



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Økologisk mjølkeproduksjon uten kraftfôr

NIBIO RAPPORT | VOL. 4 | NR. 41 | 2018



Adler S.A.¹, Ebbesvik M.², Hansen S.², Granås R.³, Lindås A.⁴, Steinshamn H.¹

¹Divisjon for matproduksjon og samfunn ²NORSØK ³NLR Innlandet ⁴TINE Rådgivning

TITTEL/TITLE

Økologisk mjølkeproduksjon uten kraftfôr/Organic dairy milk production with no concentrate supplementation

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Steffen A. Adler, Martha Ebbesvik, Sissel Hansen, Rune Granås, Anitra Lindås, Håvard Steinshamn

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
21.03.2018	4/41/2018	Åpen	10377	18/00442
ISBN:	ISSN:		ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-02071-4	2464-1162		50	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Regionalt forskningsfond Midt-Norge

TINE Rådgivning

Rørosmeieriet AS

Fylkesmannen i Sør-Trøndelag

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Håvard Steinshamn

STIKKORD/KEYWORDS:

Mjølkeproduksjon, økologisk, grovfôrbasert,
grasfôra

Milk production, organic, grass-fed

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Fôr og husdyr

Grassland and livestock

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Se sammendrag side 7

See summary page 9


mi

**NIBIO**

NØRSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Møre og Romsdal
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Tingvoll
STED/LOKALITET: Tingvoll

GODKJENT /APPROVED



RAGNAR ELTUN

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



HÅVARD STEINSHAMN



Forord

Interessen for mjølk produsert på grovfôr, uten bruk av kraftfôr, er økende både nasjonalt og internasjonalt. Rørosmeieriet AS tar imot og foredler mjølk som er produsert økologisk. De har flere spesialprodukter, og meieriet har uttrykt interessere for å etablere en egen produksjonslinje for mjølk produsert bare på grovfôr. Ytelsen vil gå ned dersom en kutter ut kraftfôr i rasjonen til mjølkeku, og import av næring til gården vil bli redusert siden all kraftfôr brukt i mjølkeproduksjonen i Rørosområdet er kjøpt inn. Det er således viktig å finne ut hva som er mulig å oppnå av ytelse og hvilke økonomiske konsekvenser mjølkeproduksjon uten kraftfôr vil ha for økologiske mjølkeprodusenter i Rørosdistriktet.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO), i samarbeid med Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK), Norsk landbruksrådgivning (NLR) Innlandet og TINE Rådgivning fikk støtte i fra Regionalt forskningsfond Midt-Norge til å gjennomføre et regionalt kvalifiseringsstøtteprosjekt (Produktivitet, ressurseffektivitet, økonomi og mjølke kvalitet i økologisk mjølkeproduksjon uten kraftfôr, prosjektnummer 259442). Prosjektet var også finansiert med midler i fra TINE Rådgivning, Rørosmeieriet AS og bygdeutviklingsmidler fra Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, samt egne midler.

Prosjektet har vært ledet av Håvard Steinshamn (NIBIO) med Steffen Adler (NIBIO), Martha Ebbesvik (NORSØK), Sissel Hansen (NORSØK), Rune Granås (NLR) og Anitra Lindås (TINE Rådgivning) som medarbeidere. Håvard Steinshamn har hatt ansvar for skriving av kapittel 1-4, Steffen Adler for kapittel 5 og 6, Martha Ebbesvik for kapittel 6 og 7, og Kapittel 8 og 9 er stilt sammen av alle medforfattere. Anitra Lindås har kjørt fôroptimeringene med programvaren «TINE Optifôr». Alle har lest gjennom og godkjent innholdet.

Tingvoll, 21.03.18

Håvard Steinshamn

Innhold

Sammendrag.....	7
Summary.....	9
1 Innledning.....	11
2 Materiale og metode.....	13
3 Avdråttsnivå.....	14
3.1 Tidligere forsøk.....	14
3.2 Scenario-analyse.....	16
3.3 Oppsummering.....	19
4 Mjølkekvalitet.....	20
4.1 Fôring.....	20
4.1.1 Rasjoner uten konsentrert fôr.....	20
4.1.2 Fôring med konservert grovfôr sammenlignet med beiting.....	21
4.1.3 Grovfôrets sammensetning og kvalitet.....	21
4.1.4 Oppsummering: Mjølkekvalitet og fôring.....	22
4.2 Genetikk.....	22
4.2.1 Oppsummering: Mjølkekvalitet og genetikk.....	23
4.3 Egen undersøkelse.....	23
4.3.1 Fire økologiske mjølkebruk.....	23
4.3.2 Mjølkeproduksjon og kjemisk sammensetning av tankprøver.....	24
4.3.3 E vitamin og fettsyrer i tankmjølk.....	25
4.3.4 Oppsummering egen undersøkelse.....	27
5 Helse og fruktbarhet.....	28
5.1 Produksjonsrelaterte sjukdommer.....	28
5.1.1 Ketose eller husmannssjuka.....	28
5.1.2 Mjølkefeber (hypokalsemi).....	28
5.1.3 Graskrampe og fjøskrampe (hypomagesemi).....	29
5.1.4 Mastitt eller jurbetennelse.....	30
5.1.5 Løpedreining og løpesår.....	30
5.1.6 Trommesjuka (tympani).....	30
5.1.7 Oppsummering: Helse.....	31
5.2 Fertilitet.....	31
5.2.1 Fôrstyrke og fôr kvalitet.....	31
5.2.2 Plantehormoner.....	31
5.2.3 Oppsummering: Fertilitet.....	32
6 Agronomi.....	33
6.1 Gårdene i prosjektet.....	33
6.2 Næringsstoffbalanse, egne analyser.....	33
6.3 Oppsummering.....	35
7 Økonomi.....	36

7.1	Scenarioanalyse.....	36
7.1.1	Gård 1.....	36
7.1.2	Gård 2.....	37
7.1.3	Gård 3.....	38
7.1.4	Gård 4.....	39
7.2	Oppsummering.....	39
8	Diskusjon og anbefalinger	40
8.1	Avlingsnivå og kvalitet av grovfôr.....	40
8.2	Nitrogenfiksering.....	40
8.3	Strategier for grovfôrproduksjon	40
8.4	Innkjøp av grovfôr eller økt areal	41
8.5	Innkjøp av gjødsel.....	42
8.6	Husdyrgjødselutnytting	42
8.7	Helse og fruktbarhet.....	42
8.8	Mjølkekvalitet.....	42
8.9	Mjølkeproduksjon helt uten kraftfôr eller uten kraftfôr bare i beitetida?.....	43
8.10	Økonomi	43
8.11	Oppsummering.....	44
9	Konklusjon	45
	Litteraturreferanser	46

Sammendrag

Det er økende interesse hos forbrukere for mjølk og mjølkeprodukt som er produsert uten bruk av kraftfôr med bare beite og konservert gras i fôrrasjonen. Rørosmeieriet AS, som foredler økologisk produsert mjølk, er interessert i å etablere egen produksjonslinje for mjølkeprodukt fra kyr produsert uten kraftfôr. For mjølkeprodusenten kan det å kutte ut kraftfôr i fôrrasjonen få store konsekvenser for mjølkeytelse og dermed økonomi. Formålet med dette arbeidet var å vurdere hva en kan forvente seg av mjølkeytelse og mjølke kvalitet ved å kutte ut kraftfôr i rasjonen. Helse og fruktbarhet hos dyra, næringsstofforsyning til gården og totaløkonomien vil sannsynligvis også påvirkes, og det var et mål å beregne hva mjølkeprodusenten må ha i merpris for mjølka for å opprettholde dekningsbidraget. Arbeidet er gjennomført som en litteraturstudie og som en egen analyse der vi brukte data fra fire økologiske mjølkeproduksjonsbruk i Rørosområdet, som leverer mjølk til Rørosmeieriet. For de fire bruka gjorde vi en scenarioanalyse der vi estimerte mjølkeproduksjon og fôrforbruk uten kraftfôr i beitetida, men med kraftfôr i innefôringstida, og helt uten kraftfôr i rasjonene. Data generert fra scenarioanalysen blei sammenlignet med dagens tilstand med hensyn på mjølkeytelse, næringsstoffbalanse og økonomi. Vi tok også ut mjølkeprøver fra tanken før beiteslipp og i beitetida for å analysere kvaliteten av mjølk.

Det er i norske forsøk funnet gjennomsnittlig mjølkeytelse på mellom 3000 og 5000 kg mjølk per ku og laktasjon uten kraftfôr. Scenarioanalysen viste at produksjonen helt uten kraftfôr er om lag 5500-6500 kg, mellom 22 og 26% lavere enn fôring opp mot produksjonspotensialet, og mellom 12 og 16% lavere dersom en gir kraftfôr i innefôringstida og ingen kraftfôr i beitetida. Totalt grovfôropptak vil være 19-27% høyere uten kraftfôr sammenlignet med fôring med kraftfôr. Litteraturanalysen viste at uten kraftfôr i rasjonen vil konsentrasjonen av fett og protein i mjølk reduseres, men andelen av ernæringsmessige gunstige fettsyrer (f.eks. C18:3n-3, og CLA) øker. Beiting har særlig positiv effekt på andelen av ernæringsmessige gunstige fettsyrer og reduserer samtidig de som regnes som ugunstige (f.eks. C14:0, C16:0). Videre så øker innholdet av E vitamin i mjølka på beite sammenlignet med innefôring. Analyse av tankmjølka fra de fire bruka viste stor variasjon i mjølkekvalitet, som sannsynligvis skyldes ulik fôring. Men det er tydelig effekt av beiting på fettsyresammensetning (reduert andel C16:0 og økt andel C18:3n-3). Det er tydelig at mjølkefettet produsert på beite var mykere enn mjølkefett fra innefôringsperioden.

Høstkalving og negativ energibalanse tidlig i laktasjonen kan gi dårlig fruktbarhet, og det er lettere å få til produksjon uten kraftfôr med konsentrert vårkavling. Lavere ytelse reduserer risikoen for enkelte produksjonssykdommer, men samtidig har bonden færre muligheter til å justere inntak av energi, protein og mineraler for å oppnå en balansert diett. Ketose kan bli en utfordring når kraftfôr andelen reduseres eller hvis kraftfôret kuttes helt ut. Moderat hold i sinperioden forebygger flere produksjonsrelaterte sykdommer. Det er svært viktig å følge opp med tilskudd av mineraler og vitaminer i rasjoner uten kraftfôr, siden dette ofte er tilsatt kraftfôret. Videre er det viktig å ha energirikt grovfôr i starten av laktasjonen, og en må ha økt fokus på grovfôr kvalitet og ta regelmessige grovfôranalyser.

Import av husdyrgjødsel er en viktig kilde for nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K), og bidrar til at på de fleste gårdene er det et lite overskudd av disse næringsstoffene i dag. Scenarionanalysen viste at for alle gårdene ble næringsstoffbalansen av N, P og K lavere sammenlignet med dagens drift når kraftfôr helt eller delvis ble kuttet ut. For gårdene som ikke importerer husdyrgjødsel, blir næringsstoffbalansen så vidt positiv for N og omtrent i balanse for P og K. Dersom det ikke kjøpes inn noe kraftfôr, er det tendens til negativ næringsstoffbalanse. Det blir viktig å følge utviklingen i næringsinnholdet i jorda hvis kraftfôrinnkjøpet reduseres eller kuttes ut.

Den økonomiske analysen viste at mjølkeleveransene blir redusert sammenlignet med dagnes drift når kraftfôr helt eller delvis blir kuttet ut. For tre av de fire bruka vil det gjøre at dekningsbidraget reduseres, mens det for det siste opprettholdes. For at dekningsbidraget skal opprettholdes på dagnes

nivå, må merprisen på mjølk være 0 - 0,84 kr/liter der kraftfôr kuttes i beitetida, og 0 – 1,94 kr/liter dersom kraftfôr kuttes helt ut. Årsaken til den store variasjonen i behovet for merpris, skyldes i all hovedsak variasjon i arealgrunnlag. For bruk som har stort areal eller lav kraftfôrtildeling i dag kan en overgang til drift med lite eller ikke noe kraftfôr være mulig uten store økonomiske konsekvenser.

Vi konkluderer med at dersom det er ønske om mjølk med høy ernæringsmessig kvalitet, så vil det beste være bare unngå kraftfôr i beitetida. Beiting uten tilskudd med kraftfôr er lettere å få til enn total kraftforfri fôring med hensyn til helse og fruktbarhet hos kyrne og økonomi, samtidig som at mjølke kvaliteten på beite i stor grad vil være det samme om kua får kraftfôr i innefôringstida før beite eller ikke. Det er viktig å undersøke om en slik tilnærming er akseptabel for forbrukere som ønsker å kjøpe «grasfôra mjølk» til en merpris.

Summary

There is an increasing interest by consumers for milk and milk products that are produced without the use of concentrate supplements in the diet of the dairy cow with only pasture and preserved forage in the diet, so-called “grass-fed” milk. The dairy company Rørosmeieriet AS, which processes organic milk, is interested in establishing a processing line for dairy products based on “grass-fed” milk. For the dairy farmer, leaving out concentrate supplement can have major consequences for milk yield and economy. The objective of this work was to assess what can be expected of milk yield and milk quality by leaving out concentrate supplements. The health and fertility of the cows, nutrient supply to the farm and the total economy will likely be affected, and it was an aim to calculate what the dairy farmer need as a premium price in order to maintain the income. The work was carried out as a literature study and as a case-study where we used data from four organic dairy farms in the Røros area (mountain area of Central Norway), which deliver milk to Rørosmeieriet. For the four farms, we conducted scenario analysis where we estimated milk production and feed consumption without the use of concentrate during the grazing period, but with concentrate supplementation during the indoor period, and without concentrate supplementation at all. Data generated from the scenario analysis were compared to today's situation with regard to milk yield, nutrient balance and economy. We also took milk samples from the farms' bulk tanks before the grazing period and during the grazing period to analyze the quality of milk.

In Norwegian dairy cow experiments covering the whole lactation, average milk performance was between 3000 and 5000 kg per cow and lactation without concentrate supplementation. The scenario analysis showed that the production without concentrate will be about 5500-6500 kg, 22-26% lower than feeding to the cow's production potential, and 12-16% lower if concentrate is provided during the indoor feeding period and not during the grazing period. Total forage feed intake will be 19-27% higher without than with concentrate supplementation. The literature analysis showed that without concentrate in the ration, the concentration of fat and protein in milk is reduced, but the proportion of nutritional beneficial fatty acids (e.g. C18:3n-3, and CLA) will increase. Grazing has a particularly positive effect on the proportion of these fatty acids and at the same time reduces those considered as unfavorable (e.g. C14:0, C16:0). Furthermore, the content of vitamin E increases in milk on pasture compared with indoor rations. Analysis of the bulk tank milk from the four farms showed a large variation in milk quality, which is probably due to different feeding. However, there was a clear effect of grazing on fatty acid composition (reduced C16:0 and increased C18: 3n-3 proportions). It is clear that the milk fat produced on pasture was softer than milk fat from the indoor feeding period.

Autumn calving and negative energy balance in early lactation may lead to poor fertility in dairy cows, and it is easier to produce milk without concentrate in spring calving cows. Lower milk performance reduces the risk of certain production diseases, but at the same time, the farmer has fewer opportunities to adjust the feeding of energy, protein and minerals to achieve a balanced diet. Ketosis can be a challenge when the concentrate supplementation is reduced, or left out completely. Moderate body condition during the dry period prevents various production-related diseases. It is very important to follow up with mineral and vitamin supplementations in rations without concentrate. Furthermore, it is important to produce energy-rich forage to be fed at the start of lactation.

Imports of concentrates and livestock manure are important sources of nitrogen (N), phosphorus (P) and potassium (K), and contribute to the fact that on most farms there is a small excess of these nutrients today. The scenario analysis showed that for all farms, the nutrient balances of N, P and K were lower compared with today's operation when purchase of concentrates is reduced partly or totally. For farms that do not import animal manure, the nutrient balance is positive for N and approximately in balance for P and K. If no concentrate is purchased, the nutrient balance tends to be negative. It becomes important to follow the development in soil nutrient status if the purchase of concentrate is reduced or left out completely.

The economy analysis showed that milk deliveries are reduced compared with today's operation when concentrate is left out totally or partially. For three of the four dairy farms it will reduce the economical return, while it is maintained for the last farm. In order to maintain the income, the premium price for milk should be 0-0.84 NOK/L where concentrate is left out during the grazing season and 0-1.94 NOK/L if concentrate is left out completely. The main reason for the large variation in the need for premium price is related to the availability of farmland. For farms with large area or low concentrate feeding today, a transition to little or no use of concentrate may be a possible option without major economic consequences.

We conclude that if the consumers' demand are milk of high nutritional quality, then the best option would be to avoid the use of concentrate supplements during the grazing period. Milk production on pasture without concentrate supplements is easier to achieve than a whole lactation free of concentrate in the diet with regard to animal health and fertility and farm economy, while at the same time the milk quality produced on pasture will largely be the same if the dairy cow is fed concentrate before the grazing period or not. However, it is important to investigate whether such an approach is acceptable to consumers who want to buy "grass-fed" milk at a premium price as a seasonal product.

1 Innledning

Mjølkeproduksjonen i Norge har blitt mer intensiv og ytelsen per ku har økt kraftig i de siste ti åra. Veksten i ytelse i økologisk produksjon er minst like sterk som i den konvensjonelle, og den gjennomsnittlige årsytelsen per ku økte med 21% fra 5890 kg i 2007 til 7113 i 2016 i økologisk produksjon (TINE Rådgivning, 2014). I all hovedsak skyldes økningen i ytelsen sterkere fôring, for kraftfôrnivået økte med 28% i det samme tidsrommet, fra 9050 til 11540 MJ netto energi laktasjon per ku og år. Det svarer til en økning på om lag 360 FEM kraftfôr per årsku. Mange økologiske mjølkeprodusenter ligger i områder som er best egnet til dyrking av grovfôr, eng og beite, og der det er vanskelig å drive åkerbruk som korndyrking. Mye av kraftfôret, om lag 75%, som blir brukt i økologisk produksjon er importert fra utlandet, spesielt av proteinrike fôrråvarer (Adler and Løes, 2014). Avhengigheten av fôrimport er uheldig av mange årsaker. Det er et etisk dilemma, i og med at dette er råvarer som i stor grad kan brukes som mat direkte. Det unike med drøvtyggeren er at den er i stand til å bryte ned plantefiber effektivt og kan utnytte fiberrikt fôr (grovfôr), til å skaffe seg energi (Clauss et al., 2010). Økning i kraftfôrnivået gjør at det blir lagt mindre vekt på å holde ved like og bruke dyrkajord som er mindre produktiv. Videre kan drøvtyggeren bruke om igjen urea i fra blodet som en nitrogenkilde til å bygge protein ved å resirkulere urea til vomma i stedet for skille ut urea gjennom nyrene og på den måten utnytte fôrnitrogenet veldig effektivt, særlig når proteinforsyningen er lav (Van Soest, 1994). Mye kraftfôr i rasjonen kan føre til lav pH i vom og problem med fordøyinga. Men kraftfôr er også med å sikre at kua ikke kommer i svært negativ energibalanse, særlig i tidlig laktasjon, noe som kan verne mot stoffskiftesjukdommer som ketose (Tveit et al., 1992) og bedre fruktbarheten (Reksen et al., 1999) samt minske problemer med høyt innhold av frie fettsyrer og dårlig smak på mjølka, spesielt i seinlaktasjonen (Chilliard et al., 2003; Vanbergue et al., 2017).

Mengde kraftfôr i rasjonen til mjølkekua påvirker også mjølke kvaliteten. Andelen av flerumetta fett, særlig omega-3 fettsyrer går ned med økende mengde kraftfôr (Harstad and Steinshamn, 2010). Det gjør at det blir lågere andel av det som blir regnet som ernæringsmessige gunstige fettsyrer, og at mjølkefettet blir hardere. Rørosmeieriet AS, som bare foredler økologisk produsert mjølk, har erfart at den økologiske mjølka har endra seg ved at mjølkefettet over tid har blitt hardere, spesielt om vinteren (Lund pers. medd.). På sommeren er mjølkefettet mjukt, sannsynligvis på grunn høyt opptak av flerumettede fettsyrer fra beitegras. Videre er det en økende interesse for mjølk og storfekjøtt produsert uten bruk av kraftfôr, både nasjonalt og internasjonalt (Kronstad, 2015).

På bakgrunn av de momentene det er pekt på over, er Rørosmeieriet AS interessert i å etablere en egen produksjonslinje for mjølk produsert bare på grovfôr. Det er derfor viktig å finne ut hva som er mulig å oppnå i mjølkeproduksjon uten kraftfôr hos økologiske mjølkeprodusenter i Rørosdistriktet. Det er fordi bøndene må vite hva for økonomiske konsekvenser en slik drift har og hva for mjølkepris eller tilskudd som må til for å dekke produksjonstapet. Det er også viktig å vurdere hvilke husdyrfaglige konsekvenser fravær av kraftfôr kan ha, som for eksempel effekt på dyrehelse og mjølke kvalitet. Innkjøp av kraftfôr øker mengde fôr tilgjengelig på gården, og dermed mengde dyr en kan ha og hvor mye husdyrgjødsel en får. Dersom næringa fra kraftfôr ikke kan erstattes med anna fôr, vil produksjonen minke og det vil bli mindre husdyrgjødsel på brukene. Redusert næringstilførsel fra husdyrgjødsel kan få negative konsekvenser for avlinga. Rørosdistriktet har kort vekstsesong og relativt lav sommertemperatur. Dette gjør at avlingspotensialet og mengde nitrogen tilført gjennom biologisk nitrogenfiksering hos kløver og andre belgvekster er lavere per daa enn steder med lengre vekstsesong. I tillegg er det mange gårder som ligger på næringsfattig jord i sparagmitt-området og dermed har svært lavt innhold av næringsstoff i jorda. I sum kan redusert fôrimport og lavere avlinger av eget grovfôr føre til sterk reduksjon i mjølkeleveranse. Et sterkt fokus på utnytting av gårdens egen husdyrgjødsel, god agronomi med lav jordpakking, god drenering, god engkultur, god beiteutnytting i inn- og utmark, og høstelinjer som reduserer tap fra jorde til fôrbrett, vil muligens kunne veie opp for

lavere mengde husdyrgjødsel slik at mengde fôr fra egen gård blir den samme. Det er mest sannsynlig å kunne opprettholde avlingene der jorda er god.

Formålet med dette arbeidet er å avdekke hvor de største utfordringene ligger med omsyn til avdråttsnivå, mjølkekvalitet, husdyrhelse, næringstilførsel og økonomi i mjølkeproduksjon uten kraftfôr i Rørosområdet.

2 Materiale og metode

Studien er gjennomført dels som et litteraturarbeid og dels som et en analyse av data fra fire økologiske mjølkeproduksjonsbruk i Rørosområdet, som leverer mjølk til Rørosmeieriet AS. Data fra mjølkeproduksjonsbruka er henta i fra TINE sin Kukontroll, i fra gardsregnskap og ved intervju av bøndene. Det er søkt og gitt tillatelse i fra Personvernombudet om å gjennomføre studien, og bøndene har gitt tillatelse til å hente inn data. Innsamlede opplysninger er anonymisert.

Fôroptimeringsprogrammet TINE Optifôr blei brukt til å optimere fôrrasjoner, estimere mjølkeproduksjon og fôrforbruk ved ulik grad av fravær av kraftfôr i fôrrasjonen (kapittel 4). Produksjonsdata og regnskapsdata er brukt til å analysere næringsstoff-forsyning og næringsstoffbalanse på bruka slik situasjonen er i dag (kapittel 7). Disse data er igjen brukt som grunnlag for å beregne næringsstoffbalanse og økonomi ved ulik grad av fravær av kraftfôr i rasjonen og for å sammenligne det med dagnes situasjon (kapittel 8 og 9). Det blei også samlet inn mjølkeprøver fra tank i innefôringstida og i beitetida fra de fire bruka for å analysere mjølke kvaliteten slik den er i dag (kapittel 5). Innsamling av data og bruk av analyseverktøy er nærmere beskrevet under hvert kapittel.

3 Avdråttsnivå

I land der en bruker beite som hovedfôr i mjølkeproduksjon, som i Irland og New Zealand, er det vanlig med konsentrert kalving om våren. Det var også vanlig praksis her til lands før vi starta med surfôrkonservering og bruk av kraftfôr i rasjonen til mjølkekuar. Det er lettere å få til mjølkeproduksjon med lavt kraftfôrnivå med vårkalving, enn for eksempel med høstkalving der fôringa i høgaktasjon må være basert på konservert surfôr. Vanligvis vil en ikke kunne konservere surfôr med så høy fôrverdi som et godt stelt beite har, og ved vårkalving kan en utnytte ungt friskt beitegras gjennom heile beitetida. I dette kapitlet vil vi derfor gjøre greie for resultat av tidlige forsøk med lite eller ingen kraftfôr til vårbærende mjølkekyr. I Rørosområdet er det relativt kort beitetid, og resultater fra forsøk utført andre steder, med mye lengre beitesesong, er ikke uten videre overførbare. Vi har derfor gjort noen teoretiske beregninger der vi sammenligner mjølkeproduksjon med og uten kraftfôr gjennom laktasjonen med den beitetida en kan forvente å ha i Rørosområdet.

3.1 Tidligere forsøk

Det er få forsøk som er gjennomført uten eller med små mengder kraftfôr til Norsk rødt fe (NRF) over hele laktasjonen. Men ved Norges landbrukshøgskole, på Ås, ble det på 1990-tallet etablert et økologisk mjølkeproduksjonssystem med et areal tilpasset ei mjølkekubesetning på om lag 20 årskyr. Det ble fra 1999 til 2002 gjennomført fire fôringsforsøk der kraftfôrnivå var forsøksfaktoren, to nivå i det første året og tre nivå i de tre påfølgende årene. Forsøkene gikk over hele laktasjonen. Det er data for i alt 19 laktasjoner (kyr) per forsøk og totalt 76 laktasjoner over de fire åra med i alt 30 kyr. I det siste året var ett av forsøksledda helt uten kraftfôr, men også i de tre første årene var kraftfôrnivået på det laveste leddet svært lavt og i gjennomsnitt 146 (1010 MJ), 35 (240 MJ) og 57 (390 MJ) FEm per laktasjon i henholdsvis år 1, 2 og 3.

Det var lagt opp til konsentrert kalving på vinteren, og en stor del av mjølka blei produsert på beite om sommeren. Beiteperioden var i gjennomsnitt 105 dager per år. I de to første årene ble enga høsta to ganger årlig og i de to siste tre ganger. Fôrverdien av surfôret i de to første åra var lav med i gjennomsnitt 103 g råprotein, -29 g proteinbalanse i vomma (PBV), 519 g fiber (NDF) og 0.81 FEm per kg tørrstoff. I de to neste årene var fôrkvaliteten langt bedre og det veide middelet var 147 g råprotein, 8 g PBV, 448 g NDF og 0.88 FEm kg tørrstoff. Arbeidet er publisert både nasjonalt og internasjonalt (Steinshamn et al., 2004, 2003; Steinshamn and Thuen, 2003; Thuen et al., 2002).

Vi har i den her sammenhengen analysert dataene på nytt, statistisk, ved hjelp av en blandet modell i statistikkprogrammet SAS (SAS Institute Inc., 2011). Vi gjorde analysen samlet over alle år, med kraftfôrnivå, uttrykt som fôrenheter mjølk (FEm) per ku og laktasjon, som kontinuerlig variabel (regresjonsvariabel) og laktasjonsnummer (førstegangskalvere, andregangsgangskalvere og eldre kyr) som kategorisk, fast effekt samt samspillseffekten av kraftfôrnivå og laktasjonsnummer. Forsøk (1-4) var med i modellen som tilfeldig effekt. Noen av dyra var med over flere år og forsøk. Vi tok derfor hensyn til at observasjoner på samme ku over forsøk var korrelerte ('Repeated' kommandoen i SAS). Samspillet mellom kraftfôrnivå og laktasjonsnummer var ikke statistisk sikker og ble derfor tatt ut av analysen. Det betyr at effekten av kraftfôr var lik for alle laktasjonsgrupper. Resultatene av analysen er presentert som estimat av tre kraftfôrnivå (0, 700 og 1400 FEm/laktasjon) og de tre laktasjonsgruppene. Kraftfôrområdet, 0 til 1400 FEm per ku og laktasjon, er innafor variasjonsområdet i datamaterialet.

Resultatene viser at kraftfôrnivå hadde betydning for lengden av laktasjonen (Tabell 1). I gjennomsnitt økte laktasjonen med 3 dager for hver 100 FEm kraftfôr. Det var ingen sikker effekt av laktasjonsnummer på lengden av laktasjonen. NRF-kyr i førstelaktasjon produserte i gjennomsnitt 2930 kg, andregangskalvere 3880 og eldre kyr 4050 kg energikorrigert mjølk (EKM) årlig uten bruk av kraftfôr (Tabell 1). Kyr i førstelaktasjon produserte altså i gjennomsnitt om lag 950 kg mindre EKM enn kyr i

andrelaktasjon og 1120 kg mindre enn kyr med mer enn to laktasjoner. Forskjellen mellom andregangskalvere og eldre kyr var ikke sikker statistisk. Responsen på økt mengde kraftfôr var i gjennomsnitt 1,75 kg mjølk og 1,73 kg EKM per FEm kraftfôr. I gjennomsnitt økte konsentrasjonen av fett og protein i mjølka med henholdsvis 0.12 og 0.11 g per kg mjølk for hver 100 FEm kraftfôr ekstra. Totalproduksjon av mjølkefett økte med 7,1 kg og mjølkeprotein med 5,8 kg per 100 FEm i kraftfôr.

Men det er viktig å understreke at grovfôr kvaliteten spiller en stor rolle for avdråttene også. Grovfôr kvaliteten var ikke forsøksspørsmål i dette prosjektet. Men i det siste forsøksåret med høy grovfôr kvalitet, oppnådde kyr uten kraftfôr, i gjennomsnitt over alle laktasjonsgrupper, en årsavdrått på om lag 5000 kg EKM.

Tabell 1. Effekt av kraftfôrnivå (FEm per ku og laktasjon) og laktasjonsnummer på laktasjonslengde, produksjon (kg mjølk og energikorrigert (EKM) per laktasjon), innhold av protein og fett i mjølka (%) og produksjon av mjølkeprotein og -fett (kg per laktasjon) i økologisk mjølkeproduksjon¹

	Laktasjonsnummer	Kraftfôr, FEm/ku			Standardfeil	P-verdi	
		0	700	1400		Laktasjonsnr	Kraftfôr
Laktasjonslengde, dager	1	248	269	289	10,7	0,370	0,013
	2	261	281	302			
	>2	263	284	304			
Mjølk, kg	1	3146	4372	5598	332	<0,001	<0,001
	2	4186	5412	6637			
	>2	4391	5617	6843			
EKM, kg	1	2929	4140	5350	307	<0,001	<0,001
	2	3883	5093	6304			
	>2	4051	5261	6471			
Protein, %	1	3,06	3,13	3,20	0,044	0,680	0,002
	2	3,07	3,14	3,22			
	>2	3,05	3,12	3,20			
Fett, %	1	3,63	3,71	3,80	0,056	0,183	0,005
	2	3,68	3,76	3,84			
	>2	3,63	3,72	3,80			
Protein, kg	1	96	137	177	10,5	<0,001	<0,001
	2	129	170	210			
	>2	134	174	215			
Fett, kg	1	114	164	213	12,3	<0,001	<0,001
	2	152	202	251			
	>2	159	208	258			

¹Gjennomsnitt over fire forsøk over hele laktasjonen gjennomført på Norges landbrukshøgskole 1998-2002 med totalt 30 kyr og 76 laktasjoner.

3.2 Scenario-analyse

Det er viktig å kunne kvantifisere hvor mye mjølkeproduksjonen blir redusert ved fravær av kraftfôr under de driftsforholdene en har i Rørostraktene, med relativt kort beitesesong. Det er blant annet for å beregne eventuelle inntektstap. Men i tillegg til nedgang i avdrått per ku, så vil også fravær av kraftfôr i rasjonen øke grovfôropptaket. Konsekvensen av det er at kutallet også sannsynligvis må reduseres og at en ikke klarer å fylle kvoten.

For å finne ut hvordan fravær av kraftfôr i rasjonen kan slå ut på avdråttsnivå og grovfôrbehov, brukte vi fôroptimeringsprogrammet 'TINE Optifôr' (TINE Rådgiving og Medlem, Ås). Programmet optimerer fôrrasjonen ut fra fôr kvalitet på surfôr og beite og tilgjengelige kraftfôrtyper. Videre tar det hensyn til restriksjoner som kraftfôrnivå og genetisk kapasitet hos mjølkekua. Programmet er bygd rundt fôrevalueringssystemet NorFor (Volden, 2011), og det tar mellom anna hensyn til at fordøyning og omsetning av næringsstoffer i grovfôr og kraftfôr er dynamisk og kan påvirke hverandre. Det beregner tilgangen på næring og behov til vedlikehold, mjølkeproduksjon, vekst og foster. Videre optimerer programmet ut fra at dyret skal være i energibalanse, at avdrått skal følge en standard laktasjonskurve, gitt av genetisk kapasitet, og at det skal plukke det billigste tilgjengelige kraftfôret som oppfyller disse kravene. Det beregner så fôropptak av de ulike tilgjengelige fôrslagene.

Vi lagde tre scenarioer, alle tre med vårkalving:

- A. Kraftfôr gjennom hele laktasjonen – nivå gitt av det økologiske regelverket (øvre grense)
- B. Kraftfôr i innefôringstida – ingen kraftfôr i beitetida
- C. Ingen kraftfôr

Vi forutsatte konsentrert kalving, og at beiteslipp var i gjennomsnitt 12 uker ut i laktasjonen, altså etter at kyrne har kommet over topplaktasjonen. Vi satte den genetiske kapasiteten for mjølkeproduksjon til 7000 kg EKM for førstegangskalvere (520 kroppsvekt), 8000 kg EKM for andregangs kalvere (560 kg kroppsvekt) og 9000 kg EKM for eldre kyr (590 kg kroppsvekt). Beitetida var satt til 10 uker, fra slutten av juni til begynnelsen av september. For enkelhets skyld brukte vi en analyse av surfôr fra en av gårdene som er med i undersøkelsen (se kapittel 7.1 for beskrivelse av gården) for hele innefôringstiden (tabell 2). Beitekvaliteten var satt til middels kvalitet gjennom beitetida (tabell 2). Det er også forutsatt at kyrne har fri tilgang på surfôr og beite.

Tabell 2. Fôrverdi av surfôr og beite brukt i «Optifôr-simuleringene

	Surfôr	Beite
TS, %	21,5	-
Råprotein, g/kg TS	142	160
NDF, g/kg TS	526	460
AAT20, g/kg TS	83	104
PBV20, g/kg TS	14	8
NEL20, MJ/kg TS	6,48	6,50
Fylleverdi ¹	0,50	0,46

¹Mål på hvor mye fôret fyller opp vomma, og har en verdi mellom 0 og 1.

For å nå potensiell avdrått, altså avdrått etter genetisk kapasitet, med den surfôrkvaliteten vi har brukt, trenger førstegangskalveren daglig i gjennomsnitt 6,6 kg, andregangskalveren 9,3 kg og den eldre kua 10,6 kg kraftfôr før beiteslipp (tabell 3). I beitetida er det daglige behovet henholdsvis 4,7 kg, 6,8 kg og 7,9 kg kraftfôr og etter innsett 3,0 kg, 3,7 kg og 4,1 kg for de tre laktasjonsnummergruppene.

Tabell 3. Estimert daglig mjølkeproduksjon (energikorrigert mjølk = EKM), fôropptak av surfôr, beite og kraftfôr hos kyr i ulike laktasjonsgrupper med ulike kraftfôrstrategier i gjennomsnitt innenfor perioder av laktasjonen

Laktasjonsnummer	Periode ¹	EKM, kg	Surfôr, kg ts ²	Beite, kg ts ²	Kraftfôr, kg ts ²
Kraftfôr i hele laktasjonen					
1	Før beite	25,6	10,3	0,0	6,6
	Beite	25,1	0,0	13,3	4,7
	Etter beite	20,3	13,7	0,0	3,0
2	Før beite	32,1	10,6	0,0	9,3
	Beite	29,4	0,0	13,6	6,8
	Etter beite	22,0	14,2	0,0	3,7
>2	Før beite	36,2	11,1	0,0	10,6
	Beite	33,1	0,0	14,2	7,9
	Etter beite	24,6	14,6	0,0	4,1
Kraftfôr i innefôringstida					
1	Før beite	25,6	10,3	0,0	6,6
	Beite	19,8	0,0	16,0	0,0
	Etter beite	17,5	14,7	0,0	1,0
2	Før beite	32,1	10,6	0,0	9,3
	Beite	21,6	0,0	17,3	0,0
	Etter beite	18,0	15,7	0,0	0,7
>2	Før beite	36,2	11,1	0,0	10,6
	Beite	24,4	0,0	18,6	0,0
	Etter beite	19,9	16,7	0,0	0,4
Uten kraftfôr					
1	Før beite	17,9	13,7	0,0	0,0
	Beite	19,8	0,0	16,0	0,0
	Etter beite	17,0	15,4	0,0	0,0
2	Før beite	21,2	15,5	0,0	0,0
	Beite	21,6	0,0	17,3	0,0
	Etter beite	17,9	16,3	0,0	0,0
>2	Før beite	23,8	16,6	0,0	0,0
	Beite	24,4	0,0	18,6	0,0
	Etter beite	19,8	16,9	0,0	0,0

¹Før beite = Innefôringstida fra kalving til beiteslipp (77 dager), Beite = beitetida (70 dager) og Etter beite = Innefôringstida etter innsett fra beite (154 dager).

²ts = tørrstoff

Kraftfôr hele året

Mjølkeproduksjonen hos kyr som får kraftfôr gjennom hele laktasjonen produserer opp til genetisk kapasitet (tabell 4). Det er gitt av optimeringsprogrammet. Om lag 35% av mjølka blir produsert i beitetida i dette scenariet.

Uten kraftfôr hele året

Ved utslipp på beite i laktasjonsuke 12, uten kraftfôr hele året, vil førstekalveren klare å holde en ytelse på maksimalt 20 kg EKM daglig (ca. 5 kg 'under potensiell ytelse'), andregangskalveren 22 kg EKM i første halvdel av beitesesongen og 21 kg EKM på slutten (ca. 8 kg 'under potensiell ytelse'), mens den eldre kua vil klare opp mot 25 kg EKM i første halvdel av beitesesongen og 24 kg EKM i siste halvdel (ca. 9 kg 'under potensiell ytelse'). Totalt vil førstegangskalveren produsere om lag 5370 kg, andregangskalveren 5890 kg og den eldre kua 6590 kg EKM, henholdsvis 21,5 %, 25,6% og 25,8% mindre enn de som får kraftfôr gjennom hele laktasjonen (tabell 4). Om lag 35% av mjølka blir produsert i beitetida i dette scenarioet.

