioeconomy, Trondheim, Norway, September.
- Steinshamn, H., Ystad, E., Henriksen, J. K., Næss, G. & Walland, F. (2020). Grovfôrkostnader i norsk husdyrproduksjon—effekter av ulike valg i dyrking, høsting, konservering og utfôring av grovfôr. *NIBIO Rapport*.
- Sutton, J. (1989). Altering milk composition by feeding. *Journal of dairy science*, 72 (10): 2801-2814.
- Sveinsson, T. & Bjarnadóttir, L. (2006). *The effect of timothy growth stage at harvest on fermentation characteristics in round bale silage and voluntary feed intake in dairy cows*. Proceedings for NJF seminar.
- Søgaard, K., Hansen, H. & Weisbjerg, M. (2003). Fodermidlers karakteristika. *Kvægets ernæring og fysiologi: Bind: 39-68*.

- TINE. (u.å.-a). *Melkekvallitet*: TINE MEDLEM. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk> (lest 07.12.23).
- TINE. (u.å.-b). *Urea i melk*. TINE MEDLEM. Tilgjengelig fra: <https://medlem.tine.no/melk/urea-i-mel> (lest 07.12.23).
- Vanhatalo, A., Pursiainen, P., Kuoppala, K., Rinne, M. & Tuori, M. (2008). *Effects of harvest time of red clover silage on milk production and composition*. Proceedings of the 22nd General meeting of the EGF. uppsala, Sweden.
- Volden, H. (2011). *NorFor-: The Nordic feed evaluation system*, b. 30: Springer Science & Business Media.
- Weisbjerg, M., Lund, P. & Hvelplund, T. (2003). Kulhydrat omsætning i mave-tarm kanalen. *Kvægets ernæring og fysiologi Bind: 239-280*.
- Åkerlind, M., Weisbjerg, M., Eriksson, T., Tøgersen, R., Udén, P., Ólafsson, B., Harstad, O. & Volden, H. (2011). Feed analyses and digestion methods. *NorFor-The Nordic feed evaluation system: 41-54*.



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

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway