



Noregs miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgåve 2017 30 stp
Fakultet for Biovitenskap

Effekt av fôrstyrke og andre faktorer i saueholdet på råmjølksmengde og kvalitet, samt lammetilvekst

Ole Arnfinn Røysland
Husdyrvitenskap

Forord

Denne oppgåva markerer slutten av eit fem år langt studie ved Norges miljø og biovitenskaplige universitet (NMBU). Åra har resultert i kompetanseheving innan fagområder ernæring, avl, plantevitenskap og økonomi så vel som sosial kompetanse, arbeidsmetodar og samarbeid med andre. Åra har òg bidratt til eit utvida nettverk og nyttige erfaringar.

Med oppvekst og godt nettverk i sauenæringa, har eg lange vert klar over at tidleg lammedød er ei utfordring for næringa. Då eg fekk presangtert tall som viste at om lag 1/3 av alle norske lam hadde under kritisk nivå av IgG ved tre dagars alder, fann eg raskt ut at dette var eit område med potensiale for forbedring. Dermed var det naturleg å rette tematikken for masteroppgåva inn mot denne problematikken. Då muligheita til å bli med på, og ta målingar gjennom forsøket «Effekt av fôrstyrke i seindrektighet på lammets livskraft og levedyktighet», var valet enkelt. Arbeidet med forsøket og behandling av data i etterkant har bidratt til god læring om forsøk og samanhengar i sauehaldet.

Eg vil takke alle som har bidratt med hjelp og rettleiing gjennom prosessen. I fyrste rekke er det hovudrettleiar Åshild T. Randby som har brukt meir tid og krefter enn det som er forventa på grundig gjennomlesing og gode tilbakemeldingar. Takk òg til biveileder Ingjerd Dønnem for god hjelp og rettleiing gjennom forsøke tog i databehandlinga i etterkant. Personalet ved SHF samt Erik G. Granquist fortener òg ei stor takk for god hjelp i gjennomføringa av forsøket. I tillegg vil eg takke Margun Karin og Bård Oliver Gjellestad, Torbjørn Friberg og Trygve Gjedrem for gjennomlesing og gode skrivetekniske og faglege tilbakemeldingar. Òg medstudent Lina Aas Ruud fortener ein takk for godt samarbeid gjennom forsøket og oppgåveskrivinga. Eg vil òg takke sauebøndene Jostein Røysland og Anders S. Rettedal for deling av besetningsdata som samanlikningsgrunnlag.

Institutt for hudsy- og akvakulturvitenskap, NMBU

Ås 12. mai 2017

Ole Arnfinn Røysland

Samandrag

I perioden 1996-2011 viste gjennomsnittleg lammetal for alle sauer i sauenkontrollen ein auke på 13%. Etter dette har auken flata ut. Norsk kvit sau (NKS) er den einaste rasen med genetisk auke for lammetal i perioden 1996-2011, og i 2016 var gjennomsnittleg lammetal 2,38 lam pr. vaksen søye. Auka kullstorleik gir auka sansyn for tidleg lammedød. I Noreg er dei viktigaste årsakene til tidleg lammedød energimangel og infeksjon forårsaka av miljøbakteriar. Nok råmjølk av god kvalitet er førebyggjande for begge desse dødsårsakene.

Denne oppgåva består av eit litteraturstudie av forhold som påverkar spedlamsdødelegheit, råmjølksmengde og –kvalitet samt resultat frå forsøket «Effekt av fôrstyrke i seindrektighet på lammets livskraft og levedyktighet» utført i 2016. I forsøket vart mellom anna effektar av maternalt fôrnivå i seindrektigheita på råmjølkskvalitet og lammetilvekst analysert.

Råmjølkskvalitet er oftast definert som konsentrasjon av immunglobulin G (IgG). Litteraturen viser at det er ei rekke forhold som påverkar råmjølka: næringstilgang, genetiske skilnadar innan og mellom rase, søya sin alder, søya sin helsetilstand, søya sin hormonelle status og tal foster. Desse effektane vil til dels vere overlappande. Eit større tal foster vil mellom anna føre til at det vert skilt ut ei større mengde placentale hormon som påverkar den maternale metabolismen og bidreg til betre jurutvikling samt auka overføring av IgG frå blodstraumen til råmjølka.

Underfôring av søyer i seindrektigheita resulterer i redusert råmjølksproduksjon. Difor viser ei rekke forsøk god effekt av tilleggsfôring av søyer i seindrektighet ved ekstensive produksjonssystem. Det er vist at auka energitilgang er meir effektivt enn auka proteintilgang. Ei rekke forsøk som ikkje balanserer energi og protein mot kvarandre ved auka fôrnivå finn at IgG-konsentrasjonen i råmjølka vert uttynna ved aukande råmjølksmengde. Dette vert ikkje like hyppig rapportert i forsøk der energi og protein vert balansert mot kvarandre i fôrrasjonen.

Det vart òg analysert data frå fôringsforsøk. Målet med forsøket var å undersøke om søya sitt fôrnivå i seindrektigheita påverkar råmjølkskvaliteten og lamma sin tilvekst hjå NKS. Dette var ein del av forsøket «Effekt av fôrstyrke i seindrektighet på lammets livskraft og levedyktighet» og vart utført med 27 søyer av rasen NKS fordelt på tre ulike fôrgrupper: 25% under norm (LÅG), normfôring (NORM) og 25% over norm (HØG). Råmjølkskvalitet vart målt ved hjelp av eit BRIX-refraktometer. BRIX-verdi viser god korrelasjon med råmjølka sitt

tørrstoffinnhald og konsentrasjon av IgG. Gruppe HØG viste numerisk høgare BRIX-verdi i søya sitt serum gjennom heile seindrektigheita (drektighetsdag (dd)114-dd142). For dd128 og dd135 var denne skilnaden signifikant. Men det vart ikkje påvist skilnad mellom gruppene i råmjølkskvalitet målt som BRIX-verdi eller lamma sin immunstatus målt som BRIX-verdi i serum ved to-tre dagars alder. Lamma sin tilvekst fyrste veke og fyrste månad (fram til beiteslepp ved 24-31 dagars alder) som mål på søya si mjølkemengde viste berre numerisk auke ved aukande fôrnivå. Tilveksten i desse periodane viste derimot signifikant samanheng med lamma sin BRIX-verdi i serum ved to-tre dagars alder.

Forsøket viste at søyer som opprettheldt holdet gjennom seindrektigheita hadde ei større evne til å mobilisera energi frå hold etter lamming målt mot søyer som viste holdreduksjon gjennom drektigheita. Søya sin holdmobilisering etter lamming såg ut til å vere den viktigaste enkeltfaktoren for kullet si samla tilvekst den fyrste veka, samt kullet si samla haustvekt. Dermed vart det vist god samanheng mellom det maternale fôrnivået i seindrektigheita og kullet si samla vekt ved haustveging.

Abstract

From 1996 to 2011, the average litter size increased 13% for all sheep in the Norwegian Sheep Recording System (NSRS). There has not been any increase after 2011. Norwegian White (NKS) is the only breed that showed genetic improvement for litter size in the period 1996-2011. NKS showed an average litter size of 2,38 lamb per adult ewe in 2016. Increased litter size is associated with increased neonatal death. Lack of energy and infections from environmental bacteria is the most usual reasons for neonatal death in Norway. Sufficient colostrum of good quality is preventive measures for both these reasons.

This thesis consists of two parts: one literature study on the factors affecting neonatal lamb death, colostrum quality and colostrum yield. The second part is an analysis of data from the study «Effect of ewe's late gestational energy intake on lamb vitality and viability» which was carried out in 2016. In the study, the effects of maternal feed level during late pregnancy on colostrum quality and lamb growth was analysed. Colostrum quality is usually defined as its IgG concentration.

The literature mentions factors such as genetics differences, both between and within breed, the ewe's age, the ewe's health, the hormonal status of the ewe and litter size as individual factors affecting the yield and quality of the colostrum. These effects are to some extent overlapping. Increased litter size will for instance increase the amount of placental hormones. This will affect the maternal metabolism, improve udder development and increase the transfer of IgG from the blood stream to the colostrum.

Undernutrition of ewes in late pregnancy reduces the colostrum yield. Therefore, a large many studies show good effect from supplementary feeding during late pregnancy in extensive production systems. Energy supplementation has shown greater effect than protein supplementation on colostrum yield. Many researchers find that a high colostrum yield deplete the IgG concentration if they only increase the amount of energy or protein in the ration.

In the second part, data from a feeding study was analysed. The objective of this part was to investigate the effects of ewe's late gestational feeding level on colostrum yield and quality in the NKS ewe, and the effect on the lamb growth rate. This was a part of the mentioned study carried out in 2016. Twenty-seven ewes from the breed NKS were divided into three groups and offered 75% (LOW), 100% (REQ) or 125% (HIGH) of the INRA (1989) energy

requirements. Protein were adjusted the same way as the energy in the diet. Colostrum quality was measured by a BRIX-refractometer. BRIX-value is known to shows high correlation with the dry matter content and the IgG concentration of the colostrum. Group HIGH showed higher BRIX-value in ewe's serum than groups REQ and LOW from gestational day (gd) 114 to gd142, and at day gd128 and gd135 this difference was significant. The groups showed, however, no differences in colostrum BRIX-values or in immune status measured as BRIX-values in serum from three days old lambs. Increasing feed level during late gestation only showed numeric increase on lamb growth rate the first week and the first month. The growth rate this period, however, showed significant correlation with the BRIX-value in lambs serum at an age of two - tree days.

Ewes that were fed to maintain body condition in late pregnancy showed a greater ability to mobilize energy from body reserves after lambing than ewes that lost body condition through late pregnancy. The mobilization of body reserves after lambing seemed to be the most important single factor for litter growth rate in the first week and the total litter weight in the autumn.

Innholdsfortegning

Forord	I
Samandrag	II
Abstract	IV
Innholdsfortegning	VII
Figurliste.....	IX
Tabelliste	X
1 Innleiing	1
2 Teori – Forhold som påverkar spedlamsdødelegheit, råmjølksmengde og –kvalitet	3
2.1 Forhold som påverkar spedlamsdødelegheit	3
2.1.1 Søya sin alder	3
2.1.2 Sjukdom hjå søya	4
2.1.3 Storleik på kullet	4
2.1.4 Infeksjonar.....	4
2.1.5 Varmetap	5
2.2 Samansetjing av råmjølk	6
2.3 Faktorar hjå søya som påverkar mengde og kvalitet av råmjølk.....	8
2.3.1 Genetikk	8
2.3.2 Drektigheitstid.....	9
2.3.3 Jurutvikling.....	10
2.4 Hormon.....	13
2.4.1 Østrogen	13
2.4.2 Progesteron.....	14
2.4.3 Placentalt laktogen	14
2.4.4 Prolaktin	15
2.4.5 Kortisol.....	16
2.5 Fôringa sin direkte verknad på råmjølkproduksjonen.....	17
2.5.1 Energi	17

2.5.2	Protein	19
2.5.3	Vitamin og mineral.....	20
2.6	Fosterutvikling og placentafunksjon	23
2.7	Lammet sin absorpsjon av antistoff.....	26
2.8	Fôrvurderingssystem	27
2.9	Metodar for evaluering av råmjølk.....	34
3	Material og metode	37
3.1	Registreringar på søyer.....	42
3.2	Registreringar på lam.....	42
3.3	Fôrprøvar og registrering av fôropptak	44
3.4	Statistikk	44
4	Resultat	47
4.1	Fôropptak.....	47
4.2	Parameter i blod og råmjølk	49
4.3	Holdendring og drektighetslengde.....	51
4.4	Vekt og tilvekst hjå lam.....	54
5	Diskusjon	61
5.1	Mjølkekemengde og BRIX-verdiar i råmjølk og serum hjå sau og lam.	61
5.2	Progesteron og jurutvikling	64
5.3	Søya si hold og vektendring	66
5.4	Tørrstoffopptak.....	68
5.5	Drektighetstid	70
5.6	Tilvekst lam	71
6	Konklusjon.....	73
7	Kjelder.....	75
	Vedlegg A – Registreringsskjema for registreringar ved lamming.....	i
	Vedlegg B – Deklarasjon FK slikkestein type kvit	iii

Figurliste

Figur 2.1 - FcRn-transport av IgG gjennom celle, samt resirkulering av IgG (Baumrucker & Bruckmaier 2014).....	12
Figur 2.2 - Kapasitet for diffusjon av Urea. Søyer injisert med GH viste ein signifikant auke i diffusjonskapasitet. *P<0,05 (Bauer et al. 1998)	26
Figur 2.3 – Ekstra netto energibehov gjennom seindrektigheit basert på eitt foster à 4 kg (Cannas 2004)	31
Figur 2.4 – Ekstra behov for omsettelig energi gjennom seindrektigheit basert på eitt foster à 4 kg (Cannas 2004)	31
Figur 2.5 -Ekstra proteinbehov (NP) som følgje av drektigheit basert på eitt lam à 4 kg (Cannas 2004).	33
Figur 2.6 - Ekstra proteinbehov (MP) som følgje av drektigheit basert på eitt lam à 4 kg (Cannas 2004)	33
Figur 2.7 - Samanheng mellom IgG konsentrasjon målt ved enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) og BRIX-verdiar. Det er større spredning i IgG konsentrasjon ved høge enn ved låge BRIX-verdiar.(Løkke et al. 2016).....	35
Figur 3.1 - Sauene stod i enkle binger og vart individuelt fôra frå fostertelling til beiteslipp. Foto: Ole Arnfinn Røysland	38
Figur 3.2 - Sauene hadde fri tilgang til vatn og saltslikkestein i individuelle bingar gjennom heile forsøket. Foto: Ole Arnfinn Røysland	43
Figur 4.1 - TS-opptak gjennom sindrektigheita og tidleg laktasjon. dv=drektighetsveke, lv=laktasjonsveke. dv14 tilsvarer dd91-dd97.....	49
Figur 4.2 - BRIX-verdi i serum hjå sau gjennom drektigheita. HØG har ein signifikant høgare BRIX-verdi enn dei øvrige ved dd 128 og dd135. Ellers ingen signifikant forskjell.	50
Figur 4.3 - Progesteronnivå gjennom drektigheita. Det er signifikant skilnad mellom LÅG og HØG ved dd114 og mellom NORM og HØG ved ld3. dd=drektighetsdag, ld=laktasjonsdag 51	
Figur 4.4- Korrelasjon mellom søya si nedgang i holdpoeng frå fødsel til beiteslepp (24-31 dagar) og kullet si samla daglege tilvekst frå fødsel til ei veke alder. Reduksjon i holdpoeng er vist som positive verdiar. Berre kull med tre lam der ingen var systematisk flaskefôra fyrste veka er nytta her (20 kull).	54
Figur 4.5- Korrelasjon mellom søya si nedgang i holdpoeng frå fødsel til beiteslepp (24-31 dagar) og kullet si samla haustvekt. Reduksjon av holdpoeng er vist som positive verdiar. Berre kull med haustvekt av tre lam er nytta (15 kull).	54
Figur 4.6 - Samanheng mellom energiopptak i seindrektigheita (dd97-ld1) og burd haust samt samla kullvekt på hausten. Samla kullvekt er berre gitt for kull som har tre lam ved haustveging. Samanhengen mellom energiinntak og kullvekt er signifikant (p=0,004). Energiinntak i seindrektigheit og burd haust viser tendens til samanheng (p=0,08). dd=drektighetsdag, ld=laktasjonsdag, Metabolsk vekt=vekt ^{0,75} Blå prikkar= burd haust. Oransje prikkar= Kullvekt haust.....	56

Tabelliste

Tabell 2.1 - Typisk innhald av immunoglobulin, fett, protein og laktose i råmjølk og vanleg mjølk hjå sau. Eksakte verdiar vil variere mellom rasar og mellom individ. (Lerias et al. 2014)	6
Tabell 2.2 - Ekstra energi- og proteinbehov til drektigheit for ei søye som produserer eitt lam à 4 kg (Cannas 2004). Behov til vedlikehald er ikkje inkludert.....	30
Tabell 2.3 – MP-behov til vedlikehald og mjølkeproduksjon (g/dag) ved ulike fôrnivå for ei søye på 70 kg (Cannas 2004).	32
Tabell 3.1 - Innhald i vitamin- og mineraltilskudd	39
Tabell 3.2 - Kjemisk innhald i fôrmiddel	40
Tabell 3.3 - Planlagt energiinntak gjennom forsøket	41
Tabell 3.4 - Planlagt fôrtildeling gjennom seindrektigheit. I tillegg fikk LÅG og NORM tilbutt halm tilsett urea ad libitum.....	41
Tabell 3.5 - Statistiske modellar som vart nytta.....	45
Tabell 4.1 – Daglig fôropptak fordelt på grupper og tid i drektigheit. Opptaket er gitt \pm std.av	48
Tabell 4.2 – Effekt av fôrnivå i seindrektigheit på søyerelaterte parameter. Verdiane er gitt \pm SE	53
Tabell 4.3 - Korrelasjonar mellom søya sitt TS-opptak og holdnedgang og kullet si tilvekst i ulike periodar.....	55
Tabell 4.4 - Effekt av søya sitt fôrnivå i seindrektigheit på lammet sine prastasjonar. Verdiane er gitt \pm SE.....	57
Tabell 4.5 - Korrelasjonar mellom søyerelaterte registreringar.	58
Tabell 4.6 - Korrelasjonar mellom lammerelaterte registreringar.....	59

1 Innleiing

I perioden 1996-2011 auka gjennomsnittleg lametal for alle sauer i sauekontrollen frå 1,86 til 2,1 (Animalia 2017). Det svarer til ein auke på 13%. Denne auken har stagnert den siste tida, og lammetalet har vert stabilt dei siste fem åra. Den mest talrike rasen i sauekontrollen er norsk kvit sau (NKS), som i 2016 utgjorde 71,5% av sauene i kontrollen. Det har lenge blitt drevet målretta avl for å auke lammetalet på rasen (Våbenø 2012) noko som har resultert i at NKS er den mest fruktbare rasen i sauekontrollen. Tall frå Norsk sau og geit (NSG) viser at det berre er rasen NKS som har vist ei avlsmessig framgang for fruktbarhet i perioden 1996-2011 (Norsk sau og geit 2016). I 2016 viste NKS eit gjennomsnittleg lammetal på 2,38 lam pr. vaksen søye (Animalia 2017).

Det er vist at storleik på kullet er av dei viktigaste faktorane som påverkar neonatal dødeligheit (Vatn et al. 2007; Holmøy et al. 2012). I 2016 vart det registrert at 4,6% av alle fødte lam var daudfødde og 3,5% vart registrert som «tapt inne» (Animalia 2017). Desse tala må sjåast på under eitt då mange lam som daudar før merking vert registrert som daudfødte. I tillegg rapporterer enkeltbesetningar om tap på 10-14% av alle levandefødde lam (Hansen 2015). Det er estimert at det samla norske tapet av spedlam i 2005 representerte eit økonomisk tap på 510 millionar kroner (Østerås et al. 2007).

Lam er født utan immunforsvar (Hernandez-Castellano et al. 2015) og med svært låge energireserver (Holmøy et al. 2012). Dei er dermed avhengige av å få tilført både energi og antistoff gjennom råmjølka for å overleve. Det er vist at energimangel/svult, nedkjøling og infeksjon av vanlege miljøbakteriar er dei vanlegaste årsakene til neonatal lammedaud i Noreg (Vatn 2002; Holmøy et al. 2012; Hansen 2015). Fellesnemnaren for desse dødsårsakane er lite eller for dårleg råmjølk. IgG nivå i serum ved to-tre dagars alder er ofte nytta som indikator på om speddyr har fått tilstrekkeleg med råmjølk (Taralrud 2017). I Noreg er det vist at kring 30% av alle spedlam har under kritisk nivå av IgG i serum (Vatn et al. 2007).

Denne oppgåva er todelt. Del ein er eit litteraturstudie kring råmjølk hjå sau og faktorar som påverkar råmjølksmengde og -kvalitet hjå sau. Del to er eit fôringsforsøk utført på NKS søyer med tre foster i seindrektigheit. Målet var å undersøke om søya sitt fôrnivå i seindrektigheita påverkar råmjølkskvaliteten og lamma sin tilvekst hjå NKS. I samband med del to av oppgåva fekk forfattaren delta i forsøket «Effekt av fôrstyrke i seindrektighet på lammets livskraft og

Innleiing

levedyktighet», og fekk dermed nytte resultat frå forsøket i oppgåva. Forsøket var del av prosjektet «Fôring for livskraftige lam» som er eit samarbeid mellom Norges miljø- og biovitenskaplege universitet (NMBU), Sveriges Landbruksuniversitet (SLU) og Københavns universitet (KU). I del to av oppgåva vart det undersøkt om fôrnivået i seindrektigheita påverkar råmjølksmengde- og kvalitet samt lamma sin immuntilstand tre dagar etter fødsel. Det vart òg undersøkt om dette hadde innverknad på tilvekst hos lammet fram til haustveging.

Følgande hypotesar vart undersøkt:

- Sjøya sitt fôrnivå i seindrektigheita vil ha påverknad på drektigheitstida.
- Aukande maternalt fôrnivå i siste del av drektigheita vil gi lågare dødelighet av lam.
- Det er ein samanheng mellom fôrnivå i seindrektigheita og holdtap hjå søyene etter lamming.
- Maternalt fôrnivå i seindrektigheit er positivt korrelert med IgG i blod hjå lam.
- Lengda på drektigheita vil ha påverknad på IgG i blod hjå lam.
- Aukande maternalt fôrnivå i seindrektigheita vil gi aukande lammetilvekst utover våren.

2 Teori – Forhold som påverkar spedlamsdødelegheit, råmjølksmengde og –kvalitet

2.1 Forhold som påverkar spedlamsdødelegheit

I verdssamanheng reknar ein med at om lag 15 % av alle fødde lam dør før dei er tre veker gamle (Dwyer et al. 2016a). Av desse dør halvparten på lammingsdato. Ein finn at nedkjøling og energimangel er av dei viktigaste årsakene til dødelegheita på spedlam og at tilstrekkeleg stor fødselsvekt, kroppsreservar og tilgang på råmjølk er avgjerande faktorar for overleving.

Driftsforma i Noreg differensierer seg noko frå store saueland som Skottland, Australia og New Zealand. I Noreg er sauehaldet prega av relativt små flokkar som vert fôra innandørs i fem til sju månadar av året. Dermed vil òg dødsårsakane differensierast noko frå desse landa. Til dømes vil norske lam i mindre grad verte utsett for vind og nedbør rett etter fødsel, og nedkjøling vil dermed vere eit mindre problem. Mindre flokkar fører òg til tettare oppfølging av søyene kring lamming (Holmøy et al. 2012). Oppstalling i fjøs vil i mange tilfelle bety høg dyretettleik, noko som i sin tur aukar smittepresset (Dwyer et al. 2016a). Men òg i Noreg er energimangel som følgje av låge kroppsreservar i tillegg til avgrensa tilgang på råmjølk viktige årsaker til tidleg lammedød (Holmøy et al. 2012).

Alder på søya, sjukdom hjå søya, storleik på kullet, fødselsvanskar og genetik er faktorar som påverkar spedlamsdødelegheita i Noreg (Vatn et al. 2007; Holmøy et al. 2014). I tillegg vil managementet på garden spele ei viktig rolle (Holmøy et al. 2012). Desse faktorane kan kategoriserast i tre kategoriar: Søya sine maternale eigenskapar i form av evna hennar til å ta vare på lamma, mengde og kvalitet av råmjølk og lammet si livskraft. Ein del av desse effektane vil vere gjeldande i fleire kategoriar. Til dømes vil sjukdom hjå søya kunne redusere søya sine maternale eigenskapar samstundes som det òg kan redusere mengda og kvaliteten på råmjølka. Rase vil kunne påverke alle tre kategoriane.

2.1.1 Søya sin alder

Både Vatn et al. (2007) og Holmøy et al. (2014) viser at søyer eldre enn fire år og årsgamle søyer har større sannsyn for å miste eitt eller fleire spedlam målt mot tre år gamle søyer. Dette samsvarer med råmjølkstudiar som viser at unge søyer produserer mindre råmjølk enn eldre

Teori

dyr (Lerias et al. 2014). Det er òg vist at uerfarne søyer har dårlegare evne til å ta vare på spedlam (Dwyer et al. 2016a). Tal frå rasen blackface i Skottland viser auka sannsyn for eitt eller fleire daude spedlam hjå eldre søyer, men her aukar ikkje sannsynet før søyealderen er over fem år (Dwyer et al. 2016b). Eldre søyer har gjerne dårlege tenner. Det både på grunn av at tennene er nedslitne og at enkelte tenner kan ha falle ut. Dette vil i tilfelle påverke fôropptaket negativt. Under norske forhold er dette sjeldan problematisk for søyer yngre enn seks år (Vatn et al. 2008). Kvifor fem og seks år gamle søyer viser auka sannsyn for spedlamsdødelegheit er uklart.

2.1.2 Sjukdom hjå søya

Effekten av sjukdom hjå søya vil variere, men vil i hovudsak påverke eitt eller fleire av følgande faktorar negativt: søya sine maternale eigenskapar, råmjølkskvaliteten og grad av fødselsvanskar. Dei viktigaste sjukdomane er bukbrokk (vom i skinn), mastitt, skjedeframfall, mjølkefeber og børbetennelse (Holmøy et al. 2014). Av desse viser bukbrokk og mastitt størst auke i dødelegheit hjå lam. Mastitt vil redusere kvaliteten på råmjølka vesentleg. Dermed vil ikkje lamma få i seg verken den energien dei har behov for eller nok antistoff til å stå mot smittepresset i omgivnadane. Bukbrokk er assosiert med lange og vanskelege fødselar, eller keisarsnitt, som i seg sjølv aukar risikoen for spedlamsdød. I tillegg vil det hemme søya sin rørsleevne og allmenntilstand. Det resulterer truleg i redusert fôropptak og dermed redusert råmjølkyting (sjå kap 2.5). Ei gjennomgang av data frå 2010 viser at andelen søyer som mista eitt eller fleire spedlam ved mastitt eller bukbrokk var høvesvis 10,4% og 20,4% (Holmøy et al. 2014).

2.1.3 Storleik på kullet

Større kull fører til lågare fødselsvektar på lamma. Dette fører til større overflate i forhold til volum og dermed eit større relativt varmetap. Då lågare fødselsvekt òg vil føre til mindre kroppsreservar vil desse lamma dermed vere meir utsett for nedkjøling (sjå kap 2.1.5). Sjølv om storleiken på kullet vil påverke råmjølksmengda positivt (sjå kap 2.3), vil det likevel vere mindre tilgjengeleg råmjølk pr. lam i store kull målt mot små kull (Lerias et al. 2014).

2.1.4 Infeksjonar

Forutan nedkjøling og svolt er infeksjonar blant dei viktigaste dødsårsakene hjå norske spedlam (Hektoen 2013). Studiar frå Vesterålen i Nord-Noreg viser at dei fleste infeksjonane er forårsaka av vanlege miljøbakteriar som *Streptococcus dysgalactiae*, *Staph. Aureus*, *A.*

pyogenes og *E.coli* (Vatn 2002; Hansen 2015). I og med at lam vert fødd utan immunforsvar, er dei avhengige av å få overført antistoff frå råmjølka (Hernandez-Castellano et al. 2014). Antistoffa vert så absorbert i tynntarmen før dei entrar blodomløpet til lammet (sjå kap 2.7). Innhaldet av antistoff i serum hjå lam vil dermed vere avhengig av tilgang på råmjølk av tilfredsstillande kvalitet, og er direkte assosiert med lammet si evne til å overleve (Dwyer et al. 2016a). Forutan råmjølkskvalitet kan managementfaktorar som reinhald, dyretettleik og luftfuktigheit spele inn på smittepresset av desse bakteriane.

2.1.5 Varmetap

Umiddelbart etter fødsel må lammet oppretthalde sin eigen kroppstemperatur. Termoreguleringsmekanismen vert utvikla dei siste dagane før fødsel og vert aktivert av både påverknaden av den reduserte temperaturen etter fødsel og av sjølve fødselen (Dwyer et al. 2016b). I byrjinga vil kortisol sørge for metabolisme av brunt fett og glykogen frå levera. Glykogen i musklar vil verte nytta direkte som energi i musklane. Etter kvart vil andre hormon, produsert i skjoldbukskjertelen overta termoreguleringa (Dwyer et al. 2016a). Normalt vil forbrenninga av brunt fett vere stigande dei to fyrste timane etter fødsel (Dwyer et al. 2016b). Hjå spedlam er normal temperatur mellom 39 og 40,5 °C målt i endetarm (Hektoen 2013).

Før inntak av råmjølk har spedlam to mekanismar for å oppretthalde kroppstemperatur: Forbrenning av brunt fett og varmereproduksjon ved skjelving (Dwyer et al. 2016a). Ved skjelving vil muskulaturen forbrenne glykogenlagera som er til stades i musklane. Ved brå nedkjøling vil lammet kunne dø av lågt blodsukker før feittreservane er brukt opp (Dwyer et al. 2016b). Overflata er avgjerande for varmetapet, og små lam vil ha større overflate mot volum enn store lam. Store lam vil òg ha eit større lager av energireservar i form av glykogenlager og brunt fett enn små lam og vil dermed vere betre verna mot nedkjøling. Miljøfaktorar som fuktigheit (til dømes nedbør, fuktig underlag eller rennande drikkekar) og trekk vil òg auke varmetapet.

Då råmjølk er lammet si einaste eksterne kjelde til energi og immunforsvar den fyrste tida, vil eit driftsopplegg for maksimal råmjølmengde og -kvalitet vere viktig (Dwyer et al. 2016a). Holmøy et al. (2012) fann mellom anna at sauebønder som aktivt fôra etter hold på søyene hadde 23% lågare sannsyn for å miste spedlam målt mot bønder som ikkje praktiserte dette.

Same studie viste òg at rutinar for å kontrollere at lammet fekk i seg råmjølk reduserte spedlamdødelegheita.

2.2 Samansetjing av råmjølk

Råmjølk (kolostrum) er den fyrste mjølka som vert produsert etter fødsel (Castro et al. 2011). Den fungerer som ein konsentrert nistepakke til det nyfødde lammet med høgt innhald av energi samt vitamin, enzym og vekstpromotorar (Yilmaz & Kasikci 2013). Forutan det auka innhaldet av feitt, protein og vitamin skil råmjølka seg òg frå vanleg mjølk i farge, viskositet og pH (McGrath et al. 2016). Tørrstoffnivået i råmjølk varierer mykje, både mellom individ og mellom rase. Likevel viser råmjølk i alle tilfelle mykje høgare tørrstoffnivå enn vanleg mjølk. Til dømes skriv Yilmaz og Kasikci (2013) at gjennomsnittleg tørrstoffnivå i råmjølk hjå sau er kring 22% noko som er nær det dobbelte av vanleg sauemjølk som har ein TS kring 12%. Tabellverdiar viser eit energiinnhald i råmjølk på 6-7 kJ/ml . Energien frå råmjølka er avgjerande for lammet si evne til å oppretthalde kroppstemperaturen. Behovet for råmjølk vil dermed òg vere avhengig av omgivnadane. Dwyer et al. (2016a) reknar eit behov dei fyrste 18 timane på 50 $\text{ml råmjølk/kg kroppsvekt}$ ved ein lufttemperatur på 18-26 °C for å oppretthalde kroppstemperaturen, medan behovet aukar til 280 $\text{ml råmjølk/kg kroppsvekt}$ ved lufttemperaturar på 0-10 °C.

Den viktigaste skilnaden mellom råmjølk og vanleg mjølk er likevel innhaldet av immunglobulin (Castro et al. 2011). Ein finn både IgG, IgA og IgM i råmjølka (). Av desse er IgG den kvantitativt viktigaste. Immunglobulina vert absorbert som heile protein (sjå kap 2.7), og utgjer det spesifikke immunforsvaret til lammet den fyrste tida (Sjaastad et al. 2010). Tilførsel av immunglobulin via råmjølk er essensielt då lam ikkje får overført antistoff via morkaka (Hernandez-Castellano et al. 2014) og heller ikkje produserer eigne immunglobulin før dei er fire veker gamle (Lerias et al. 2014).

Forutan immunglobulin er det funne kring 60 andre protein i råmjølk hjå sau (Hernandez-Castellano et al. 2015). Dei færraste av desse vert absorbert frå tarmen, men vil ha andre effektar lokalt i tarmen. Til dømes antibakteriell effekt, aktivering av immunceller eller som proteasehemmarar (sjå kap2.7). Hjå andre artar, til dømes menneske, er det funne oligosakkarid i råmjølka som bidreg til utvikling av eit aktivt immunsystem hjå den nyfødde

(Castro et al. 2011). Hjø sau er det òg vist at råmjølka bidreg til å knyte sosiale band mellom lam og søye (Dwyer et al. 2016a).

Tabell 2.1 - Typisk innhald av immunoglobulin, feitt, protein og laktose i råmjølk og vanleg mjølk hjå sau. Eksakte verdiar vil variere mellom rasar og mellom individ. (Lerias et al. 2014)

	IgG mg/ml	IgA mg/ml	IgM mg/ml	Feitt %	Protein %	Laktose %
Råmjølk	96,0	3,5	1,3	14,04	21,24	3,26
Mjølk	1,0	0,2	0,2	6,82	5,59	4,88

Då innhaldet av IgG både utgjer den største skilnaden mellom råmjølk og vanleg mjølk samt er den kvantitativt viktigaste enkeltkomponenten til lammet sitt immunforsvar, vert konsentrasjonen av IgG i råmjølk ofte nytta som kvalitetsmål på råmjølka (Yilmaz & Kasicki 2013). Kvaliteten på råmjølka vert påverka av mange ulike faktorar. Mellom desse finn ein føring, alder på søya, genetik, kullstorleik, helsestatus og drektigheitstid (Castro et al. 2011). Desse faktorane vil påverke både kvaliteten på råmjølka og mengde råmjølk produsert. Fleire studiar viser at aukande råmjølksmengde har ein uttynnande effekt på IgG-konsentrasjonen i råmjølka. (Annett et al. 2005; Wallace et al. 2006; Swanson et al. 2008). Likevel viser forsøka at søyer som produserer mykje råmjølk òg produserer mest totalt IgG målt mot søyer som produserer lite råmjølk med høg konsentrasjon av IgG. Dette vert òg stadfesta ved korrelasjonar mellom IgG i serum hjå sau, IgG i råmjølk og IgG i serum hjå lam ved 24 timar alder. Her viste konsentrasjon mellom IgG i søya sitt serum og IgG i serum hjå lam ved 24 timar alder den beste samanhengen (Vatankhah 2013).

IgG i råmjølk stammar frå søya sitt serum. Dette vert transportert aktivt frå blodstraumen og over i juret (sjå kap 2.3.3). Denne transporten starter om lag 15 dagar før lammingsdato, og varer til ein til to dagar før lammingsdato då prolaktin påverkar juret til å produsere mjølk. Prolaktinet vil då hemme den aktive transporten av IgG frå blod til jur (sjå kap 2.4). Etter fødsel vil innhaldet av IgG i råmjølk synke raskt og vere tilnærma null mellom 24 og 48 timar etter fødsel. (Castro et al. 2011; Dwyer et al. 2016a). Då råmjølka vert produsert før fødsel, vil managementet i siste del av drektigheita i stor grad kunne påverke mengde og kvalitet av råmjølka (Castro et al. 2011).

2.3 Faktorar hjå søya som påverkar mengde og kvalitet av råmjølk

Ei rekke faktorar ved søya vil påverke mengda av- og kvaliteten på råmjølka. Utanom ernæringsmessige faktorar (sjå kap. 2.5) vil faktorar som genetikk, helsestatus, laktasjonsnummer, alder på søya, kullstorleik og drektigheitstid ha innverknad på både kvalitet på- og kvantiteten av råmjølka. (Lerias et al. 2014). Desse faktorane vil ha direkte samanheng med juret sin funksjon og utvikling, men òg påverke den hormonelle styringa av råmjølkproduksjonen. Til dømes vil dyr med fleire foster ha fleire alveolar og dermed produsere meir mjølk (sjå kap 2.3.3). Dei vil òg produsere meir totalt IgG målt mot dyr med færre foster (Lerias et al. 2014). Likevel vil genetikk vere den viktigaste enkeltfaktoren som påverkar mjølkemengde og –kvalitet (Castro et al. 2011).

2.3.1 Genetikk

Tilbake i 1978 viste Halliday skilnad mellom ti ulike rasar i IgG-konsentrasjon i serum hjå to dagar gamle lam. Her viste finsk landrase over dobbel konsentrasjon av IgG i serum hjå lam målt mot oxford down. Likevel viste forsøket stor variasjon òg innan rase. Gilbert et al. (1988) finn at far til lammet har signifikant effekt på IgG-konsentrasjonen i serum hjå lam ved 36 timars alder. Han finn òg at far til søya har effekt på IgG-konsentrasjon i råmjølk. Denne effekten er signifikant både mellom og innan rase. Dermed deler Gilbert et al. (1988) immunitet hjå lam inn i to ulike eigenskapar. Ein maternal eigenskap som gir utslag i IgG-konsentrasjon i råmjølk og ein direkte eigenskap som gir utslag i lammet si evne til å absorbere IgG i tyntarmen (Gilbert et al. 1988). Dette samsvarer med funna til Halliday (1978) som viser at lam frå rasen sjeviot har høgare innhald av IgG i blod enn andre rasar ved kontrollert flaskefôring av råmjølk til nyfødde lam (Halliday 1978). Lammet si evne til å auke konsentrasjonen av IgG i serum er imidlertid avhengig av fleire faktorar hjå lammet. Mellom anna viste lam av finsk landrase eit auka innhald av IgG i serum uavhengig av morrase ved embryooverføring. Dette viste seg å ikkje ha samanheng med absorpsjonseffektivitet i tarm, men livskraft ved fødsel, og dermed ei meir aktiv spenesøking og suging målt mot andre rasar (Halliday 1978). Gilbert et al. (1988) berekna ein arvegrad på $h^2=0,18$ for lammet sitt seruminnhald av IgG ved 36 timar alder og $h^2=0,19$ for IgG-konsentrasjon i råmjølk.

Genetiske skilnader i råmjølkskvalitet er òg underbygga av seinare forsøk (Hart et al. 2009). Dei fann mellom anna skilnad i råmjølkskvalitet mellom to ulike forsøksavlslinjer av merinosau. Her var temperament inkludert som eigenskap i avlen for forsøkslinja, medan

kontrollinja ikkje tok omsyn til dette. Dei fann at linja som var avla for rolege dyr hadde eit signifikant høgare nivå av IgG i råmjølk enn kontrollen.

I mange tilfelle vil skilnaden mellom enkeltindivid vere for stor til at ein finn skilnad mellom rasar (Pattinson & Thomas 2004). Andre eigenskapar som mjølkemengde vil òg påverke råmjølkskonsentrasjonen. Pattinson og Thomas (2004) fann at kryssing av rasane lleyn x charollais (kjøttrase) gav høgare konsentrasjon av IgG i råmjølk enn lleyn x friesland (mjølkerase). På den andre sida gav kryssinga lleyn x friesland ei høgare mjølkeyting. I sum var det dermed ikkje noko signifikant skilnad i totalt IgG utskilt mellom dei to kryssingane.

Fc receptor neonate (FcRn) er reseptorar som er naudsynte for å frakte IgG gjennom celledag (transcellulær transport) (Figur 2.1). Dette er naudsynt for å frakte IgG både frå blod til råmjølk og frå tarm og over i blodstraumen hjå lammet (Mayer et al. 2002; Mayer et al. 2005). Hjå kalv er det funne samanheng mellom ulike haplotypar av FcRn-genet og IgG-konsentrasjon i serum (Cervenak & Kacskovics 2009). Fleire spekulerer i om det er samanheng mellom uttrykket av FcRn-gen og råmjølkskvalitet samt absorpsjonskapasitet hjå lam (Brujeni et al. 2010; Tabatabaei et al. 2013). I eit kinesisk forsøk vart det funne genetiske skilnader mellom fire ulike rasar (suffolk, kinesisk merino, romney hill og beltex) i genkodinga for FcRn-genet, men her vart det ikkje funne skilnader i råmjølkskvalitet mellom dei ulike genuttrykka (Tian et al. 2015).

2.3.2 Drektigheitstid

Drektigheitstida er tida mellom befrukting og fødsel. For sau er denne kring 147 dagar. Fleire faktorar vil påverke drektigheitstida. Mellom desse er rase, alder på søya og kullstorleik. Dette vil likevel sjeldan påverke drektigheitstida meir enn 2-3 dagar (Forbes 1967). For NKS vil gjennomsnittleg drektigheitstid vere 148 dagar, men både unge dyr og fleire lam vil redusere denne med nokre dagar (Vatn et al. 2008). Redusert drektigheitstid vert assosiert med lettare lam, og mindre IgG i råmjølk (Lerias et al. 2014).

Forbes (1967) rapporterer at 40 % av variasjonen i drektigheitstid er genetisk bestemt. Det er kjent at tunge rasar som suffolk og NKS har ei lenger drektigheitstid enn lette rasar som svartfjes og spælsau (Aunsmo & Hansen 1998; Dwyer 2003). I tillegg vil søya sin alder spele inn på drektigheitstida (Öztürk et al. 2016). Dei finn lengst drektigheitstid for unge (2 år) og

Teori

gamle (7 år) søyer, medan ein mellom desse ytterpunkta finn ein til to dagar kortare drektigheitstid. Andre finn at drektigheitstida aukar i takt med alderen på søya (Forbes 1967).

Det er vist at aukande kullstorleik reduserer drektigheitstida (Dwyer 2003; Yilmaz & Bayram 2006). I tillegg er det vist at sterk overføring frå og med midtdrektigheit kan redusere drektigheitstida hjå sau (Swanson et al. 2008). For å trigge fødselen, vil lamma produsere kortisol som diffunderer over i placenta (sjå kap 2.4). Dette kan mellom anna verte triggja av stress hjå lammet som følgje av stor metabolsk aktivitet og dermed redusert næringstilgang i forhold til behov (Sjaastad et al. 2010). Då ein veit at overføring i midtdrektigheit fører til underutvikling av placenta (McDonald 2011) (sjå kap 2.6), vil redusert drektigheitstid som følgje av overføring truleg vere eit resultat av liten næringstilgang for fosteret. Forbes (1967) hevder at underføring av søyer òg kan vise ei forkorta drektiheitstid av same årsak. Dette samsvarer ikkje med resultatata til (Dwyer et al. 2003) som finn at søyer som er fôra 35 % under norm frå veke fire av drektigheita tenderer til å ha ein dag lenger drektigheitstid målt mot normfôra søyer. Dermed vil Forbes (1967) sin teori truleg berre stemme med kraftig underfôra søyer, eller søyer som berre vert underfôra i seindrektigheita. Ved auka lammetal vil det òg vere behov for meir næringsstoff til fosteret som kan utløyse tidlegare fødsel, men det er vist at mangel på fysisk rom (plassmangel) òg kan trigge kortisolproduksjon hjå fosteret (Sjaastad et al. 2010).

Om ein ser bort frå fôrnivå, er det gjort lite studiar på miljømessige faktorar som påverkar drektigheitstida hjå sau. Hjå kvinner er stress i graviditeten assosiert med kortare graviditet (Graignic-Philippe et al. 2014). Den same effekten finn ein hjå kyr som er utsett for varmessstress i seindrektigheita (Tao & Dahl 2013; Laporta et al. 2017).

2.3.3 Jurutvikling

Juret går gjennom fem ulike fasar i løpet av ein laktasjon: Mammogenese (utvikling av jurvev), kolostrogenese (begynnande sekresjon av spesifikke innhaldsstoff til råmjølk), lactogenese (sekresjon av mjølk), galactopoiese (avsluttande del av laktasjonen) og involusjon (tilbakedanning av jurvev) (Castro et al. 2011). Desse fasane skildrar jurutviklinga og tilbakedanning gjennom ein laktasjon. Grunnlaget for jurutviklinga vert derimot allereie lagt på fosterstadiet. Hjå sau er det funne velutvikla knoppar av mjølkekjertlar allereie i to cm lange embryo (drektigheitsdag 30) (Caja et al. 2000). På fosterstadiet vil òg heile det eksentoriske kanalsystemet verte utvikla (Sjaastad et al. 2010). Dette inneber mellom anna

lagringsssystemene (*Sinus lactiferus*) og spenane (*papilla mammae*) (Caja et al. 2000). Frå fødsel til puberteten vil juret vise ein isometrisk vekst. Men gjennom puberteten vil juret vekse allometrisk etter påverknad av progesteron og østrogen (Sjaastad et al. 2010). Gjennom puberteten vil det sekretoriske systemet byrje å forme seg, samt at det ekskretoriske systemet vil utvikle seg vidare. Mjølkekanalane vil verte forstørra og alveoleterminalane vil forgreine seg.

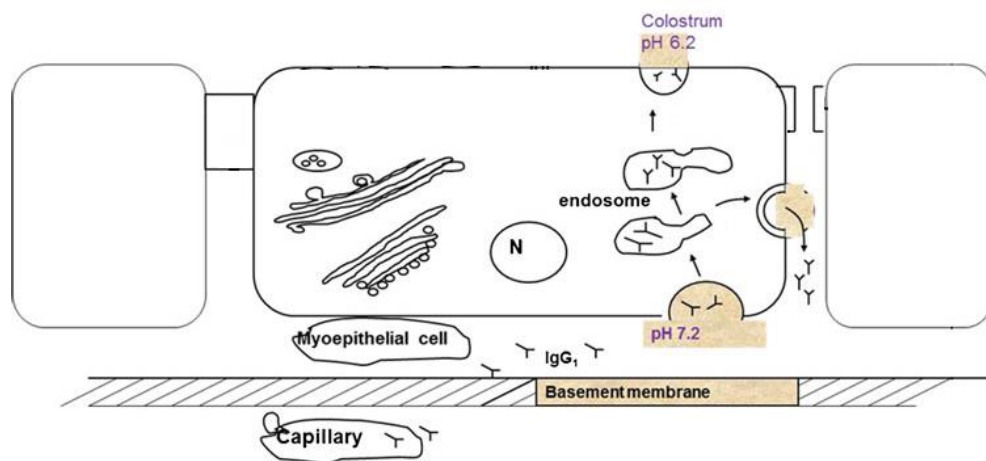
I puberteten vil òg det somatiske vevet vekse. Dersom denne veksten vert for sterk målt mot veksten av det funksjonelle vevet, kan dette hemme mjølkeproduksjonen (Caja et al. 2000). Dette vert omtala som den kritiske perioden. Den kritiske perioden hjå sau finn ein mellom to og fire mnd. alder. Dermed er han tidlegare i livsløpet hjå sau enn hjå storfè. Høg tilvekst vil framskande både start og avslutting av utviklinga av det funksjonelle vevet. Dermed vil utviklinga av funksjonelt vev skje over kortare tid samt at vekst av somatisk vev vil gå for seg over lenger tid. Det er vist at redusert tilvekst i den kritiske perioden aukar utviklinga av det funksjonelle vevet og gir høgare mjølkemengde (Caja et al. 2000). Likevel; låg tilvekst før den kritiske perioden vil òg påverke mammogenesen negativt.

Etter puberteten skjer det lite jurutvikling før mammogenesen. Mammogenesen er definert som den fyrste jurutviklingsfasen i ein laktasjon. Her skjer hovudutviklinga av sjølve jurstrukturen. Dette startar mellom dag 95 og 100 av drektigheita (Caja et al. 2000), men enkelte melder at det kan starte så tidleg som dag 80 (Delouis et al. 1980). Mammogenesen vert mellom anna trigga av hormonet ovine chorionic somatomammotrophin (oCS) som vert skilt ut av placenta. Dette kan detekterast så tidleg som dag 60 i drektigheita (Caja et al. 2000). I mammogenesen vert det somatiske vevet, som i hovudsak består av feittvev og bindevev, omdanna til funksjonelt vev beståande av tubulær alveolestruktur. Sjølv om forminga av denne strukturen startar før dag 100 av drektigheita, vil ikkje celledeling skyte fart før kring dag 120 (Delouis et al. 1980). I denne perioden vil òg ein stor del av fosterveksten finne stad. Dermed vil det vere konkurranse mellom jur og foster om næringsstoff til vekst (Swanson et al. 2008).

Kolostrogenesen er definert som perioden før fødsel der IgG vert filtrert frå søya sitt serum og over i mjølkekjertlane (Castro et al. 2011). Hjå sau startar denne perioden om lag to veker før fødsel og varer til juret byrjar å skilje ut mjølk like før fødsel. Transporten av IgG frå serum til mjølkekjertlane er aktiv. Dette ser ein mellom anna av at konsentrasjonen av IgG i råmjølk er nærare tre gonger konsentrasjonen i serum (Castro et al. 2011). I serum finn ein to typar

Teori

IgG; IgG₁ og IgG₂. Disse opptrer i om lag lik mengde i serum. I råmjølk er det derimot utelukkende IgG₁. Den aktive transporten av IgG₁ frå serum til mjølkekjertlar er ikkje fullstendig kartlagt. Likevel er det vist at dette er ein langsam prosess, men at effektiviteten aukar utover i kolostrøgenesen (Baumrucker & Bruckmaier 2014). Reseptoren FcRn er truleg essensiell i denne transporten, då desse transporterer heile IgG₁-protein gjennom cellelag (transcellulær transport) (Cervenak & Kacs Kovics 2009). FcRn bind seg til IgG₁ og danner ein membran rundt IgG₁-molekylet (Figur 2.1). Denne membranen vernar IgG₁ frå katabolisme inne i cella. Det er vist at FcRn både fører IgG₁ gjennom cella og resirkulerer den tilbake til blodstraumen. Resirkulering av IgG sørger for forlenga halveringstid av IgG. Om IgG vert transportert gjennom cella eller resirkulert er styrt av Rab11a og Rab11b. Dette er små intracellulære protein tilhøyrande Rab GTPasefamilien som mellom anna styrer den intracellulære transporten og retninga av denne (Baumrucker & Bruckmaier 2014).



Figur 2.1 - FcRn-transport av IgG gjennom celle, samt resirkulering av IgG (Baumrucker & Bruckmaier 2014)

Vidare er det vist at søyer gir meir IgG i råmjølk med aukande kullstorleik (Lerias et al. 2014). Dette har samanheng med auka hormonutskilling frå placenta (sjå kap 2.4). Transporten av IgG til mjølkekjertlane stoppar ved start av lactogenesen. Dette har samanheng med binding av hormonet prolaktin til IgG₁ reseptorane i juret (sjå kap 2.4) (Castro et al. 2011).

Laktogenesen er epoken då sjølve mjølkeproduksjonen går for seg. Denne er delt opp i tre delar: Laktogenese I, laktogenese II og laktogenese III (Suárez-Trujillo & Casey 2016). Laktogenese I er starten på mjølkeutskiljinga der laktosen og kaseinet vert syntetisert i juret. Dette skjer nokre dagar før fødsel. Laktogenese II er tida rett før fødsel medan laktogenese III startar når mjølkesyntesen er etablert. Laktogenesen vert hemma av progesteron. Mot slutten

av drektigheita fell progesteronnivået og østrogen- og prolaktinnivået aukar. Dette set i gang laktogenesen (sjå kap 2.4). Auken i tal alveolar og storleiken av desse, samt anna funksjonelt vev i juret vil gå føre seg både i seindrektigheita og i tidleg laktasjon (Lerias et al. 2014). Det same gjeld reduksjonen av det stomatiske vevet. Generelt vil om lag 98% av jurutviklinga gå føre seg i seindrektigheita og 2% i tidleg laktasjon (Swanson et al. 2008).

Galactopoiese og involusjon er epokane mot slutten av laktasjonen og etter at mjølkeproduksjonen er avslutta. I desse periodane vil talet alveolar og anna funksjonelt vev verte redusert og det vil verte ein auke av det somatiske vevet (Lerias et al. 2014). I tørrperioden vil det gå føre seg ein involusjon og juret vert dermed redusert i storleik. I denne fasen vert jurvevet invadert av makrofagar og lymfocytar. Dette ser ut til å vere vesentleg for syntesen av IgG i neste laktasjon (Caja et al. 2000).

Likevel vil ikkje alt det sekretoriske vevet verte tilbakedanna i involusjonsfasen. Dermed vil dyr ha eit betre utgangspunkt for mammogenesen når det tidlegare har gått gjennom ein eller fleire laktasjonar. Dyr som har gått gjennom fleire laktasjonar har òg eit betre utvikla blodåresystem i juret. Då blodtilførsel er avgjerande for transport av næringsstoff til mjølkekjertlane og avfallstoff frå mjølkekjertlane, vil eit godt utvikla blodåresystem resultere i ein meir effektiv mjølkeproduksjon. I motsetning til årsgamle søyer vil ikkje eldre søyer ha behov for energi til eigen vekst og kan dermed nytte ein større del av tilgjengeleg energi til mjølkeproduksjon. (Lerias et al. 2014).

2.4 Hormon

Utvikling av foster og jur samt sekresjon av råmjølk og den påfølgjande laktasjonen er i stor grad under hormonell kontroll. Dei viktigaste hormona i denne samanheng er østrogen, progesteron, prolaktin, placentalt laktogen og kortisol. Av desse er østrogen og progesteron til stades gjennom drektigheita og har til dels overlappende funksjonar, medan prolaktin og placentalt laktogen er laktasjonshormon og vil òg overlappe kvarandre i funksjon.

2.4.1 Østrogen

Hovudfunksjonen til østrogen er å sørge for at søya vert brunstig og legge til rette for befrukting. Men østrogen vil òg bidra til jurutvikling i ein tidleg fase av drektigheita. Etter befrukting fell østrogennivået raskt til eit minimum, og er av liten betydning gjennom

drektigheita. Mot slutten av drektigheita vil østrogennivået derimot skyte i vêret, og mellom anna trigge igangsetting av sjølve fødselen (Sjaastad et al. 2010).

2.4.2 Progesteron

I ein vanleg brunstsyklus vil ei aukande mengde progesteron verte skilt ut i blodet etter brunst, for så å falle tilbake til eit nullnivå om lag 20 dagar etter brunst dersom det ikkje vert befrukta noko egg. Ved befrukting vil progesteronnivået i blod auke utover i drektigheita. Progesteronet vil hindre at søya kjem i ny brunst samt sørge for at søya ikkje aborterer fosteret. Samstundes vil progesteron stimulere til vekst og utvikling av mjølkekjertlane (Sjaastad et al. 2010). Progesteronet er mellom anna essensielt i utviklinga av den lobule alveolestrukturen i juret (Delouis et al. 1980).

Like viktig som utvikling av den lobule alveolestrukturen i juret er progesteronet sin funksjon i å hemme utskiljing av mjølk i juret. Dette skjer mellom anna ved at progesteron bind seg til intracellulære reseptorar og hindrar dermed stimulanse frå kortisol. Progesteron hindrar òg utvikling av prolaktinreseptorar og hindrar dermed prolaktin i å stimulere til sekresjon av mjølk (Sjaastad et al. 2010). Sjølv om mjølkekjertlane vert hemma frå å produsere vanleg mjølk, vil progesteron stimulere til å produsere dei elementa som er unike for råmjølk (Castro et al. 2011). Progesteron vil òg stimulere til utskilling av råmjølkskomponentar frå blod. Dette skjer mellom anna ved at IgG aktivt vert transportert frå blod og over i råmjølk.

Hjå sau vil brorparten av progesteronet verte produsert i placenta. Dermed vil konsentrasjonen av progesteron auke frå paring mot midtdrektigheit i takt med aukande placenta-storleik (Delouis et al. 1980). Då aukande kullstorleik vil påverke storleiken av placenta, vil dette òg føre til auka utskiljing av placentale hormon som igjen påverkar jurutviklinga. Dette forklarar at søyer med store kull har eit større tal alveolar i juret, og dermed har evne til å produsere meir mjølk enn søyer med små kull. Dette forklarar òg at søyer med store kull har ein høgare konsentrasjon av IgG i mjølka målt mot søyer med eitt lam. Likevel vil denne effekten ikkje fullt ut kompensere for det auka behovet for råmjølk ved fleire lam (Lerias et al. 2014).

2.4.3 Placentalt laktogen

I tillegg til progesteron, vil placenta skilje ut hormonet placentalt laktogen. Dette er eit hormon med mange ulike funksjonar (Byatt et al. 1992), og ser ut til å vere viktig hjå sau då ein finn betydeleg høgare konsentrasjon av dette hjå sau enn til dømes hjå ku (Delouis et al. 1980). Placentalt laktogen vert klassifisert som eit veksthormon, men strukturen har store

fellestrekk med prolaktin (Lerias et al. 2014). Placentalt laktogen bind seg til både laktorale og somatiske bindings seter (Byatt et al. 1992), og påverkar mellom anna vekst og ferdigstilling av alveolane (Sjaastad et al. 2010).

Placentalt laktogen vert produsert i placenta. Mengda av placentalt laktogen er dermed korrelert med storleiken av placenta (Byatt et al. 1992). Det er funne placentalt laktogen så tidleg som dag 16 i drektigheita (Byatt et al. 1992), men konsentrasjonen i blod er ikkje av betydning før dag 50 (Lerias et al. 2014). Frå dag 50 aukar konsentrasjonen utover i drektigheita, og når sitt toppunkt om lag ei veke før fødsel. Placentalt laktogen har ei halveringstid på 10,5 min, og vert metabolisert i både lever, nyrer og jur (Byatt et al. 1992).

I tillegg til å påverke utvikling og modning av alveolar, er placentalt laktogen eit metabolsk hormon. Det endrar den metabolske aktiviteten ved å redusere den maternale metabolismen av glukose. Dermed vert meir glukose tilgjengeleg for energi for fosteret (Anthony et al. 1995). Det er òg vist at placentalt laktogen kan ha ein effekt på metabolismen av aminosyrer (Delouis et al. 1980; Byatt et al. 1992). Enkelte spekulerer i om placentalt laktogen sin effekt på jurutvikling og mjølkemengde i stor grad botnar i endring av den maternale metabolismen slik at meir av glukosen vert tilgjengeleg for jur og foster (Delouis et al. 1980).

2.4.4 Prolaktin

Mot slutten av drektigheita vert hormonet prolaktin skilt ut. Hovudfunksjonen til dette hormonet er å stimulere til produksjon av mjølk. Dette skjer ved at prolaktin stimulerer til transkripsjon av mRNA for syntese av mjølkeprotein kasein (Delouis et al. 1980) samt α -laktalbumin som er naudsynt for laktosesyntese, og dermed sekresjon av mjølk (Sjaastad et al. 2010). I tillegg vil prolaktin stimulere til opptak av glukose, enkelte aminosyrer og syntese av mjølkefeitt (Freeman et al. 2000).

Sjølv om prolaktin i fyrste rekke set i gang og vedlikeheld mjølkeproduksjonen, vil det òg bidra til ferdigstilling og forstørring av den lobule alveolestrukturen (Bauman & Currie 1980; Delouis et al. 1980) ved å stimulere til auka celledeling (Lerias et al. 2014). Her er det overlappende effekt mellom prolaktin og placentalt laktogen. Det vil seie at begge desse hormona bidreg til ferdigstilling og utvikling av lobulealveolestrukturen på same måte (Freeman et al. 2000). Denne utviklinga held fram òg etter at laktasjonen har starta (Lerias et al. 2014).

Teori

Det er òg funne prolaktinreseptorar i lever og feittvev. Dette indikerer at prolaktin har ein effekt i å stimulere til auka mobilisering av feitt til juret, både ved å påverke feittvevet og å påverke metabolismen i lever. Det er òg funne at prolaktin har effektar i å auke absorpsjonskapasiteten i tarm (Bauman & Currie 1980).

2.4.5 Kortisol

Dei siste vekene av drektigheitstida produserer fosteret kortisol (Magyar et al. 1980). Dette diffunderer frå fosteret til placenta. Kortisol har mange effektar i søya, mellom anna stimulerer dette til auka aktivitet av enzymet 17α -hydroxylase (Banchero et al. 2015). Dette bidreg til omdanning av progesteron til østrogen. Ved bortfall av progesteron vil blokkeringa av progesteronreseptorane i mjølkekjertlane forsvinne. Det er vist at laktogenesen ikkje starter før prolaktinnivået kjem under 3 nmol/L (Hall et al. 1992). I tillegg vil østrogenet stimulere til auka utskiljing av prolaktin (Bauman & Currie 1980), og prolaktinet vil sjølv stimulere til auka syntese av prolaktinreseptorar (Delouis et al. 1980). Den auka kortisolmengda vil òg stimulere til vekst av «grov endoplasmatiske retikulum» og golgiapparatet. Dette er essensielt for at prolaktinet skal ha optimal effekt (Sjaastad et al. 2010). Desse endringane fører til at juret byrjar å skilje ut råmjølk (Lerias et al. 2014), men prolaktinet vil òg stoppe transporten av IgG frå søya sitt serum og over i råmjølka ved å hemme IgG-reseptorane i juret (Castro et al. 2011). Effektiviteten i denne prosessen vil i stor grad verte påverka av søya sin tilgang på energi (Sjå kap. 2.5.1)

Mellom 24 og 48 timar før fødsel aukar fosteret si kortisolproduksjon dramatisk (Dwyer et al. 2016a). Dette skuldast truleg ein kombinasjon av stress relatert til høg metabolsk aktivitet i fosteret og plassmangel. Auken i kolesterolnivå triggjar sjølv fødselen. I tillegg til å trigge fødselen vil kortisol sørge for metabolisme av brunt feitt og omdanning av glykogen til glukose (Dwyer et al. 2016a). Denne mobiliseringa bidreg til termoregulering av lammet etter fødsel, samt energi til å reise seg og å søke juret for å få i seg råmjølk. Kortisol hindrar òg lukking av tarmen for absorpsjon av heile protein (kap 2.7). Dersom lammet får i seg råmjølk etter fødsel, vil kortisolnivået i lammet falle raskt, og andre hormon vil stå for termoreguleringa. Ved avgrensa råmjølksinntak vil kortisolnivået forbli høgt i fleire dagar (Dwyer et al. 2016a).

2.5 Fôringa sin direkte verknad på råmjølkproduksjonen

Sidan syntesen av råmjølk i hovudsak skjer i slutten av drektigheita (sjå kap 2.2 og kap 2.3.3), er det i denne perioden at fôringa har størst verknad på råmjølkproduksjonen. Fôringa vil ha påverknad ved å tilføre naudsynte næringsstoff for produksjon av råmjølk, eller ved å påverke hormonbalansen, til dømes ved å bidra til nedgang i progesteron (sjå kap 2.4) (Banchero et al. 2015). Avhengig av driftsopplegg og standarddrasjon har auka energifôring i siste del av drektigheita vist alt frå ikkje signifikant respons til over 190 % auke i råmjølkproduksjonen (Banchero et al. 2015). Det vert registrert størst respons på ekstensive driftssystem basert på naturlege beiter (Banchero et al. 2015), og meir moderat respons i intensive system med normbasert innefôring (McGovern et al. 2015). Tilleggsfôring med protein eller mikronæringsstoff som jod, selen (Se) og vitamin E har vist varierende resultat i ulike forsøk (Rooke et al. 2015) (sjå kap 2.5.3).

Lerias et al. (2014) finn ikkje effekt av verken fôrstyrke eller fôring med spesifikke næringsstoff som vitamin E på jurutviklinga. Dette samsvarer ikkje med funna til Swanson et al. (2008) som viser at søyer som er fôra under norm (60 % av NRC) frå dag 50 av drektigheita hadde eit mindre jur målt mot kontroll. Men den relative alveolestorleiken var større hjå desse søyene. Søyer som vart overfôra (140 % av NRC) viste eit like stort jur som kontroll, og same alveolevolum. Andelen prolifererande alveoleceller var derimot aukande med aukande fôrstyrke. Likevel viste både over- og underfôra søyer ein markant nedgang i råmjølksyting målt mot kontroll. Dette har truleg mellom anna med redusert reinsing av progesteron å gjere (sjå kap 2.4 og kap 2.5.1) då underfôra søyer vil ha lite energi til dette, og overfôra søyer vil ha forsinka reinsing av progesteron på grunn av lagring av progesteron i feittvev (Banchero et al. 2015), samt at underfôra søyer vil ha avgrensa tilgang på glukose til syntese av laktose.

2.5.1 Energi

Auka energifôring i siste del av drektigheita vil påverke råmjølksmengda på fleire måtar. Det vil i fyrste rekke bidra til at progesteronnivået i søya fell raskare (Banchero et al. 2015) slik at juret starter syntese av råmjølk (Sjaastad et al. 2010) (sjå kap 2.4). Dette vert vist i fleire forsøk som viser at velfôra søyer generelt har høgare produksjon av råmjølk enn underfôra søyer (Castro et al. 2011).

Teori

I tillegg er tilgang på glukose avgjerande i syntesen av laktose. Laktose er i sin tur det viktigaste osmotiske substratet i mjølkesyntesen, og er dermed avgjerande for mjølkemengda (Sjaastad et al. 2010; McGrath et al. 2016). Det er dermed ein direkte positiv korrelasjon mellom tilgang på glukose og mjølkemengde. Det er demonstrert i fleire forsøk at aukande energifôring i siste del av drektigheita gir aukande råmjølksmengde hjå sau (Annett et al. 2005; Hashemi et al. 2008; Castro et al. 2011; Banchemo et al. 2015; McGovern et al. 2015).

Ein drøvtyggar har to hovudkjelder for glukose. Lett nedbrytbare karbohydrat (i hovudsak stivelse) vert omdanna til propionsyre i vomma. Propionsyra vert teke opp over vomveggen og omdanna til glukose i lever (McDonald 2011). Dette er den viktigaste glukosekjelda. Nokre tyngre nedbrytbar stivelse passerer vom utan å verte nedbroten. Desse vert i nokon grad nedbrote til glukose i tarmen ved hjelp av amylase frå bukspytt (McDonald 2011). Her er tilgangen på amylase via bukspytt ein tidlegare avgrensande faktor enn opptakskapasitet i tarmen (Banchemo et al. 2015). Banchemo et al. (2015) viser vidare at glukose som er direkte absorbert frå tynntarmen gir ein større effekt i form av auka råmjølksproduksjon enn glukose som er omdanna frå propionsyre. Dette har truleg samanheng med at omdanning av propionsyre til glukose krev energi (McDonald 2011). Dermed vil glukose som er omdanna frå propionsyre berre tilføre dyret 90% av energien samanlikna med direkte absorbert glukose frå tarm. Likevel vil glukose frå propionsyre vere den kvantitativt viktigaste kjelda til glukose for ein drøvtyggar (McDonald 2011). Samstundes vil store mengder lettløselege karbohydrat i vom redusere pH i vom som i sin tur vil redusere fordøyelsen av fiber, og dermed mikrobeeffektiviteten (sjå kap 2.5.2) (Sjaastad et al. 2010).

Likevel viser ikkje all forskning eintydig auke i råmjølksproduksjon ved auka energitilgang i seindrektigheita (Campion et al. 2016). Forsøket til Campion et al. (2016) viste at søyer med høg energitilgang i fôret tapte mindre hold gjennom seindrektigheita enn søyer med lågare energitilgang i fôret. Dette indikerer at søyer kan mobilisere betydelege mengder kroppsreservar gjennom seindrektigheita for å kompensere manglande energitilførsel. Nemnte forsøk viste òg at søyer som tapte seg mindre i hold gjennom seindrektigheita, hadde evna til å halde høg mjølkeproduksjon lenger enn søyer med stort holdtap i seindrektigheita.

Overfôring med energi i midtdrektigheita har derimot vist negativ effekt i fleire forsøk (Wallace et al. 2006; Swanson et al. 2008; Meyer et al. 2011). Det er kjent at god næringstilgang i midtdrektigheita vil hemme utviklinga av placenta (Sjå kap 2.6) og dermed truleg redusere placenta si evne til å produsere hormon. Ein annan effekt er at hormonet

progesteron er feittløyselig og vil i nokon grad binde seg i feittvevet. Dermed vil fallet i progesteronnivå gå tregare i feite søyer, og mjølkeproduksjonen vil komme seinare i gang (Banchero et al. 2015).

Underfôring av energi i seindrektighet viser eintydig negative resultat med tanke på råmjølksmengde (Swanson et al. 2008; Castro et al. 2011; Dwyer et al. 2016a). I tillegg viser resultatane andre negative effektar i form av redusert fødselsvekt og redusert livskraft hjå lamma. Dermed vil lamma bruke lenger tid på å finne spenen samt vere mindre ivrige til å suge. Dette vil i sin tur føre til redusert råmjølkskonsum og lågare energi- og IgG-tilførsel til lammet (Swanson et al. 2008; Dwyer et al. 2016a).

Nokre forsøk finn at aukande mjølkemengde gir ein uttynningseffekt av IgG i råmjølka, og dermed ein lågare råmjølkskvalitet (Wallace et al. 2006; Swanson et al. 2008). Dei same forsøka finn at søyer med høg råmjølksproduksjon vil produsere ei større total mengde IgG trass i redusert konsentrasjon av IgG i råmjølk målt mot søyer med låg råmjølksproduksjon og dertil høgare IgG-konsentrasjon.

2.5.2 Protein

Mikroprotein er den viktigaste proteinkjelda for drøvtyggarar (McDonald 2011). Syntesen av mikrobar i vom er avhengige av tilgang på både energi og protein. Mangelfull energitilgang til vomma vil redusere syntesen av mikroprotein og dermed redusere dyret sin tilgang på protein (McDonald 2011). På den andre sida vil auka mikrobesyntese både føre til auka tilgang på mikroprotein for dyret, og ein auke av vomma sin effektivitet og dermed auka energiutvinning frå fôret (Allison 1985; Riaz et al. 2014).

Eit overskot av protein i vomma vil føre til opphoping av ammoniakk som dyret må kvitte seg med ved omdanning til urea som igjen må skillast ut i urin. Dette er ein energikrevjande prosess. Overfôring av protein kan dermed redusere dyret sin tilgang på energi til andre formål (McDonald 2011). Dermed vil einsidig tilsetning av vomnedbrytbart protein i rasjonane ofte gi liten eller ingen respons i søya sin råmjølksproduksjon (Banchero et al. 2015).

Teori

Som vist over er det vanskeleg å skilje effektane av energi- og proteintilgang på råmjølkproduksjonen frå kvarandre. I eit forsøk for å isolere effekten av auka aminosyretilgang i mjølkesyntesen, har vombestandig nedbrytbart protein (DUP) vorte nytta (Annett et al. 2005). I dette forsøket vart det ikkje funne noko effekt av auka tilsetning av protein. Alle ledda i nemnte forsøk fekk energitilførsel under norm (ARFC 1993 norm). Dermed har truleg energitilgangen vore ein avgrensande faktor for mjølkesyntese i dette forsøket.

Eit anna forsøk med same formål gav ein svak auke i råmjølkproduksjon ved aukande mengde vombestandig protein i rasjonen (Amanlou et al. 2011). Auken i råmjølkproduksjon vart 5,2% ved å auke proteininnhaldet i rasjonen frå 120 g/dag til 160 g/dag. Som nemnt tidlegare er glukosemengda i blodet avgjerande for råmjølksmengda. For glukoseopptak i tarmen er mengda amylase tilført via bukspytt ein tidlegare avgrensande faktor enn opptakskapasiteten (Banchero et al. 2015). Protein stimulerer til auke utskilling av bukspytt, som i sin tur vil auke glukoseopptaket i tarmen og stimulere til auka produksjon av råmjølk (Banchero et al. 2015). Denne effekten er truleg ein del av forklaringa i dette forsøket.

Sjølv om ikkje IgG-konsentrasjonen vart målt direkte i omtalte forsøk (Amanlou et al. 2011), viste dette forsøket ikkje noko uttynningseffekt av totalprotein i mjølka. Tvert om hadde søyene som mjølka mest den høgaste konsentrasjonen av totalprotein i mjølka. Danske studiar viser ein høg korrelasjon ($R^2=0,70$) mellom totalprotein og IgG i kumjølk (Løkke et al. 2016). Det er difor rimeleg å anta at auka aminosyretilgang kan påverke råmjølkskvaliteten i positiv retning.

I eit forsøk for å kartlegge effekt av ulike rasjonssamansetnader (O'Doherty & Crosby 1996) viste forsøksleddet med ein rasjon beståande av betar, surfôr og proteintilskot den høgaste råmjølksytinga. Her vart det heller ikkje funne uttynningseffekt av råmjølka sin IgG-konsentrasjon, tvert om viste dette forsøksleddet den høgaste konsentrasjonen av IgG ein time etter lamming. Dette tyder på at ein kan ha ein høg råmjølkskvalitet på tross av høg produksjon av råmjølk dersom ein balanserer fôringa med omsyn på energi og protein.

2.5.3 Vitamin og mineral

Litteraturen viser varierende resultat ved tilleggsfôring av vitamin og mineral. Dwyer et al. (2016a) påpeiker at slike studiar ofte kan vere krevjande å tolke då status av forsøkssubstratet (vitaminet eller mineralet) i søya ved forsøksstart i mange tilfelle er ukjent. Det er òg litteratur

som indikerer at behovet for mikronæringsstoff varierer mellom rasar (Schmoelzl & Cowley 2016). Dwyer et al. (2016a) skriv vidare at ekstra tilførsel av vitamin og mineral i forsøk der utgangstatus hjå forsøksdyra er låg har størst effekt på råmjølkskvalitet, og at det generelt er liten effekt av auka tilgang dersom dette ikkje er tilfelle. Det vert ikkje spesifisert om dette er ein effekt av råmjølkskvalitet eller livskraft ved fødsel. Ein anna review-artikkel finn at Se og vitamin E er dei mest interessante mikronæringsstoffa i den maternale fôrrasjonen med tanke på råmjølka sin komposisjon og overleving av lam (Rooke et al. 2008). Dette funnet bygger på at ein ikkje fann effekt av dei øvrige minerala som vart undersøkt (Co, Fe, Mn og Zn) og at koppar og jod gav negativ effekt på IgG-konsentrasjon i serum hjå lam.

2.5.3.1 Selen

Selen har fleire funksjonar i kroppen. Det fungerer mellom anna som antioksidant, stimulerer til opptak av vitamin E i tarmen og er ein essensiell komponent i fleire enzymkompleks. Mellom desse finn ein glutathione peroxidase der selen verkar saman med vitamin E med katabolisme og fjerning av hydrogenperoksid og dermed beskyttar cellemembranen. Selen har òg andre roller som verkar saman med vitamin E i immunforsvar og vern mot tungmetall. I tillegg er selen ein essensiell komponent i enzymet DI_1 som omdannar hormonet T_4 til den aktive forma T_3 (sjå kap 2.6) (McDonald 2011).

Sjølv om det er vist at ekstra tilgang på selen aukar konsentrasjonen av IgG i råmjølk hjå ammeku (Banchero et al. 2015), er effekten sprikande i forsøk på sau (Rooke et al. 2015). Swanson et al (2008) fann ein auke av proteinprosent i råmjølk ved å auke både energi- og Se-mengda (140% NRC og 81,8 $\mu\text{g Se/kg BW}$) i midt- og seindrektigheit. Effekten var berre signifikant dersom ein berekna interaksjon mellom Se og energi. Forsøket viste ingen interaksjonseffekt for IgG-mengde ($p=0,52$) eller konsentrasjon ($p=0,35$) i råmjølka. Det vart heller ikkje vist effekt av Se på jurutvikling. Forsøksleddet med høg selen og låg fôrstyrke (60% NRC) viste høgast konsentrasjon av selen i råmjølk. Denne avtok med aukande fôrstyke.

Enkelte forsøk viser at selen gir auka opptak av IgG i tarm, medan andre ikkje finn same resultatet (Schmoelzl & Cowley 2016). Denne review-artikkelen viser til eit tredje forsøk som finn denne effekten ved supplering av organisk selen men ikkje ved bruk av uorganisk selen. Truleg speglar dette problematikken med ukjent Se-status hjå forsøksdyra ved forsøksstart og

Teori

ukjent innhald av vitamin. E og Se i den øvrige dagsrasjonen, og gir dermed vanskeleg samanliknbare resultat. Dette vert mellom anna poengtert av at forsøk med tilleggsfôring av selen generelt gir god effekt i område med selenfattig jordsmonn (Schmoelzl & Cowley 2016).

2.5.3.2 Vitamin E

Vitamin E har hovudfunksjon som antioksidant i dyrekroppen. Behovet for denne vil dermed variere avhengig av faktorar som mengda umetta feittsyrer i fôret, andre antioksidantar og svovelhaldige aminosyrer (Schmoelzl & Cowley 2016). Ein finn òg vitamin E i ei rekke enzymkompleks med andre vitamin og mineral. Den viktigaste enzymkomplekset der vitamin E er essensiell komponent er glutathione peroxidase. Her er som nemnt òg selen essensiell (McDonald 2011). Ein finn fleire ulike molekyll med vitamin E-funksjon. Mellom desse er α -tokoferol den viktigaste. Men ein finn òg β -, γ - og δ -tokoferol. I tillegg finn ein α -, β -, γ -, og δ -tokotrienol. Tokotrienola er mindre biologisk aktiv enn tokoferola, og α -tokoferol har størst biologisk aktivitet (McDonald 2011).

Då vitamin E har til dels overlappande funksjon med selen, vil seleninnhaldet i fôret påverke behovet for vitamin E. I motsetnad til andre feittløyslege vitamin vil ikkje Vitamin E verte lagra i kroppen. Dermed er det naudsynt med dagleg tilførsel. Dette fører til at faren for forgifting ved overføring er liten (Schmoelzl & Cowley 2016). Lammet vil i fyrste rekke få tilgang på vitamin E frå råmjølk, men det er vist at det òg skjer overføring av vitamin E over placenta (McDonald 2011).

I likhet med selen viser heller ikkje samanstilling av tidlegare forsøk noko eintydig effekt av ekstra tilsetning av vitamin E (Rooke et al. 2015). Likevel viser heller ingen av forsøka i denne review-artikkelen negative effektar ved ekstra tilsetning av Vitamin. E. Det er ikkje funne effekt av tilleggsfôring med Vitamin E på råmjølkskvalitet under norske forhold. (Novoa-Garrido et al. 2014).

2.5.3.3 Jod

Jod har berre kjent funksjon i to hormon: T₃ og T₄ (McDonald 2011). Desse er mellom anna viktige i utvikling av foster og placenta (Sjå kap 2.6). Tilleggsfôring med jod viser liten effekt på konsentrasjon av IgG i råmjølk (Novoa-Garrido et al. 2014), men det er vist reduksjon i lammet si evne til å absorbere IgG ved maternal overføring av jod (Rooke et al. 2008). Denne effekten viser seg i tre av fire forsøk som er teke med i Rooke et al. (2015) sin review-artikkel. Denne effekten viser seg òg ved fôring av store mengder makroalger, då desse inneheld ein høg andel jod (Novoa-Garrido et al. 2014). Det er òg vist nedgang i opptaket av Vitamin E ved maternal overføring av jod (Schmoelzl & Cowley 2016)

2.6 Fosterutvikling og placentafunksjon

Om lag ei veke etter befrukting vil det befrukta egget feste seg i livmorveggen. Det befrukta egget vil utvikle seg vidare til eit embryo omgitt av ei morkake (placenta). Placenta vil vere bindeleddet mellom embryoet og mordyr. Denne vil sørge for overføring av næring mellom foster og mordyr, samt transport av avfallsprodukt som CO₂ motsett veg (Sjaastad et al. 2010). Placenta vil òg skilje ut hormon som påverkar både fosterutvikling, drektigheit og jurutvikling (sjå kap 2.4) samt ha ein metabolsk funksjon (Bauer et al. 1998).

Hjå sau er det eit tal knappeliknande kontaktregionar mellom placenta og foster. Desse vert kalla kotyledonar (Sjaastad et al. 2010). Det vil vere kring 100 kotyledonar i placenta hjå sau, men det vil vere individuelle variasjonar. Variasjonen vil vise seg både i tal og vekt av kotyledonane (Alexander 1964). Alexander (1964) viste individuelle variasjonar mellom 64 og 145 kotyledonar pr. søye og at vekta på ein enkelt kotyledon varierte frå 0,1 g til 45 g. Faktorar som vil påverke antal og storleik av kotyledonane vil mellom anna vere genetiske faktorar, tal foster, fôrnivå og søya sin alder. Dårleg utvikla kotyledonar vert assosiert med små og svake lam. Det er òg funne at samla vekt av kotyledonane er meir avgjerande for fosterutviklinga enn talet kotyledonar (Alexander 1964). Total kotyledonvekt speglar total overflate for utveksling av nærings- og avfallsstoff mellom foster og mordyr. Det er rapportert at næringstilgang og fysisk plass er dei viktigaste faktorane for vekst og utvikling av fosteret (Bauer et al. 1998). Dette vert stadfesta ved ei samanstilling av 14 fôringsforsøk som alle viser at underfôring av søyer fram til lammingsdato gir redusert fødselsvekt (Rooke et al.

Teori

2015). Bauer et al. (1998) rapporterer at fosterveksten vert redusert etter tre dagar med underfôring, men at denne tok seg fort opp att då normalfôring vart gjenninnført på dag ti.

Då placenta vil slutte å vekse kring dag 90 av drektigheita (Alexander 1964), vil fôring i midtdrektigheita vere av stor betydning for placentautviklinga. God næringstilgang i midtdrektigheita er vist å ha negativ effekt på utvikling av placenta. Swanson et al. (2008) viste at søyer som vart overfôra (140% NRC) frå dag 50 av drektigheita hadde lågare kotyledonvekt enn underfôra (60% NRC) søyer (93,4 g mot 116,9 g). Både under- og overfôra søyer gav redusert fødselsvekt målt mot kontroll. McDonald et al. (2011) tilrår at vaksne søyer i godt hold kan miste hold gjennom midtdrektigheit for ei maksimal placentautvikling.