Mjølkeproduksjon på beite uten kraftfôr vil med stor sannsynlighet innebære underdekning på PBV i rasjonen første halvdel av sommeren, på grunn av rask tilvekst på graset og nedgang i proteininnhold i beitegraset. Når det ikke er mulig å trekke inn andre fôrmidler til å korrigere PBV i rasjonen vil sannsynlig effekt være at produksjon av mikrobeprotein og fôrutnyttelse blir negativt påvirket. Det gjør at mjølkeproduksjonen sannsynligvis blir lavere enn forutsatt i «Optifor». «Optifor» viser at PBV er for lav, men programmet klarer ikke å predikere eksakt hva effekten på mjølkeytelsen er av dette.

«Optifor» har en meget moderat beregning av ekstra energibehov på beite, identisk med det som kyrne har inne i et løsdriftsfjøs – dvs bare 10% økning av vedlikeholdsbehovet sammenlignet med ei ku som står på bås. I praktisk drift er det jo stor sannsynlighet for at kyr må bruke noe mer energi på aktivitet for å få i seg det beitegraset som er forutsatt i beregningene. Det er heller ingen selvfølge at de får tak i den daglige mengden de er i stand til å ete til enhver tid selv om de 'jobber' ekstra for det.

Innefôring med surfôr uten kraftfôr gir underdekning på AAT både i første og siste halvdel av laktasjonen. På samme måte som ved underdekning av PBV viser «Optifor» at det er for lite AAT, men «Optifor» predikerer ikke konkret effekt av AAT-underskuddet på ytelse. Mjølkeytelsen blir sannsynligvis lavere enn det vi her har kommet fram til.

Kraftfôr i innefôringsperioden

Hvis en forutsetter at det gis kraftfôr før utslipp og etter innsett fra beite, pluss at produksjonen etter innsett ikke er påvirket av en beitesommer uten kraftfôr, vil årsavdråttene gå ned til om lag 6615 kg EKM på førstegangskalveren, 7380 kg EKM på andregangskalveren og 8310 kg EKM på den eldre kua sammenlignet med kraftfôr i hele laktasjonen. Det er 12,4%, 15,4% og 15,6% lavere enn tilsvarende laktasjonsgrupper som får kraftfôr gjennom hele laktasjonen. Men det er sannsynligvis lite realistisk å forvente at en førstegangskalver, som har mjølka 19-20 kg EKM daglig i hele beiteperioden, øker til 23-24 kg EKM per dag etter innsett på høsten når hun igjen får surfôr og kraftfôr. Det er også lite trolig at andregangskalveren klarer å øke fra 21-22 kg EKM på beite til 26-27 kg EKM etter innsett og den eldre kua fra 24-25 kg EKM på beite til 29-30 kg EKM etter innsett. Ytelsen er derfor noe overvurdert. Om lag 30% av mjølka blir produsert i beitetida i dette scenariet.

Surfôropptaket og beiteopptaket er sterkt påvirket av kraftfôrtildelinga. Førstegangskalveren uten kraftfôr tar opp 18,4%, andreklaveren 23,2% og den eldre kua 25,1% mer surfôr enn tilsvarende kyr som får kraftfôr gjennom hele laktasjonen. Økningen i surfôropptaket for kyr som får kraftfôr i innefôringsstida, men ikke i beitetida, sammenlignet med de som får kraftfôr hele laktasjonen er 5,6%, 7,8% og 10,4%. I beitetida var forskjellene enda større for kyr som ikke fikk kraftfôr, og

førstegangskalveren tok opp 20,1%, andregangskalveren 27,2% og den eldre kua 31,3% mer beite enn de som får kraftfôr.

Resultatene av denne scenarioanalysen er sannsynligvis noe optimistiske med omsyn til mjølkeproduksjon uten kraftfôr. Avdråttsnivået er om lag 2000 kg EKM høyere enn det vi fant fra forsøkene på Norges landbrukshøgskole på Ås. I forsøka på Ås var surfôret høsta seint de to første årene og hadde låg energi- og proteinverdi. Surfôr kvaliteten vi har brukt i scenarioanalysen er av middels til god kvalitet, og bedre enn mye av det vi finner i praksis. Vi har heller ikke tatt hensyn til ettervirkning av fôrstyrke i senere laktasjoner. Videre så forutsatte vi at kyrne uansett kraftfôrstrategi hadde lik laktasjonslengde, det vil si om lag 300 dager. Forsøkene på Ås viste at kyr uten kraftfôr hadde om lag 40 dager kortere laktasjon. Samtidig viste resultatene fra det ene året på Ås, da det var lagt vekt på å høste godt surfôr, at det var mulig å produsere mjølk uten kraftfôr opp mot det som vi fant i denne scenarioanalysen. Da var surfôr kvaliteten på Ås om lag den samme som den vi brukte i scenarioanalysen.

Tabell 4. Potensiell mjølkeytelse, estimert mjølkeytelse, fôropptak av surfôr, beite og kraftfôr og kraftfôrforbruket per 100 kg EKM for laktasjonsperioden hos kyr i ulike laktasjonsgrupper med ulike kraftfôrstrategier

Laktasjonsnummer	Pot. ytelse, kg EKM	Estimert ytelse, kg EKM	Surfôr, kg ts	Beite, kg ts	Kraftfôr, kg ts	Kraftfôr, kg ts/100 kg EKM
Kraftfôr i hele laktasjonen						
1	7000	6848	2897	932	1297	18,9
2	8000	7927	3001	955	1761	22,2
>2	9000	8886	3108	993	2006	22,6
Kraftfôr i innefôringstida						
1	7000	6002	3060	1120	673	11,2
2	8000	6710	3234	1214	841	12,5
>2	9000	7504	3431	1304	887	11,8
Uten kraftfôr						
1	7000	5373	3430	1120	0	0
2	8000	5894	3698	1214	0	0
>2	9000	6587	3887	1301	0	0

3.3 Oppsummering

- Forsøk viser at mjølkeproduksjon uten kraftfôr i økologisk drift gir om lag en produksjon på 3000 - 4000 kg EKM, og 5000 kg EKM ved veldig godt surfôr
- Beregninger ved hjelp av «Optifôr» viste at mjølkeproduksjonen per ku uten kraftfôr er om lag 5500-6500 kg EKM. Det er mellom 22 og 26% lavere enn fôring som utnytter kuas produksjonspotensiale.
- Det totale grovfôropptaket var 19-27% høyere uten kraftfôr sammenlignet med fôring med kraftfôr opp mot genetisk kapasitet
- Nedgang i produksjon blir mellom 12 og 16% dersom en gir kraftfôr opp mot genetisk kapasitet i innefôringstida og ingen kraftfôr i beitetida

4 Mjølke kvalitet

Mjølkas kjemiske sammensetning påvirkes av mange faktorer som for eksempel fôrrasjonens sammensetning, laktasjonsstadium og rase (Schwendel et al., 2015). I driftssystemer uten kraftfôr er det spesielt tre aspekter ved fôrrasjonens sammensetning som har betydning, 1) fraværet av konsentrert fôr, 2) fôring med konservert grovfôr versus beiting og 3) grovfôrets sammensetning og kvalitetsegenskaper.

Mjølke kvalitet er satt sammen av mange ulike egenskaper. Innholdet av fett, protein og laktose bestemmer mjølkas næringsverdi og mjølkeprisen. Mjølkefettets sammensetning påvirkes i større grad av fôringen enn for eksempel innholdet av laktose eller aminosyresammensetningen. Fettsyresammensetningen har stor betydning for mjølkas ernæringsmessige og sensoriske kvalitet og er en vesentlig egenskap ved foredling på meieriene. Fettfraksjonen inneholder også fettløselige vitaminer. Mjølke inneholder også sekundære metabolitter som for eksempel isoflavoner (plantehormon) som kan ha helseeffekter.

Ut fra et helseperspektiv er det anbefalt å redusere inntaket av mettet fett (spesielt C14:0 og C16:0) og øke inntaket av en- og flerumettede fettsyrer (for eksempel C18:1c9, C18:2c9t11, C18:3 n-3 og C22:6 n-3) (Verdens helseorganisasjon, <http://www.who.int/en/>). Det er også anbefalt at andel n-3 fettsyrer øker i forhold til n-6 fettsyrer. Mjølke er den viktigste kilden til konjugerte linolsyrer (CLA, C18:2c9t11). Fett har også betydning for smak av matvarer, men det er uklart om fettsyresammensetningen påvirker sensoriske egenskaper direkte eller om fettene i hovedsak er bærer av smaksstoffer (Mattes, 2009).

De enkelte fettsyrene har veldig forskjellig smeltepunkt og mjølkefett smelter derfor gradvis når temperaturen øker fra -40°C til +40°C. Generelt har lange fettsyrer lavere smeltepunkt enn korte mens økende antall dobbeltbindinger gir lavere smeltepunkt. Fettsyresammensetningen har derfor innvirkning på mjølkefettets tekniske egenskaper. Smørets fasthet kan måles med ulike metoder inkludert mekaniske metoder (Schaffer et al., 2001) eller kalorimetri (Nassu and Gonçalves, 1999). Ved en teoretisk tilnærming kan en beregne andel smeltede fettsyrer ved ulike temperaturer, basert på smeltepunktet av individuelle fettsyrer.

Umettede fettsyrer er generelt mer utsatt for oksidasjon enn mettede fettsyrer og derfor er mjølkas innhold av antioksidanter viktig for holdbarheten. E vitamin er den viktigste antioksidanten i mjølke.

4.1 Fôring

4.1.1 Rasjoner uten konsentrert fôr

Kraftfôret tilfører mikrobene i vomma energi i form av lett-løselige karbohydrater og ekstra protein og fett. I tillegg er kraftfôret tilsatt mineraler og vitaminer. Substitusjonseffekten forklarer at grovfôropptaket går opp når kraftfôrandelen reduseres. Samtidig fører kraftfôret til endringer i vommiljøet. De cellulolytiske bakteriene i vomma har spesialisert seg på å fordøye fiber, men tåler ikke lav pH. De amylolytiske bakteriene bryter ned lettfordøyelige karbohydrater og overlever lavere pH. I motsetning til amylolytiske bakterier som produserer eddiksyre og propionsyre, produserer cellulolytiske bakterier bare eddiksyre. Propionsyre omdannes til β -hydroksybutyrat, som fungerer som substrat for nysyntese av fettsyrer i juret. Dette kan føre til økt andel mettede fettsyrer i mjølke fra kyr som får mye kraftfôr.

Forsøk med mjølkekyr har vist at mjølkas innhold av fett og protein er lavere hos kyr som ikke får kraftfôr enn ved fôring med kraftfôr (Steinshamn and Thuen, 2008). Uten kraftfôr får kua vanligvis en

lengre periode med negativ energibalanse tidlig i laktasjonen og må mobilisere fett fra kroppsvev. Energimangel begrenser proteinsyntesen. I tillegg påvirker mobilisering av kroppsvev fettsyresammensetningen i mjølk. Ved mobilisering øker andelen oljesyre (C18:1c9) og vaksensyre (C18:1t11) i mjølkefettet og reduserer andelen av konjugerte linolsyrer (CLA) (Nogalski et al., 2012).

Grovfôr inneholder lite fett, men har en annen fettsyresammensetning enn kraftfôrblandinger som vanligvis inneholder mer fett. Fettsyrene som dominerer i kraftfôr er linolsyre (C18:2n-6), oljesyre (C18:1n9) og palmitinsyre (C16:0), mens i grovfôret er alfalinolensyre (C18:3n3) dominerende (Adler et al., 2013a). Kraftfôrblandinger har vanligvis en høyere andel omega-6-fettsyrer (n-6) og en lavere andel omega-3-fettsyrer (n-3) enn grovfôr.

I et fôringsforsøk med surfôr av hvitkløver- eller rødkløver-gras i rasjoner helt uten eller med 8 kg kraftfôr daglig påvirket kløverart bare enkelte fettsyrer i mjølk, mens kraftfôr påvirket andelen av de aller fleste fettsyrer (Steinshamn and Thuen, 2008). Rødkløver ga større andel C18:2n-6 og C18:3n-3 enn hvitkløver. Kraftfôr ga større andel av alle mettede fettsyrer med unntak av C16:0 der effekten var omvendt. Andelen av C18:1t11 og C18:2c9t11 var størst i mjølk fra kyr som ikke fikk kraftfôr. Effekten av kraftfôr var ikke påvirket av surfôrtype.

Effekten av kraftfôrnivå til beitende kyr har lignende effekter på fettsyresammensetning i mjølk som i innefôringsperioden (Bargo et al., 2006). Kraftfôr øker andelen mettede fettsyrer og reduserer andelen av C18:1t11 og CLA.

Innholdet av E vitamin (alfatokoferol) i mjølk er sterkt påvirket av vitamintilskudd i kraftfôr og annet tilskudd. Innholdet av E vitamin i grovfôr er generelt høyt man kan variere mye og en god del kan gå tapt under konservering og lagring.

4.1.2 Fôring med konservert grovfôr sammenlignet med beiting

Konservering og lagring av grovfôrvekster endrer grovfôrets næringsverdi, innhold av vitaminer fettsyrer. Etter slått utsettes umettede fettsyrer raskt for oksidering og nedbrytning, og beiting gir derfor et høyere opptak av alfalinolensyre enn fôring med ferskt gras eller grassurfôr. Mjølk produsert på beite inneholder mer C18:1t11, C18:2c9t11 og summen av flerumettede fettsyrer enn mjølk produsert på surfôr (Elgersma et al., 2004).

Når kyr beiter ungt gras kan det oppstå mjølkefettdepresjon, dvs. at fettinnholdet i mjølk er lavere enn forventet og kan til og med være lavere enn proteininnholdet. Det er fortsatt uklart hva som forårsaker mjølkefettdepresjon på beite, men en antar at høyt innhold av C18:2n-6 og C18:3n-3 i kombinasjon med lavt fiberinnhold kan være medvirkende faktorer (Rivero and Anrique, 2015). Fôrprodusentene anbefaler å gi tilskudd av kraftfôr med høyt fiberinnhold.

Ved beiting øker inntak av C18:3n-3 sammenlignet med konservert grovfôr. Det er fordi at flerumettede fettsyrer er mer utsatt for nedbrytning og oksidering under fortørking og ensilering, og fordi graden av hydrolysering av triglyserider i vomma reduseres under beiting og dermed unngår umettede fettsyrer hydrogenering (Dewhurst et al., 2009). Ved overgang fra beite til fôring med surfôr går andelen av C18:0 og andre hydrogeneringsprodukter av C18:3n-3 gradvis ned (Elgersma et al., 2004).

Beiting har positiv effekt på innholdet av E vitamin, betakaroten og A vitamin (retinol) (Lindmark-Månsson et al., 2003)

4.1.3 Grovfôrets sammensetning og kvalitet

Grovfôret i rasjonen til mjølkekyr varierer i forhold til botanisk sammensetning, dyrkingsforhold, høsteregime, konserveringsmetode og andre forhold. Dette gjør at også innholdet av næringsstoffer og sekundære metabolitter, energikonsentrasjonen, smakelighet og fordøyelighet varierer mye og har betydning for mjølkas innhold av næringsstoffer og vitaminer og sammensetning av fettsyrer

(Boufaied et al., 2003; Dewhurst et al., 2003, 2006; Elgersma et al., 2005; Hojer et al., 2012; Steinshamn and Thuen, 2008).

C18:3n-3 utgjør typisk ca. halvparten av fettsyreinnholdet i grovfôr, men blir effektivt hydrogenert til C18:0 og en lang rekke mellomprodukter. Rødkløver gir også økt andel av C18:3n3 i mjølk. Årsaken kan være at passasjehastigheten i vomma er raskere for rødkløver enn gras, og biohydrogeneringen av umettede fettsyrer til mettede fettsyrer blir derfor ufullstendig (Dewhurst et al., 2003; Steinshamn & Thuen, 2008). C18:2n-6 kan omdannes til C18:1t11 og C18:2c9t11 via ulike omsetningsveier i vomma og i juret (Griinari et al., 2000).

Flere studier har vist at høyt opptak av urter øker innholdet av CLA (C18:2c9t11) (Adler et al., 2013b; Lourenço et al., 2008; Sickel, 2014).

Når rasjonen ikke inneholder kraftfôr, spiller grovfôr kvaliteten en ekstra stor rolle fordi en da ikke har samme muligheten til å øke energikonsentrasjonen og proteininnhold i rasjonen ved å velge en passende kraftfôrblanding. Men det er få studier som har undersøkt effekten av ulike typer grovfôr i rasjoner uten kraftfôr og hvordan det påvirker mjølkas sammensetning. Generelt gir surfôr og beite med høyt innslag av urter lavere andel av metta fettsyrer i mjølkefettet og høyere andel av C18:1t11 og CLA enn surfôr og beite med reint gras (Adler et al., 2013b; Collomb et al., 2002).

4.1.4 Oppsummering: Mjølke kvalitet og fôring

- Uten kraftfôr reduseres konsentrasjonen av fett og protein i mjølk, men andelen av ernæringsmessige gunstige fettsyrer stiger (f.eks. C18:3n-3, CLA)
- Rødkløver og enkelte urter i tillegg til kløver i enga har positiv effekt på andelen av gunstige fettsyrer i mjølk
- Beiting øker andelen av ernæringsmessig gunstige fettsyrer og reduserer andelen av mindre gunstige fettsyrer (f.eks. C14:0, C16:0)
- Innholdet av E vitamin i mjølk øker på beite sammenlignet med innefôring
- Ved overgang fra fôring med grovfôr og kraftfôr til bare grovfôr er det viktig at grovfôret har et høyt nok innhold av energi og protein

4.2 Genetikk

Mjølkas sammensetning påvirkes også av genetikken. Det er funnet forskjeller i fettsyresammensetning mellom ulike kuraser (Bainbridge et al., 2016; Maurice-Van Eijndhoven et al., 2011), men det er også variasjoner innen kurase som skyldes genetikk.

En sammenligning av NRF og Sidet Trønderfe og Nordlandsfe (STN) i et forsøk med fri tilgang på bare grovfôr viste at NRF har høyere fôropptak og høyere ytelse, mens STN har høyere konsentrasjon av både fett, protein og laktose i mjølk (Thuen et al., 2007). Høyere ytelse kunne forklares med at NRF har høyre kroppsvekt enn STN. NRF-kyrne mjølket av holdet de første 100 dagene av laktasjonen mens STN-kyrne gikk opp i vekt.

Et lignende forsøk, men med to faktorer, rase (STN og NRF) og kraftfôr (0 og 5 kg per ku og dag), ga tilsvarende resultater for effekt av rase (Thuen et al., 2009). Kraftfôr påvirket ikke fettprosent og proteinprosent, men ureainnholdet økte med kraftfôrnivå og mer på STN enn på NRF.

Det hevdes at gamle mjølkekuraser produserer mjølk med høyere innhold av gunstige fettsyrer, men etter det vi kjenner til mangler det dokumentasjon på dette. Eventuelle forskjeller mellom raser kan også skyldes forskjellig fôring.

4.2.1 Oppsummering: Mjølke kvalitet og genetikk

- NRF og STN (og sannsynligvis også andre gamle raser) kan fungere godt i produksjonssystemer uten kraftfôr
- NRF har høyere ytelse enn STN, men lettere raser kan ha fordeler på utmarksbeite (Sæther et al., 2006)
- Forsøksresultater tyder ikke på at det betyr noe for mjølkekvaliteten om en velger NRF eller STN, men STN har høyere tørrstoffinnhold i mjølk enn NRF
- Bruk av gamle og lokale raser kan ha stor betydning for identitet og markedsføring

4.3 Egen undersøkelse

4.3.1 Fire økologiske mjølkebruk

For å få bedre bilde av hvordan mjølkekvaliteten varierer mellom innefôringstida og beitetida hos mjølkeprodusenter som leverer til Rørosmeieriet i dag, gjorde vi en egen undersøkelse i 2016. Brukene er nærmere beskrevet i kapittel 7.1. Opplysninger om mjølkeproduksjon og drift er basert på data fra Kukontrollen (TINE SA, Oslo) og fra gårdbrukerne.

Det var betydelige forskjeller mellom de fire gårdene i forhold til beliggenhet, høyde over havet, størrelse på besetning og fôringsregime (tabell 5). Til tross for høydeforskjeller var lengden på beiteperioden ganske lik for de fire gårdene. Beiteslipp var i midten/slutten av juni i 2017, etterfulgt av i gjennomsnitt 2 uker med tilleggsfôring med surfôr. Gård 2 hadde mjølkekyrne en periode på seteren mens de andre gårdene brukte kun innmarksbeite. Det er ikke kjent hvilket kraftfôr gårdene brukte. I beregningene ble det derfor antatt at det ble gitt Natura Drøv 19 (Felleskjøpet) på alle gårdene.

Mjølkeleveransene indikerer at tre av gårdene hadde konsentrert kalving, mens den fjerde hadde jevn kalving gjennom året. Gård 1 og 4 leverte ca. 20% og gård 2 og 3 under 15% av mjølka i beiteperioden i 2017. Gård 1 leverte mjølk med høyere fettprosent enn de andre gårdene og gård 1 og 3 hadde høyere proteinprosent i mjølka enn gård 2. Mjølka fra gård 2 hadde høyest innhold av urea.

Tabell 5. Mjølkeproduksjon, beiteperioder og mjølkas sammensetning på fire økologiske mjølkebruk i Røros/Alvdal-regionen i 2017

	Gård 1	Gård 2	Gård 3	Gård 4
Leveransetopp	Mai	Mars	Januar/februar	Jevnt fordelt
Beiteperiode, ukenummer				
Med tilleggsfôring med grovfôr	24-26	26-27	26-27	22-23/35-39
Uten tilleggsfôring med grovfôr	27-35	28-35	28-35	24-34
Seter	Nei	28-33	Nei	Nei
Mjølk produsert på beite¹	22,2%	11,5%	13,5%	19,8%
Mjølkas sammensetning²				
Antall prøver	36	50	51	42
Fett, %	4,16 (±0,240)	3,95 (±0,212)	3,95 (±0,179)	3,70 (±0,288)
Protein, %	3,33 (±0,149)	3,24 (±0,172)	3,34 (±0,182)	3,26 (±0,134)
Laktose, %	4,61 (±0,065)	4,56 (±0,150)	4,66 (±0,116)	4,59 (±0,051)
Urea, mmol/L	3,27 (±0,697)	3,63 (±0,768)	3,28 (±0,996)	2,76 (±0,478)
Frie fettsyrer, mEq/L	0,23 (±0,120)	0,15 (±0,081)	0,23 (±0,129)	0,16 (±0,085)

¹ Inkluderer overgangsfôring.

² Gjennomsnittsverdier av tankmjølkprøver i perioden september 2016 til oktober 2017; for gård 1 januar til oktober 2017.

4.3.2 Mjølkeproduksjon og kjemisk sammensetning av tankprøver

Mjølkeprøver fra gårdstankene på de fire gårdene ble samlet og analysert for å dokumentere mjølkas sammensetning i innefôrings- og i beiteperioden ved dagens fôringsregime som inkluderer bruk av kraftfôr året rundt. Undersøkelsen kan ikke gi svar på hvilke effekter en kraftig reduksjon av kraftfôr andelen kan ha på mjølke kvaliteten på de utvalgte gårdene, men det er viktig å dokumentere dagens situasjon og effekten av innefôring vs. beiting.

Basert på opplysninger om vanlig beiteslipp på gårdene ble det tatt to prøver av tankmjølk i innefôringsperioden (begynnelsen av mai og begynnelsen av juni) og to i beiteperioden (midten og slutten av august). Mjølkeprøver fra gårdstankene ble tatt ut av mjølkebilsjåføren og lagret frossen (-20 °C) til de ble analysert for fettsyresammensetning (gasskromatografi med høy oppløsning og flammeioniseringsdetektor, GC-FID, AM-290, Vitas AS, Oslo) og innhold av E vitamin (væskekromatografi med fluorescensdeteksjon, HPLC-FLD, AM-019, Vitas AS, Oslo). Opplysninger om tankmjølkens sammensetning ble hentet fra kukontrollen. Det ble valgt ut tankmjølkanalyser (FTIR) som var nærmest tidspunktet for uttak av mjølkeprøver til analyse av fettsyrer og E vitamin.

På gård 1, 2 og 3 var kyrne i et senere laktasjonsstadium når de gikk på beite enn i innefôringsperioden før beiteslipp, mens på gård 4 var det omvendt (tabell 6). På alle gårder var antall kyr lavere på beite enn i innefôringsperioden, som et resultat av kalvingstidspunktene. På gård 1, 2 og 3 gikk ytelsen ned ved overgang til beite mens på gård 4 gikk ytelsen opp. Dette kan skyldes flere faktorer som for eksempel fôr kvalitet, beite kvalitet og kraftfôr andel, men også endringer i gjennomsnittlig laktasjonsstadium. Det var stor forskjell i kraftfôr andelen målt på energibasis per 100 kg EKM. På gård 1 og 2 var kraftfôr andelen lavere i beiteperioden enn i innefôringsperioden før beiteslipp. Her ble det også registrert en betydelig reduksjon i ytelsen etter beiteslipp. På gård 3 og 4 var det små endringer i kraftfôr andel, men nivået var veldig forskjellig på de to gårdene. Gård 3 hadde en kraftfôr andel på rundt 40% mens den var om lag 20% på gård 4.

Gård 2, 3 og 4 hadde høyere fettinnhold i beitemjølk enn i mjølk produsert på surfôr. På gård 1 skjedde en tydelig reduksjon av fettinnholdet etter beiteslipp (mjølkefettdepresjon). Mjølkas proteininnhold var jevnt over høyere på beite sammenlignet med innefôringsperioden. Ureainnholdet var i gjennomsnitt over 3 mEq/L, men på gård 3 ble det registrert lave verdier i beiteperioden. Anbefalt nivå er 3-6 mEq/L

Tabell 6. Mjølkeproduksjon, fôring og sammensetning av tankmjølk i periodene mai-juni (innefôring) vs. august 2017 (beite) på fire økologiske mjølkebruk

Periode	Gård 1		Gård 2		Gård 3		Gård 4	
	Innefôring	Beite	Innefôring	Beite	Innefôring	Beite	Innefôring	Beite
Antall	2	2	2	2	2	2	2	2
Dager i laktasjon (middel)¹	160	205	182	272	211	241	263	211
Mjølkekende kyr, antall	45,0	34,0	23,0	12,5	28,0	15,0	14,0	11,5
Ytelse, kg/ku og dag	26,9	21,9	19,2	13,0	20,3	19,0	19,7	23,0
Kraftfôrrasjon, kg/dag	5,8	4,3	4,4	2,3	6,6	6,3	3,1	3,2
Kraftfôr, kg/100 kg EKM	20,8	19,7	24,5	18,3	32,1	31,4	16,9	13,8
Kraftfôr andel (MJ), %^{1,2}	30,6	24,9	29,9	18,8	41,4	43,1	21,4	20,4
Mjølkas sammensetning								
Fett, %	4,27	3,87	3,61	4,07	4,03	4,23	3,64	3,99
Protein, %	3,24	3,47	3,08	3,42	3,36	3,71	3,16	3,37
Laktose, %	4,66	4,57	4,57	4,34	4,59	4,52	4,58	4,60
Urea, mmol/L	3,35	3,00	3,45	3,45	3,40	2,20	2,85	3,05
FFA, mEq/L	0,10	0,10	0,15	0,20	0,30	0,35	0,25	0,10

¹ Tørrkyr er medregnet i beregning av grovfôroptaket (Kukontrollen).

² Det ble antatt at det ble brukt samme kraftfôr på alle bruk: Natura Drøv 19 (Felleskjøpet, Oslo; 97 FEm/100 kg, 118 g AAT/Fem, 20 g PBV/FEm).

4.3.3 E vitamin og fettsyrer i tankmjølk

Innholdet av E vitamin i tankmjølk var relativt høyt og det var ingen forskjell mellom innefôring og beite på de fire gårdene (tabell 7). Gård 3 hadde det høyeste innholdet av vitamin E i mjølk (1,47 mg/L). Andre studier har vist en økning i E vitamin ved beiting (Adler et al., 2013; Kay et al., 2005), men den positive beiteeffekten kan ha blitt overstyrt av vitamintilskudd i innefôringsstida i denne undersøkelsen.

Beiting sammenlignet innefôring ga utslag på enkelte fettsyrer. Andelen av C16:0 og summen av mettede fettsyrer ble redusert på beite, mens C18:0 økte. Forklaringen kan være redusert nysyntese av fettsyrer i juret (spesielt tydelig for gård 1 og 2) og økt opptak av C18:3n-3. Andel C18:3n-3 var høyere i beiteperioden enn i innefôringsperioden og verdiene var sammenlignbare med en gårdsstudie i Midt-Norge (Adler et al., 2013a). Gård 4 med lav kraftfôrandel hadde høyere andel av C18:3n-3 enn gård 3 som har høy kraftfôrandel. Dette stemmer over ens med studien til Steinshamn & Thuen (2008) og kan være en effekt av økt grovfôropptak ved redusert kraftfôrandel.

Andelen av C18:1t11 og C18:2c9t11, økte ikke i beiteperioden som observert i andre studier (Adler et al., 2013; Lock and Garnsworthy, 2003; Wiking et al., 2010). Gård 2 hadde høyere andel C18:1t11 (3,0 vs. 2,1 g/100 g FAME) og C18:2c9t11 (1,4 vs. 0,9 g/100 g FAME) enn gjennomsnittet for de andre gårdene. En mulig forklaring for den høyere andelen av C18:1t11 og C18:2c9t11 kan være at grovfôret inneholdt en større andel urter på gård 2. En positiv sammenheng mellom andel urter i grovfôret og CLA har blitt observert av Lourenco et al. (2008) og Adler et al. (2013b). Andelen av de langkjedete n-3 fettsyrene økte noe på beite og forholdet mellom n-6- og n-3-fettsyrer ble redusert med 30% fra 3,09 til 2,12, noe som blir regnet som ernæringsmessig gunstig. Men det er funnet så lavt forholdstall som 0,95 på «grasmjølk» uten kraftfôr (Benbrook et al., 2018).

Beregning av andel fettsyrer som har smeltepunkt over +20°C indikerer at mjølkefettet fra innefôringsperioden var fastere enn mjølkefettet fra beiteperioden (tabell 7). Dette stemmer overens med opplevelsen at sommersmør er mykere enn vintersmør. Fastheten av smør påvirkes også av andre faktorer som f. eks. samspill mellom fettkrystaller, vanninnhold og temperatur ved kjerning (Rønholt et al., 2013).

Tabell 7. Effekt av inneføring (mai-juni) sammenlignet med beiting (august) på fettsyresammensetning og innhold av E vitamin i mjølk

	Smeltepunkt, °C ¹	Inneføring	Beite	Standardfeil	P-verdi ²
E vitamin, mg/L		1,18	1,26	0,097	NS
Fettsyrer, g/100 g FAME³					
C4:0	-5,1	4,03	4,06	0,104	NS
C6:0	-3,4	2,47	2,55	0,052	NS
C8:0	16,5	1,45	1,54	0,041	0,10
C10:0	31,5	3,19	3,40	0,125	NS
C12:0	44	3,57	3,79	0,157	NS
C14:0	58	12,08	11,84	0,246	NS
C14:1c9	-4	1,24	1,20	0,053	NS
C15:0	53,5	1,18	1,10	0,039	0,07
C16:0	63	29,77	26,28	0,598	<0,001
C16:1c9	-0,1	1,23	1,15	0,051	NS
C17:0	62,5	0,83	0,78	0,039	NS
C18:0	71,2	9,60	10,53	0,245	0,02
C18:1t9	45	0,17	0,19	0,008	NS
C18:1t10	-	0,25	0,26	0,012	NS
C18:1t11	44	2,10	2,47	0,309	NS
C18:1c9	16,3	18,00	19,31	0,505	0,09
C18:1c11	15,5	0,54	0,68	0,021	<0,001
C18:2n6	-7,2	1,95	1,83	0,088	NS
C18:3n3	-11,6	0,64	0,86	0,079	<0,001
C18:2c9t11 (CLA)	-	0,99	1,05	0,147	NS
C20:0	77	0,16	0,16	0,010	NS
C20:4n6 (ARA)	-4949	0,09	0,88	0,006	NS
C20:5n3 (EPA)	-	0,07	0,09	0,008	<0,001
C22:5n3 (DPA)	-20	0,08	0,10	0,007	<0,001
C22:6n3 (DHA)	-	0,01	0,02	0,001	0,01
Andre	-	4,29	4,67	0,121	0,02
Sum mettede fettsyrer	-	68,34	66,03	0,740	0,02
Sum enumettede fettsyrer	-	23,54	25,26	0,562	0,05
Sum flerumettede fettsyrer	-	3,83	4,04	0,237	NS
n-6/n-3	-	3,09	2,12	0,269	<0,001
Andel fettsyrer med smeltepunkt > 20°C	-	62,7	60,5	0,47	0,007

¹ Kilder: Rønholt et al. (2013), (Knothe and Dunn, 2009), (Budavari, 1989)

² NS = Ikke signifikant, $P > 0,1$.

³ Fettsyremetylestere.

4.3.4 Oppsummering egen undersøkelse

- Beiting forandre fettsyresammensetning (reduisert andel C16:0 og økt andel C18:3n-3). Innholdet av E vitamin var høyt begge periodene. Det regnes som gunstig
- Til tross for stor variasjon i fettsyresammensetning var det tydelig at mjølkefett produsert på beite var mykere enn mjølkefett fra innefôringsperioden beregnet for smeltepunkt over +20°C
- De fire gårdene i undersøkelsen var veldig forskjellig med hensyn til mjølkas sammensetning. Det gjorde det vanskelig å finne flere forskjeller i mjølke kvalitet mellom innefôring og beiting
- Forskjellene mellom gårdene skyldes sannsynligvis forskjeller i fôringsregime og naturlige forhold på gårdene

5 Helse og fruktbarhet

Fôrrasjoner til mjølkekyr som gir et ubalansert opptak av næringsstoffer, ugunstig miljø og ensidig husdyravl kan føre til problemer med produksjonssjukdommer hos mjølkekyr (Mulligan and Doherty, 2008). Det er størst risiko for at produksjonssjukdommer opptrer i overgangsperioden, 3 uker før til 3 uker etter kalving, men når produksjonssjukdommer inntreffer kan de ha negativ effekt på hele laktasjonen. Produksjonssjukdommer kan også ha negativ effekt på kuas fruktbarhet (Pedernera et al., 2008; Raboisson et al., 2014). Også kyr som ikke lider av produksjonssjukdommer kan få redusert fruktbarhet i fôringsregimer med ubalansert næringsopptak eller ved overgang til nye fôringsregimer. I dette kapittelet blir relevante produksjonssjukdommer og faktorer som kan gi redusert fruktbarhet beskrevet. Risikofaktorer og forebyggende tiltak i et driftsopplegg uten kraftfôr blir diskutert.

5.1 Produksjonsrelaterte sjukdommer

5.1.1 Ketose eller husmannssjuka

I høylaktasjonen kan tilførselen av blodglukose være for liten i forhold til behovet. Da mobiliserer kua fettvev for å få energi til mjølkeproduksjon og i denne prosessen dannes ketoner. Når konsentrasjonen av ketoner i blodet blir høyere enn normalt kan kua utvikle stoffskiftesjukdommen ketose. Mange kyr kan ha subklinisk ketose som kan påvises som ketoner i blod eller mjølk (Berge and Vertenten, 2014). Ved klinisk ketose får kua redusert matlyst, redusert mjølkemengde og ketoselukt fra ånde. Ketose behandles med kortison og glukose. Høytytende kyr som er i for godt hold i sinperioden er mest utsatt for ketose. I dag er forekomsten av klinisk ketose liten i Norge. Dette skyldes økt fokus på fôring i forberedelsestiden, regelmessig holdvurdering og fordeling av kraftfôrrasjonen på flere mål (Helsetjenesten for storfe, 2018).

En Europeisk studie viste at 39% av kyrne hadde subklinisk ketose tidlig i laktasjonen mens andelen med klinisk ketose var lav (0,3%) (Berge & Vertenten, 2014). Besetninger som fikk grovfôr og kraftfôr separat hadde laveste forekomst av ketose, etterfulgt av fullfôr og delvis fullfôr (grunnblandning + kraftfôr).

I et fôringsforsøk med mjølkekyr der bygg ble gitt som eneste kraftfôr (40% eller 10% på energibasis) måtte 34% av kyrne gis Energibalans (tilskuddsfôr: glyserol 40%, propylenglykol 40%, betemelasse 20%, Felleskjøpet) og 13% av kyrne måtte behandles av veterinær for klinisk ketose. Det var gruppen med 40% kraftfôr som hadde størst ytelse og flest tilfeller av ketose. Antatte årsaker til den høye forekomsten av ketose var at dyrene var i for godt hold i sinperioden og mange kyr vraket kraftfôr pga. dårlig smakelighet (Adler and Randby, 2005).

Ved brå overgang til et fôringsregime uten kraftfôr øker risikoen for ketose. Gradvis tilvenning til et lavere ytelsesnivå og fôring etter hold i sinperioden er viktig. Også etter omlegging til et produksjonssystem uten kraftfôr kan kyr utvikle ketose når energiinntaket ikke står i forhold til mjølkeytelsen og kua er i negativ energibalans. For å unngå ketose må bonden ha fokus på grovfôr kvalitet. Kua trenger energirikt grovfôr i høylaktasjonen og grovfôr med lavere energikonsentrasjon i sinperioden. En strategi for produksjon av ulike grovfôr kvaliteter kombinert med grovfôranalyser antas å være en forutsetning for å unngå ketose i produksjonssystemer uten kraftfôr.

5.1.2 Mjølkefeber (hypokalsemi)

Mjølkefeber er den hyppigste sykdommen i norske mjølkekubesetninger etter mastitt. I 2009 ble 0,5% av alle mjølkekyr behandlet for denne stoffskiftesjukdommen og noen besetninger har høyere forekomst enn andre (TINE Rådgivning, 2010, <https://kuforing.wordpress.com/2010/11/08/reduser->

mjølkefeber-med-foringa/). Ei ku som har mjølkefeber har underskudd på kalsium i blodet. Sykdommen opptrer som oftest like før eller etter kalving når behovet for kalsium til mjølkeproduksjon øker raskt. Mjølke inneholder ca. 1,2 g kalsium per kg, men konsentrasjonen i råmjølk kan være dobbelt så stor. Innholdet av kalsium i grovfôr er i gjennomsnitt 4,3 g/kg tørrstoff, men kan variere mye (Sleteng, 2017). Kalsium er også tilsatt i kraftfôr. Kalsium blir tatt opp i tarmen.