Ei av oppgåvene til placenta er å sørge for næringstilgang til fosteret. Dette skjer i stor grad ved hormonpåverknad. Då fosteret og mordyr har separate hormonsystem, vil både hormon frå foster og mordyr påverke placenta. I tillegg skil placenta sjølv ut hormon som påverkar metabolismen i mordyr (Bauer et al. 1998). Truleg vil hormon frå fosteret vere avgjerande i placenta sin påverknad av den maternale metabolismen og fordeling av næringsstoff mellom foster og mordyr.

Dei kvantitativt viktigaste substratoverføringane mellom placenta og foster er glukose, laktat og aminosyrer forutan oksygen, CO₂ og urea. Denne transporten går i hovudsak føre seg på tre ulike måtar: enkel diffusjon (O₂, CO₂ og urea), fasilitert diffusjon ved hjelp av bæreprotein (glukose og laktat) og aktiv transport (aminosyrer) (Bauer et al. 1998). I motsetning til etter fødsel, vil lammet ha ein effektiv metabolisme av laktat på fosterstadiet. Dette er essensielt då placenta òg har ein omfattande metabolisme og vil dermed forbruke 40%-60% av O₂ og glukose som kjem til livmora i seindrektigheit. Placenta har derimot ikkje moglegheit til å nytte laktat. Fosteret vil få 20%-40% av energien frå laktat i seindrektigheita. Den resterande energien vil komme frå glukose (50% av total) og forbrenning (katabolisme) av aminosyrer (Bauer et al. 1998).

Den hormonelle påverknaden frå placenta vil stimulere vekst og utvikling av ulike organ i fosteret samt generell vekst. Den vil òg vere essensiell i påverknaden av den maternale metabolismen samt fordeling av næringsstoff mellom mordyr og foster (Forhead & Fowden 2014). Growth hormone (GH) og insulinelike growth factor (IGF-1) er viktige hormon i denne samanheng. GH og IGF-1 inngår i ei hormonrekke som vert kalla den somatotropiske

aksen. Fosteret og mordyret har separate somatitropiske aksar og vil skilje ut GH og IGF-1 separat (Bauer et al. 1998).

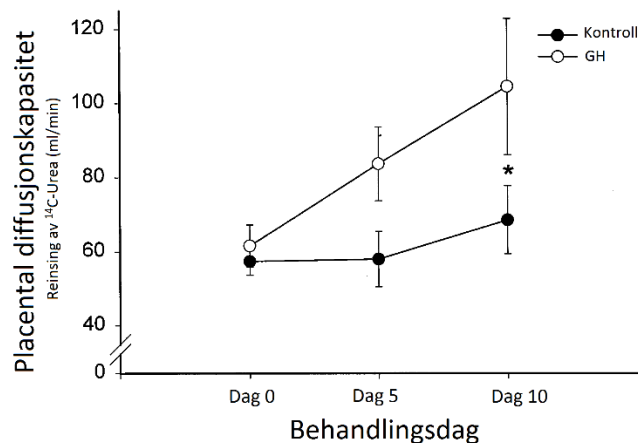
Ved normal næringstilgang vil IGF-1 stimulera til vekst og utvikling av fosteret (Forhead & Fowden 2014). Det er høg korrelasjon mellom IGF-1 i plasma hjå foster og fødselsvekt (Bauer et al. 1998). Injeksjon av IGF-1 i søya er vist å auke fosteret sitt opptak av glukose. Det er òg vist at hemming av IGF-1 hjå mus førte til ein betydeleg reduksjon i fødselsvekt (Bauer et al. 1998). Det er òg vist at IGF-1 reduserer mengda av aminosyrer i blodstraumen hjå fosteret og i placenta (Bauer et al. 1998), noko som tyder på at dette stimulerer til auka overføring av aminosyrer til foster og syntese av protein og dermed fostervekst. I tillegg kan IGF-1 stimulere til proteinsyntese i placenta. Hormonet IGF-1 påverkar òg produksjon av laktat i placenta. Her er det skilnad på maternalt IGF-1 og IGF-1 frå fosteret. Maternalt IGF-1 stimulerer til auka produksjon av laktat medan IGF-1 frå foster reduserer denne produksjonen (Bauer et al. 1998).

Ved underdekning av energi vil transkripsjon av mRNA for IGF-1 verte hemma og nivået av IGF-1 i plasma vil dermed verte redusert. Samstundes vil konsentrasjonen av GH auke (Renaville et al. 2002). GH vil endre den maternale metabolismen ved å forbruke tidlegare lagra reserver i form av feittvev og glykogenlager i lever (Bauer et al. 1998).

Injeksjonsforsøk med GH hjå sau frå dag 124 til dag 134 av drektigheita viser ein auka diffusjonsrate mellom placenta og foster (Figur 2.2). GH vil òg auke kapasiteten for fasilitert diffusjon (Bauer et al. 1998) samt auke produksjonen av laktat i placenta. I tillegg er det vist at GH stimulerer utviklinga av placenta, og under normale omstende vil ein sjå eit toppnivå av GH hjå sau i midtdrektigheita (Bauer et al. 1998).

Hormonstyringa gjennom drektigheita er kompleks og består forutan GH og IGF-1 av ei rekke andre hormon (Forhead & Fowden 2014). Mellom anna vil thyroidhormona T₃ og T₄ spele ei viktig rolle i placenta- og fosterutvikling. Desse vil mellom anna vere essensielle i utvikling av sentrale organ som hjerne, lunger og hjarte, samt stimulere O₂-opptaket i fosteret. I tillegg vil desse ha indirekte påverknad ved til dømes å stimulera til auka sekresjon av GH og IGF-1. (Forhead & Fowden 2014). Forutan desse vil ei rekke andre hormon som insulin, glukokortikoider, leptin, kjønshormon og lokalt produserte vekstfaktorar òg påverke metabolismen (Renaville et al. 2002).

Teori



Figur 2.2 - Kapasitet for diffusjon av Urea. Søyer injisert med GH viste ein signifikant auke i diffusjonskapasitet. * $P < 0,05$ (Bauer et al. 1998)

2.7 Lammet sin absorpsjon av antistoff

Den fyrste tida har tynntarmen til eit nyfødd lam evna til å absorbere heile protein. Slik vert antistoff frå mordyret absorbert over tarmveggen og går over i lymfe- og kapillærsystemet (Yilmaz & Kasikci 2013). Antistoffa frå mordyret vert på den måten ein del av blodstraumen og immunforsvaret til den nyfødde. I tillegg til dette er det lite proteolytisk aktivitet i fordøyingskanalen hjå nyfødde lam den fyrste tida (Hernandez-Castellano et al. 2014) noko som bidreg til at immunglobulina ikkje vert brote ned. Råmjølka inneheld òg trypsininhibitor til same formål (Yilmaz & Kasikci 2013).

Dei gunstige forholda for absorpsjon av heile protein forsvinn etter kvart. Tynntarmen til lammet mistar gradvis evna til å absorbere heile protein. Tida det tek før tynntarmen er heilt lukka for absorpsjon av heile protein vil variere mellom individ. Det er funne at lam kan absorbere slike protein så lenge som 48 timar etter fødsel, men i gjennomsnitt vil tarmen vere lukka for absorpsjon av IgG etter 26,4 t, for IgM etter 25 t, og for IgA etter 26 t (Yilmaz & Kasikci 2013). Dei gunstige forholda med lite proteolytisk aktivitet vil òg forsvinne innan 48 t (Hernandez-Castellano et al. 2014). Då lammet ikkje produserer eigne immunglobulin før fire vekers alder og tarmen lukkar seg i løpet av dei fyrste levedøgna, finn ein den høgaste konsentrasjonen av IgG ved tre dagars alder hjå spedlam (Castro et al. 2011). Det er funne at det fyrste inntaket av råmjølk stimulerer igangsetting av lukkeprosessen (Yilmaz & Kasikci 2013). Sjølv om det fyrste råmjølksmåltidet vil stimulere tarmen til å stenge moglegheita for absorpsjon av heile protein, ser det ikkje ut til at mengda råmjølk, verken totalt eller i fyrste

måltid, er av betydning for kor lang tid det tek før tarmen har mista denne funksjonen (Yilmaz & Kasikci 2013).

Forsøk frå Danmark viser at opptaket av heile protein i tynntarmen er selektivt (Hernandez-Castellano et al. 2015). I dette forsøket vart mange protein i råmjølk ikkje funne att i plasma hjå speddyret ved ein alder på 14 t. Dette var protein som «neutrophil gelatinase-associated lipocalin soform 2», «peptidoglycan recognition protein 1» og «junction plakoglobin».

Derimot viste forsøket at immunglobulina vart effektivt absorbert. Mange av proteina som ikkje vart absorbert har antibakteriell aktivitet. Det vart difor antydta at desse truleg fungerer som eit lokalt immunforsvar i tarmen (Hernandez-Castellano et al. 2015). Dette vil òg vere tilfelle med immunglobulin som vert tilført etter at tarmen er lukka for absorpsjon av heile protein (Sjaastad et al. 2010).

Absorpsjonseffektiviteten av IgG i tynntarmen vil variere. Sjølv om absorpsjonsmekanismen av IgG i tynntarm ikkje er fullstendig kartlagt, er det vist at FcRn reseptoren spelar ei vesentleg rolle i denne prosessen (Mayer et al. 2002). Denne bidreg til transport av IgG gjennom celler (transcellulær transport, Figur 2.1) og motverkar katabolisme av IgG (Cervenak & Kacskovics 2009). Ein finn indikatorar i litteraturen på at absorpsjonseffektiviteten varierer mellom 0,17 og 0,35 (Pattinson & Thomas 2004). Mellom anna er det vist skilnader mellom rasar (sjå kap 2.3.1), der lam av sjeviot viser ein auka absorpsjonseffektivitet målt mot andre rasar (Halliday 1978). Det er òg vist at underfôring av søya i siste del av drektigheita i seg sjølv kan føre til at tynntarmen til lammet vert underutvikla, og dermed får redusert opptakskapasitet. Det er likevel viktig å merke seg at slike effektar er forbunde med langvarig under- eller overfôring. Underfôring av energi dei siste tre vekene av drektigheita viste til dømes ingen effekt på tynntarmutviklinga hjå lammet (Meyer & Caton 2016).

2.8 Fôrvurderingssystem

For å bestemme fôrnivå, er det naudsynt med eit system som vurderer både fôret sin næringsverdi og dyret sitt næringsbehov. Då sau er eit mindre økonomisk viktig dyr enn til dømes storfè i dei fleste land, samt at dei store sauelanda i stor grad har ekstensive driftssystem, er fôrvurderingssystema til storfè meir avanserte enn dei ein finn til sau. Likevel

Teori

er det gjort store kartleggingar av næringsbehovet til sau då sau eignar seg godt som modelldyr for storfè (Cannas 2004).

Internasjonalt er det fire store fôrvurderingssystem som òg inkluderer sau: The Agricultural and Food Research Council (AFRC), The Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), The Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) og The National Research Council (NRC). Systemet til INRA er utvikla i Frankrike med tanke på mjølkesau. Dei øvrige er utvikla basert på kjøtt- og ullproduksjon. Ingen av systema har likevel differensierte tilrådingar basert på raseskilnader. Systema skil seg i hovudsak frå kvarandre i metode for kalkulering av behov, antal variablar for tilpassing av behov til det enkelte individ og kalkulasjonsfaktorar for utnyttingsgrad av fôret (Cannas 2004). Dei norske tilrådingane ligg tett opp til tilrådingane frå INRA (Aunsmo & Hansen 1998). I denne samanlikninga er NRC-norma frå 1985 nytta. NRC har oppdatert si norm i 2007 med «metabolizable» protein (MP, tilsvarer AAT) og omsetteleg energi (ME). På område der NRC-norma frå 1985 og 2007 er ulike, vil dette verte poengtert.

AFRC og CSIRO spring ut frå det same fôrvurderingssystemet: ARC, 1980 (ARC 1980) der behovstal for energi til vedlikehold er basert på kalorimetristudiar under faste. AFRC og CSIRO baserer behovsnormene i stor grad på dette. Dermed er det store fellestrekk i desse to systema. Òg NRC baserer sine behov til vedlikehald frå same type forsøk. Slike forsøk vil underestimere energibehovet til vedlikehald, då metabolismen vert nedregulert ved faste. INRA sine behovstal for energi til vedlikehald er basert både på kalorimetrieforsøk, men òg på fôringsforsøk, blodanalysar og slakteforsøk. Då kalorimetrieforsøka gav vesentleg lågare energibehov enn dei øvrige forsøka valde utviklarane av INRA å basere behovsnorma på eit gjennomsnitt av metodane (Cannas 2004).

Generelt nyttar dei ulike systema få eller ingen korreksjonsfaktorar for vedlikehaldsbehov av energi. NRC har ingen korreksjonsfaktorar medan INRA og AFRC korrigerer for beiting. INRA har tre ulike korreksjonsfaktorar for beite basert på kvaliteten av beitet (Cannas 2004) medan AFRC berre har to, basert på om det er fjellbeite eller låglandsbeite (Alderman & Cottrill 1993). CSIRO har ei rekke korreksjonsfaktorar i tillegg til beiting som baserer seg på klimaforhold. Til dømes vert det her korrigert for kuldestress, temperatur, kalde netter og ullengde i tillegg til alder og beiting. Ingen av systema korrigerer for rase (Cannas 2004) trass i at tidlegare forsøk viser store skilnader i vedlikehaldsbehov basert på genetiske skilnader. Dette gjeld òg genetiske skilnader innanfor rase (Pilla et al. 1993). Til skilnad frå dei andre

systema korrigerer NRC 2007 energibehovet ut frå energikonsentrasjonen i fôret. Dei tek med andre ord høgde for ulik utnyttingsgrad av ME ved ulik energikonsentrasjon i fôrrasjonen (NRC 2007).

Både NRC, AFRC og CSIRO uttrykker energibehovet som omsetteleg energi (ME). Berre INRA uttrykker behovet som nettoenergi (NE) via ei eiga eining, grovfôreiningar (ei grovfôreining svarar til 1700 kcal nettoenergi eller om lag 7,1 MJ nettoenergi). Likevel har alle systema berekna energibehovet for sauene som nettoenergi for så å rekne det om til omsetteleg energi. Alle systema baserer seg på prinsippet om å berekne behovet til kvar enkelt metabolske funksjon for seg, for så å summere desse (Cannas 2004).

Dei fire systema er relativt samstemte i berekning av NE for vedlikehald. Likevel er tilrådingane til ME mykje meir variable. Dette har samanheng med at dei går ut frå svært ulike føresetnader om utnyttingsgraden av ME. AFRC og CSIRO bereknar den høgaste utnyttingsgraden av ME ved vedlikehald, og gir dermed dei lågaste tilrådingane i ME for å dekke vedlikehaldsbehovet for sau. INRA nyttar same utnyttingsgrad av ME for vedlikehald og laktasjon. Dette resulterer i ein høgare tildelingsnorm for ME ved vedlikehaldsfôring. NRC er noko uklare i si utgreiing om korleis dei bereknar utnyttingsgraden av ME, men dei viser høgast tilråding for tildeling av ME ved vedlikehaldsfôring (Cannas 2004). NRC 2007 nyttar òg same utnyttingsgrad for vedlikehald og laktasjon (NRC 2007).

Systema spriker òg i berekningar av energivinning frå vekttap og energikrav for vektauke hjå vaksne søyer. Berre INRA, NRC 2007 og CSIRO opererer med system for holdvurdering. Begge desse har ein skala frå 0-5. For CSIRO representerer endring av eit holdpoeng ei vektendring på 15% medan INRA bereknar ei vektendring på 13% ved endring av eitt holdpoeng. Ingen av desse har differensierte holdvurderingssystem for ulike rasar, sjølv om det er kjent at ulike rasar avleirer feitt kring indre organ ved ulike hold (Cannas 2004). AFRC inkluderer ikkje noko system for holdvurdering, men gir energivinning og energikostnad ved vekttap/-auke. NRC 1985 har ingen berekningar for hold- eller vektendring. AFRC og CSIRO bereknar eit behov på 24 MJ NE for ein vektauke på ein kg. Vidare bereknar dei ein NE-energiegevinst på 24 MJ pr. kg vekttap. I motsetnad kalkulerer INRA ein energiegevinst på 16 MJ NE pr. kg vekttap men eit energibehov på 38,5 MJ NE for å auke kroppsvekta med ein kg.

Ved berekning av ekstra energibehov til drektigheit brukar alle systema drektigheitsdag og forventa fostervekt som variablar. Dette viser seg mellom anna ved at systema er svært

Teori

samstemte i berekningar av ekstra ME behov i drektigheita (Tabell 2.2, Figur 2.4). Då all ekstra metabolisme i livmora vert innbakt i variabelen fosterutvikling, er det berekna ei relativt låg utnyttingsgrad av ME i alle fôrvurderingssystema. Denne varierer frå 0,133 (ARFC og CSIRO) til 0,17 (NRC 1985). Dette fører til noko større variasjon i berekna NE-behov gjennom drektigheita (Tabell 2.2, Figur 2.3). Då alle systema baserer energibehovet gjennom drektigheita på fostervekst, er det i liten grad teke omsyn til jurutvikling og råmjølkproduksjon i behovsnormene (Cannas 2004).

Tabell 2.2 - Ekstra energi- og proteinbehov til drektigheit for ei søye som produserer eitt lam à 4 kg (Cannas 2004). Behov til vedlikehald er ikkje inkludert.

	AFRC	CSIRO	INRA	NRC 1985
Behov til drektigheit DD 147²				
NE (MJ/dag)	0,699	0,699	0,737	0,871
ME (MJ/dag)	5,254	5,376	5,46	5,125
NP (g/Dag)	23	23	23	17
MP (g/dag)	27	33	55	26
Totalt behov gjennom heile drektigheitstida (147 dagar)²				
NE (MJ/dag)	24,7	24,7	25,1	30,6
ME (MJ/dag)	185,9	190,1	174,2	180,5
NP (g/Dag)	830	830	756	820
MP (g/dag)	977	1186	1800	1242

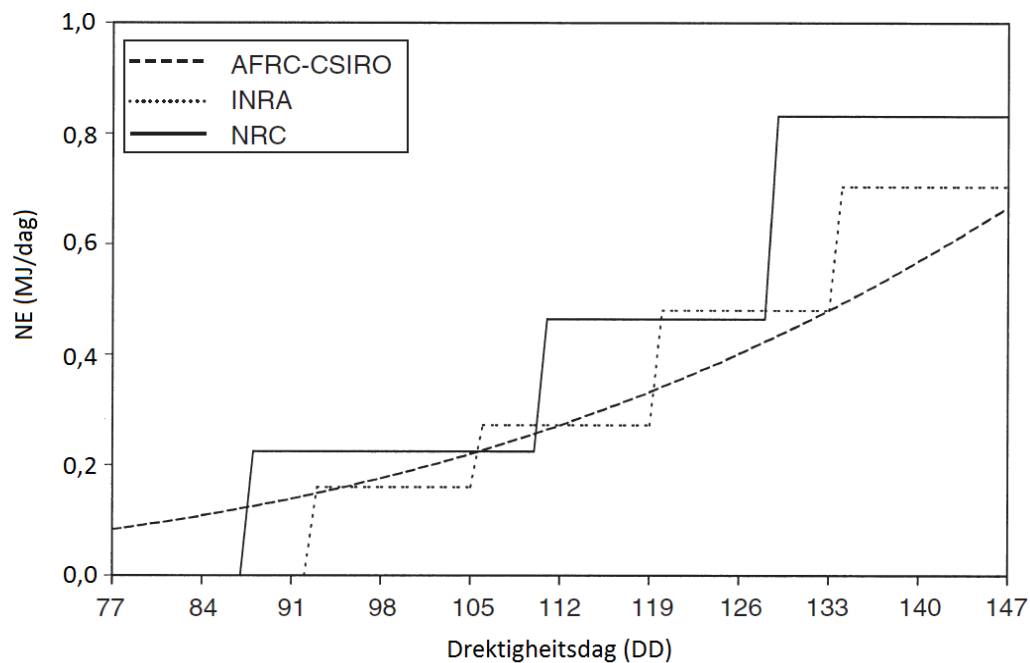
¹ (NRC 2007)

² Det isolerte behovet til drektigheit. Vedlikehaldsbehovet er ikkje medrekna her.

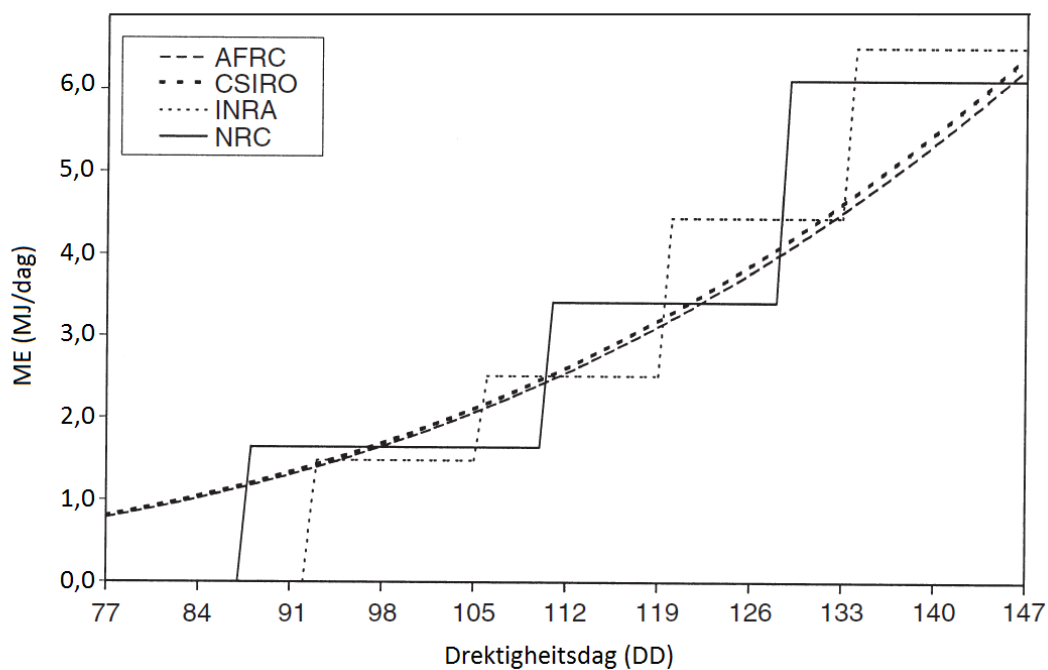
NE=Nettoenergi, ME=Omsetteleg energi, NP= Nettoprotein, MP= Omsetteleg protein; tilsvarende AAT

Sjølv om NRC 1985 har berekna behovet av protein som nettoprotein (NP), uttrykker NRC 1985 proteinbehovet i tilrådingane som råprotein. Dei kalkulerer ein fordøyingsgrad på 0,85 og ein biologisk verdi på 0,66 av råprotein. Dermed nyttar NRC ein omrekningsfaktor på 0,561 frå råprotein til NP. Dei øvrige systema bereknar proteinbehovet som omsettelig protein (MP) (Cannas 2004). NRC 2007 uttrykker proteinbehovet både som CP og MP i sin tabell (NRC 2007). Dette er definert som aminosyrer som vert absorbert i tynntarmen. I den vidare samanlikninga er dermed NRC 1985 sine tilrådingar for CP rekna om til MP med faktoren 0,66 i samsvar med Cannas (2004). For å berekne utnyttingsgraden av MP til NP er INRA sine tilrådingar i stor grad basert på egne og andre sine fôringsforsøk. I dei øvrige tre systema

vert behovet og tapet frå ulike metabolske funksjonar estimert og nytta som basis for denne kalkulasjonen (Cannas 2004).



Figur 2.3 – Ekstra netto energibehov gjennom seindrektigheit basert på eitt foster à 4 kg (Cannas 2004)



Figur 2.4 – Ekstra behov for omsettelig energi gjennom seindrektigheit basert på eitt foster à 4 kg (Cannas 2004)

Teori

Ved berekning av proteinbehov til vedlikehald nyttar AFRC både eigenvekt og ullproduksjon som variablar. INRA ser ullproduksjon som eit separat behov, og nyttar berre dyret si eigenvekt som variabel for å berekne proteinbehov til vedlikehald. I motsetnad til dei to andre tek CSIRO og NRC 1985 omsyn til at auka fôropptak fører til auka endogent protein i avføring. Desse nyttar i tillegg TS-inntak som variabel for å kalkulere proteinbehov til vedlikehald. Det er likevel ikkje nytta same faktor for berekning av det endogene proteintapet i dei to systema. CSIRO bereknar eit endogent tap av protein til avføring på 15,2 g/Kg TS-inntak medan NRC 1985 bereknar det same tapet til å vere 33,4 g/Kg TS-inntak. Dette fører til at NRC 1985-norma for protein til vedlikehald er nær dobbelt så stor som dei øvrige normene (Tabell 2.3) (Cannas 2004).

Tabell 2.3 – MP-behov til vedlikehald og mjølkeproduksjon (g/dag) ved ulike fôrnivå for ei søye på 70 kg (Cannas 2004).