Kalsium har en rekke viktige funksjoner i kroppen som inkluderer beinbygning, muskelkontraksjon og funksjoner av enzymer. Behovet for kalsium øker umiddelbart når laktasjonen starter. Kyr kan mobilisere kalsium fra skjelettet, men det tar en uke før prosessen kommer i gang. Kyr som ikke greier å mobilisere kalsium fra skjelettet raskt nok kan få akutt mangel på kalsium. Sløvhet, lav kroppstemperatur, nedsatt appetitt, tilbakeholdelse av etterbyrd, sakte og svak og av og til uregelmessig puls, lammelse og unormal liggestilling er de viktigste symptomene. Mjølkefeber kan også oppstå før kalving og da har kua ofte svake veer og fødselen stopper opp. Sykdommen kan være dødelig når kua ikke blir behandlet raskt. Veterinæren gir en kalsiumoppløsning intravenøst. Forebyggende gis ofte kalsium og magnesium i form av gel før, under og etter kalving. Eldre dyr (fra 3. laktasjon) er mest utsatt. Beiting og mosjon er gunstig for å redusere mjølkefeber. Underfôring med kalsium før kalving er et effektivt tiltak for å få i gang mobilisering fra skjelettet tidlig, men i praksis er dette vanskelig å få til. Innholdet av andre mineraler i fôret påvirker også risikoen for mjølkefeber. Mangel på magnesium kan også forårsake mjølkefeber fordi det er et viktig mineral i enzymkomplekser som inngår i mobilisering av kalsium fra skjelettet. I slike tilfeller må veterinæren tilføre magnesium intravenøst.

Balansen mellom kationer (kalium, natrium) og anioner (klorid, sulfat) i rasjonen er av betydning. Det har vist seg at en negativ kation-anion-differanse i rasjonen før kalving kan til en viss grad beskytte mot mjølkefeber. Etter kalving bør differansen være positiv. Vanlige kraftfôrblandinger er tilsatt kalksteinsmel eller kalsiumfosfat. I fôringsregimer uten kraftfôr kan det være en utfordring å få dyrene til å spise kalsiumtilskudd.

5.1.3 Graskrampe og fjøskrampe (hypomagesemi)

Graskrampe og fjøskrampe skyldes for lave magnesiumkonsentrasjoner i blodet. Kyr med graskrampe har ofte også lave konsentrasjoner av kalsium. Magnesium har viktige funksjoner i nerver og muskler og mangel fører til kramper. Normalt magnesiuminnhold i mjølke er 0,09-0,16 g/kg og i grovfôr er vanlig innhold rundt 1,8 g/kg tørrstoff. Mineralinnholdet i grovfôr kan variere mye og er blant annet avhengig av plantart, jordsmonn, gjødsling, høsteregime og værforhold. Raigras kan redusere magnesiuminnholdet i blodet og øker dermed risikoen for graskrampe, mens rødkløver ikke øker risikoen (Grønstøl and Ødegaard, 2007).

Graskrampe oppstår vanligvis ved beiteslipp fordi ungt beitegras er rikt på kalium som hemmer opptaket av magnesium i vom. Fjøskrampe er mest vanlig hos nykalva kyr på våren før beiteslipp. Begge variantene av hypomagnesemi skyldes ubalanse i opptak av magnesium og andre mineraler og mobilisering av magnesium fra kroppsvev. Høye konsentrasjoner av kalium i rasjonen reduserer opptaket av magnesium i vomma. Mangel på magnesium fører til kramper. Veterinæren behandler graskrampe ved å tilføre magnesium i kombinasjon med kalsium intravenøst. Beitegras har høyt innhold av kalium på våren og kan derfor redusere opptaket av magnesium. Dette gir økt risiko for graskrampe for kyr som kalver rundt beiteslipp.

Både hypokalsemi og hypomagesemi er stoffskiftesykdommer en må være oppmerksom på i produksjonssystemer uten kraftfôr. Når det ikke gis kraftfôr er det enda mer utfordrende å balansere mineralinnholdet i fôrassjonen. Det å produsere ulike grovfôrvaliteter samt å analysere mineralinnholdet er det viktigste verktøyet for å forebygge mjølkefeber og graskrampe/fjøskrampe. I økologisk drift er det færre muligheter å justere gjødsling med kalium og andre mineraler. Dersom grovfôranalysene viser høye kaliumverdier i grovfôr må en vurdere agronomiske tiltak og mineraltilskudd til dyrene for å redusere risikoen for mangel på kalsium og magnesium. Dette problemet er nok mindre aktuelt i økologisk produksjon med relativt svak kaliumgjødsling og høyt

innslag av kløver og andre urter (Øgaard and Hansen, 2010). Men graskrampe kan oppstå i mjølkeproduksjon med eller uten kraftfôr.

5.1.4 Mastitt eller jurbetennelse

Mastitt i jur og spener er sykdommen som medfører størst økonomisk tap i mjølkeproduksjon. Sykdommen er en infeksjon med en rekke ulike bakterier, sopp og virus som kan være subklinisk eller klinisk. Mastitt gir økt celletall, celler av hvite blodlegemer og jurceller, i mjølk.

Kuas immunsystem bekjemper infeksjoner i juret, men i mange tilfeller behandles mastitt med antibiotika. Mastitt er en viktig årsak til utrangering av kyr. Mastitt har mange kjente og ukjente risikofaktorer. Med tanke på fôrrasjoner uten kraftfôr er det relevant at forsiktig fôring i sinperioden reduserer risikoen for mastitt. Antall mastittbehandlinger har vært lavere i buskaper som mjølker under 6000 kg EKM per årsku enn de som mjølker over (gjennomsnittlige insidensrater henholdsvis 0,11 og 0,16; (TINE Rådgivning, 2017)). Det betyr at det sannsynligvis er små forskjeller i antall mastittbehandlinger målt per liter mjølk.

På grunn av stort antall risikofaktorer er det lite sannsynlig at mjølkeproduksjon uten kraftfôr vil gi mindre problemer med mastitt. Tiltak for forebygging av mastitt som for eksempel tiltak som hindrer smitteoverføring, innredning som reduserer fare for spenetråkk og god mjølketeknikk gjelder uansett fôringsregime.

5.1.5 Løpedreining og løpesår

Løpedreining eller løpedislokasjon er en endring i løpens plassering som skyldes at den er gassfylt (Grønstøl & Ødegaard, 2007). Løpen flyttes da vanligvis til den venstre siden av vomma. Løpedreining oppstår i de fleste tilfellene de første ukene etter kalving. Symptomer er nedsatt matlyst (spesielt på kraftfôr), redusert ytelse og symptomer som ligner på ketose. Det kan høres spannylder på venstre side av en syk ku og en ketotest gir som regel positivt utslag. Kyr som er i godt hold i sinperioden og som mjølker mye av holdet tidlig i laktasjonen er mer utsatt for løpedreining enn andre (Ingvarsen, 2006).

Rulling av kua kan i mange tilfeller hjelpe å få løpen i riktig posisjon igjen. Veterinæren kan også fikserer løpen ved å sy den fast i bukveggen. Uten operasjon er det en sjanse for tilbakefall. Kyr med løpedreining har ofte en forhistorie med andre sykdommer, som mjølkefeber, jurbetennelse, børbetennelse eller andre. Sykdommen har økt i frekvens i senere tid og det antas at årsaken er økt kraftfôrandel i rasjonen. En kan derfor anta at kyr som får lite eller ingen kraftfôr har mindre problemer med løpedreining enn kyr som får mye kraftfôr.

Løpesår oppstår når slimhinnen som beskytter løpen mot saltsyre blir svekket (Grønstøl & Ødegaard, 2007). Dette kan i alvorlige tilfeller føre til blødninger i løpen og bukhinnebetennelse. Stresshormoner er en viktig medvirkende årsak for utvikling av løpesår. Syke dyr føres med høy.

5.1.6 Trommesjuka (tympani)

Under vomfermenteringen dannes store mengder gass som kua må kvitte seg med ved å rape. Ved trommesjuka hopper gassen seg opp og dyret kan dø av kvelning etter kort tid (Grønstøl & Ødegaard, 2007). En skiller mellom to typer trommesjuka. Ved primær trommesjuka er årsaken til opphopning av gass at det dannes skum i vomma. Ved sekundær trommesjuka er det en mekanisk årsak til at vombevegelsen ikke greier å fjerne gassen eller en fysisk hindring i spiserøret.

Primær trommesjuka behandles ved å gi dyret olje som bryter overflatespenningen og slipper ut gassen. Dyrlegen kan også tappe vomma mekanisk for gass. Bladrikt fôr inneholder proteiner som kan gi skumdannelse i vomma. Pektin i fôret kan også omdannes til skum og unge belgvekster inneholder et enzym som medvirker i denne reaksjonen (Clarke and Reid, 1974). I tillegg øker lav pH risikoen for skumdannelse, mens fôr med høyt trevleinnhold reduserer risikoen.

Trommesjuka kan være en utfordring ved økologisk drift der en ofte har mye belgvekster i grovfôret. En kan redusere risikoen ved å gi fiberrikt fôr før kyrne slippes ut på beite eller ved å bruke beiter med liten andel belgvekster. I fôringsregimer uten kraftfôr vil det være viktig å ha tilgang på ulike grovfôrtyper som varierer med hensyn til botanisk sammensetning og fiberinnhold og at en har oversikt over de ulike kvalitetene.

5.1.7 Oppsummering: Helse

- Ketose kan bli en utfordring når kraftfôrandelen reduseres eller kraftfôret kuttes helt ut
- Moderat hold i sinperioden forebygger flere produksjonsrelaterte sjukdommer
- Ubalanse i mineralopptak kan være vanskelig å oppdage og justere i driftsopplegg uten kraftfôr. Dette kan føre til økt forekomst av mjølkefeber og graskrampe. Rett tilskudd av mineraler og vitaminer er viktig.
- Mjølkeprodusenter som ikke bruker kraftfôr må ha økt fokus på grovfôr kvalitet og ta regelmessige grovfôranalyser

5.2 Fertilitet

Det er et mål at kua kalver med ca. 12 måneders mellomrom. Da må kua bli drektig senest 3 måneder etter kalving. Utsatt kalving skaper problemer når en ønsker konsentrert kalving og fôrkostnader i sinperioden øker. Redusert fruktbarhet i en besetning betyr at en må ha en hyppigere utskifting som øker totalkostnadene i mjølkeproduksjon. Det er mange faktorer som påvirker fruktbarheten hos mjølkekyr. Produksjonsrelaterte sjukdommer og andre lidelser som for eksempel parasitter eller forfangenhet kan ha negativ effekt. Faktorer som kan ha betydning i produksjonssystemer uten kraftfôr blir presentert og diskutert i dette avsnittet.

5.2.1 Fôrstyrke og fôr kvalitet

Registrering av brunst er viktig for at kua kan bli drektig til ønsket tid. Negativ energibalans og mangel på vitaminer og mineraler kan gi mindre tydelig brunst. Brunstsyklusen styres av ulike hormoner og østrogen gjør at kua kommer i brunst. Negativ energibalans i tiden etter kalving eller mangel på vitaminer og mineraler kan føre til inaktive eggstokker, men årstiden påvirker også aktiviteten.

En studie fra 1994-1996 der over 4000 laktasjonsperioder inngikk viste ingen forskjeller i reproduktivitet mellom økologiske og konvensjonelle kyr (Reksen et al., 1999). Men om vinteren hadde de økologiske buskapene problemer med fruktbarheten. Det ble antatt at negativ energibalans var årsaken. På 90-tallet var det større restriksjoner når det gjaldt kraftfôrmengde i økologisk landbruk (maksimalt 30%), og Reksen et al. (1999) anbefalte at høyere kraftfôrandel tillates.

5.2.2 Plantehormoner

Fôrplanter inneholder plantehormoner som kan forstyrre brunstsyklusen og føre til redusert fruktbarhet. Særlig belgvekster kan ha høyt innhold av plantehormoner som kan ha østrogen eller anti-østrogen effekt. Redusert fruktbarhet er beskrevet for sau som beiter kløverarten jordkløver (*Trifolium subterraneum*) (Bennetts et al., 1946), mens for storfe finnes det motstridende observasjoner (Austin et al., 1982; Kallela et al., 1984). Rødkløver har lavere totalinnhold av isoflavoner enn jordkløver, men innholdet av formononetin er høyt.

Steinshamn & Thuen (2008) fant ingen negativ effekt av fôrstyrke på fruktbarhet i et toårig studie der hvitkløver-grassurfôr ble sammenlignet med rødkløver-grassurfôr med eller uten kraftfôr. Det ble

heller ikke funnet negativ effekt av rødkløver som kunne skyldes plantehormoner. Men antall kyr var for lavt å kunne konkludere med sikkerhet.

5.2.3 Oppsummering: Fertilitet

- Valg av kalvingstid og tilgang på energirikt grovfôr er viktig
- Høstkalving og negativ energibalanse tidlig i laktasjonen kan gi dårlig fruktbarhet
- Produksjon av ulike grovfôrtyper, regelmessige grovfôranalyser og holdvurdering er godt utgangspunkt for strategisk føring for å unngå fertilitetsproblemer
- Produksjonssykdommer kan gi redusert fruktbarhet
- Lavere ytelse reduserer risikoen for enkelte produksjonssykdommer, men samtidig har bonden færre muligheter til å justere inntak av energi, protein og mineraler for å oppnå en balansert diett
- Bruk av vitamin- og mineralblandinger er som i andre produksjonssystemer, men det kan bli behov for nye blandinger i inneføeringsperioden

6 Agronomi

6.1 Gårdene i prosjektet

For å belyse konsekvensene av hva som kan skje hvis kraftfôrandelen reduseres eller kuttes helt ut har vi gjort beregninger av næringsstoffbalanser på fire gårder i distriktet til Røros-meieriet.

Naturgrunnlag og storfehold på gårdene i prosjektet er vist i tabell 8. Opplysninger om dagens drift er hentet fra årsrapportene fra TINE og fra gardbrukerne.

Tabell 8. Naturgrunnlag og dagens storfehold og innkjøp av fôr og gjødsel på gårdene i prosjektet

	Gård 1	Gård 2	Gård 3	Gård 4
Fulldyrket, daa	879	218	416	410
Overflatedyrket, daa	8	8	0	0
Innmarksbeite, daa	190	76	41	15
Utmarksbeite	Ja	Ja	Ja	Ja
Oppgitt avling kløvereng, kg ts/daa	300	380	290	300
¹ Oppgitt avling åker, kg ts/daa	350	310	340	0
Antall årskyr	38	23	27	16
Daa/årsku	27	13	17	27
Mjølkekvote, liter	249130	127506	197865	97923
Kg mjølk/årsku	7261	6072	7619	7212
Mjølkeleveranse, prosent av kvote	100	100	93	81
Kg kraftfôr/100 kg mjølk	23	25	29	16
Utskiftingsprosent kyr	36	24	37	40
Kjøttproduksjon	Livkviger og -kalver	Livkalver etter 3 mnd.	Kalveslakt etter 6 mnd.	Mellomkalv etter 9 mnd.
Førsalg	Ja	Nei	Nei	Nei
Dyrker eget kraftfôr	Kross	Nei	Nei	Nei
Innkjøp av grovfôr	0	0	0	0
Innkjøp av gjødsel	² Grønn Øko, Grønn Øko 8K, gjødsel fra høner og fôrrester	Grønn Øko og bløtgjødsel	Grønn Øko 8K	0

¹Åker er rug/raigras-beite og kross på gård 1, på gård 2 og 3 er det grønnfôr med raigras

²'Grønn øko' og 'Grønn Øko 8K' er mineralgjødsel godkjent for bruk i økologisk drift

6.2 Næringsstoffbalanse, egne analyser

På bakgrunn av regnskapsdata, opplysninger fra slakteriregisteret, årsrapporter fra TINE og opplysninger fra bøndene, har vi satt opp næringsregnskap for nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K) på de fire gårdene. Næringsregnskapet gir et bilde av hvor mye næringsstoffer som tilføres gården utenfra og hvor mye som selges (fjernes fra gården). Vi har brukt Excel-programmet «iPluss» (Van Gool, 2017) for å gjøre beregningene, og nitrogenfiksering fra belgvekster er inkludert. Dersom næringsbalansen (tilført minus bortført) blir negativ, kan det tyde på at jorda blir tappet for næring. Store overskudd av særlig N, men også P og K, kan gi tap av næringsstoffer og representerer et forurensingspotensiale. Et stort overskudd av nitrogen kan i tillegg til å representere økt fare for nitrogentap til omgivelsene (utvasking og gasstap) også bety dårligere utnytting.

Et slikt forholdsvis enkelt næringsstoffregnskap gir et brukbart bilde av næringsstoffsituasjonen på et gårdsbruk. Ved å gjøre beregninger for de ulike scenarioene på prosjektgårdene kan vi beregne hvordan næringsstoffbalansen blir påvirket av liten eller ingen import av kraftfôr og sammenligne dette med dagens drift.

Vi har valgt to ulike scenarioer for å produsere mjølk med lite (scenario B) eller ingen kraftfôr (scenario C) (se kapittel 4.2). I scenario B gis det kun kraftfôr i innefôringsperioden og i scenario C brukes det ikke noe kraftfôr hverken til mjølkekyr eller ungdyr (se kapittel 4.2). For begge scenarioer er kalvingstidspunkt satt til 1. april og beiteperiode i 10 uker fra slutten av juni. Vi brukte TINE sitt Optifôr-program til å beregne mulig avdrått, grovfôropptak og kraftfôrbehov i scenarioene med den grovfôr- og beitekvaliteten vi har valgt (se kapittel 4.2). Optifôr oppgir behovet for kraftfôr i scenario B i kg tørrstoff. I Optifôr-tabellene er tørrstoffinnholdet i kraftfôr oppgitt til å være 88,6 %. Kraftfôrbehovet blir da 13,4 kg kraftfôr/100 kg mjølk i hele laktasjonen i scenario B.

Tabell 9. Importert, eksportert og balansen (import minus eksport) for nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K) i kg/daa ved dagens drift, uten kraftfôr i beitetida (scenario B) og helt uten kraftfôr (scenario C).

Gård	Balanse	Dagens drift			Scenario B ¹			Scenario C ¹		
		N	P	K	N	P	K	N	P	K
1	Import	7,5	1,9	11,3	6,1	1,6	10,8	5,0	1,4	10,4
	Eksport	1,7	0,3	0,5	1,6	0,3	0,4	1,5	0,3	0,4
	Balanse	5,8	1,6	10,8	4,5	1,3	10,4	3,6	1,1	10,1
2	Import	13,6	2,0	8,6	11,2	1,5	7,8	8,8	1,0	7,1
	Eksport	3,4	0,7	0,9	2,8	0,6	0,8	2,3	0,5	0,6
	Balanse	10,2	1,3	7,7	8,4	0,9	7,1	6,5	0,5	6,4
3	Import	6,9	1,3	2,1	4,3	0,7	1,3	2,7	0,4	0,8
	Eksport	2,9	0,6	0,7	2,1	0,4	0,6	1,7	0,4	0,4
	Balanse	4,0	0,7	1,4	2,2	0,3	0,7	1,1	0,0	0,4
4	Import	3,8	0,3	0,4	3,6	0,2	0,4	2,6	0,0	0,0
	Eksport	1,6	0,3	0,4	1,6	0,3	0,4	1,5	0,3	0,3
	Balanse	2,2	0,0	0,0	2,0	-0,1	0,0	1,1	-0,3	-0,3

¹I scenario B brukes det kraftfôr i innefôringsperioden og ikke på beite, totalt 13,4 kg kraftfôr/100 kg mjølk i hele laktasjonen. I scenario C føres det bare med grovfôr.

På tre av gårdene blir det importert næringsstoffer i form av handelsgjødsel godkjent for bruk ved økologisk drift og/eller husdyrgjødsel fra nabo (tabell 8).

Gård 1 importerer omtrent like mye nitrogen i kraftfôr- og husdyrgjødsel. Import av hønsegjødsel er årsaken til at balansen for K er høyest på denne gården. Jordanalyser fra gården viser at P- og K-innholdet er lavt til middels på en del av skiftene, så gjødselimporten er viktig for å holde P- og K-balansen positiv. Hvis gjødselimporten kuttes ut i scenario B og C, kan det bli lite P på sikt, og K-tilgangen kan også bli lav på noen skifter.

Det er gård 2 som har størst overskudd av N, P og K i dagens drift. Importen av husdyrgjødsel bidrar mest til overskuddet, deretter kraftfôrkjøpet. Hvis importen av husdyrgjødsel og 'grønn-8K' opprettholdes når kraftfôret kuttes ut (scenario C), er det ikke fare for tapping av næringsstoffer fra jorda på gården. Vi vet ikke hvordan P-tilstanden er i jorda i dag. Hvis denne er lav, er det viktig å følge med på utviklingen av P ved hjelp av jordanalyser.

På gård 3 er det kraftfôrimporten som bidrar mest til en positiv balanse for N, P og K. Derfor blir overskuddet av N halvert når innkjøpet av kraftfôr reduseres i scenario B og balansen blir nærmere null når kraftfôret kuttes helt ut i scenario C. Vi har ikke oversikt over jordanalyser på denne gården,

men hvis scenarioene våre skal iverksettes bør jorda på skiftene analyseres med jevne mellomrom for å se om næringsinnholdet reduseres over tid.

Gård 4 har allerede lav kraftfôrandel i driftsopplegget. For å minimere kraftfôrbruken og øke grovfôropptaket, gis både surfôr og høy i innefôringssesongen. Surfôr tildeles 4 ganger og høy 2 ganger per døgn. Grovfôr både av surfôr og høy, samt flere tildelinger i løpet av døgnet virker positivt på opptak av grovfôr. Her er det N-fiksering fra belgvekstene som bidrar mest til positiv N-balanse, og kraftfôret til P- og K-balansen. Det importeres like mye P og K som det selges fra gården og balansen for P og K er tilnærmet null også ved dagens drift. Når kraftfôret kuttes helt ut i scenario C, blir N-overskuddet kun på 1 kg/daa akkurat som for gård 3 og P- og K-balansen blir litt negativ.

6.3 Oppsummering

Importert og eksportert mengde N, P og K og balansen (import minus eksport) for disse næringsstoffene er beregnet for dagens drift og for scenario B, uten kraftfôr i beitetida, og C uten kraftfôr hele året for de fire gårdene.

- På alle fire gårdene ble det mindre overskudd av N, P og K i scenario B og C i forhold til ved dagens drift
- De to gårdene som importerer husdyrgjødsel har høyere import av K enn de to gårdene som ikke gjør det
- Etter husdyrgjødsel er det kraftfôrinnkjøpet som er viktigste kilde til positiv N, P og K-balanse
- For de to gårdene som ikke importerer husdyrgjødsel, blir næringsstoffbalansen så vidt positiv for N og omtrent null i scenario C når det ikke skal kjøpes inn noe kraftfôr
- På gård 4 som bruker minst kraftfôr i dagens drift er det N-fiksering fra belgvekster som bidrar mest til positiv N-balanse både i dagens drift og for scenario B og C
- Det er viktig å følge utviklingen i næringsinnholdet i jorda hvis kraftfôrinnkjøpet reduseres eller kuttes ut

7 Økonomi

De økonomiske konsekvensene av en overgang til drift i samsvar med scenario B (kraftfôr brukt i inneførsperioden men ikke på beite) og C (ingen kraftfôr) er avgjørende for om reduksjon i kraftfôr andelen eller å kutte den helt ut er realistisk å gjennomføre. Rørosmeieriet må være forberedt å øke mjølkeprisen hvis de vil selge «beitemjolk» eller «grasfôret mjolk». Spørsmålet vi vil prøve å svare på er hva mjølkeprisen til bonden må være for at det økonomiske resultatet skal bli slik det er i dag.

7.1 Scenarioanalyse

Med bakgrunn i opplysninger fra årsrapporter fra TINE, opplysninger fra bøndene og Optifôrberegningene er det regnet ut dekningsbidrag på besetningsnivå for gårdene i prosjektet. Påsettprosenten er grunnlag for hvor mange første- og andregangskalvere og eldre kyr det er i besetningene. Antall ungdyr er lagt til og totalt fôrbehov for hele besetningen er beregnet. Bøndene har oppgitt avlingsnivå, dette sammen med grovfôr kvaliteten vi har referert tidligere, danner grunnlaget for fôrproduksjonen på gårdene. Det er antatt at redusert mjølkemengde per ku ikke kan kompenseres med flere kyr i fjøset. Det er blant annet fordi grovfôrforbruket øker (Kapittel 4.2) og på grunn av begrenset plass i eksisterende bygninger. Redusert mjølkemengde per ku fører dermed til redusert mjølkemengde totalt.

Dekningsbidrag for dagens drift og for scenario B og C er beregnet ved hjelp av det Excel-baserte «Planleggingsprogrammet» til NORSØK (Ebbesvik, 2017). Produktpriser fra høsten 2017 og satser i Jordbruksavtalen 2017-2018 er brukt i beregningene. De fire gårdene drives økologisk, så både merpris for økologisk mjolk (0,75 kr/liter) og kjøtt (0,50 kr/kg) og tilskudd til økologisk drift er inkludert. Det er ikke satt kostnad på import av husdyrgjødsel hverken i dagens drift eller i scenario B og C. Vi har forutsatt at alle gårdene klarer å opprettholde det samme avlingsnivået av grovfôr i scenario B og C som de har i dag. Dette kan være urealistisk på noen av gårdene, fordi bortfall av kraftfôr gir mindre gjødsel.

Når kraftfôr andelen reduseres, er det sannsynlig at totalproduksjonen av mjolk fra gårdene også reduseres. Det er beregnet hvor mye mer Rørosmeieriet må betale bøndene per liter mjolk hvis dekningsbidraget skal opprettholdes på dagens nivå også når gårdene drives slik vi har skissert for scenario B og C. Når produksjonen fra gårdene reduseres må mjølkeprisen ikke bare kompensere for nedgang i mjølkeinntekter, men også for lavere inntekter fra kjøtt salg og reduksjon i produksjonsavhengige tilskudd. Men de variable kostandene blir lavere når kraftfôr andelen reduseres og hvis antallet kyr må reduseres.

I scenario B blir det brukt 13,4 kg kraftfôr per 100 kg mjolk, og i scenario C får hverken mjølkekyr eller ungdyr kraftfôr. Tallet 13,4 kg kraftfôr per 100 kg mjolk tilsvarer et gjennomsnitt på 11,9 kg kraftfôrrørstoff per 100 kg mjolk (se tabell 4).

7.1.1 Gård 1

På gård 1 i dagens drift brukes det ifølge årsrapporten fra TINE for 2016 23 kg kraftfôr per 100 kg mjolk. Når denne mengden reduseres i scenario B til 13,4 og kuttet helt ut i scenario C, blir mjølkeproduksjonen per ku lavere og grovfôropptaket øker. Gården er i sone 5 for areal- og kulturlandskapstillegg, sone 3 for distriktstilskudd på kjøtt og sone E for mjolk. En stor fordel på gård 1 er at det er areal til overs og brukerne selger til og med grovfôr, de eier noen hester og har sauer på beite i tillegg til mjølkekubesetningen. Det er derfor mulig å opprettholde kutallet og kjøttproduksjonen både i scenario B og C ved å ta i bruk dette arealet til å dyrke grovfôr til egen mjølkekubesetning. Selv om mjølkeleveransen reduseres i de to scenarioene, blir kraftfôrkostandene mye

lavere enn ved dagens drift og dekningsbidraget øker faktisk både for scenario B og C (tabell 10). Størst økning blir det i scenario C der det ikke kjøpes inn kraftfôr. Når det er så store arealer bak hver ku som på denne gården, er det gode muligheter til å levere «grasfôra mjølk». I følge våre beregninger kan det være økonomisk lønnsomt å drive helt uten kraftfôr under forutsetning av at grovfôrkvaliteten er så god som vi har regnet med, at avlingsnivået opprettholdes og at importen av gjødsel blir på samme nivå som i dag (tabell 10).

Tabell 10. Dekningsbidrag (DB), nødvendig merpris og mjølkepris ved dagens drift og uten kraftfôr i beitetida (scenario B) og helt uten kraftfôr (scenario C) på gård 1

	Dagens drift	Scenario B	Scenario C
Antall årskyr	38	38	38
Avdrått per årsku, kg	7 261	6 779	6 140
Mjølkeleveranse totalt, liter	249 130	231 347	207 772
Mjølkeleveranse fra beite, liter	Ukjent	69 404	72 720
Kvoteoppylling, %	100	93	83
Kg storfeslakt	4 075	4 075	4 075
Sum inntekter	2 730 760	2 627 700	2 506 930
Sum variable kostnader inkl. bunnfradrag	659 740	520 830	337 930
DB buskap, kr	2 071 020	2 106 870	2 169 000
Differanse i forhold til dagens drift		+ 35 850	+ 97 980
Nødvendig merpris, kr/liter mjølk ¹		0	0
Mjølkepris, kr/liter	5,74	5,74	5,74

¹Merprisen er beregnet for hele laktasjon, også for scenario B der bare beitemjølka er produsert uten kraftfôr

7.1.2 Gård 2

Gård 2 er i sone 5 for areal- og kulturlandskapstillegg, sone 3 for distriktstilskudd på kjøtt og sone D for mjølk. Det brukes 25 kg kraftfôr/100 kg mjølk ved dagens drift.

Tabell 11. Dekningsbidrag (DB), nødvendig merpris og mjølkepris ved dagens drift og uten kraftfôr i beitetida (scenario B) og helt uten kraftfôr (scenario C) på gård 2.

	Dagens drift	Scenario B	Scenario C
Antall årskyr	23	20	16
Avdrått per årsku, kg	6 072	6 072	6 089
Mjølkeleveranse, liter	127 477	109 792	86 475
Mjølkeleveranse fra beite, liter	Ukjent	32 938	30 266
Kvoteoppylling, %	100	86	68
Kg storfeslakt	1 988	1 452	1 162
Sum inntekter	1 383 490	1 210 430	1 024 390
Sum variable kostnader inkl. bunnfradrag	360 940	252 180	129 740
DB buskap	1 021 550	958 250	894 650
Differanse i forhold til dagens drift		- 62 300	-126 900
Nødvendig merpris, kr/liter mjølk ¹		0,58	1,47
Mjølkepris, kr/liter	5,67	6,25	7,14

¹Merprisen er beregnet for hele laktasjon, også for scenario B der bare beitemjølka er produsert uten kraftfôr

I scenario B der det kun brukes kraftfôr i inneførringsperioden, blir det behov for mer grovfôr enn det som produseres ved dagens drift. Og i scenario C der det ikke brukes kraftfôr, øker behovet for grovfôr ytterligere. I denne analysen har vi antatt at det ikke er aktuelt å kjøpe grovfôr. For å få nok grovfôr i scenario B og C har vi redusert antall årskyr (tabell 11). Dette fører til at mjølkeleveransen reduseres, og i scenario C leveres kun 68 % av kvoten. I dagens drift er det en lav påsettprosent, men det føres vanligvis opp en kvige som selges til liv etter ca. 8 måneder. De resterende kalvene som ikke skal inn i produksjonen selges etter 3 måneder. I scenario B og C beholdes lav påsettprosent, kvigesalg kuttes ut og kalvene selges etter 3 måneder som før.

Lavere mjølke- og kjøttleveranse fører til at inntektene blir lavere og produksjonstilskudd til kjøtt og mjølk synker også. Dekningsbidraget reduseres med 6 % i scenario B og 12 % i scenario C i forhold til dagens drift. For å kompensere for dårligere økonomisk resultat i scenario B og C må mjølkeprisen økes med henholdsvis 0,58 og 1,47 kr/liter for å ha samme dekningsbidrag som i dag på gård 2.

7.1.3 Gård 3

Gård 3 er i samme soner for tilskudd som gård 2. Denne gården bruker mest kraftfôr av de fire gårdene. Det brukes i dag 29 kg kraftfôr per 100 kg mjølk. Det er ikke noe areal til overs, så her blir det større nedgang i dekningsbidrag ved overgang til scenario B og C enn for gård 2.

Tabell 12. Dekningsbidrag (DB), nødvendig merpris og mjølkepris ved dagens drift og uten kraftfôr i beitetida (scenario B) og helt uten kraftfôr (scenario C) gård 3

	Dagens drift	Scenario B	Scenario C
Antall årskyr	27	24	21
Avdrått per årsku, kg	7 619	6 653	5 881
Mjølkeleveranse totalt, liter	183 923	143 501	109 644
Mjølkeleveranse fra beite, liter	ukjent	43 050	38 375
Kvoteoppfylling, %	93	73	55
Kg storfeslakt	3 968	2 281	1 613
Sum inntekter	1 880 540	1 542 970	1 294 750
Sum variable kostnader inkl. bunnfradrag	565 160	343 420	192 150
DB buskap	1 315 380	1 199 550	1 102 600
Differanse i forhold til dagens drift		-115 830	-212 780
Nødvendig merpris, kr/liter mjølk¹		0,81	1,94
Mjølkepris, kr/liter	5,67	6,48	7,61

¹Merprisen er beregnet for hele laktasjon, også for scenario B der bare beitemjølka er produsert uten kraftfôr

I scenario B og C blir det behov for mer grovfôr enn det som produseres i dag. Anslått avlingsnivå er lavest på denne gården av de fire gårdene. Manglende overskudd på næringsbalansen for scenario B og C viser at det er lite realistisk å øke avlingsnivået. I denne analysen har vi antatt at det ikke er aktuelt å øke importen av husdyrgjødsel og heller ikke kjøpe grovfôr.

For å få nok grovfôr til besetningen har vi redusert antall årskyr i scenario B og C (tabell 12). Oppføring av oksekulver til slakt etter ca. 6 måneder reduseres fra 8 i dagens drift til 3 i scenario B, i tillegg til litt lavere påsettprosent i forhold til dagens drift. I scenario C selges alle kalver som ikke skal inn i produksjonen etter ca. 3 måneder. Leveransen av kjøtt og mjølk reduseres i forhold til ved dagens drift, og i scenario C leveres kun 55 % av mjølkeknoten.

Dekningsbidraget blir 9 % lavere i scenario B og 16 % lavere i scenario C enn det er i dag. Hvis det økonomiske resultatet skal opprettholdes slik det er i dag, må mjølkeprisen økes med 0,81 kr/liter i scenario B og 1,94 kr/liter i scenario C.

7.1.4 Gård 4

Gård 4 er i samme soner for tilskudd som gård 1. Denne gården bruker minst kraftfôr i driftsopplegget sitt av de fire gårdene, med kun 16 kg kraftfôr/100 kg mjølk.

På gård 4 er det også mye areal per ku og når vi bruker samme avlingsnivå i scenario B og C, gir dette et godt utgangspunkt hvis mjølkeproduksjonen skal drives etter disse scenarioene. Når kraftfôret kun skal brukes i innefôringsperioden og ikke i beiteperioden, blir mjølkeproduksjonen per årsku litt lavere enn den er i dagens situasjon (Tabell 13). Reduksjonen av kraftfôr er ikke så stor fra dagens drift til scenario B der det brukes 13,4 kg kraftfôr/100 kg mjølk. Det er kun mjølkeleveransen som reduseres i scenario B og C. Selv om det blir lavest mjølkeproduksjon i scenario C, er dekningsbidraget litt høyere her enn i scenario B. Årsaken er at det økologiske kraftfôret er forholdsvis dyrt og i scenario C kompenseres de lave variable kostnadene for nedgangen i inntekt. Det er derfor ikke så stor forskjell på nedgangen i dekningsbidraget i scenario B og C. Hvis det økonomiske resultatet skal opprettholdes som ved dagens drift, må mjølkeprisen økes med 0,24 kr/liter i scenario B og 0,22 kr/liter i scenario C.

Tabell 13. Dekningsbidrag (DB), nødvendig merpris og mjølkepris ved dagens drift og uten kraftfôr i beitetida (scenario B) og helt uten kraftfôr (scenario C) gård 4

	Dagens drift	Scenario B	Scenario C
Antall årskyr	16	16	16
Avdrått per årsku, kg	7 212	6 786	5 991
Mjølkeleveranse totalt, liter	97 923	91 306	78 956
Mjølkeleveranse fra beite, liter	ukjent	27 392	27 635
Kvoteoppfylling, %	81	75	65
Kg storfeslakt	2 980	2 980	2 980
Sum inntekter	1 265 910	1 227 370	1 150 880
Sum variable kostnader inkl. bunnfradrag	237 480	221 200	140 010
DB buskap	1 028 430	1 006 170	1 010 870
Differanse i forhold til dagens drift		-22 260	-17 560
Nødvendig merpris, kr/liter mjølk ¹		0,24	0,22
Mjølkepris, kr/liter	5,74	5,98	5,96

¹Merprisen er beregnet for hele laktasjon, også for scenario B der bare beitemjølka er produsert uten kraftfôr

7.2 Oppsummering

Dekningsbidrag ved dagens drift og for scenario B og C er beregnet for de fire gårdene. Vi har også regnet ut behovet for merpris på mjølka ved overgang til scenario B og C

- På alle fire gårdene reduseres mjølkeleveransen i scenario B og C i forhold til ved dagens drift, og mjølkekvotene blir ikke fylt opp
- Dekningsbidraget reduseres på tre av gårdene ved overgang til scenario B og C
- Hvor høy merprisen på mjølk må være i scenario B og C for at dekningsbidrag skal opprettholdes på dagens nivå, varierer mye på gårdene.
- I scenario B der det kun brukes kraftfôr i innefôringsperioden, har vi beregnet nødvendig merpris til 0,24 - 0,58 - 0,81 kr/liter på henholdsvis gård 2, 3 og 4
- Når det ikke brukes kraftfôr, scenario C, blir behovet for merpris 0,22 - 1,47 - 1,94 kr/liter på henholdsvis gård 2, 3 og 4.
- For gårdbrukere som har mye areal eller lav kraftfôrtildeling i dag, kan en overgang til drift med lite eller ikke noe kraftfôr være en lønnsom mulighet

8 Diskusjon og anbefalinger

8.1 Avlingsnivå og kvalitet av grovfôr

Hvis kvaliteten på grovfôret skal økes ved at høstetidspunktet endres til tidligere slått fører dette til at grovfôravlinga blir lavere. For hver uke med tidligere høsting har Norsk Landbruksrådgiving Innlandet erfart at avlingsmengden reduseres med ca. 120 FEm/daa i dette distriktet (Rune Granås pers. med.). Vi har valgt å gjøre beregningene i prosjektet med et tidlig høstet grovfôr med høyt energiinnhold. Våre beregninger er derfor svært optimistiske da det i praksis kan være vanskelig å oppnå så god grovfôrkvalitet for de fleste gårder. Men umulig er det ikke, grovfôrprøver fra 2017-sesongen fra distriktet gårdene våre tilhører viste energiinnhold på nivå med det vi har brukt i Optifôr-beregningene (Rune Granås pers. med.).