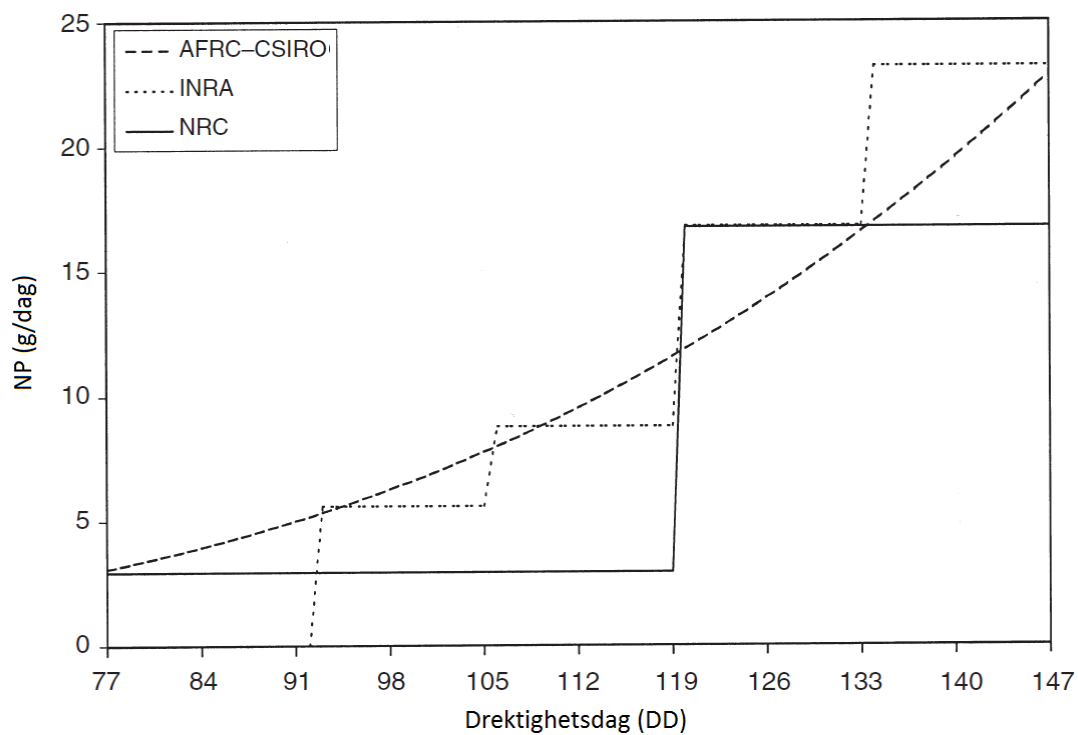
Mjølkeprod. L/dag ¹	TS opptak Kg/dag	AFRC Total	CSIRO		INRA Total	NRC 1985		NRC 2007 ² Total
			Total	Vedlikehold		Total	Vedlikehold	
0	1,5	53	52	52	49	97	97	60
1	2,1	126	137	65	134	203	127	154
2	2,7	200	221	78	218	309	158	251
3	3,3	274	305	91	303	415	188	351 ³

¹ Proteinbehovet for å produsere ein liter mjølk med 5% protein er: AFRC: 74g CSIRO: 71g INRA: 85 g og NRC 76g

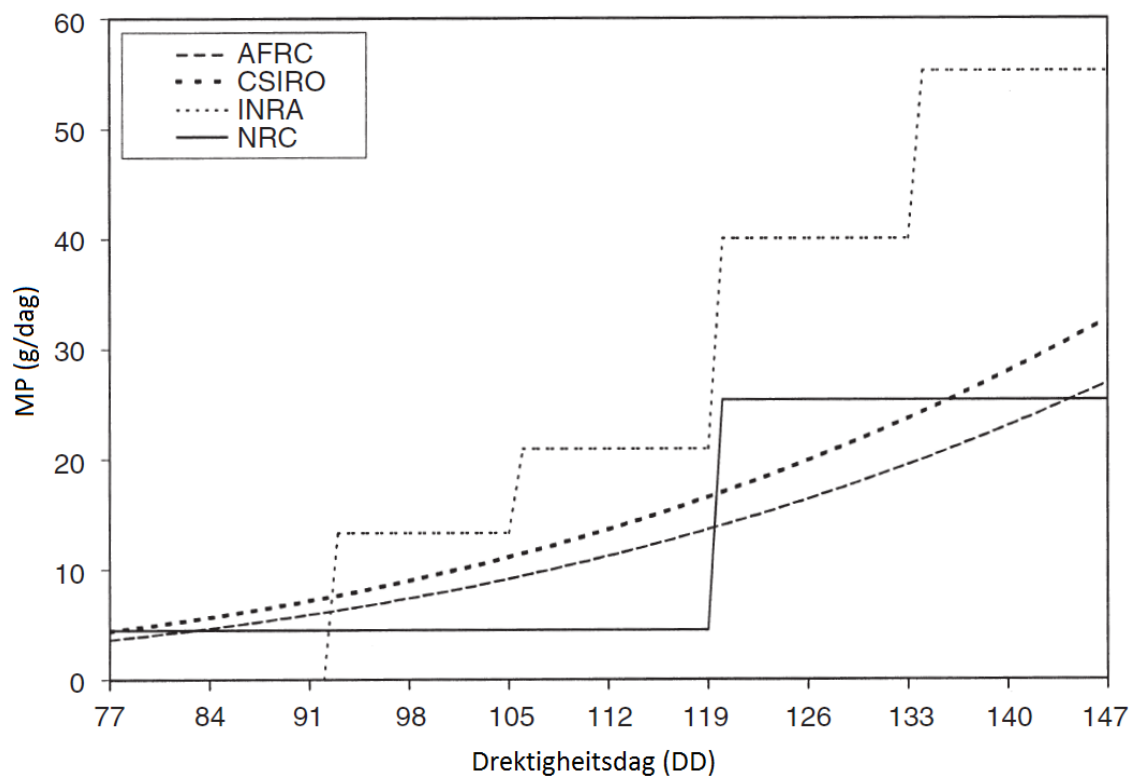
² (NRC 2007)

³ Berekna ut frå søye med eigenvekt på 80 Kg

Proteinbehovet i drektigheita, er som for energibehovet, ein funksjon av fostervekt og drektigheitsdag. Proteinbehovet vert fyrst berekna som behov for nettoprotein (NP) for så å verte konvertert til omsetteleg protein (MP). Kalkulert utnyttingsgrad for MP gjennom drektigheita er svært variabel mellom fôrvurderingssystema. Den varierer frå 0,41 hjå INRA til 0,85 hjå CSIRO. Dette resulterer i at INRA sine tilrådingar for protein i rasjonen er om lag dobbelt så stor som dei øvrige tilrådingane mot slutten av drektigheita (Tabell 2.2, Figur 2.6), sjølv om dei legg det same NP-behovet til grunn (Figur 2.5) (Cannas 2004). Då det ikkje er lagt til grunn ekstra proteinbehov til jurutvikling og råmjølksproduksjon, vil proteinbehovet i mange tilfelle vere underestimert. Det vert difor tilrådd å auke AFRC-norma med 20% i siste del av drektigheita (Robinson et al. 2002).



Figur 2.5 -Ekstra proteinbehov (NP) som følgje av drektigheit basert på eitt lam à 4 kg (Cannas 2004).



Figur 2.6 -Ekstra proteinbehov (MP) som følgje av drektigheit basert på eitt lam à 4 kg (Cannas 2004)

2.9 Metodar for evaluering av råmjølk

Sjølv om råmjølk både er viktig som energikjelde, tilførsel av hormon og i overføring av passivt immunforsvar, vert kvaliteten på råmjølk oftast definert som konsentrasjon av IgG (Yilmaz & Kasikci 2013). For eit nøyaktig mål av IgG er det naudsynt med analyse på eit laboratorium. Den vanlegaste og mest anerkjente metoden er RID (Radial Immunodiffusjon). (Bielmann et al. 2010). Men det finst òg andre metodar som enzyme-linkede immunosorbent assay (ELISA) (Løkke et al. 2016) og TIA (turbidimetric immunoassay) (Quigley et al. 2013). Felles for desse tre metodane er at dei er relativt dyre og tidkrevjande å gjennomføre.

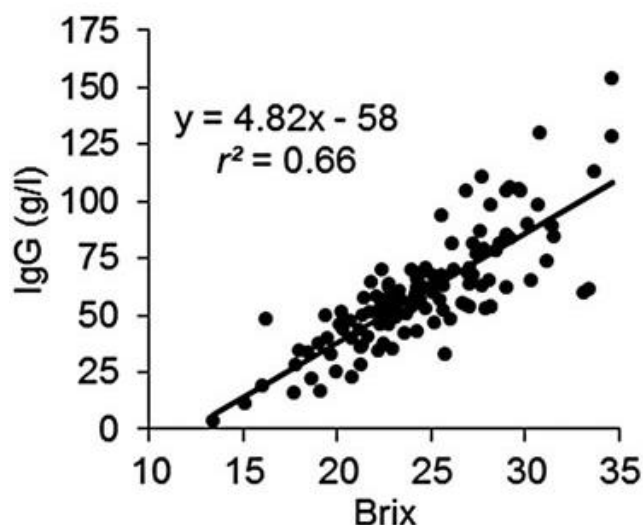
Sjølv om det ikkje finst noko enkel hurtiganalyse for IgG i råmjølk, finst det nokre analysemetodar for å måle faktorar ved råmjølka som er korrelert med IgG-konsentrasjonen. Dette er analysar som er utvikla for å gi eit raskt analysesvar som gir ein god indikasjon på råmjølkskvaliteten. Dei vanlegaste av desse er kolostrometer og BRIX-refraktometer.

Eit kolostrometer måler den spesifikke graviteteten til råmjølka (Løkke et al. 2016). Dette gjer ein ved å måle kor godt eit flyteelement flyt i eit gitt volum med råmjølk. Dette målet vil verte påverka av andre innhaldskomponentar som feitt og protein i tillegg til IgG. Løkke et al. (2016) viste at resultatata frå kolostrometeret gav betre korrelasjon med proteininnhald i råmjølk enn med IgG-konsentrasjon i råmjølk. Her vart det òg vist at feittinnhaldet i råmjølka påverka resultatet meir enn til dømes ved måling i eit BRIX-refraktometer. I tillegg vil eit kolostrometer verte påverka av råmjølkstemperaturen (Løkke et al. 2016).

Eit BRIX-refraktometer måler brytingsgraden av ei lysstråle gjennom råmjølka. Denne brytingsgraden vil vere avhengig av det totale tørrstoffinnhaldet i væska som vert måla, og vil i fyrste rekke vere eit mål på tørrstoffinnhaldet i råmjølka (Moore et al. 2009; Deelen et al. 2014). Likevel vil ulik komposisjon og konsentrasjon av ulike stoff òg spele ei rolle for lysbrytinga (Fox et al. 2015). BRIX- refraktometeret vil dermed verte påverka av både total TS-mengde og komposisjonen av tørrstoffet, og i likheit med kolostrometeret, gi eit indirekte mål av råmjølkskvaliteten (Løkke et al. 2016).

Sjølv om BRIX-refraktometri ikkje gir eit direkte mål av IgG-konsentrasjonen i råmjølk, har ei rekke forsøk vist god korrelasjon mellom BRIX-verdiar og IgG-konsentrasjon. I samanstilling av tidlegare forsøk viser (Quigley et al. 2013) korrelasjonar frå $R^2=0,64$ til $R^2=0,94$ mellom BRIX-verdi og IgG- konsentrasjon i råmjølk hjå sau, storfè og hest. Løkke et al. (2016) finn likevel høgare korrelasjon mellom BRIX og totalprotein i mjølka enn mellom

BRIX mot IgG. Det vart òg funne redusert samsvar mellom BRIX og IgG-konsentrasjon ved stigande verdiar (Figur 2.7).



Figur 2.7 - Samanheng mellom IgG konsentrasjon målt ved enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) og BRIX-verdiar. Det er større spredning i IgG konsentrasjon ved høge enn ved låge BRIX-verdiar. (Løkke et al. 2016)

I motsetnad til kolostrimeteret vil eit BRIX-refraktometer ikkje vere avhengig av temperaturen på råmjølk (Bielmann et al. 2010), og BRIX-refraktometeret er vist å vere mindre sensitiv til variasjonar i råmjølka sitt feittinnhald enn kolostrimeteret (Løkke et al. 2016). Det er heller ikkje naudsynt med store mengder råmjølk for å utføre ein prøve ved bruk av BRIX-refraktometer. Løkke et al. (2016) fann òg svært høg korrelasjon mellom ulike typar BRIX-refraktometer ($R^2=0,99$) noko som gjer BRIX-verdiar svært samanliknbare.

I praktisk dyrehald vert òg skjønsmessig vurdering av råmjølkskvaliteten basert på viskositet og farge nytta. Dette er generelt dårlege indikatorar på råmjølkskvaliteten. I forsøk frå Rennesøy der råmjølkskonsistensen vart skjønsmessig vurdert på skala frå 1-3 vart det berre oppnådd $r=0,484$ ($n=93$) målt mot BRIX-verdiar (Røysland 2016, upubliserte data).

Jurstorleik er ikkje noko god indikator på mjølkemengde. Til dømes vil søyer som er feite vise lik jurstorleik som søyer i passeleg hold. Feite søyer er utsett for forsinka reinsing av progesteron, og kan dermed ha underutvikla alveolar (sjå kap 2.3.3 og 2.4.2). Dette fører til lågare mjølkeproduksjon (Swanson et al. 2008).

3 Material og metode

Data er henta frå forsøket «Effekt av fôrstyrke i seindrektighet på lammets livskraft og levedyktighet» og vart gjennomført haust 2015- vår 2016 ved Senter for husdyrforsøk (SHF) ved Norges Miljø- og Biovitenskaplige Universitet (NMBU) i Ås, Akershus, Noreg. Forsøket er del av prosjektet «Fôring for livskraftige lam» om er eit samarbeidsprosjekt mellom NMBU, Sveriges Landbruksuniversitet (SLU) og Københavns Universitet (KU). Forfattern stod for planlegging av registreringar samt utforming av rutinar for tilleggsregistreringar som vart nytta i gjeldande oppgåve (BRIX-registreringar). Registreringsskjema for registreringar ved lamming (vedlegg A) vart utforma av forfattern i samarbeid med medstudent Lina Kristine Aas Ruud og forskar på prosjektet, Ingjerd Dønnem. Forenkla forklaring til skjemaet vart skrive ut på baksida av skjemaet. Forfattern deltok òg som forsøkssteknikar og med opplæring av ekstravakter til lamminga.

Gjennom forsøket vart det nytta to ulike surfôrkvalitetar (Tabell 3.2). Surfôr 1 vart hausta ved eit tidleg morfologisk utviklingsstadium 4. juni 2015. Dette hadde eit høgt innhald av protein og energi. Det hadde òg ein høg fordøyelighet. Surfôr 2 vart hausta 12 dagar seinare, 16. juni 2015. Då var graset ved eit middels morfologisk utviklingsstadium. Dette surfôret hadde ein lågare fordøyelighet og eit lågare protein- og energiinnhald samanlikna med surfôr 1.

Det vart nytta søyer av rasen Norsk Kvit Sau (NKS) som var minst to år gamle ved lamming i 2016. Alle søyer >2 år fødte minst to lam i 2015, og gjekk med minst to lam på beite i beitesessongen 2015. Gimrer (søyer mellom 1 og 2 år) fødte minst eitt lam og gjekk på beite med 1-2 lam i beitesessongen 2015. Alle søyer hadde normalt hold (holdpoeng 2,5-4) ved forsøksstart.

Frå seks veker før paring til fostertelling var søyene delt i grupper basert på alder, vekt og hold. Her vart søyene fôra etter appetitt på bingenivå av surfôr kvalitet 2 (Tabell 3.2) som gir eit forventet energiinntak tilsvarande NRC-2007 NORM for vedlikehald. Søyene vart dagleg tildelt 30 g vitamin- og mineraltilskudd av typen «Vitamineral drektig sau» frå Vilomix (Hønefoss, Noreg) (Tabell 3.1).

Fosterteljing vart utført i tidsrommet drektighetsdag (dd) 38-60. Dette vart gjennomført i to puljer basert på paringsdato. Søyer som viste tre lam ved fosterteljing vart teke med vidare i forsøket. Dette var 28 stk. Frå fosterteljing til dag 96 av drektigheita vart søyene fôra

Material og metode

individuelt med ein surfôrkvalitet med moderat energiinnhold (surfôr 2, Tabell 3.2). Tildeling vart gjort i samsvar med eit gjennomsnitt av INRA og NRC 2007-norm for vedlikehaldsfôring basert på søya si eigenvekt (Tabell 3.3 og Tabell 3.4).

I siste del drektigheita, frå dd97 til fødsel, vart søyene delt inn i tre ulike grupper. Gruppene vart balansert for alder (gimmer eller voksen), forventta lammingsdato, hold og vekt. Deretter vart dei tre gruppene vilkårleg fordelt på tre fôrnivå. Desse var : 25% under INRA 1989-norm (LÅG), Normfôring i samsvar med INRA 1989-NORM (NORM) og 25% over INRA-1989 (HØG) (Tabell 3.3).



Figur 3.1 - Sauene stod i enkle binger og vart individuelt fôra frå fostertelling til beiteslipp. Foto: Ole Arnfinn Røysland

Ved dd132 vart fôrnivået ytterligere trappa opp, i henhold til anbefalinger frå INRA-1989 og NRC- 2007. Surfôr 1 (Tabell 3.2) vart nytta til alle tre forsøksledd i denne perioden, og vart tildelt i avgrensa mengde, saman med en tilpassa mengde kraftfôr (Drøv Sau Vinterfôr, Norgesfôr). I tillegg vart gruppe LÅG og NORM tilbutt halm for å auke resjonen si fylleverdi i vom og dermed gi dyret metthetsfølelse. Halmen var tilsett urea for å tilføre nitrogen til

rasjonen. Det vart òg gitt 60 g/dag proteinkonsentrat (Formel Protein 42, Felleskjøpet) (Tabell 3.2) til alle søyene. Kraftfôrandelen var høgast for gruppe LÅG, deretter for gruppe NORM og HØG. Dette var for å sikre at alle gruppene fekk dekt sitt behov for protein. Gruppe LÅG, NORM og HØG fekk tildelt 30, 25 og 20 g/dag av vitamin- og mineraltilskotet «vitamineral drektig sau» frå Vilomix i denne perioden.

Etter fødsel vart alle søyene fôra etter appetitt med tidleg hausta surfôr (surfôr 1, Tabell 3.2) og 800 g/dag kraftfôr. Tildelinga vart balansert etter tal sugelam. Det vil seie at kraftfôrtildelinga vart redusert dersom eit eller fleire lam døydde. I tillegg vart søyene tildelt 100 g/dag proteinkonsentrat (Tabell 3.2). Dette vart nedjustert dersom eit eller fleire lam døydde. Alle søyer vart tildelt 20 g/dag vitamin- og mineraltilskot av typen «vitamineral drektig sau» frå Vilomix.

Søyene vart sleppt på beite 24-31 dagar etter lamming. Alle søyene gjekk på felles beite i beiteperioden.

Tabell 3.1 - Innhald i vitamin- og mineraltilskudd

Næringsstoff	Mengde	
Kalsium	115	g/kg
Fosfor	60	g/kg
Magnesium	80	g/kg
Natrium	90	g/kg
Mangan	3000	mg/Kg
Sink	5000	mg/Kg
Jod	100	mg/Kg
Selen	30	mg/Kg
Kobolt	30	mg/Kg
Vit A	500000	IE/Kg
Vit D	100000	IE/Kg
Vit E	10000	IE/Kg

Material og metode

Tabell 3.2 - Kjemisk innhald i fôrmiddel

	Surfôr 1, Tidleg høsta	Surfôr 2, middels høstetid	Kraftfôr ¹	P.konsentrat ²
Tørrstoff (TS), g/kg	358	262		
g/kg TS				
Organisk stoff (OM)	911	929	935	931
Råprotein	138	97,0	140	522
Stivelse			497	62,9
NDF	493	587	210	275
iNDF	49,4			
ADF	289	348	98,8	94,7
ADL	19,3	29,9	22,6	9,39
Feitt	25,9	21,0	31,1	32,6
Lettløyselege karbohydrat	127	77,9	48,7	84,3
Mjølkesyre	25,0	52,2		
Eddiksyre	3,17	8,34		
Propionsyre	4,62	1,72		
Etanol	10,0	11,0		
Ammoniakk N (g/kg N)	94,7	112		
pH	4,72	4,21		
Selen, mg/kg TS	0,0113	0,0431	0,402	
Vit E, IU/kg TS	18,9	15,4	64,0 ⁷	
ME, MJ/kg TS ³	11,1	9,76	11,5	11,9
NEL, MJ/kg TS ⁴	6,74	5,76	6,93	7,23
AAT, g/kg TS ⁵	71,6	67,7	101	252
PBV, g/kg TS ⁵	14,7	-19,3	-25,3	73,4
D-verdi ⁶	703	630		

¹Drøv sau vinterfôr, Norgesfôr

²Formel Protein 42, Felleskjøpet

³Omsetteleg energi (ME) i surfôr er kalkulert i samsvar med (Lindgren 1983). ME i kraftfôr er basert på analysar frå leverandør.

⁴Netto energi laktasjon (NEL) i surfôr er kalkulert i samsvar med (Van Es 1978). NEL i kraftfôr er frå deklarasjon frå leverandør. Ein FEm svarer til 6,9 MJ NEL.

⁵Aminosyrer absorbert i tarm (AAT) og proteinbalanse i vom (PBV) i surfôr er kalkulert i samsvar med (Madsen et al. 1995) og (Spörndly 2003). AAT og PBV i kraftfôr er frå deklarasjon frå leverandør.

⁶Fordøyeleg organisk material, g/kg TS.

⁷Deklarart av leverandør.

Tabell 3.3 - Planlagt energiinntak gjennom forsøket

		NEL ¹ , MJ/dag			
		Tal søyer	Fosterteljing - dd96 ²	dd97-dd131	dd132-dd146
LÅG	Gimmer	4	6,5	6,5	9,11
	Vaksen	6	7,7	7,7	10,0
NORM	Gimmer	3	6,5	7,4	12,1
	Vaksen	6	7,7	8,5	13,3
HØG	Gimmer	3	6,5	10,3	14,6
	Vaksen	6	7,7	11,9	16,7

Energivå er gitt for gimmer=80 kg og vaksne søyer = 100 kg.

¹NEL=Netto Energi Laktasjon. Ein FEm tilsvare 6,9 MJ NEL.

²dd=drektighetsdag

Tabell 3.4 - Planlagt fôrtildeling gjennom seindretighet. I tillegg fikk LÅG og NORM tilbutt halm tilsett urea ad libitum.

	dd ¹	Surfôr Kg TS	Kraftfôr Kg	Proteinkons Kg	Surfôr:kraftfôr
LÅG	97-131	0,76	0,30	0,06	2,81
	132-146	0,94	0,44	0,06	2,37
NORM	97-131	0,90	0,30	0,06	3,33
	132-146	1,43	0,45	0,06	3,53
HØG	97-131	1,35	0,34	0,06	4,41
	132-146	1,89	0,5	0,06	4,20

Verdiane er gitt for vaksen søye à 100 Kg

¹dd=Drektighetsdag

Alle søyer hadde fri tilgang på vatn og saltslikkestein type kvit frå Felleskjøpet (vedlegg B) gjennom heile forsøket. Det vart ikkje målt opptak av saltslikkestein. Surfôr og kraftfôr vart tildelt to gonger dagleg. Vekt av tildelt fôr samt restar vart registrert for utrekning av individuelt fôropptak.

3.1 Registreringar på søyer

Det vart teke blodprøver frå halsvena (*jugular vein*) til søyene kvar onsdag frå starten av seindrektigheita til fødsel. Dette representerer i gjennomsnitt dd107, dd114, dd121, dd128, dd135 og dd142. Det vart brukt 10 ml vakumrør utan antikoagulant (serum) og 5 ml rør tilsatt heparin (plasma). Prøvane vart sentrifugert med 1000 x g i 15 min. Plasma vart fryst ned på –80°C før analyse ved universitetet i København. Det vart analysert doble prøvar for kvart av desse tidspunkta, og eit gjennomsnitt av desse vart nytta i datasettet. Det vart målt BRIX-verdiar i serum for desse prøvane ved hjelp av eit Milwaukee BRIX-refraktometer modell nummer MA882 direkte etter sentrifugering då BRIX-verdiar tidlegare har vist god korrelasjon med IgG-konsentrasjon hjå kalv (Taralrud 2017). Det vart òg teke blodprøve dag 1 og dag 3 etter lamming. Desse vart behandla på same måte som blodprøvane teke i drektigheitstida, og analysert for progesteron ved Københavns Universitet. Det vart ikkje målt BRIX-verdi i serum av desse prøvane.

Vekt av søyene vart registrert fem gonger: Dd104, dd135, laktasjonsdag (ld) 3, ved beiteslipp og ved innsett hausten 2016. Det vart nytta ei BioControl vekt modell WSS3000. Alle vektregistreringar vart gjort to påfølgande dagar til fast tid. Søya sitt hold vart registrert fire gonger: Dd104, dd135, ld3 og ved beiteslipp. All holdvurdering vart utført av to faste personar.

Ved lamming vart råmjølka målt på eit Milwaukee BRIX-refraktometer modell nummer MA882 for registrering av BRIX-verdi på råmjølk. Det vart nytta ein dråpe råmjølk pr. måling. Dette vart målt før lammet fekk mulighet til å suge mora. Det vart teke tre målingar frå kvar spene. Eit gjennomsnitt av desse vart nytta i analysane. Parings- og lammedato vart registrert for alle søyer.

Etter lamming vart placenta vegen. Deretter vart kotyledonar vart fjerna frå placenta. Antal og samla vekt av desse vart registrert.

3.2 Registreringar på lam

Fødselsvekt vart registrert på lam før inntak av råmjølk. Etter fødsel vart det registrert vekt to påfølgande dagar kvar veke fram til beiteslepp. Dette var fire eller fem registreringar. Vekt vart òg registrert ved beiteslipp, vårveging og ved innsett om hausten. Ved beiteslipp var

lamma i gjennomsnitt 27 dagar gamle. Vårveging vart utført ved ein gjennomsnittsalder på 51 dagar og haustveging vart utført ved ein gjennomsnittsalder på 116 dagar.

Det vart òg registrert kjønn på lammet og fødselsrekkefølge ved lamming. Døde lam vart registrert i tre kategoriar: dødfødt, død inne (død mellom fødsel og beiteslepp) og død på beite (død mellom beiteslepp og haustveging).

Det vart teke blodprøve frå halsvena (*jugular vein*) til lamma ved to-tre dagars alder. Desse vart sentrifugert med 1000 x g i 15 min. Deretter vart BRIX-verdi serum målt ved hjelp av eit Milwaukee BRIX-refraktometer modell nummer MA882.

Variasjonskoeffisienten vart berekna eit parameter for spreieing av vektene innad i kull. Dette vart gjort med følgande formel:

$$\frac{\text{std. avvik vekt i kull}}{\text{gjennomsnittsvekt i kullet}} * 100$$

Etter modell av Morel et al (2008). Dette vart berekna to gonger: for alle kull basert på fødselsvekt og for alle kull beståande av tre lam ved haustveging basert på haustvekt. Paramateret er gitt som «ujevnhet på kullet, fødsel» og «ujevnhet på kullet, haust».



Figur 3.2 - Sauene hadde fri tilgang til vatn og saltslikkestein i individuelle bingar gjennom heile forsøket. Foto: Ole Arnfinn Røysland

3.3 Fôrprøvar og registrering av fôropptak

Fôrverdiane i surfôret er basert på fôrprøvar analysert av Labtek ved IHA, Landwirtschaftliche Kommunikations- und Servicegesellschaft i Tyskland, SLU og Eurofins. Fôrverdiane i kraftfôr er basert på medfølgande deklarasjon. Det same gjeld for vitamin- og mineralinnhaldet. Innhaldet av vitamin og mineral i mineraltilskuddet samt saltslikkestein er basert på medfølgande deklarasjon.

Fôropptak vart registrert fire påfølgande dagar i veka.

3.4 Statistikk

Programma Excel 2013 og R Studio (versjon 1.0.136) vert nytta for analyse av data. Excel vart nytta til sortering og systematisering av data samt til utregning av std.av, gjennomsnitt, utforming av figurar og utrekning av enkle t-testar. Det vart nytta følgande funksjonar i Excel:

«=Gjennomsnitt», «=Gjennomsnitt.hvis.sett», «=stdav.s» og «=t.test(matrise1;matrise2;tosidig;to utval med lik varians)»

Funksjonen «=stdav.s» nytter følgande formel:

$$\sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

Resultata i Tabell 4.2 og Tabell 4.4 er funne ved hjelp av mixed model analyse (tilleggspakke «lmerTest» i R studio. Tilsvarende proc mixed i SAS). Statistiske modellar som vart nytta er vist i Tabell 3.5. Korrelasjonar er berekna som parvise Pearson korrelasjonar med følgande funksjon: rcorr.adjust (Dataset [,c «variablar som skal samanlignast»]), type="pearson", use="pairwise.complete")

Tabell 3.5 - Statistiske modellar som vart nytta

Parameter	Modell
BRIX Råmjølk	Her vart nytta ordinær tosidig t.test
Drektighetslengde	
Hold ld3	
Holdendring dd104-ld3	
Holdendring ld3-beiteslipp	=fôringsgruppe+(1 søya sin alder ¹) ²
Vektendring ld3-beiteslipp	
Vektendring ld3-høstvekt	
Kullvekt Fødsel (Kg)	=fôringsgruppe+kjønn i kull ³ +(1 søya sin alder)
Kullvekt haust (Kg)	=fôringsgruppe+kjønn i kull+(1 alder ved høstveging) +(1 søya sin alder)
Burd Haust	=fôringsgruppe+(1 søya sin alder)
Cotyledonvekt	=fôringsgruppe+kjønn i kullet+(1 søya sin alder)
Ujevnhet på kullet fødselsvekt	=fôringsgruppe+kjønn i kullet+(1 søya sin alder)
Ujevnhet på kullet Haustvekt	=fôringsgruppe+(1 søya sin alder)
Fødselsvekt	=fôringsgruppe+søya sin alder+kjønn+(1 lammet si mor)
BRIX serum lam	=fôringsgruppe+søya sin alder+burd dag 3+kjønn+(1 lammet si mor)
Tilvekst fyrste veke (g/dag)	=fôringsgruppe+søya sin alder+burd inne ⁴ +(1 lammet si mor)+(1 lammet sin alder ved fyrste veking) ⁵
Tilvekst fødsel- beiteslipp (g/dag)	=fôringsgruppe+søya sin alder+kjønn+burd inne+(1 lammet si mor)
Tilvekst Beiteslipp- Vårvekt	=fôringsgruppe+søya sin alder+kjønn+burd inne+(1 lammet sin alder ved vårveging) +(1 lammet si mor)
Tilvekst Vårvekt- Høstvekt	=fôringsgruppe+søya sin alder+kjønn+burd haust ⁶ +(1 lammet si mor)
Tilvekst Fødsel- Høstvekt	
Høstvekt	=fôringsgruppe+søya sin alder+kjønn+burd haust+(1 lammet sin alder ved haustveging) +(1 lammet si mor)
Høstvekt bare ved 3 lam på haust	=fôringsgruppe+søya sin alder+kjønn+(1 lammet si mor)

¹ Søya sin alder er delt i to kategoriar: Gimmer og voksen.

² «(1/xxxx)» angir ein villkârleg effekt

³ Kjønn i kullet er delt i fire kategoriar: 1=tre vêrlam, 2=to vêrlam og eit saulam, 3=eitt vêrlam og to saulam, 4=tre saulam

⁴ Søya si burd ved beiteslipp

⁵ Då veking berre vart utført ein gong kvar veke, varierte lammet sin faktiske alder ved tidspunktet «fyrste veke».

⁶ Søya si burd ved haustveging. Kopplam er òg trekt frå her.

4 Resultat

Ei søye (vaksen, gruppe LÅG) vart teke ut av forsøket då denne aborterte drektighetsdag (dd) 126. Datagrunnlaget er dermed ni søyer i kvar fôringsgruppe. Fire lam, tre frå LÅG og eit frå NORM, var daudfødde. Ti lam fekk ei eller fleir tilleggsfôringar med råmjølk frå geit eller ku som livreddande tiltak. Desse lamma er utelatt frå målingar der dette etter stort sannsyn vil påverke resultata (sjå fotnotar i Tabell 4.2). Seks lam vart kopplam som livreddande tiltak. Desse er utelatt frå resultata etter at dei vart kopplam. Ytterlegare to lam vart systematisk flaskefôra før beiteslipp. Desse er utelatt frå registreringar mellom fødsel og beiteslipp. Av dei resterande lamma dauda tre lam mellom fødsel og haustveging. Antal lam med hausvekt var 68 fordelt mellom gruppe LÅG (20), NORM (23) og HØG (25). Brorparten av søyene (25 stk.) lamma i perioden 14.-21. april 2016. To av søyene lamma i perioden 5.-6. mai 2016.

4.1 Fôropptak

Det var ingen skilnad i fôropptak ved vedlikehaldsfôring før dd96 eller ved ad libitum fôring etter laktasjonsdag (ld) 1 (Tabell 4.1). Gruppe HØG viste likevel eit litt lågare TS-opptak/kg eigenvekt målt mot dei øvrige gruppene i perioden fosterteljing-dd96 (0,0129 kg vs. 0,0134 kg). Fôropptaket i perioden dd97-dd131 (Tabell 4.1) var i samsvar med planlagt fôropptak (Tabell 3.3 og Tabell 3.4). I perioden dd132-dd146 vart deler av surfôret vraka av gruppe HØG. Dermed avviker faktisk fôropptak i denne perioden (Tabell 4.1 og Figur 4.1) frå planlagt fôropptak i gruppe HØG (Tabell 3.3 og Tabell 3.4) og var ikkje signifikant forskjellig frå NORM. Det er heller ikkje vist signifikant skilnad i totalt tørrstoff (TS) opptak mellom LÅG og NORM i perioden dd97-dd131 (Tabell 4.1 og Figur 4.1). Det var derimot ein sterk tendens til skilnad ($p=0,051$) i TS-opptak i denne perioden, og ein sikker skilnad i energiopptak.

Det er ikkje vist samanheng mellom søya sitt TS-opptak i perioden ld1-beiteslipp og kullet si tilvekst i same periode, men ein tendens til samanheng mellom TS-opptak i perioden ld1-beiteslipp og kullet si tilvekst frå beiteslipp til vårveging ($r=0,444$, $p=0,08$, Tabell 4.3). Det var ikkje samanheng mellom søya sitt TS-opptak pr. kg eigenvekt i perioden ld1-beiteslipp og kullet si samla tilvekst i nokon periode.

Resultat

Tabell 4.1 – Daglig fôropptak fordelt på grupper og tid i drektighet. Opptaket er gitt \pm std.av

		LÅG		NORM		HØG	
Fostertelling ⁴ - dd96 ⁵	Totalt TS/vekt ¹	13,3 ^a	$\pm 0,36$	13,4 ^a	$\pm 0,52$	12,9 ^b	$\pm 0,32$
	Total TS (Kg) ^{2,8}	1,19	$\pm 0,07$	1,21	$\pm 0,11$	1,20	$\pm 0,08$
	TS frå Surfôr (Kg) ⁷	1,19	$\pm 0,07$	1,21	$\pm 0,11$	1,20	$\pm 0,08$
	NEL (MJ) ³	7,02	$\pm 0,43$	7,16	$\pm 0,63$	7,08	$\pm 0,45$
	Råprotein (g)	110	$\pm 6,9$	112	$\pm 10,0$	111	$\pm 7,17$
	Råprot(g)/NEL(MJ)	18,09	$\pm 0,00$	18,09	$\pm 0,00$	18,09	$\pm 0,00$
dd97-dd131	Totalt TS/vekt	16,8 ^a	$\pm 1,04$	16,5 ^a	$\pm 1,06$	21,8 ^b	$\pm 1,33$
	Total TS (Kg)	1,33 ^a	$\pm 0,08$	1,42 ^a	$\pm 0,11$	1,90 ^b	$\pm 0,10$
	TS frå Surfôr (Kg)	0,86 ^a	$\pm 0,06$	1,08 ^b	$\pm 0,08$	1,56 ^c	$\pm 0,08$
	NEL (MJ)	8,23 ^a	$\pm 0,52$	9,37 ^b	$\pm 0,66$	12,9 ^c	$\pm 0,69$
	Råprotein (g)	197 ^a	$\pm 10,5$	216 ^b	$\pm 14,1$	284 ^c	$\pm 14,0$
	Råprot(g)/NEL(MJ)	24,04 ^a	$\pm 0,23$	23,09 ^b	$\pm 0,20$	22,17 ^c	$\pm 0,09$
dd132-dd146	Totalt TS/vekt	21,5 ^a	$\pm 1,71$	22,9 ^{ab}	$\pm 1,61$	23,8 ^b	$\pm 1,94$
	Total TS (Kg)	1,70 ^a	$\pm 0,08$	1,98 ^b	$\pm 0,20$	2,07 ^b	$\pm 0,14$
	TS frå Surfôr (Kg)	1,11 ^a	$\pm 0,05$	1,53 ^b	$\pm 0,18$	1,58 ^b	$\pm 0,14$
	NEL (MJ)	11,0 ^a	$\pm 0,38$	13,4 ^b	$\pm 1,32$	14,1 ^b	$\pm 0,98$
	Råprotein (g)	251 ^a	$\pm 8,93$	295 ^b	$\pm 27,6$	308 ^b	$\pm 20,1$
	Råprot(g)/NEL(MJ)	22,95 ^a	$\pm 0,16$	22,14 ^b	$\pm 0,12$	22,01 ^c	$\pm 0,10$
ld1-B ⁶	Totalt TS/vekt	39,0	$\pm 3,67$	37,0	$\pm 4,42$	38,0	$\pm 3,65$
	Total TS (Kg)	3,09	$\pm 0,33$	3,18	$\pm 0,34$	3,30	$\pm 0,30$
	TS frå Surfôr (Kg)	2,45	$\pm 0,31$	2,46	$\pm 0,44$	2,49	$\pm 0,29$
	NEL (MJ)	21,0	$\pm 2,28$	21,6	$\pm 2,31$	22,4	$\pm 2,01$
	Råprotein (g)	457	$\pm 46,4$	469	$\pm 47,1$	484	$\pm 41,5$
	Råprot(g)/NEL(MJ)	21,82	$\pm 0,21$	21,78	$\pm 0,23$	21,65	$\pm 0,18$

^{a-c} Ulik bokstav på same linje angir signifikant skilnad ($p < 0,05$)

¹ $\frac{\text{Total TS (g)}}{\text{Søya si egenvekt (Kg)}}$. Eigenvekt ved dd104 er nytta for perioden fostertelling-dd196. For dei øvrige periodane er eigenvekt for ld3 nytta

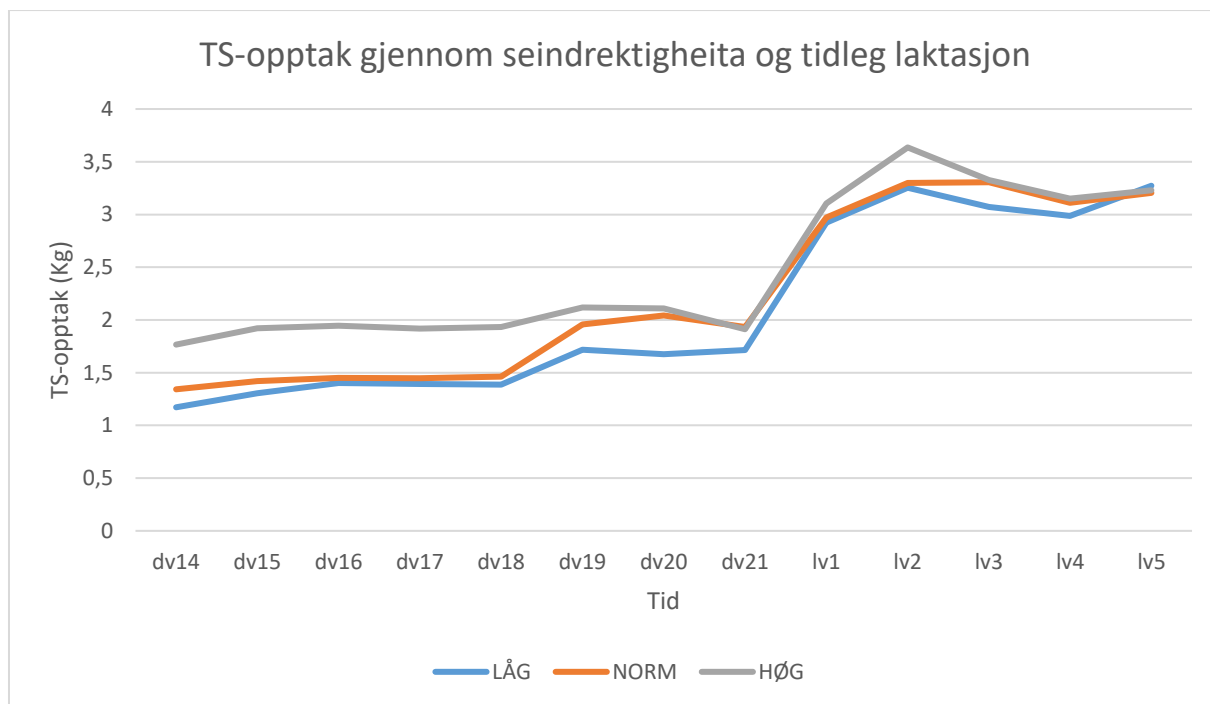
²⁻³ TS=tørstoff, NEL=Netto Energi Laktasjon.

⁴Fostertalling vart utført mellom dd38 og dd60.

⁵⁻⁶ dd=Drektighetsdag, ld=Laktasjonsdag, B=Beiteslipp

⁷ Inkluderer ikkje halm. Halm vart tilbutt gruppene LÅG og NORM

⁸ Inkluderer surfôr, halm og kraftfôr. Halm vart tilbutt gruppene LÅG og NORM



Figur 4.1 - TS-opptak gjennom seindrektigheita og tidleg laktasjon. dv=drektighetsveke, lv=laktasjonsveke. dv14 tilsvarer dd91-dd97

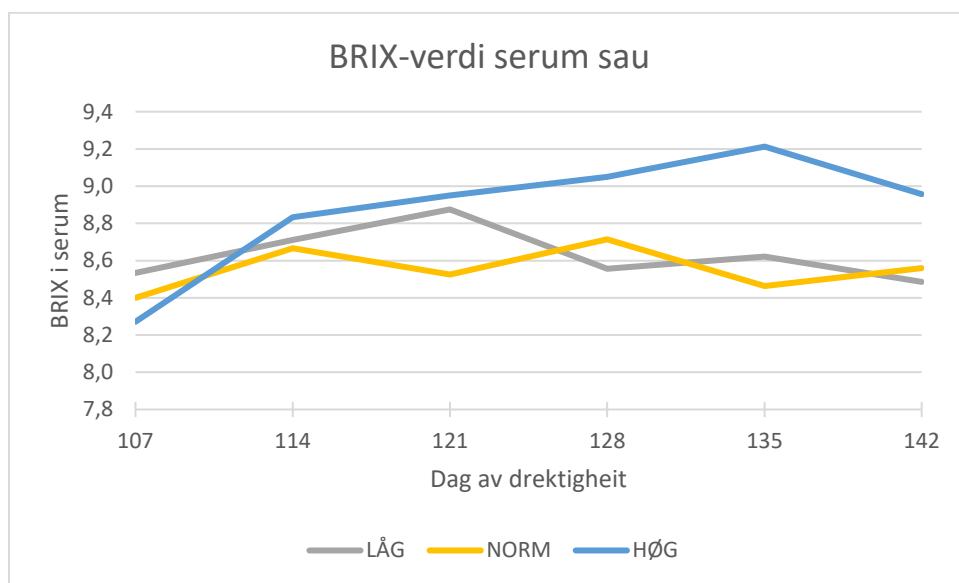
4.2 Parameter i blod og råmjølk

Søyene i HØG hadde høgare BRIX-verdi i serum enn dei andre gruppene ved dd128 og dd135 (Figur 4.2). Det var ein sterk tendens til høgare BRIX-verdi i søya sitt serum i HØG målt mot NORM ved dd142 ($p=0,058$). BRIX-verdi i råmjølk strakk seg frå 25,0 til 40,0. BRIX-verdi 40,0 var høgaste målbare verdi for refraktometeret. Det var ikkje skilnad i BRIX-verdi av råmjølka mellom gruppene (Tabell 4.2). Forsøket viser ikkje skilnad i BRIX-verdi for råmjølk mellom høgre og venstre spene.

Serum hjå lam ved tre dagars alder viste BRIX-verdiar mellom 6,9 og 10,1. Det var ikkje signifikant skilnad i BRIX-verdi i serum hjå lam ved tre dagars alder mellom fôringsgruppene (Tabell 4.4). Det var heller ikkje signifikant skilnad dersom ein regner gjennomsnittlege BRIX-verdiar i serum for kvart kull for å utjamne skilnadane mellom lam i same kull (min=7,5; maks=9,9; $p=0,3-0,9$). Vidare var det tendens til samanheng mellom BRIX-verdi i serum hjå søya ved dd135 og serum hjå lam ved tre dagar alder ($r=0,224$, $p=0,088$) (Tabell 4.6). Det var signifikant samanheng mellom BRIX-verdi i serum hjå sau ved dd135 og BRIX-verdi i råmjølk ($r=0,301$, $p=0,016$).

Resultat

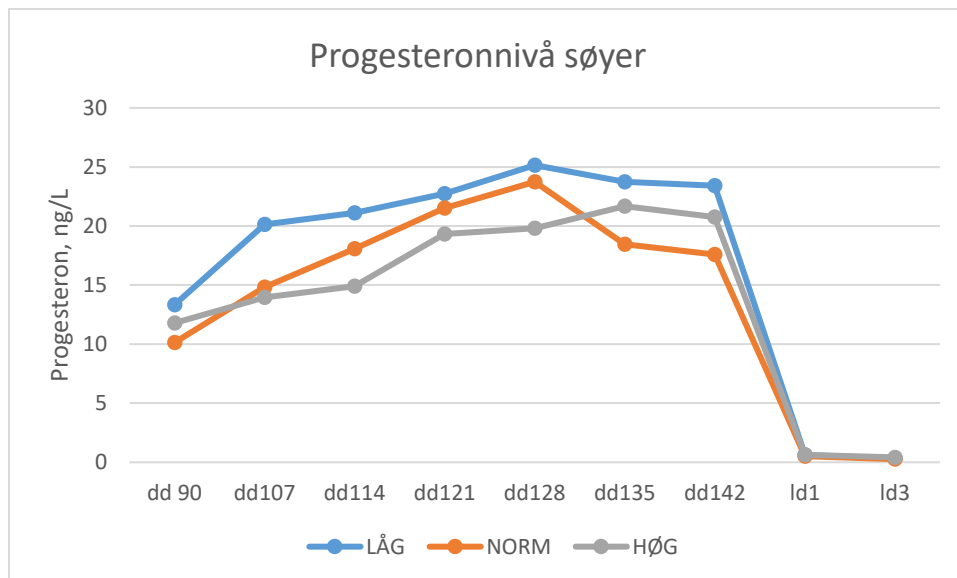
Forsøket viser tendens til samanheng mellom BRIX-verdi i råmjølk og antal lam i kullet ved haustveging (parameteret «burd haust», Tabell 4.5, $r=0,363$, $p=0,075$). Det var òg tendens til samanheng mellom søya si vekt nedgang i tidsrommet ld3 - beiteslepp og BRIX-verdi i råmjølk ($r=0,338$, $p=0,098$). Råmjølka sin BRIX-verdi hadde òg tendens til samanheng med kotyledonvekt (Tabell 4.6, $r=0,215$, $p=0,076$). Både tilvekst fyrste veke og tilvekst fram til beiteslipp viste betre samanheng med BRIX-verdi i serum hjå lam ved to-tre dagers alder enn råmjølka sin BRIX-verdi (Tabell 4.6). Det var ikkje samanheng mellom BRIX-verdi i råmjølk eller serum hjå lam ved to-tre dagers alder og tilvekst etter vårveging.



Figur 4.2 - BRIX-verdi i serum hjå sau gjennom drektigheita. HØG har ein signifikant høgare BRIX-verdi enn dei øvrige ved dd 128 og dd 135. Ellers ingen signifikant forskjell.

Utviklinga i progesteronnivå var lik i HØG og LÅG gjennom drektigheita (Figur 4.3). Berre ved dd 114 var det signifikant skilnad i progesteronnivå mellom HØG og LÅG. Gjennom heile drektigheita viser LÅG det numerisk høgaste nivået av progesteron. Gruppe NORM viste ein sterk tendens ($p=0,0504$) til fall i progesteronnivå mellom dd 128 og dd 135. Progesteronnivået var signifikant ($p=0,038$) lågare ved dd 142 målt mot dd 128 i NORM. NORM hadde ikkje signifikant ulikt progesteronnivå målt mot dei øvrige gruppene ved noko punkt i drektigheita. Alle gruppene viste eit markant fall i progesteronnivå frå dd 142 til ld 1. Progesteronnivået er signifikant lågare i NORM målt mot HØG ved ld 3 (0,26 ng/L vs 0,42 ng/L $p=0,034$). Progesteronnivået i siste del av drektigheita viste ingen samanheng med kullet si samla daglege tilvekst fyrste veke, men det er vist positiv samanheng mellom progesteron ved dd 135 og BRIX-verdi i serum hjå lam ved to-tre dagers alder ($r=0,337$, $p=0,02$). Inkluderer berre lam frå fulle kull (kull med tre lam) der ingen av lamma har fått ekstra

råmjølk frå geit eller ku før blodprøvetidspunkt, n=45). Det er vist sikker positiv samanheng mellom progesteronnivå ved dd142 og kullet si samla tilvekst frå fødsel til beiteslepp ($r=0,519$, $p=0,03$). Det var òg tendens til samanheng mellom progesteronnivå ved dd142 og kullet si samla haustvekt ($r=0,480$, $p=0,07$, berekna for «fulle kull», n=15)



Figur 4.3 - Progesteronnivå gjennom drektigheita. Det er signifikant skilnad mellom LÅG og HØG ved dd114 og mellom NORM og HØG ved ld3.

dd=drektighetsdag, ld=laktasjonsdag

4.3 Holdendring og drektighetslengde

Søyene i LÅG og NORM hadde lik holdnedgang i perioden dd104 og ld3 medan gruppe HØG viste tendens til lågare holdnedgang samanlikna med dei øvrige gruppene (Tabell 4.2).

Mellom lamming og beiteslipp viste gruppe HØG eit signifikant større holdtap enn dei andre gruppe. HØG og NORM viste likt vekttaap mellom lamming og beiteslipp medan LÅG ikkje tapte vekt i denne perioden. Skilnaden mellom LÅG og dei øvrige gruppene var signifikant for vekttaap i perioden ld3-beiteslipp. Det var ingen skilnad i søya si vektendring i perioden ld3 til haustveging mellom gruppene.

Det var høg samanheng ($r=0,734$ $p=0,0002$) mellom holdnedgang i perioden ld3-beiteslipp og kullet sin tilvekst fyrste veke (Figur 4.4). Samanhengen var òg stor for kullet si tilvekst frå fødsel til beiteslepp ($r=0,597$ $p=0,009$) og kullet si tilvekst i perioden beiteslepp til vårveging ($r=0,567$ $p=0,02$). Det var òg høg samanheng ($r=0,699$ $p=0,004$) mellom søya si holdnedgang i perioden ld3-beiteslipp og kullet si haustvekt (Figur 4.5). Ein holdreduksjon på 0,1 poeng

Resultat

resulterte i at kullet auka si samla daglege tilvekst fyrste veke med 56,6 g og kullet auka si samla haustvekt med 2,26 kg. Det var svak positiv tendens til samanheng mellom kullet si tilvekst fyrste veke og kullet si samla haustvekt ($r=0,425$ $p=0,115$)

Drektighetslengda var redusert i HØG samanlikna med dei øvrige gruppene.

Drektighetslengda viste svak tendens til positiv samanheng med ujevnhet på kullet ved haustveging (Tabell 4.5, $p=0,11$). Parameteret ujevnhet på kullet talfester spreinga i vektene innan kull. Høg verdi viser til stor spreing. HØG viste høgare kullvekt ved fødsel samanlikna med dei øvrige gruppene (Tabell 4.2). I tillegg viste HØG høgare burd ved haustveging og betydeleg høgare kullvekt ved haustveging (kullvekt ved haustveging tilsvarer årsavdrått i sauekontrollen) målt mot dei øvrige gruppene. Det var ikkje signifikante skilnader med tanke på ujevnhet i kullet mellom gruppene verken ved fødsel eller haustveging. Ujevnhet på kullet ved fødsel viste ein negativ samanheng med samla kullvekt ved haustveging (Tabell 4.5). Det vil seie at større spreing i kullvekter ved fødsel påverka samla kullvekt ved haustveging i negativ retning.

Tabell 4.2 – Effekt av fôrnivå i seindrekthet på søyerelaterte parameter. Verdiane er gitt ± SE

	LÅG	NORM	HØG	P-verdi		
				LÅG mot NORM	LÅG mot HØG	NORM mot HØG
BRIX Råmjølk	31,5 ± 1,6	30,8 ± 1,8	32,0 ± 1,6	0,80	0,64	0,83
Drektighetslengde (Dagar)	148,8 ± 0,6	148,6 ± 0,6	147,2 ± 0,6	0,86	0,05	0,07
Hold ld3 ^a	2,68 ± 0,13	2,94 ± 0,13	3,13 ± 0,13	0,16	0,02	0,33
Nedgang i hold dd104-ld3 ^b	0,31 ± 0,10	0,29 ± 0,10	-0,04 ± 0,10	0,92	0,07	0,09
Nedgang i hold ^h ld3-B ^{a,b}	0,28 ± 0,11	0,26 ± 0,11	0,61 ± 0,11	0,93	0,04	0,04
Nedgang i vekt ^h ld3-B (Kg)	-0,73 ± 1,68	4,21 ± 1,69	4,96 ± 1,69	0,03	0,02	0,74
Nedgang i vekt ld3-H ^{a,b} (Kg)	3,38 ± 3,63	6,14 ± 3,73	6,25 ± 3,65	0,30	0,30	1,00
Kullvekt Fødsel ^c (Kg)	13,5 ± 0,4	13,2 ± 0,4	14,6 ± 0,5	0,62	0,07	0,03
Kullvekt Haust ^{b,d} (Kg)		96,1 ± 2,1	113,1 ± 2,6			0,0006
Burd Haust ^e	2,2 ± 0,2	2,6 ± 0,2	2,8 ± 0,2	0,21	0,04	0,40
Cotyledonvekt (Kg)	0,40 ± 0,05	0,34 ± 0,05	0,37 ± 0,06	0,25	0,47	0,67
Ujevnhet på kullet, Fødsel ^f	11,2 ± 3,09	16,1 ± 3,23	11,5 ± 3,46	0,30	0,90	0,30
Ujevnhet på kullet, Haust ^f		16,6 ± 4,35	8,38 ± 2,28			0,20
Andel små lam ^g	48 %	52 %	37 %			

^a ld3 = laktasjonsdag 3, dd104 = drektighetsdag 104, B=Beiteslipp, H=Høstveging

^b Beiteslipp: 24-31 dagar etter lamming, haustveging var 94-127 dagar etter lamming. I gjennomsnitt var haustveging 116 dagar etter lamming. Holdvurdering haust vart utført samstundes med haustveging.

^c Samla vekt av alle tre lam, inkl. dødfødte

^d Samla vekt av alle tre lam ved høstveging. Inkluderer berre kull som består av tre lam på høsten. NORM=5 stk, HØG=7 stk. På grunn av lågt grunnlag i gruppe LÅG (3 stk), er desse resultatata utelatt.

^e Fødte lam minus daude lam og lam som vart kopplam gjennom somaren pga overhengande fare for død eller fråverande tilvekst.