Vekstskifte gir som regel de beste forutsetningene for god jordstruktur, for utnyttelse av næringsressurser, ugrasbekjempelse og for å unngå oppformering av skadedyr og sykdommer. Men på noen gårder og skifter kan det være mest hensiktsmessig med permanent eng eller beite fordi arealet er bratt, inneholder mye stein, består av vanskelig myrjord eller har utfordrende arrondering.

8.2 Nitrogenfiksering

Nitrogen tilført via nitrogenfiksering er allerede med i næringsbalanseberegningene for gårdene i prosjektet. Fikseringen er beregnet på bakgrunn av andelen belgvekster som bøndene har oppgitt at de har i sine kløverenger. Nitrogenfikseringen på gård 1 er beregnet til 1,4 kg nitrogen/daa, gård 2 til 2,4 kg/daa, gård 3 til 1,6 kg/daa og på gård 4 til 2,5 kg/daa. Det er små mengder nitrogen som er fiksert. Her kan det derfor være mulig å øke mengden nitrogen som bindes, ved å øke mengden kløver i enga der det er lite. God jordstruktur, god drenering og tilfredsstillende forsyning av fosfor, kalium og svovel er forutsetninger for å få kløveren til å vare. Det er også viktig å bruke egnede sorter av rød- og hvitkløver i engfrøblandinga ved fornying av eng. Der det ikke er aktuelt å fornye enga, kan det være aktuelt å så inn kløver der den har gått ut.

Det er beregnet gjennomsnittlig fiksering fra 1 – 9,5 kg N/daa på 13 ulike økologiske gårder spredd rundt i landet (Ebbesvik, 1998) og 4,3 kg N/daa på 10 økologiske gårder i Møre og Romsdal (Koesling et al., 2017). Lavest fiksering fant Ebbesvik på en mjølkeproduksjonsgård i Troms der det bare ble tatt en slått. Den høyeste fikseringen var på en mjølkeproduksjonsgrad i Sogn. Forsøk utført på Løken i Valdres viser en gjennomsnittlig mengde bundet N fra rødkløver i blanding med gras på 9,9 kg/daa og mest i første engår i forhold til andre og tredje engår (Lunnan, 2004).

I Rørosdistriktet der våre gårder er plassert, er vekstsesongen kort og sommertemperaturen relativt lav, men det bør likevel legges vekt på å øke N-fikseringen hvis disse gårdene skal gå over til en drift tilpasset scenario B og C.

8.3 Strategier for grovfôrproduksjon

Hvis kraftfôrandelen skal reduseres og grovfôret skal utgjøre større andel av rasjonen enn det som er vanlig ved dagens økologiske mjølkeproduksjon, må alle tiltak som kan være positive med tanke på grovfôrdyrking, -høsting og lagring være i fokus. Det samme gjelder beitedrift og -bruk og faktorer som kan øke grovfôropptaket hos kyrne.

Å slå til riktig tid i forhold til ønsket kvalitet er viktig. Passelig fortørking for å få tørrstoffinnhold i graset fra 25 – 35 % er optimalt. Da er mye vann fjernet, mengden ensileringsmiddel kan reduseres, tap av tørrstoff reduseres og fôropptaket øker. Passelig fortørking kan oppnås ved å slå om morgenen og kjøre inn om kvelden. Rundballer tåler mer fortørking enn om graset legges i silo.

Produksjon av flere grovfôrslag med ulike kvaliteter kan være en god strategi slik at man fôrer med riktig kvalitet til riktig tid i forhold til hvor kyrne er i laktasjonen. Tidlig slått grovfôr med god kvalitet er viktig i høglaktasjon og til overgangsfôring ved innsett fra beite. Å ta grovfôranalyser av de ulike kvalitetene for å vite hvilket fôr man faktisk har til rådighet kan være nyttig.

Vi har tidligere skrevet at det er viktig å legge til rette for at belgvekster trives i enga. Kløver i grovfôret øker fôropptaket og mjølkeproduksjonen (Steinshamn, 2010). Forsøk har vist at kløver i frøblandinga gir positiv effekt på avling, protein- og mineralinnhold, samtidig som fiberinnholdet i fôret blir lavere (Lunnan et al., 2017). Grovfôr som inneholder mye kløver kan by på visse utfordringer ved ensilering. Kløver i avlinga gir en masse med lite sukker og mye protein, noe som gir en stor bufferevne. Dette fører til at det tar tid før mjølkesyregjæringa kommer i gang og at massen blir sur og lagringsstabil nok. Det anbefales å bruke ensileringsmiddel til silo og rundball. Det er flere typer ensileringsmiddel som er tillatt brukt i økologisk drift.

Hvis enga er glissen, avlinga er lav eller ugrasandelen for høy, kan vedlikeholdssåing være aktuelt hvis man ikke skal pløye og så hele arealet på nytt. Vedlikeholdssåing kan forlenge engas levetid og opprettholde eller forbedre avlinga over tid. Det er viktig med god kontakt mellom frø og jord slik at spirefukt er sikret. Arter som er tilpasset klimaet, som gror raskt og konkurrerer godt er best egnet. Forsøk med årlig vedlikeholdssåing fra første engår har vist at raigras og rødkløver etablerer seg ofte godt, men det er vanskeligere å få god etablering av timotei på denne måten (Höglind, 2016). Konkurransen fra eldre planter kan være større utfordring enn spiring av isåingsvekstene og derfor er pussing etter isåing positivt for etablering og ettervirkning.

Med tanke på grovfôropptaket er det en fordel å konservere deler av grovfôret som høy. Det å kunne tilby kyrne for eksempel både surfôr og høy er med på å øke totalt opptak av grovfôr. Flere tildelinger i løpet av døgnet er også positivt med tanke på grovfôropptak.

Resultatene fra et forsøk på Tingvoll gard i 2016 viste at stripebeiting var samlet sett bedre enn skiftebeiting for mjølkeproduksjonen. Det ble mindre nedgang i mjølkeproduksjonen på seinsommeren, mindre mjølkning av holdet og kyrne brukte mindre tid på å få i seg fôret. Men forskjellene var små og skiftebeiting er mindre arbeidskrevende enn stripebeiting.

Økende mengde organisk materiale i jorda øker også innholdet av nitrogen, fosfor og svovel (S) i enga. S-innhold kan være en utfordring i økologisk eng, derfor bør en se etter tegn på S-mangel i enga. Kløver og urter i enga er positivt med hensyn innhold av nitrogen, kalsium, magnesium og mikromineraler. I forhold til opptak av mineraler i plantene er det viktig å ha pH på passelig nivå. Tilførsel av husdyrgjødsel og kalking ved behov er nødvendig for å opprettholde tilfredsstillende innhold av mineraler i grovfôret.

8.4 Innkjøp av grovfôr eller økt areal

De økonomiske analysene viser tydelig at de gårdene som har mye areal bak hver ku, har størst mulighet for å kunne lykkes. For de gårdene som har knapphet på areal blir det for lite eget grovfôr til å kompensere for bortfall av kraftfôr ved overgang til scenario B og C. For å unngå store fall i produksjonen er det en fordel å kjøpe eller leie mer areal. Men i distriktet der våre gårder er plassert er det press på arealet og vanligvis ikke noe å leie.

Hvis det er mulig å kjøpe økologisk grovfôr vil dette også hjelpe både i forhold til grovfôrmengde og næringsbalanse. Det er også minimalt med økologisk grovfôr til salgs i distriktet. I Økologiforskriften er det et krav at minimum 60 % av fôret til drøvtyggere skal komme fra egen virksomhet eller fra regionen (Mattilsynet, 2018). Fordi regionen omfatter Norge og nærliggende områder i Norges naboland (Mattilsynet 2018) er ikke det problematisk, men det blir sannsynligvis dårlig reklame for «grasfôra» mjølk fra Rørosmeieriet hvis mjølkeleverandørene har en betydelig importert av grovfôr fra Sverige.

8.5 Innkjøp av gjødsel

De gårdene som kjøper inn ekstra husdyrgjødsel eller handelsgjødsel som er godkjent for bruk i økologisk drift, kan muligens øke denne importen. Dette strider imot et av de økologiske prinsippene som er å klare seg mest mulig med de ressursene som finnes på egen driftsenhet, men det er ikke forbud mot dette i gjeldende Økologiforskrift (Mattilsynet, 2018). Behovet for ikke-økologisk gjødsel må dokumenteres og begrunnes. Det er ikke lov å tilføre mer enn gjennomsnittlig 17 kg total-nitrogen i husdyrgjødsel eller annen organisk gjødsel (sum av egen og importert) per dekar og år.

Når importen av næring i form av kraftfôr reduseres, viser næringsbalansen at det blir viktig for alle de fire gårdene å ta jordanalyser med jevne mellomrom for å se hvordan jordas næringsstilstand utvikler seg hvis scenario B eller C skal gjennomføres.

8.6 Husdyrgjødselutnytting

Alle gårdene i prosjektet har bløtgjødsel og tradisjonell handtering der det blir brukt tankvogn til gjødselspredning. Gård 3 leide entreprenør som gjødslet deler av arealet med slangesprederutstyr i 2017.

Hvis scenario B og C skal gjennomføres, er det viktig å utnytte husdyrgjødsel så godt som mulig. Riktig tidspunkt og metode for spredning er avgjørende for at planter og jord kan utnytte næringsstoffene. Der det ligger til rette for det, er det en fordel at gjødsel spres med slangesprederutstyr. Spredning med slangesprederutstyr fører til mindre jordpakking og kjøring på jordet. Hvis man har en stripespreder koplet til slangen og god vanninnblanding kan N-tapet reduseres betraktelig i forhold til andre spredemetoder (Bechmann et al., 2016). Kapasiteten er stor og man er ikke avhengig av stille vær dersom husdyrgjødsel legges rett ned på bakken ved stripespreder. Mange bønder erfarer at engavlinga øker når slik spredemetode benyttes istedenfor spredning via tankvogn.

8.7 Helse og fruktbarhet

De største utfordringene knyttet til helse og fruktbarhet ved overgang til fôrrasjoner med bare grovfôr er å dekke energi- og proteinbehovet til kua. Dette er spesielt krevende tidlig i laktasjonen og risikoen for ketose, mjølkefeber, graskrampe kan øke. Kyr som er i for godt hold i sintida er også mer utsatt for produksjonsrelaterte sykdommer. Strategisk fôring med ulike kvaliteter av grovfôr og tilskudd av mineraler og vitaminer er spesielt viktig i produksjonssystemer uten kraftfôr.

8.8 Mjølkekvalitet

Tilgang på grovfôr med høyt innhold av energi og protein i laktasjonen er viktig for å oppnå en god ytelse med høyt innhold av fett og protein. I produksjonssystem uten kraftfôr vil fettsyresammensetningen endre seg både i innefôringstida og på beite. En kan forvente lavere innhold av mettede fettsyrer og høyere innhold av omega-3-fettsyrer og CLA i mjølk som er produsert uten kraftfôr. Dette vil gi et mykere mjølkefett. Dersom kyrne kommer i negativ energibalanse tidlig i laktasjonen kan mobilisering av kroppsvæv gi en økning i enumettede fettsyrer i mjølk. Det forventes forskjeller på vinter- og sommermjølk. Grovfôrets botaniske sammensetning og kvalitet vil gi forskjeller mellom gårdene. Ved økt andel flerumettede fettsyrer er det viktig at mjølkas innhold av E vitamin er tilstrekkelig høyt. Tilskudd av E vitamin bør gis særlig om vinteren. Dersom det dyrkes mer rødkløver enn ved dagens drift og når grovfôropptaket går opp kan en forvente økt innhold av plantehormoner i mjølka. Dette kan ha positive helseeffekter. Mjølkas sensoriske egenskaper kan også endre seg men dette har ikke blitt undersøkt i dette prosjektet.

Dersom en klarer å dekke kuas fôrbehov med bare grovfôr kan en forvente at mjølke kvaliteten påvirkes i positiv retning med hensyn til ernæringsmessig gunstige fettsyrer og et mykere mjølkefett som kan gi grunnlaget for utvikling av nye meieriprodukter.

8.9 Mjølkeproduksjon helt uten kraftfôr eller uten kraftfôr bare i beitetida?

Det vil være mindre risikabelt å kutte ut kraftfôr bare i beitetida. Ved å tillate kraftfôr, i samsvar med det økologiske regelverket, fra kalving om våren til beiteslipp, vil en lettere unngå helse- og fruktbarhetsproblemer knyttet til negativ energibalanse tidlig i laktasjonen. Mjølke kvaliteten i beitetida er svært lite påvirket av fôrstyrken i innefôringsstida før beiteslipp. Ut fra litteraturen, er det lite som tyder på at mjølke kvaliteten i beitetida vil være mye forskjellig om det har vært gitt kraftfôr i rasjonen før beiteslipp eller ikke. En vi således ha full effekt av fravær av kraftfôr på mjølke kvaliteten i beitetida. Det vil da være mulig å markedsføre denne mjølka som «beitemjolk» uten kraftfôr i rasjonen. Om dette er akseptabelt for forbrukere, som er interessert i å betale ekstra for «grasfôra» mjolk, har vi ikke fått undersøkt i vårt arbeid. Det bør gjøres en egen markedsundersøkelse for å avklare dette.

8.10 Økonomi

Det er lavere produksjon på de fire prosjektgårdene enn den estimerte avdråttene Optifôrberegningene har gitt som resultat når kraftfôr tildeles i hele laktasjonen (tabell 4). En årsak kan være at grovfôr kvaliteten på gårdene ikke er så god som antatt i Optifôrberegningene. Det er også lite sannsynlig at gjennomsnittlig grovfôr kvalitet på gårdene kan bli så god som den vi har brukt i beregningene. Dårligere grovfôr kvalitet reduserer også avdråttene mer enn det våre anslag viser. Dette underbygges også av resultatene fra forsøket ved Norges landbrukshøgskole der kyr i første laktasjon produserte om lag 3 000 og eldre kyr 4 000 kg EKM uten kraftfôr i rasjonen (tabell 1).

På alle fire gårdene reduseres mjølkeleveransen i scenario B og C i forhold til ved dagens drift, og mjølkekvotene blir ikke fylt opp. Det er fire ulike gårder vi har undersøkt og beregninger for merpris på mjolke varierer mye. I scenario B har vi beregnet nødvendig merpris fra 0 til 0,81 kr/liter og i scenario C fra 0 til 1,94 kr/liter for at det økonomiske resultatet på gårdene etter overgang til scenario B og C ikke skal bli dårligere enn det er i dag.

Om det er realistisk å opprettholde avlingsnivået på gård 3 og 4 når næringsbalansen blir omtrent 0 både for N, P og K i scenario B og C er usikkert. Innkjøp av husdyrgjødsel fra andre bønder kan hindre avlingsnedgang. Hvis det ikke lar seg gjøre, blir det økonomiske resultatet dårligere enn det vi har brukt i tabell 12 og 13. Da må også merprisen på mjolk økes for å opprettholde samme dekningsbidrag som ved dagens drift. På gård 4 er næringsbalansen på samme nivå som ved dagens drift, så da er det ikke så urealistisk å regne med samme avlingsnivå i scenario B.

På gård 3 reduseres næringsbalansen både i scenario B og C og her kan det være mer urealistisk at avlingsnivået opprettholdes. Da må merprisen for mjolk økes mer enn 0,81 og 1,94 i henholdsvis scenario B og C.

For Rørosmeieriet er planen at bare noe av mjølka de mottar skal markedsføres som «beitemjolk» eller «grasmjolk», og de gårdbrukere som har driftsforhold som ligger til rette for mjølkeproduksjon uten eller med lite kraftfôr får en merpris for slik leveranse. Om Rørosmeieriet skal klare å etablere en produksjonslinje for mjolk som bare er produsert på grovfôr avhenger selvsagt av hvor mye mer meieriet er villig til å betale for slik produksjon. For bønder som eventuelt inngår en slik avtale er det viktig at ikke det økonomiske resultatet blir dårligere ved overgang fra dagens mjølkeproduksjon til produksjon basert bare på grovfôr eller med lite kraftfôr. Hvis det velges å markedsføre «beitemjolk» der det kun brukes kraftfôr i innefôrings sesongen og kalving om våren, vil en avgrensning i forhold til

kg kraftfôr/100 kg mjølk være mulig å gjennomføre. Dette en størrelse som både er målbar og sporbar. Det samme gjelder selvsagt også for mjølk produsert helt uten kraftfôr. Kg kraftfôr/100 kg mjølk kan være et egnet kriterium for «beitebasert» eller «grasfôra» mjølkeproduksjon.

For gårdbrukere som har mye areal eller lav kraftfôrtildeling i dag kan en overgang til drift med lite eller ikke noe kraftfôr være en mulighet. Om «beitemjøl» eller «grasmjøl» skal bli å finne i butikkhyllene avhenger også av hva Rørosmeieriet er villig til å betale i merpris for mjølk produsert med lite eller helt uten kraftfôr. På bakgrunn av de gårdene vi har studert har behovet for merpris variert. Hvis en slik drift som vi har skissert i scenario B og C skal gjennomføres, blir det viktig å regne på de økonomiske konsekvensene for hver enkelt gård.

8.11 Oppsummering

- Tidlig slått gir god kvalitet på grovfôret, men mindre avling
- Det er viktig å legge til rette for at belgvekstene trives i enga
- N-fikseringa via belgvekster er viktig bidrag for tilførsel av N på gården når kraftfôrimporten reduseres eller kuttes ut
- Det er en fordel med mye areal per ku hvis kraftfôrandelen skal reduseres
- Innkjøp av husdyrgjødsel og handelsgjødsel godkjent for bruk i økologisk drift kan være nødvendig for noen bruk for å opprettholde avling hvis kraftfôrandelen skal reduseres eller kuttes ut
- Slangespreder med stripespreder er positivt med tanke på utnytting av husdyrgjødsel, opprettholde / øke avlinga, unngå jordpakking og mulighet til å gjødsle på gunstig tidspunkt
- Mjølkeleveransen vil bli lavere enn ved dagens drift når det bare blir brukt kraftfôr i innefôrings sesongen eller ikke i det hele tatt
- For bruk som har mye areal eller lav kraftfôrtildeling i dag, kan en overgang til drift med lite eller ikke noe kraftfôr være mulig. Med merpris per liter mjølk kan dekningsbidraget opprettholdes på dagens nivå ved slike driftsopplegg
- Driftsopplegg med lite eller uten kraftfôr krever strategi i forhold til grovfôr dyrking og fôring. Det vil si riktig fôr kvalitet i forhold til hvor kyrne er i laktasjonen, god høstpraksis med fortørking, bruk av ensileringsmiddel for å sikre kvaliteten, kløver i engblandinga, god agronomi for å opprettholde avlingsnivå, konservere noe som høy i tillegg til surfôr, flere grovfôrtildelinger per døgn, stripebeiting fordel fremfor skiftebeiting
- Strategisk fôring med ulike grovfôr kvaliteter i ulike laktasjonsstadier og i sin tid reduserer risikoen for produksjonsrelaterte sykdommer som kan bli en utfordring uten bruk av kraftfôr.
- Mjølkefettet forventes å endre seg i en positiv retning med hensyn til andelen av gunstige fettsyrer som også gir mykere konsistens av fett.
- Produksjon av mjølk uten kraftfôr i beitetida, men med kraftfôr fra kalving til beiteslipp, er mindre risikofyllt og effekten på mjølk kvalitet i beitetida vil i stor grad være den samme som uten kraftfôr i hele laktasjonen

9 Konklusjon

Fravær av kraftfôr i fôrrasjonen gir lavere mjølkeytelse per ku. Den totale mjølkeproduksjonen fra gården vil også gå ned. Det er fordi grovfôropptaket går opp. For de fleste gårder er areal og grovfôravling begrensende, og det er ikke mulig å kompensere for nedgangen i ytelse per dyr med å øke kutallet.

På gårder der det er mye areal bak hver ku, det er næringsrik jord og gode agronomer som utnytter husdyrgjødsel godt og får belgvekster til å trives i enga, ligger det agronomisk til rette for å skaffe nok grovfôr til at en kan gå over til «grasfôra» mjølkeproduksjon uten en betydelig nedgang i økonomisk resultat. Der naturgrunnlaget er dårlig og arealgrunnlaget er lite, er det vanskelig å bli produsent av «grasfôra» mjølk, fordi det er vanskelig å opprettholde avlingsnivået

De fleste mjølkeprodusentene har ikke mye ekstra areal per ku, og det blir derfor nødvendig med en merpris som kan kompensere for nedgang i mjølke- og kjøttproduksjon ved overgang til «grasfôra» mjølk. Variasjonen i behov for merpris er stor mellom mjølkeprodusentene. Av fire bruk hadde tre i prosjektet behov for merpris. Merprisen varierte fra 0,24 til 0,81 kr/liter når det ikke ble gitt kraftfôr i beiteperioden, og fra 0,22 til 1,94 kr/liter når det ikke ble brukt kraftfôr i hele laktasjonen. Dette forutsetter god grovfôr kvalitet og at grovfôravlinga ikke reduseres ved overgang fra dagens produksjon til produksjon uten kraftfôr, enten det er bare i beitetida eller i hele laktasjonen.

Vi forventer at fravær av kraftfôr i rasjonen vil gi endringer i mjølkefettet med større andel av helsemessig gunstige fettsyrer, lavt forholdstall mellom omega 6 og 3 fettsyrer og en mykere konsistens. Dette bør gi grunnlaget for salg av konsummjølk med spesielle egenskaper samt utvikling av nye meieriprodukter. Dersom en først og fremst ønsker mjølk med høy ernæringsmessig kvalitet, så vil det beste være bare å ta bort kraftfôr fra rasjonen i beitetida. Beiting uten kraftfôrtilskudd er lettere å få til enn total kraftfôrfri fôring i hele laktasjonen med hensyn til helse og fruktbarhet hos kyrne og økonomi. Samtidig vil mjølkekvaliteten på beite i stor grad være det samme om kua fikk kraftfôr i innefôringstida før beite eller ikke. Men det bør undersøkes om fravær av kraftfôr bare i beitetida er akseptabelt for forbrukere som ønsker å kjøpe mjølkeprodukt, med høyere pris, under merkelappen «grasfôra» mjølk.

Litteraturreferanser

- Adler, S.A., Jensen, S.K., Govasmark, E., Steinshamn, H., 2013a. Effect of short-term versus long-term grassland management and seasonal variation in organic and conventional dairy farming on the composition of bulk tank milk. *J. Dairy Sci.* 96. doi:10.3168/jds.2012-5765
- Adler, S.A., Jensen, S.K., Govasmark, E., Steinshamn, H., 2013. Effect of short-term versus long-term grassland management and seasonal variation in organic and conventional dairy farming on the composition of bulk tank milk. *J. Dairy Sci.* 96, 5793–5810. doi:10.3168/jds.2012-5765
- Adler, S.A., Jensen, S.K., Thuen, E., Gustavsson, A.-M., Harstad, O.M., Steinshamn, H., 2013b. Effect of silage botanical composition on ruminal biohydrogenation and transfer of fatty acids to milk in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96. doi:10.3168/jds.2012-5757
- Adler, S.A., Randby, Å.T., 2005. Tørket eller ensilert bygg til kyr i økologisk landbruk, in: Hudyrforsøksmøtet 2005. pp. 427–430.
- Adler, S., Løes, A.-K., 2014. Vet du hva som er i kraftfôret? *Økologisk Landbr.* Nr. 2 - 2014 2011–2014.
- Austin, A.R., Aston, K., Drane, H.M., Saba, N., 1982. The fertility of heifers consuming red clover silage. *Grass Forage Sci.* 37, 101–106.
- Bainbridge, M.L., Cersosimo, L.M., Wright, A.D.G., Kraft, J., 2016. Content and composition of branched-chain fatty acids in bovine milk are affected by lactation stage and breed of dairy cow. *PLoS One* 11, 1–17. doi:10.1371/journal.pone.0150386
- Bargo, F., Delahoy, J.E., Schroeder, G.F., Muller, L.D., 2006. Milk fatty acid composition of dairy cows grazing at two pasture allowances and supplemented with different levels and sources of concentrate. *Anim. Feed Sci. Technol.* 125, 17–31.
- Bechmann, M., Prestvik, A., Morken, J., Nesheim, L., Grønlund, A., 2016. Gjødselfareforskriften. Evaluering av forslag til krav i gjødselfareforskriften for å redusere klimagassutslipp, ammniakktap og nitrogenavrenning frå jordbruket.
- Benbrook, C.M., Davis, D.R., Heins, B.J., Latif, M.A., Leifert, C., Peterman, L., Butler, G., Faergeman, O., Abel-Caines, S., Baranski, M., 2018. Enhancing the fatty acid profile of milk through forage-based rations, with nutrition modeling of diet outcomes. *Food Sci. Nutr.* 1–20. doi:10.1002/fsn3.610
- Bennetts, H.W., Underwood, E.J., Shier, F.L., 1946. A specific breeding problem of sheep on subterranean clover pastures in Western Australia. *Aust. J. Agric. Res.* 22, 131–138.
- Berge, A.C., Vertenten, G., 2014. A field study to determine the prevalence, dairy herd management systems, and fresh cow clinical conditions associated with ketosis in western European dairy herds. *J. Dairy Sci.* 97, 2145–2154. doi:10.3168/jds.2013-7163
- Boufaied, H., Chouinard, P.Y., Tremblay, G.F., Petit, H. V, Michaud, R., Belanger, G., 2003. Fatty acids in forages. I. Factors affecting concentrations. *Can. J. Anim. Sci.* 83, 501–511.
- Budavari, S., 1989. *The Merck index : an encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals*, 11th ed. Merck & Co, Rahway, N.J. USA.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., Lamberet, G., 2003. A Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis. *J. Dairy Sci.* 86, 1751–1770. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73761-8
- Clarke, R.T., Reid, C.S., 1974. Foamy bloat of cattle. A review. *J. Dairy Sci.* 57, 753–785. doi:10.3168/jds.S0022-0302(74)84964-7

- Clauss, M., Hume, I.D., Hummel, J., 2010. Evolutionary adaptations of ruminants and their potential relevance for modern production systems. *Animal* 4, 979–992. doi:10.1017/S1751731110000388
- Collomb, M., Butikofer, U., Sieber, R., Jeangros, B., Bosset, J.O., 2002. Correlation between fatty acids in cows' milk fat produced in the Lowlands, Mountains and Highlands of Switzerland and botanical composition of the fodder. *Int. Dairy J.* 12, 661–666.
- Dewhurst, R., Delaby, L., Moloney, A., 2009. Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. *Irish J. Agric. food Res.* 167–187.
- Dewhurst, R.J., Fisher, W.J., Tweed, J.K.S., Wilkins, R.J., 2003. Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. *J. Dairy Sci.* 86, 2598–611. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73855-7
- Dewhurst, R.J.J., Shingfield, K.J.J., Lee, M.R.F.R.F., Scollan, N.D., 2006. Increasing the concentrations of beneficial polyunsaturated fatty acids in milk produced by dairy cows in high-forage systems. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 168–206. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.04.016
- Ebbesvik, M., 2017. Planleggingsprogram for økologisk landbruk.
- Ebbesvik, M., 1998. Økologisk eng. Viktige faktorer for avlingsnivå.
- Elgersma, A., Maudet, P., Witkowska, I.M., Wever, A.C., 2005. Effects of Nitrogen fertilisation and regrowth period on fatty acid concentrations in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). *Ann. Appl. Biol.* 147, 145–152.
- Elgersma, a., Ellen, G., van der Horst, H., Boer, H., Dekker, P.R.R., Tamminga, S., 2004. Quick changes in milk fat composition from cows after transition from fresh grass to a silage diet. *Anim. Feed Sci. Technol.* 117, 13–27. doi:10.1016/j.anifeedsci.2004.08.003
- Griinari, J.M., Corl, B.A., Lacy, S.H., Chouinard, P.Y., Nurmela, K.V. V, Bauman, D.E., 2000. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta(9)-desaturase. *J. Nutr.* 130, 2285–2291.
- Grønstøl, H., Ødegaard, S.A., 2007. *Storfesjukdommer*, 2nd ed. Landbruksforslaget, Oslo.
- Harstad, O.M., Steinshamn, H., 2010. Cows' diet and milk composition, Improving the Safety and Quality of Milk. doi:10.1533/9781845699420.3.223
- Hojer, A., Adler, S., Martinsson, K., Jensen, S.K., Steinshamn, H., Thuen, E., Gustavsson, A.M., 2012. Effect of legume-grass silages and alpha-tocopherol supplementation on fatty acid composition and alpha-tocopherol, beta-carotene and retinol concentrations in organically produced bovine milk. *Livest. Sci.* 148, 268–281. doi:10.1016/j.livsci.2012.06.016
- Ingvartsen, K.L., 2006. Feeding- and management-related diseases in the transition cow: Physiological adaptations around calving and strategies to reduce feeding-related diseases. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126, 175–213. doi:10.1016/j.anifeedsci.2005.08.003
- Kallela, K., Heinonen, K., Saloniemi, H., 1984. Plant oestrogens; the cause of decreased fertility in cows. A case report. *Nord. Veterinär Med.* 36, 124–129.
- Kay, J.K., Roche, J.R., Kolver, E.S., Thomson, N.A., Baumgard, L.H., 2005. A comparison between feeding systems (pasture and TMR) and the effect of vitamin E supplementation on plasma and milk fatty acid profiles in dairy cows. *J. Dairy Res.* 72, 322–332.
- Knothe, G., Dunn, R.O., 2009. A Comprehensive Evaluation of the Melting Points of Fatty Acids and Esters Determined by Differential Scanning Calorimetry. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 86, 843–856. doi:10.1007/s11746-009-1423-2
- Koesling, M., Hansen, S., Bleken, M.A., 2017. Variations in Nitrogen Utilisation on Conventional and Organic Dairy Farms in Norway. *Agric. Syst.* 157, 11–21.

- Kronstad, R., 2015. Grasmelk kan være mulig i Norge, mener eksperter. Amerikanerne vil ha melk fra kyr som bare spiser gras [WWW Document]. *Nor. Landbr.* URL <http://www.norsklandbruk.no/husdyr/grasmelk-kan-vare-mulig-i-norge-mener-eksperter/> (accessed 3.8.18).
- Lindmark-Månsson, H., Fondén, R., Pettersson, H.E., 2003. Composition of Swedish dairy milk. *Int. Dairy J.* 13, 409–425.
- Lock, A.L., Garnsworthy, P.C., 2003. Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and D 9 - desaturase activity in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 79, 47–59.
- Lunnan, T., 2004. Avling, kvalitet og varighet i økologisk klovereng.
- Lunnan, T., Rivedal, S., Stürite, I., 2017. Effektar av traktorkøyring, gjødsling og frøblanding på avling, botanisk samansetjing, førkvalitet, nitrogenopptak og nitrogenfiksering i eng.
- Mattes, R.D., 2009. Is There a Fatty Acid Taste? *Annu. Rev. Nutr.* 29, 305–327. doi:10.1146/annurev-nutr-080508-141108.Is
- Mattilsynet, 2018. Veileder til økologiforskriften. Regelverksveileder økologisk landbruk. Utfyllende informasjon om regelverket for økologisk landbruksproduksjon, Versjon 14. ed.
- Maurice-Van Eijndhoven, M.H.T., Hiemstra, S.J., Calus, M.P.L., 2011. Short communication: Milk fat composition of 4 cattle breeds in the Netherlands. *J. Dairy Sci.* 94, 1021–1025. doi:10.3168/jds.2009-3018
- Mulligan, F.J., Doherty, M.L., 2008. Production diseases of the transition cow. *Vet. J.* 176, 3–9. doi:10.1016/j.tvjl.2007.12.018
- Nassu, R.T., Gonçalves, L.A.G., 1999. Determination of melting points of vegetable oil and fats by differential scanning calorimetry (DSC) technique. *Grasas y Aceites* 50, 16–21. doi:10.3989/gya.1999.v50.i1.630
- Nogalski, Z., Jagłowska, B., Wielgosz-groth, Z., Pogorzelska-przybyłek, P., Sobczuk-szul, M., Mochol, M., 2012. The Effect of Parity on the Fatty Acid Profile of Milk From High-Yielding Cows. *Acta Sci. Pol., Zootech.* 25, 1712–1720.
- Pedernera, M., García, S.C., Horagadoga, A., Barchia, I., Fulkerson, W.J., 2008. Energy Balance and Reproduction on Dairy Cows Fed to Achieve Low or High Milk Production on a Pasture-Based System. *J. Dairy Sci.* 91, 3896–3907. doi:10.3168/jds.2008-1098
- Raboisson, D., Mounié, M., Maigné, E., 2014. Diseases, reproductive performance, and changes in milk production associated with subclinical ketosis in dairy cows: A meta-analysis and review. *J. Dairy Sci.* 97, 7547–7563. doi:10.3168/jds.2014-8237
- Reksen, O., Tverdal, A., Ropstad, E., 1999. A Comparative Study of Reproductive Performance in Organic and Conventional Dairy Husbandry. *J. Dairy Sci.* 82, 2605–2610. doi:10.3168/jds.S0022-0302(99)75515-3
- Rivero, M.J., Anrique, R., 2015. Milk fat depression syndrome and the particular case of grazing cows: A review. *Acta Agric. Scand. A Anim. Sci.* 65, 42–54. doi:10.1080/09064702.2015.1052545
- Rønholt, S., Mortensen, K., Knudsen, J.C., 2013. The effective factors on the structure of butter and other milk fat-based products. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 12, 468–482. doi:10.1111/1541-4337.12022
- SAS Institute Inc., 2011. SAS/STAT® 9.3 User's Guide. Cary, NC.
- Schaffer, B., Szakaly, S., Lorinczy, D., Schaffer, B., 2001. Melting Properties of Butter Fat and The Consistency of Butter. Effect of modification of cream ripening and fatty acid composition on the consistency of butter. *J. Therm. Anal. Calorim.* 64, 659–669.

- Schwendel, B.H., Wester, T.J., Morel, P.C.H., Tavendale, M.H., Deadman, C., Shadbolt, N.M., 2015. Invited review : Organic and conventionally produced milk – An evaluation of factors influencing milk composition. *J. Dairy Sci.* 98, 721–746. doi:10.3168/jds.2014-8389
- Sickel, H., 2014. Effects of vegetation and grazing preferences on the quality of alpine dairy products. Norwegian University of Life Sciences.
- Sleteng, E.S., 2017. Mineraler i grovfôr og behovsnormene. Buskap nr.2.
- Steinshamn, H., 2010. Effect of forage legumes on feed intake, milk production and milk quality - a review. *Anim. Sci. Pap. Reports* 28, 195–206.
- Steinshamn, H., Thuen, E., 2008. White or red clover-grass silage in organic dairy milk production: Grassland productivity and milk production responses with different levels of concentrate. *Livest.Sci.* 119, 202–215.
- Steinshamn, H., Thuen, E., 2008. White or red clover-grass silage in organic dairy milk production: Grassland productivity and milk production responses with different levels of concentrate. *Livest. Sci.* 119. doi:10.1016/j.livsci.2008.04.004
- Steinshamn, H., Thuen, E., 2003. Alt fôr økologisk - spennande utfordring for økologiske mjølkeprodusentar, in: Økologisk Landbruk. Foredrag Fra NORSØKs Fagdag 2003. NORSØK-Rapport Nr 1. pp. 47–51.
- Steinshamn, H., Thuen, E., Bleken, M.A., Brenøe, U.T., Ekerholt, G., Yri, C., 2004. Utilization of nitrogen (N) and phosphorus (P) in an organic dairy farming system in Norway. *Agric. Ecosyst. Environ.* 104, 509–522. doi:10.1016/j.agee.2004.01.022
- Steinshamn, H., Thuen, E., Bleken, M.A., Brenøe, U.T., Ekerholt, G., Yri, C., 2003. Flows of Nitrogen (N) and Phosphorous (P) within the Organic Dairy Farm “Frydenhaug.” Ås, Norway.
- Sæther, N., Havrevoll, Ø., Thuen, E., Vangen, O., 2010. Differences in energy balance and energy efficiency between an old endangered and a modern Norwegian dairy cattle breed in a traditional indoor feeding system. *Acta Agric. Scand. Sect. A - Anim. Sci.* 60, 23–32. doi:10.1080/09064702.2010.481312
- Sæther, N.H., Sickel, H., Norderhaug, A., Sickel, M., Vangen, O., 2006. Plant and vegetation preferences for a high and a moderate yielding Norwegian dairy cattle breed grazing semi-natural mountain pastures. *Anim. Resarch* 55, 367–387.
- Thuen, E., Breivik, J., Steinshamn, H., Volden, H., 2009. Fôrutnyttelse hos Norsk Rødt Fe (NRF) og Sidet Trønder og Nordlandsfe (STN) i rasjoner med og uten kraftfôr, in: Husdyrforsøksmøtet 2009. pp. 417–420.
- Thuen, E., Steinshamn, H., Brenoe, U.T., Yri, C., Ekerholt, G., 2002. Effect of concentrate level on forage intake, milk production and energy and nitrogen utilization in organic milk production. *Org. Meat Milk from Ruminants* 117–122.
- Thuen, E., Steinshamn, H., Volden, H., Brenøe, U.T., Vangen, O., 2007. Energi- og proteineffektivitet hos Norsk Rødt Fe (NRF) og Sidet Trøbnder og Nordlandsfe (STN), in: Husdyrforsøksmøtet 2007. pp. 123–126.
- TINE Rådgivning, 2017. Statistikkksamling fra Kukontrollen og Geitekontrollen for 2016. [WWW Document]. URL <https://medlem.tine.no/aktuelt/nyheter/hk-statistikker/statistikkksamling-2016> (accessed 3.14.17).
- Tveit, B., Lingaas, F., Svendsen, M., Sjaastad, O. V., 1992. Etiology of Acetonemia in Norwegian Cattle. 1. Effect of Ketogenic Silage, Season, Energy Level, and Genetic Factors. *J. Dairy Sci.* 75, 2421–2432. doi:10.3168/jds.S0022-0302(92)78003-5

- Van Gool, B., 2017. iPlus. Ressursregnskap for N, P og K.
- Van Soest, P.J., 1994. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press.
- Vanbergue, E., Delaby, L., Peyraud, J.L., Colette, S., Gallard, Y., Hurtaud, C., 2017. Effects of breed, feeding system, and lactation stage on milk fat characteristics and spontaneous lipolysis in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 100, 4623–4636. doi:10.3168/jds.2016-12094
- Volden, H., 2011. NorFor-The Nordic feed evaluation system, European Association for Animal Production. Wageningen Academic Publishers.
- Wiking, L., Theil, P.K., Nielsen, J.H., Sørensen, M.T., 2010. Effect of grazing fresh legumes or feeding silage on fatty acids and enzymes involved in the synthesis of milk fat in dairy cows. *J. Dairy Res.* 77, 337–342. doi:10.1017/S002202991000021X
- Øgaard, A.F., Hansen, S., 2010. Potassium uptake and requirement in organic grassland farming. *Nutr. Cycl. Agroecosystems* 87, 137–149. doi:10.1007/s10705-009-9320-5

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.