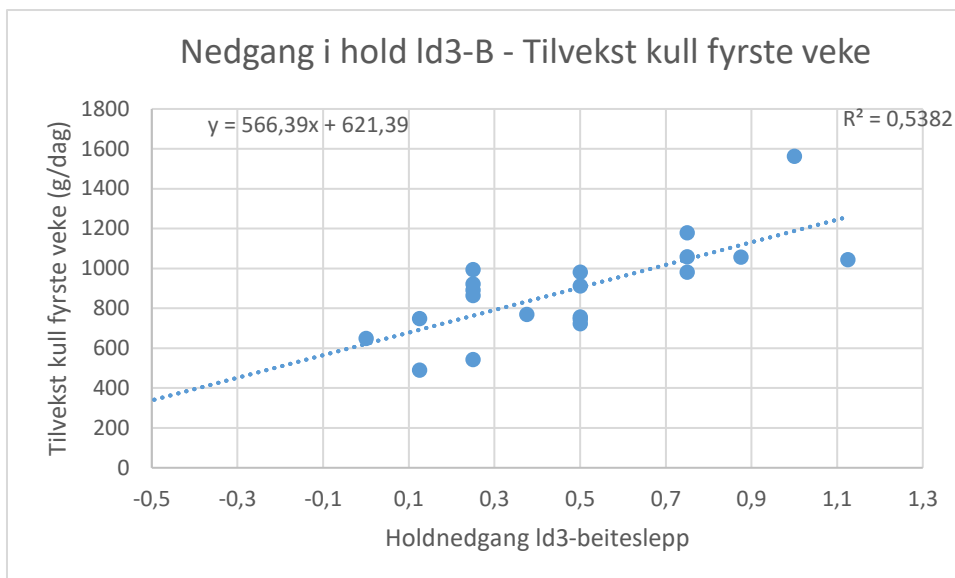
^f Målt som variasjonskoeffisienten innan kull: st.avvik dividert på gjennomsnittlig fødselsvekt * 100 etter modell av (Morel et al. 2008). Kull der eit eller fleir lam er daude eller tatt til kopplam gjennom somaren er utelatt i «ujevnhet kull haust». Grunnlag «Ujevnhet kull haust»: NORM = 5 stk, HØG = 7 stk. LÅG er utelatt pga lågt antall (3 stk).

^g Andel av lamma med fødselsvekt ≤ 4,4 kg (Vatn et al. 2007).

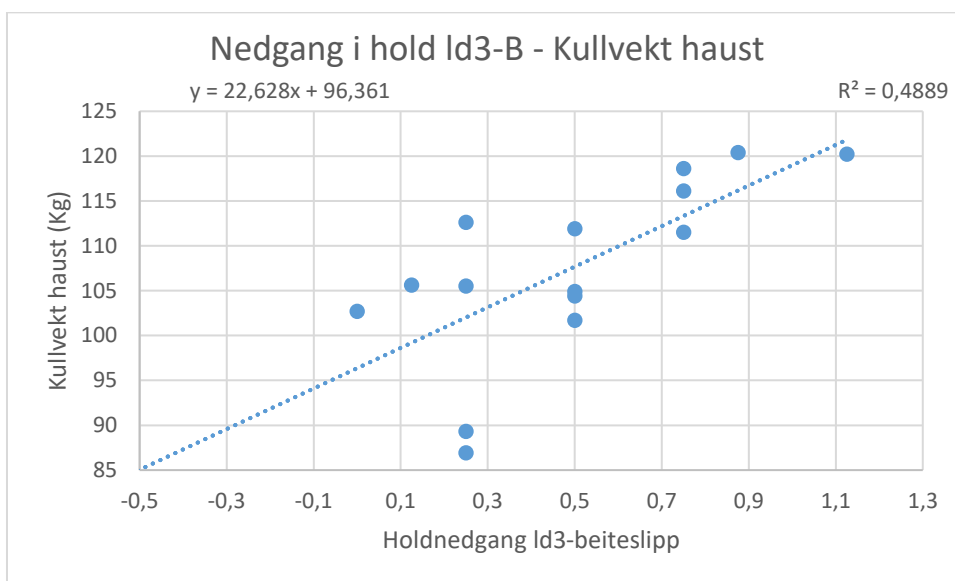
^h Nedgang i vekt og hold i perioden mellom oppgitte tidspunkt. Vekttap og holdtap er vist som positive verdier. Nedgang i hold er vist i holdpoeng.

Døme: Ved holdpoeng 3,5 ved ld3 og holdpoeng 3 ved beiteslipp er nedgang i hold 0,5 i perioden ld3-B

Resultat



Figur 4.4- Korrelasjon mellom søya si nedgang i holdpoeng frå fødsel til beiteslepp (24-31 dagar) og kullet si samla daglege tilvekst frå fødsel til ei veke alder. Reduksjon i holdpoeng er vist som positive verdiar. Berre kull med tre lam der ingen var systematisk flaskeføra fyrste veka er nytta her (20 kull).



Figur 4.5- Korrelasjon mellom søya si nedgang i holdpoeng frå fødsel til beiteslepp (24-31 dagar) og kullet si samla haustvekt. Reduksjon av holdpoeng er vist som positive verdiar. Berre kull med haustvekt av tre lam er nytta (15 kull).

4.4 Vekt og tilvekst hjå lam

Fødselsvektene i forsøket var mellom 2,25 og 6,25 kg. Det var ikkje signifikant skilnad i fødselsvekt mellom gruppene (Tabell 4.4). Samla fødselsvekter for heile kullet (parameteret «kullvekt fødsel») var signifikant høgare for gruppe HØG målt mot gruppe NORM, og viste tendens til å vere høgare enn gruppe LÅG (Tabell 4.2). Det var ikkje skilnad i tilvekst fyrste veke eller tilvekst før beiteslepp mellom gruppene. Tilveksten frå fødsel til beiteslipp varierte

mellom 114 og 415 g/dag. Lamma i gruppe NORM viste tendens til lågare tilvekst etter beiteslipp samanlikna med HØG. Det vart òg vist ein svakt tendens til lågare tilvekst frå vårvekt til haustvekt i gruppa NORM samanlikna med gruppa HØG (Tabell 4.4). Ved å utelate lam som har mista eit eller fleir søsken før haustveging frå datamaterialet (parameteret «fulle kull»), viste HØG signifikant høgare haustvekter enn NORM, og tendens til høgare hausvekter målt mot LÅG (Tabell 4.4).

Tabell 4.3 - Korrelasjonar mellom søya sitt TS-opptak og holdnedgang og kullet si tilvekst i ulike periodar

	Kulltilvekst fyrste veke	Kulltilvekst F_B	Kulltilvekst B_V	Kullvekt haust
TS-opptak dd97_dd131	0,474*	0,609**	0,551*	0,794***
TS-opptak dd132_dd146	0,317	0,205	0,451'	0,495'
TS-opptak ld1_B	-0,166	0,090	0,444'	0,373
Nedgang i hold ld3_B	0,734***	0,597**	0,567*	0,699**

***= $p < 0,001$ **= $p < 0,01$ *= $p < 0,05$ '= $p < 0,1$

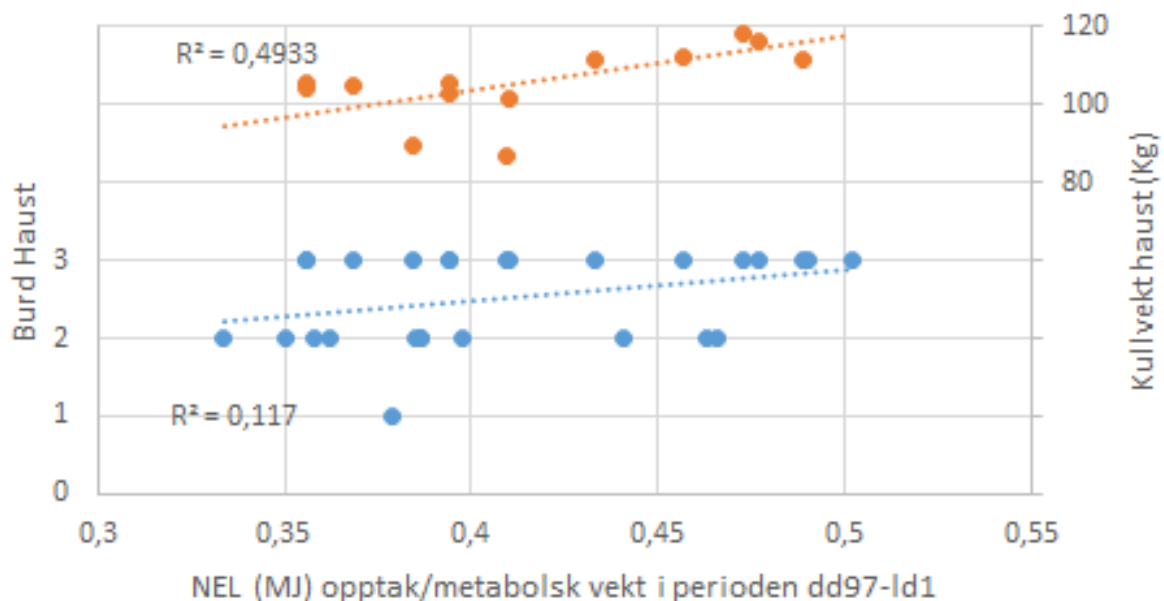
dd=Drektighetsdag, ld=Laktasjonsdag, B=beiteslipp. Beiteslipp vart utført mellom 24 og 31 dagar etter lamming.

Korrelasjonane gjeld berre for kull utan daude lam eller lam som vart systematisk tilleggsføra i perioden. Kulltilvekst fyrste veke $n=20$, Kulltilvekst F_B $n=18$, Kulltilvekst B_V $n=16$, Kullvekt haust $n=15$

For parameter registrert før eller ved fødsel hadde lammet si fødselsvekt størst innverknad på alle tilvekstparameter med unntak av tilvekst fyrste veke. Faktisk fødselsvekt viste i alle tilfelle større samanheng med tilvekst enn lammet si vekt i forhold til dei øvrige søskena (parameteret «ujevnhet på kullet»). For tilvekst fyrste veke viste BRIX-verdi i serum hjå lam ein bedre samanheng enn fødselsvekt (Tabell 4.6). Her viste ikkje fødselsvekt signifikant samanheng med tilvekst, men ein sterk tendens til samanheng ($p=0,058$). Tilvekst ein gitt periode viser i alle tilfelle god samanheng med vidare tilvekst.

Resultat

Det er vist stor samanheng mellom søya sitt gjennomsnittlege energiopptak i seindrektigheita (dd97-ld1) korrigert for metabolsk vekt ($\frac{NEL (MJ) \text{ opptak}}{vekt^{0,75}}$) og kullet si samla vekt ved haustveging ($r=0,702$, $p=0,004$, Figur 4.6). Det er òg vist tendens til samanheng mellom energiopptaket i same periode og søya si burd ved haustveging ($r=0,342$, $p=0,08$ Figur 4.6).



Figur 4.6 - Samanheng mellom energiopptak i seindrektigheita (dd97-ld1) og burd haust samt samla kullvekt på hausten. Samla kullvekt er berre gitt for kull som har tre lam ved haustveging. Samanhengen mellom energiinntak og kullvekt er signifikant ($p=0,004$). Energiinntak i seindrektigheit og burd haust viser tendens til samanheng ($p=0,08$).

dd= drektighetsdag, ld=laktasjonsdag, Metabolsk vekt= $vekt^{0,75}$

Blå prikkar= burd haust. Oransje prikkar= Kullvekt haust

Tabell 4.4 - Effekt av søya sitt førnivå i seindrektingheit på lammet sine prestasjonar. Verdiane er gitt \pm SE

	LÅG	NORM	HØG	P-verdi		
				LÅG mot NORM	LÅG mot HØG	NORM mot HØG
Fødselsvekt (Kg)	4,38 \pm 0,16	4,32 \pm 0,16	4,64 \pm 0,17	0,78	0,28	0,17
BRIX serum ^a	8,51 \pm 0,31	8,29 \pm 0,36	8,34 \pm 0,38	0,50	0,60	0,90
Tilvekst fyrste veke (g/dag) ^b	326 \pm 37,4	341 \pm 43,1	374 \pm 43,9	0,68	0,21	0,33
Tilvekst F-B ^g (g/dag) ^c	291 \pm 24,0	306 \pm 27,7	317 \pm 27,9	0,51	0,27	0,61
Tilvekst B-V ^g (g/dag) ^d	327 \pm 30,1	280 \pm 36,0	335 \pm 37,5	0,20	0,80	0,10
Tilvekst V-H ^g (g/dag) ^e	300 \pm 17,1	287 \pm 18,9	311 \pm 19,0	0,38	0,49	0,11
Tilvekst F-H (g/dag) ^e	305 \pm 17,0	293 \pm 19,7	316 \pm 19,9	0,48	0,56	0,19
Høstvekt (Kg) ^e	41,0 \pm 2,4	38,0 \pm 2,6	42,4 \pm 2,8	0,24	0,60	0,08
Høstvekt fulle kull (Kg) ^f	35,7 \pm 1,7	32,4 \pm 1,2	39,0 \pm 1,0	0,11	0,07	0,0001

^a Lam som har fått supplerande råmjølk frå geit eller ku er utelatt. Grunnlag: LÅG=17, NORM = 22, HØG = 26

^b Lam som har fått meir enn eit måltid med ekstra råmjølk frå ku eller geit er utelatt. Grunnlag: LÅG = 21, NORM = 24, HØG = 26. Alder på lam var mellom fire og elleve dagar.

^c Lam som er systematisk flaskeføra i denne perioden er utelatt. Grunnlag: LÅG = 22, NORM = 25, HØG = 27

^d Kopplam er utelatt. Seks lam vert slept på beite dagen før vårveging. Desse er òg utelatt. Grunnlag: LÅG = 22, NORM = 25, HØG = 27

^e Kopplam og lam som dauda før haustveging er utelatt. Grunnlag: LÅG = 20, NORM = 23, HØG = 25

^f Lam der eit eller fleir søsken er daud eller er teke som kopplam er utelatt. Grunnlag: LÅG = 9, NORM = 15, HØG = 21

^g F=Fødsel, B=Beiteslipp, V=Vårveging, H=Haustveging. Beiteslipp vart utført ved 21-31 dagers alder, Vårveging vart utført ved 41-60 dagers alder. Gjennomsnittleg alder ved vårveging var 50,8 dagar. Ved haustveging var lamma 94-127 dagar gamle. Gjennomsnittleg alder ved haustveging var 116 dagar

Resultat

Tabell 4.5 - Korrelasjonar mellom søyerelaterte registreringar.

	BRIX Råmjølk	Cyteledon-vekt	Drektighets-lengde	Ujevnhet kull fødsel ^b	Ujevnhet kull haust ^b	Kulltilvekst fyrste veke ^c	Kullvekt fødsel	Kullvekt haust ^d	Burd haust	Tilvekst dd104-dd135 ^e	TS-opptak dd97-dd131	TS-opptak dd132-dd146	TS-opptak F-B ^a	Nedgang i hold Id3_B ^a	Nedgang i vekt Id3-B	Nedgang i vekt Id3-H ^a
BRIX Råmjølk	1															
Cyteledonvekt	0,162	1														
Drektighetslengde	-0,049	0,350'	1													
Ujevnhet kull fødsel ^b	0,116	-0,093	-0,125	1												
Ujevnhet kull haust ^b	-0,099	-0,189	0,429	0,666**	1											
Kulltilvekst fyrste veke ^c	0,323	0,249	0,327	0,047	0,144	1										
Kullvekt fødsel	0,062	0,257	0,291	-0,684**	-0,656**	0,303	1									
Kullvekt haust ^d	-0,025	-0,151	-0,385	-0,661**	-0,457'	0,425	0,655**	1								
Burd haust	0,363'	0,012	-0,507**	0,521**	0,000	0,044	-0,459*	0,000	1							
Tilvekst dd104_dd135 ^{ae}	-0,120	0,032	-0,103	-0,194	0,130	0,233	0,054	0,432	0,016	1						
TS-opptak dd97_dd131	0,090	-0,083	-0,239	-0,152	-0,173	0,474*	0,228	0,794***	0,252	0,605***	1					
TS-opptak dd132_dd146	-0,130	-0,223	-0,160	-0,218	-0,085	0,317	0,144	0,495'	0,086	0,631***	0,683***	1				
TS-opptak F_B ^a	-0,259	-0,021	0,038	-0,146	-0,107	-0,166	0,180	0,373	0,200	0,205	0,339'	0,371'	1			
Nedgang i hold ^f Id3_B	0,338	-0,316	-0,330'	0,057	-0,332	0,734***	-0,089	0,699**	0,483*	0,143	0,456*	0,316	0,037	1		
Nedgang i vekt ^f Id3_B	0,338'	-0,109	-0,385*	0,310	0,077	0,564**	-0,312	0,236	0,496**	0,210	0,344'	0,342'	-0,328'	0,631***	1	
Nedgang i vekt Id3_H ^a	-0,015	-0,056	-0,005	0,301	0,151	0,617**	-0,332'	0,142	0,407*	0,053	0,311	0,374'	0,187	0,574**	0,591**	1

***= $p < 0,001$ **= $p < 0,01$ *= $p < 0,5$ '= $p < 0,1$

^a Id3=laktasjonsdag 3, B=Beiteslipp, dd=Drektighetsdag, F=Fødsel, Haustveging. Beiteslipp var i gjennomsnitt 27 dagar etter lamming. Haustveging vart i gjennomsnitt utført 116 dagar etter lamming.

^b Ujevnhet på kull er definert som st.avvik dividert på gjennomsnittlig fødselsvekt * 100 etter modell av (Morel et al. 2008). Kull der eit eller fleir lam dauda eller vart teke som kopplam før haustveging er utelatt frå «Ujevnhet kull haust».

^c Tilvekst frå fødsel til fyrste veking. Lamma var mellom fire og elleve dagar ved denne vekinga. Kull der eit eller fleire lam dauda i perioden, eller vart flaskeføra i perioden er utelatt. Grunnlag: 20 kull.

^d Kull der eit eller fleir lam dauda eller vart teke som kopplam før haustveging er utelatt.

^e Søya si daglege tilvekst frå dd104 til dd135

^f Nedgang i hold og vekt i angitt periode. Vekttap og holdtap vert vist som positive verdiar.

Tabell 4.6 - Korrelasjonar mellom lammeralaterte registreringar.

	BRIX Råmjølk	BRIX serum lam ^a	BRIX serum sau ^b	Cotyledonvekt	Drektighetstid	Prosent av kullvekt ^d	Fødselsvekt	Vårvekt	Haustrvekt	Haustrvekt fulle kull ^e	Tilvekst fyrste veke ^f	Tilvekst F_B ^e	Tilvekst B_V ^e	Tilvekst F_V ^e	Tilvekst V_H ^e	Tilvekst F_H ^e
BRIX Råmjølk	1															
BRIX serum lam ^a	0,121	1														
BRIX serum sau ^b	0,301*	0,224'	1													
Cotyledonvekt	0,215'	0,153	-0,012	1												
Drektighetstid	-0,049	0,138	-0,289*	0,128	1											
Prosent av kullvekt ^d	0,012	0,021	0,012	0,042	0,023	1										
Fødselsvekt	0,186	-0,042	0,178	0,192'	0,320**	0,764***	1									
Vårvekt	0,138	0,297*	0,292*	0,000	-0,039	0,447***	0,466***	1								
Haustrvekt	0,092	0,050	0,221'	-0,048	0,006	0,349**	0,400***	0,888***	1							
Haustrvekt fulle kull ^e	-0,014	-0,021	0,427**	0,029	-0,246	0,578***	0,631***	0,882***	1***	1						
Tilvekst.fyrste.veke ^f	0,194	0,270*	0,136	0,152	0,204'	0,098	0,225'	0,252*	0,296*	0,263'	1					
Tilvekst F_B ^e	0,199'	0,377**	0,116	0,184	0,226'	0,406**	0,500***	0,692***	0,539***	0,638***	0,634***	1				
Tilvekst B_V ^e	0,335**	0,273*	0,225'	0,140	0,075	0,268*	0,384***	0,837***	0,743***	0,683***	0,374**	0,546***	1			
Tilvekst F_V ^e	0,230'	0,269*	0,199	0,168	0,253*	0,369**	0,507***	0,795***	0,705***	0,790***	0,517***	0,873***	0,869***	1		
Tilvekst V_H ^e	0,053	-0,001	0,059	-0,044	0,043	0,247*	0,268*	0,558***	0,863***	0,829***	0,275*	0,370**	0,431***	0,434***	1	
Tilvekst F_H ^e	0,120	0,083	0,135	0,029	0,132	0,334**	0,410***	0,795***	0,956***	0,968***	0,434***	0,655***	0,729***	0,781***	0,896***	1

***= $p < 0,001$ **= $p < 0,01$ *= $p < 0,5$ '= $p < 0,1$

^a BIRX verdiar målt i serum frå lam ved to-tre dagars alder

^b BRIX verdiar målt i serum hjå sau på drektighetsdag 135. Dette tidspunktet vart valgt då dette viste høgare korrelasjonar enn dd 128 og dd 142.

^c Fulle kull = kull der eit eller fleire lam er daude eller teke til kopplam er fjerna her.

^d Definert som fødselsvekt dividert på total kullvekt *100 etter modell av (Morel et al. 2008).

^e F=Fødsel, B=Beiteslipp, V=vårvekt, H=Høstrvekt. Gjennomsnittsalder B=27 dagar, V=51 dagar, H=116 dagar

^f tilvekst frå fødselsvekt til fyrste veging. Lamma var mellom fire og elleve dagar ved denne veginga.

5 Diskusjon

Hovedmålet med forsøket var å undersøke om søya sitt fôrnivå i seindrektigheita påverkar råmjølkskvaliteten og lamma sin tilvekst hjå NKS. Sjølv om det vart vist store variasjonar i råmjølkskvalitet mellom individa (BRIX-verdi 25,0-40,0) vart det ikkje vist systematisk skilnad mellom fôrgruppene. Truleg er skilnaden i råmjølkskvalitet mellom enkeltindivid endå større enn vist i data, då refraktometeret ikkje målte BRIX-verdiar høgare enn 40,0. Desse verdiane samsvarer godt med feltverdiar frå bruk på Rennesøy, Noreg, der trillingsøyer av NKS viste BRIX-verdiar mellom 23,2 og 44,9 med ein gjennomsnittleg BRIX-verdi på 31,9 (Røysland 2016, upubliserte data). Her vart det nytta eit anna refraktometer, men det er vist svært god korrelasjon mellom ulike typer refraktometer ($r=0,99$) (Løkke et al. 2016).

5.1 Mjølkekemengde og BRIX-verdiar i råmjølk og serum hjå sau og lam.

Gjeldande forsøk inneheld ikkje direkte data for mjølkekemengde. Då morsmjølk var einaste fôrmiddelet av kvantitativ betydning som lamma fekk før beiteslipp, er søya si mjølkekemengde indirekte vist som lammet si tidlege tilvekst (Burriss & Baugus 1955; Treacher & Caja 2002). Forsøket viste ikkje signifikante skilnader mellom gruppene for lammetilvekst den fyrste veka i forsøket, men numerisk var tilveksten høgast for lam i gruppa HØG. Her var òg ein svak tendens til at lamma i gruppe HØG hadde ein høgare tilvekst i denne perioden enn lamma i gruppe LÅG (Tabell 4.4). Veging av lam vart berre utført ein fast dag i veka i forsøksperioden. Dermed hadde lamma eit stort alderssprik i dette parameteret (4-11 dagar alder). For tilvekst fram til vårveging er det tidlegare vist at alder ved vårveging er av dei viktigaste effektane som påverkar den gjennomsnittleg daglege tilveksten i perioden, der yngre lam viser betre dagleg tilvekst enn eldre lam (Sjuve 2013). Sjølv om det er korrigert for alder i modellen, vil dette bidra til variasjon og usikkerheit i parameteret. Òg for tilvekst i perioden fødsel-beiteslipp vart det berre vist numerisk stigning ved aukande fôrnivå. Ved å samanlikne enkeltsøyer viste forsøket derimot ein signifikant samanheng ($r=0,552$ $p<0,01$) mellom søya sitt tørrstoffopptak i perioden dd97-dd131 og kullet sin tilvekst fyrste veka (Tabell 4.5).

Søyene i gruppe HØG vraka deler av surfôret i perioden dd132-dd146. Dette på tross av at denne gruppa fekk same surfôr som dei øvrige gruppene som ikkje vraka surfôr i gitt periode. Gruppe HØG vraka ikkje surfôr i perioden dd97 til dd131 sjølv om dette var same surfôr som i perioden dd132-dd146. Dermed er det ikkje noko som tyder på at vrakinga skuldast dårleg

Diskusjon

surfôrkvalitet. Vrakinga har truleg samanheng med at fostera tek mykje plass i buken på bekostning av vomma i denne perioden (Aunsmo & Hansen 1998). Då gruppe HØG viste høgare samla kullvekt ved fødsel (Tabell 4.2) tyder dette på at HØG sitt kraftige fôrnivå i perioden dd97-dd131 (38% og 31% over NORM for henholdsvis NEL og protein, Tabell 4.1) har ført til høgare fostertilvekst samanlikna med dei øvrige gruppene i denne perioden. Dermed vil fostera fylle ein større del av buken hjå gruppe HØG målt mot dei øvrige gruppene og dermed redusere vomstorleiken meir for denne fôrgruppa. Gruppe HØG hadde ei gjennomsnittleg eigenvekt på 105,7 kg ved dd135. Dermed vart denne gruppa tilbutt ein rasjon beståande av 2,45 kg TS (jmf. Tabell 3.4). NKS i seindrektigheit har tidlegare ikkje vist så høgt TS-opptak ved tidlegare ad libitum fôring av surfôr med svært høg fordøyelighet (Eknæs et al. 2009; Dønnem & Randby 2016).

I tillegg til fordøyelighet og passasjehastighet er det tidlegare vist at dyret sitt energibehov påvirker fôropptaket hjå ku (Hvelplund & Nørgaard 2003). Då gruppe HØG ikkje viste holdreduksjon i seindrektigheita, kan dette tyde på at energibehovet var dekkja i perioden. Dette samsvarer òg med tidlegare forsøk med ad libitum fôring utført på NKS i seindrektigheit (Eknæs et al. 2009; Dønnem & Randby 2016). Desse viser at fôropptaket har stoppa ved eit energiopptak på 16,4 MJ NEL og 14,8 MJ NEL ved tildeling av surfôr med ein energikonsentrasjon på henholdsvis 7,18 MJ NEL/TS og surfôr ved ein energikonsentrasjon på 6,76 MJ NEL/TS i kombinasjon med kraftfôr. For gjeldande forsøk viser surfôret eit energiinnhald på 6,74 MJ NEL/TS og søyene i gruppe HØG tek til seg 14,1 MJ NEL (derav 10,65 MJ NEL frå surfôret). Dermed kan den høge energidekninga, og derved metabolsk regulering av fôropptak, òg forklare at gruppe HØG ikkje ått opp heile den tildelte rasjonen.

På grunn av at HØG vraka deler av surfôret i perioden dd132-dd146 hadde denne gruppa omtrent tilsvarande energiopptak som NORM i denne perioden (Tabell 4.1). Banchero et al. (2015) viser at energiinntak dei siste to vekene før lamming er den viktigaste fôringsrelaterte faktoren for påverking av råmjølksmengda. Vrakinga er dermed truleg ein del av forklaringa på manglande skilnad mellom gruppene i lammetilvekst den fyrste veka. Likevel viste søyene i gruppe HØG ein større nedgang i hold frå fødsel til beiteslepp enn dei øvrige gruppene. Då det ikkje var vesentlig skilnad i energi- og proteinopptak i denne perioden (Tabell 4.1), og heller ikkje skilnad i energi- og proteinbehov til vedlikehald, er det rimeleg å anta at den auka holdmobiliseringa i gruppe HØG har resultert i auka mjølkeyting. Holdtap i tidleg laktasjon er òg på geiter assosiert med auka mjølkeyting (Randby et al. 2015).

Enkelte forsøk (Annett et al. 2005; Wallace et al. 2006; Swanson et al. 2008) viser at IgG-konsentrasjonen i råmjølka vert uttynna ved aukande råmjølksmengde. Swanson et al. (2008) balanserte ikkje dietten for protein ved aukande energifôring. Forsøket til Wallace et al. (2006) demonstrerer ein effekt av redusert råmjølksyting grunna overføring i midtdrektigheit hjå åringar. Dermed vil dei fysiologiske effektane som resulterer i endring i råmjølksproduksjon ikkje vere dei same som vert manipulert ved ulikt fôrnivå i seindrektigheit. Annett (2005) skriv om sitt forsøk at samtlege av søyene vart underfôra med energi. I likheit med gjeldande forsøk tildelte McGovern et al. (2015) søyer både aukande energi- og proteinmengde. I motsetning til dei andre nemnte forsøka fann han ikkje at råmjølka sin IgG-konsentrasjon vart uttynna ved aukande mjølkemengde, sjølv om gruppa med høgast yting hjå McGovern et al. (2015) var 24% høgare enn den lågast ytande gruppa i forsøket. Dette stemmer òg over ens med eldre forsøk som både aukar innhaldet av energi og protein i rasjonen (O'Doherty & Crosby 1996). Desse resultatane kan tyde på at uttynning av IgG i liten grad oppstår dersom dietten balanserer protein- og energitilgangen i forhold til kvarandre. Det er òg mulig at søyer kan kompensere med auka konsentrasjon av IgG ved ekstrem reduksjon av mjølkemengde, som i forsøket til Wallace et al. (2006) der forsøkssøyene berre viste ei mjølkemengde mellom 22% og 37% av kontrollgruppa.

Ein auka råmjølksproduksjon utan uttynning av IgG vil resultere i auka tilgang på IgG for spedlamma. Det er mellom anna funne ei lineær samanheng mellom maternalt fôrnivå i seindrektigheit og IgG-konsentrasjon i serum hjå 24 timar gamle lam (Campion et al. 2016). På kalv er det vist samanheng på $r=0,912$ og $R^2=0,832$ ($p<0,0001$) mellom BRIX-verdi i serum og IgG-innhald i serum analysert med RID analyse ved to dagers alder (Taralrud 2017). Gjeldande forsøk viser ein signifikant positiv samanheng mellom BRIX-verdi i serum hjå lam ved to-tre dagers alder og tilvekst fyrste veke. Denne samanhengen er større ($r=0,377$ vs. $r=0,270$) og sikrare ($p=0,002$ vs. $p=0,032$) for tilvekst fram til beiteslepp enn for tilvekst den fyrste veka. Dermed kan auka BRIX-verdi i serum gjenspegle to effektar som påverkar tilveksten til lammet: auka motstandskraft mot smitte, og auka næringstilgang. Då lam ikkje produserer egne antistoff før ved fire vekers alder (Castro et al. 2011), vil truleg begge desse effektane vere viktige for lamma sin tilvekst heilt fram til beiteslepp som i gjeldande forsøk var ved 24-31 dagers alder. Den store skilnaden i korrelasjon mellom desse periodane er truleg påverka av jamnare alder mellom lamma ved tidspunktet for beiteslepp enn tidspunktet for veging ved «ei veker alder». BRIX-analysen av serum i lam ved to-tre dagers alder viste

Diskusjon

derimot ingen skilnad mellom gruppene (Tabell 4.4) sjølv om det er skilnad mellom individ (BRIX-verdi 6,9-10,1).

Eit refraktometer måler ikkje IgG-konsentrasjonen direkte, men måler lysbrytinga i råmjølka (jmf. Kap 2.9). Denne vert påverka av både tørrstoff (TS) andelen og samansetninga av TS i råmjølka. Cannas et al. (2002) rapporterer ein samanheng mellom energibalanse og feitt i mjølka hjå mjølkesau der søyer i negativ energibalanse viser ein høgare andel feitt i mjølka ($R^2=0,76$). Cannas et al. (2002) viser òg at søyer i negativ energibalanse har ein større andel langkjeda feitsyrer i mjølka enn søyer i positiv energibalanse. Dermed er det rimeleg å anta at feittprosenten i råmjølka har variert mellom gruppene, og at dette kan ha påverka BRIX verdien av råmjølka.

Dwyer et al. (2016a) skriv at laktogenesen starter seinare hjå søyer som får to lam samanlikna med søyer som får eitt lam. Vidare er det funne ein negativ samanheng mellom kullstorleik og lammet sin IgG-konsentrasjon i serum (Hunter et al. 1977). Her finn Hunter et al. (1977) ikkje noko samanheng mellom mjølkemengde og IgG-konsentrasjon i serum hjå lam. Dwyer et al. (2016a) skriv vidare at 56% av variasjonen i IgG-konsentrasjon i serum hjå spedlam er avhengige av faktorar hjå lammet, medan berre 36% av variasjonen skuldast faktorar som er tilknytt søya. Dette er i samsvar med funna til Hallyday (1978) som finn genetiske skilnader både i livskraft, sugeevne og absorpsjonseffektivitet hjå lamma. Pattinson og Thomas (2004) finn store genetiske skilnader mellom enkeltindivid si evne til å produsere råmjølk av høg kvalitet. Slike skilnader vil gi store utslag i forsøk med relativt få forsøksdyr i kvar forsøksgruppe. I tillegg har tidlegare forsøk vist skilnader mellom rasar i råmjølkssamansetning. Mellom anna viser rasen svartfjes eit høgare innhald av feitt enn rasen suffolk (Brien et al. 2014). Då NKS er ein syntetisk rase er det rimeleg å anta at det er skilnader i råmjølkskomposisjon mellom individ i rasen. Slike skilnader vil òg bidra til variasjon i BRIX-verdi av råmjølk.

5.2 Progesteron og jurutvikling

Gjeldande forsøk viser eit numerisk høgare progesteronnivå gjennom drektigheita i gruppe LÅG målt mot gruppe HØG (Figur 4.3). Denne forskjellen var signifikant tidleg i seindrektigheita (dd107 og dd114). Dette samsvarer med tidlegare forskning som viser ei negativ samanheng mellom fôrnivå i seindrektighet og progesteronnivå ved dd140, dd142 og dd145 (Hall et al. 1992; O'Doherty & Crosby 1996). Då progesteron er viktig for jurutvikling,

og særleg for utviklinga av alveolestrukturen i juret (Cannas et al. 2002), indikerer dette at LÅG kan ha hatt ei betre jurutvikling enn gruppe HØG på tross av lågare fôrnivå. O'Doherty og Crosby (1996) finn ei positiv samanheng mellom progesteronnivå ved dd142 og progesteronnivået ein time etter lamming. Eit lågt progesteronnivå rett etter lamming er viktig for tidleg igangsetting av råmjølksekresjonen (Banchero et al. 2015). Dette samsvarer med både Hall et al. (1992) og O'Doherty og Crosby (1996) som finn ein negativ samanheng mellom progesteronnivået ved dd140, dd142 og dd145 og råmjølksytinga dei fyrste 18 timane etter lamming.

I motsetning til overnemnte forsøk viste ikkje gjeldande forsøk samanheng mellom progesteronnivå dei siste tre veker av drektigheita og tilvekst den fyrste veka ($p=0,43-0,68$). Gjeldande forsøk viser derimot ei positiv samanheng mellom progesteronnivået ved dd142 og kullet si samla tilvekst fram til beiteslipp ($r=0,519$, $p=0,03$). Dette kan tyde på at høgt progesteronnivå ved dd142 har bidratt til god jurutvikling. Då progesteronnivået ved dd135 viser positiv samanheng med BRIX-verdien i serum hjå lam ved to-tre dagers alder ($r=0,337$, $p=0,02$), men ingen samanheng med BRIX-verdi i råmjølk, tyder dette på at høgt progesteronnivå mot slutten av drektigheita har gitt høg mjølkeyting òg dei fyrste 24 timane etter lamming i motsetning til resultatata frå O'Doherty and Crosby (1996).

Hormonet placentalt laktogen (PL) har overlappende effektar med progesteron med omsyn på jurutvikling (jmf kap. 2.4). Cannas et al. (2002) rapporterer at god energitilgang sikrar god utskilling av PL. Det er mulig at PL har kompensert for progesteron ved aukande fôrnivå i gjeldande forsøk, men PL vart ikkje målt. Tidlegare forsøk viser lågare mjølkemengde og mindre utvikla jur ved forsiktig underfôring (90% av norm) målt mot forsiktig overfôra søyer (110% av norm) (Bizelis et al. 2000; Charismiadou et al. 2000).

Hall et al. (1992) finn at redusert drektighetslengde reduserer både kvalitet og mengde av råmjølk. De spekulerer i om søyer med redusert drektighetslengde har dårlegare evne til å synkronisere starten av råmjølkproduksjonen samanlikna med søyer som har normal drektighetslengde. Det er vist at jurutviklinga skyt fart etter dd120 (Delouis et al. 1980). I gjeldande forsøk viste søyene på høgast fôrnivå den lågaste drektighetslengda og det lågaste progesteronnivå i deler av perioden, og lågare enn LÅG i heile perioden etter dd120. Dermed har truleg desse effektane motverka kvarandre i gjeldande forsøk og ført til at verken progesteronnivå eller drektighetslengde gav store utslag på parameter som tilvekst hjå lammet eller BRIX-verdi av råmjølk.

5.3 Søya si hold og vektendring

Søyene i gruppe LÅG og NORM viste holdnedgang i seindrektigheita medan søyene i HØG haldt eit stabilt hold gjennom heile seindrektigheita. Etter lamming og fram til beiteslipp viste alle gruppene eit holdtap. Dette var venta då ei søye i tidleg laktasjon får opp mot ein tredjepart av energien til mjølkeproduksjon frå mobiliserte kroppsreservar (Kenyon et al. 2014). I gjeldande forsøk mobiliserte HØG kring dobbelt så mykje reservar frå hold som dei øvrige gruppene basert på reduksjon i holdpoeng (Tabell 4.2). Dette samsvarer med tidlegare funn som viser at søyer som er kraftig fôra i seindrektigheit har ein større evne til å mobilisere energi frå hold etter lamming målt mot søyer som er fôra etter norm (McGovern et al. 2015; Campion et al. 2016). Dette samsvarer òg med andre studiar som viser at holdpoeng ved lamming åleine ikkje viser effekt på mjølkemengde, råmjølkskvalitet eller lammetilvekst (Karakuş & Atmaca 2016). Forsøk på geit har vist at geiter som er fôra for aukande hold i siste del av drektigheita har ein større evne til å mobilisere energi frå kroppsreservar, samt viser ei større mjølkeyting i fyrste del av laktasjon en geiter fôra for vedlikehald på tross av likt hold ved kjeing (Randby et al. 2015).

Det er vist at den relative vektendringa ved tap av eitt holdpoeng varierer mellom rasar (Kenyon et al. 2014). Til dømes svarer eitt holdpoeng til ei vektendring tilsvarande 11% for den greske rasen karagouniko, medan rasen merino viser ei vektendring på 19% ved endring av eitt holdpoeng (Kenyon et al. 2014). I tillegg viser ulike rasar ulikt mønster for avleiring av feitt. Til dømes viser den italienske mjølkerasen sarda store mengder avleira bukfeitt ved holdpoeng 2, medan dette ikkje inntreffer før holdpoeng 3 for den franske mjølkerasen lacaune (Cannas 2004). Det er òg vist at finsk landrase avleirer bukfeit tidlegare enn dei britiske kjøttrasane (Kenyon et al. 2014). Finsk landrase vart systematisk kryssa inn i NKS i epoken 1967-1975. Avkomsgranska vèrar av NKS hadde i 2009 eit gjennomsnittleg innhald på 4,5% «finsk blod» (Våbenø 2012).

Gruppe NORM og gruppe HØG i gjeldande forsøk viste lik vektnedgang, men ulik holdnedgang i perioden ld3-beiteslepp (Tabell 4.2). I motsetnad til vekt, er holdvurdering ei subjektiv vurdering og er dermed ei meir usikkert parameter enn vekt. Datamaterialet viser mellom anna at seks dyr er registrert med nedgang i hold i perioden ld3-beiteslipp, medan dei hadde ein auke i vekt i same periode. Av desse tilhøyrrer tre gruppe LÅG, eitt gruppe NORM og to gruppe HØG. I tillegg viste eitt dyr (LÅG) ein holdnedgang på 0,5 poeng, medan vektnedgangen berre var 300 g. Dette viser at holdvurdering er vanskeleg å registrere, og

dermed eit usikkert mål. Gruppa LÅG viste tilsvarande holdreduksjon som NORM frå ld3 til beiteslepp. I motsetning til dei øvrige gruppene viste ikkje LÅG vektendring i denne perioden. Det tyder på at den reelle mobiliseringa til LÅG var betydeleg mindre enn hjå dei øvrige gruppene. Alternativt har LÅG starta eigentilvekst ved eit tidlegare stadium enn dei øvrige gruppene.

Holdet for brorparten av søyene i gruppe NORM (7 av 9) var mellom holdpoeng 2 og 3 ved ld3. Dette svarer til feitingsgrader der enkelte andre rasar starter avleiring av bukfeitt (diskutert over). Dersom holdregistreringane viser den korrekte feitingsgraden for søyene i forsøket kan dette tyde på at gruppe NORM og HØG har mobilisert tilsvarande mengder kroppsreservar, men frå ulike vev. Det er uvisst om denne mobiliseringa stamma frå bukfeitt muskelvev eller anna vev.

Campion et al (2016) fann ikkje skilnad i mjølkemengde ved lamming mellom søyer som er fôra etter INRA-1989 norm og søyer som er fôra 20% over INRA-1989 norm. Men han fann at søyer som er fôra over norm hadde tendens til høgare mjølkeyting fem veker etter lamming målt mot søyer fôra etter norm. Det er tidlegare òg vist at godt hold ved lamming har positiv påverknad på laktasjonslengda (Kenyon et al. 2014). I gjeldande forsøk er det ikkje vist skilnad i lammetilvekst mellom gruppene før beiteslepp, men det var tendens til høgare tilvekst for lamma i gruppe HØG målt mot NORM etter beiteslepp. McGovern et al. (2015) fann at underfôra søyer viste ein eigentilvekst etter ld40 for å kompensere for tidlegare vekttap. I gjeldande forsøk fann ein at gruppe LÅG hadde ein numerisk mindre vektreduksjon enn dei øvrige gruppene gjennom laktasjonen (d3-høstvekt, Tabell 4.2). I motsetning til McGovern (2015) sine resultat viser resultata frå gjeldande forsøk skilnad i vektreduksjon (4,21 kg og 4,96 kg for gruppe NORM og HØG. LÅG viste vekttauke på 0,73 kg. Tabell 4.2) i perioden ld3-beiteslipp (beiteslepp var mellom ld24 og ld31). Her er skilnaden signifikant. Etter beiteslepp viser gjeldande forsøk ei lik vektendring mellom gruppene.

Underfôra søyer som kompenserer tidlegare vekttap med eigentilvekst vil få ein endra metabolisme i kroppen som styrer mindre av energien til mjølkeproduksjon i juret og meir i retning av eigen tilvekst. McGovern et al. (2015) meiner at den endra metabolismen i søya hemmar mjølkeproduksjonen og at dette har større betydning enn juret sin fysiologiske tilstand. Det var ikkje skilnad i vektendring i perioden beiteslipp-haustvekt i gjeldande forsøk (data ikkje vist, $p>0,48$). Det var heller ikkje skilnad i vektreduksjonen mellom gruppe NORM og HØG i perioden ld3-beiteslepp. Dermed har desse gruppene hatt ein lik

Diskusjon

eigentilvekst i beiteperioden. Då gjeldande forsøk ikkje har data for søyevekt gjennom beiteperioden, er det uvisst når denne eigentilveksten starta. Storleiken på vekttafet før eigentilveksten starta er òg uvisst.

Som nemnt over viste ikkje gruppe LÅG vektreduksjon i perioden ld3-beiteslepp. Dermed er det uvisst om LÅG utviste kompensasjonsvekst etter beiteslepp. Det er tidlegare vist at tynne søyer har eit høgare fôropptak enn søyer i godt hold (Allison 1985). Gruppe LÅG hadde signifikant lågare holdpoeng enn HØG ved lamming og svak tendens til lågare holdpoeng målt mot NORM ved ld3 ($p=0,16$). Gjeldande forsøk viser ikkje skilnad i TS-opptak mellom gruppene i perioden ld1-beiteslepp (Tabell 4.1).

Lam som har dauda i løpet av forsøksperioden eller fått livreddande tiltak i form av tilleggsfôring er teke ut av datamaterialet. Dette var lamma med lågast tilvekst og uttaket frå materialet kan påverke tilvekstprametera og skjule effektar mellom fôringsgruppene. Gruppe LÅG hadde flest slike lam (jmf. «burd haust» Tabell 4.2). Dette vert diskutert under (kap 5.6).

5.4 Tørrstoffopptak

Fordøyeligheita og passasjehastigheita til fôrrasjonane i dei ulike forsøksledda var manipulert ved tilsetjing av halm for å oppnå ønska energi og proteinopptak i seindrektigheita. Dermed er tørrstoffopptaket (TS-opptaket) ulikt mellom gruppene i periodane dd97-dd131 og dd132-dd146 (Tabell 4.1). Før dd96 fekk gruppene identiske rasjonar målt mot eigenvekt, og data frå gjeldande forsøk viser ingen signifikant skilnad mellom gruppene med omsyn på totalt TS-opptak. I perioden ld3-beiteslipp fekk alle gruppene appetittfôring av same surfôr samt lik kraftfôrtildeling. I denne perioden viste gruppe HØG eit numerisk høgare TS-opptak ($p=0,18$, Tabell 4.1). Gjeldande forsøk viser òg ein tendens til samanheng mellom TS-opptak i seindrektigheit og TS-opptak i perioden frå lamming til beiteslepp ($r=0,371$, $p=0,057$, Tabell 4.5).

For utan fordøyelighet og passasjehastighet er opptak av tørrstoff i stor grad påverka av individuelle faktorar som søya si eigenvekt ($r=0,481$, $p=0,011$ for eigenvekt ved ld3 og TS-opptak etter lamming i gjeldande forsøk), alder (Allison 1985) og genetik (Blaxter et al. 1966). Dermed vil korrelasjonen mellom TS-opptak i seindrektigheit og perioden ld1-beiteslepp truleg vere ein effekt av individuelle skilnader mellom dyr og ikkje ein effekt av ulik rasjon ved seindrektigheit. Ved å måle TS-opptak pr. kg eigenvekt ($\frac{TS\ opptak\ (g)}{Eigenvekt\ (Kg)}$) vil ein

eliminere skilnad i opptakskapasitet basert på storleik på vomma mellom dyr (McDonald 2011). I gjeldande forsøk var det ikkje skilnad i TS-opptak pr. kg eigenvekt i perioden ld1-beiteslepp (Tabell 4.1). Det er heller ingen korrelasjon mellom TS-opptak pr. kg eigenvekt i seindrektigheit og i perioden ld3-beiteslepp (data ikkje vist, $p=0,93$), noko som tyder på at TS-opptak etter lamming ikkje vart påverka av søya sin fôrstyrke i seindrektigheit. Dette ville vert tilfelle dersom TS-opptaket i perioden ld1-beiteslepp var påverka av TS-opptaket i perioden før lamming.

Sjølv om det er næringsopptaket (energi, protein, vitamin og mineral) og ikkje TS-opptaket som er avgjerande for yting og kvalitet av mjølk og råmjølk (Banchero et al. 2015), har gjeldande forsøk likevel valt å måle kvalitets og tilvekstparameter opp mot TS inntaket. Dette på grunn av at energi og proteinopptak ikkje er uavhengige effektar i gjeldande forsøk. Dermed vil ei einzijdig samanlikning av kvalitets og tilvekstparameter med protein- eller energiopptak i seindrektigheita gi eit forvrengt bilete av røynda. Dette vil verte forsterka av at g råprotein pr. MJ NEL er svakt synkande ved aukande fôrnivå (Tabell 4.1). Det er òg sterke indikasjonar på at energi og protein ikkje er uavhengige faktorar ved produksjon av råmjølk (jmf. Kap 5.1).

Energibehovet for ei søye med tre foster er 2,5-3 gonger så stort i tidleg laktasjon samanlikna med siste del av seindrektigheita (Aunsmo & Hansen 1998). Søya sin auke i TS-opptak er treg etter lamming, og når ikkje sitt maksimumsnivå før fire veker etter lamming (Treacher & Caja 2002). Dermed er holdmobilisering ei svært viktig energikjelde for søya i tidleg laktasjon (Kenyon et al. 2014). Gjeldande forsøk viser at TS-opptaket flater ut allereie to-tre veker etter lamming (Figur 4.1). Likevel viser gjeldande forsøk at søya sin evne til å mobilisere hold var ein viktigare faktor enn søya sitt TS-opptak for lamma si tilvekst før beiteslepp. Etter beiteslepp og fram til vårvegning viste tilveksten til lamma med søya sitt TS-opptak i perioden dl3-beiteslipp. Dette var ikkje tilfelle før beiteslipp (Tabell 4.3). Som diskutert over er søya sin opptakskapasitet styrt av ei rekke individuelle faktorar som alder, vekt og genetik. Dermed er det rimeleg å anta at søyer med eit høgt TS-opptak i perioden mellom lamming og beiteslepp opprettheld eit høgt TS-opptak etter beiteslepp òg. Då TS-opptaket ikkje har nådd sitt maksimale nivå før to-tre veker eller lamming (Figur 4.1) vil høgt gjennomsnittleg TS-opptak mellom ld1 og beiteslepp i større grad gi ein indikasjon på søya sin opptakskapasitet etter beiteslepp enn fyrste veke etter lamming.

Diskusjon

Det var ikkje skilnad i vektendring mellom søyene i perioden beiteslepp-haustvekt (data ikkje vist, $p > 0,48$). Dette kan tyde på at fôringsgruppene har hatt omtrent lik metabolsk styring av næringsstoffa gjennom beiteperioden. Det er ikkje gjort målingar av vekt eller mjølkeproduksjon i beiteperioden i gjeldande forsøk. Dermed er parametrar som mjølkeyting, laktasjonslengde og vektkurve ukjent. Då energibehovet i stor grad påverkar fôropptaket hjå sau (Kenyon et al. 2014) kan lenger laktasjon og høgare mjølkeyting ha ført til auka TS i beiteperioden. Eit stort vekttap tidleg i beiteperioden vil gi eit auka energibehov til eigentilvekst og i sin tur stimulera til auka TS-opptak. Dette kan gi raskare eigentilvekst på slutten av beiteperioden for søyer med stort vekttap målt mot søyer med lågt vekttap. Dermed kan laktasjonslengde og mjølkeyting i beiteperioden påverka TS-opptaket i denne perioden, men TS-opptaket gjennom beiteperioden er svært uvisst.

5.5 Drektighetstid

Som i Swanson et al. (2008) sitt forsøk, viste gruppe HØG halvanna dag redusert drektighetstid målt mot gruppe LÅG. Men i motsetning til Swanson et al. (2008) viste ikkje gruppe HØG i gjeldande forsøk redusert fødselsvekt verken for enkeltlam (Tabell 4.4) eller for kullet si samla fødselsvekt (Tabell 4.2). Gjeldande forsøk differensierte fôrstyrken frå starten av seindrektigheita (dd97). Dermed har alle søyene fått likt fôrnivå i midt-drektigheita der utviklinga av placenta finn stad. Swanson et al. (2008) differensierte fôrnivået allereie frå dd50. Dermed kan fôrnivået i større grad ha påverka placentautviklinga i det forsøket enn i gjeldande forsøk. Difor vil truleg ei dårlegare utvikla placenta i større grad ha framskynda fødselen i forsøket til Swanson et al. (2008) enn i gjeldande forsøk. Då gruppe HØG i gjeldande forsøk viste høgare kullvekt ved fødsel kombinert med kortare drektighetstid målt mot dei øvrige gruppene (Tabell 4.2) er trulig fysisk plassavgrensing den viktigaste årsaka til framskynda fødsel i gruppe HØG (Sjaastad et al. 2010).

I strid med forventingane viser drektighetstid negativ samanheng med «burd haust». Truleg har dette samanheng med at effekten av auka fôrnivå var sterkare enn effekten av auka drektighetstid. Dermed vart effekten av auka drektighetstid overskygga av effekten av auka fôrnivå. Det er likevel vist svak positiv samanheng, eller tendens til svak positiv samanheng mellom drektighetstid og alle parametrar for lamma sin tilvekst fram til vårveging (Tabell 4.6). Dette stemmer òg over ens med behandla besetningsdata frå Bjerkreim, henta ut frå sauekontrollen, som viser tendens til positiv samanheng mellom drektigheitslengde og dagleg tilvekst frå fødsel til vårveging for tvillinglam ($r=0,213$, $p=0,087$, $n=66$, Røysland 2015,

upubliserte data). Dette tyder på at lam som ikkje vert utsett for redusert drektighetslengde er bedre utvikla. Den konkrete fysiologiske skilnaden mellom lam som har halvanna dag ulik drektighetslengde er uviss.

5.6 Tilvekst lam

Gjeldande forsøk viser at fødselsvekt er det viktigaste registrerte parameteret for tilvekst frå fødsel til beiteslepp og mellom beiteslipp og vårveging. Morel et al. (2008) fann at lammet si fødselsvekt som andel av total kullvekt (parameteret «prosent av kullvekt») var viktigare for overleving enn fødselsvekt. Gjeldande forsøk fann ikkje at dette er tilfelle for nokon tilvekstparameter. Dette skuldast truleg mellom anna at Morel et al. (2008) hadde meir ujamne kull (målt som variasjonskoeffisient av fødselsvekt i kullet) i sitt datasett (gjennomsnittleg variasjonskoeffisient, svarer til ujevnhet på kullet i gjeldande forsøk, 13,5, 15,6 og 17,1 for tre lokalitetar) enn gjeldande forsøk (gjennomsnittsnivå for parameteret «ujevnhet kull, fødsel» 11,2, 11,5 og 16,2 for henholdsvis LÅG, HØG og NORM), samt eit mykje større datasett (n=594) enn gjeldande forsøk. Likevel viser gjeldande forsøk at lammet sin storleik i forhold til dei øvrige søskena (parameteret «prosent av kullvekt») er ein signifikant faktor som påverkar tilvekst. Gjeldande forsøk fann at vårvekt er den viktigaste faktoren for vidare høg tilvekst. Dette indikerer at lam som allereie er store, òg har ei større evne til vidare høg tilvekst enn lam som er små. Små lam vil òg ha eit større relativt varmetap enn store lam på grunn av ei større overflate målt mot volum, målt mot store lam. Dermed vil ein større andel av opptatt energi hos små lam verte nytta til å oppretthalde kroppstemperatur (Dwyer et al. 2016b), og dermed vil ein mindre andel vere tilgjengeleg for tilvekst. Dette vil vere meir relevant etter beiteslepp der lamma ikkje lenger har tilgang på tak og veggjar som vern mot vind og nedbør. I tillegg vil mindre dyr ha ein mindre fordøyingskanal målt mot kroppsvekt enn større dyr. Dermed vil det relative fôropptaket òg vere mindre hjå små dyr (Allison 1985).

Numeriske verdiar viser at NORM fekk redusert tilvekst etter beiteslipp målt mot dei øvrige gruppene. Skilnaden er ikkje signifikant, men det er ein tendens til skilnad mellom NORM og HØG. Det er òg ein tendens til høgare haustvekter i HØG og LÅG målt mot NORM. Tendensen mellom LÅG og NORM er berre til stades dersom ein ikkje inkluderer kjønn, søya sin alder og antal søsken ved haustveging som faste effektar i modellen. Ved å utelate lam

Diskusjon

som har mista eit eller fleir søsken før haustveging frå datamaterialet (parameteret «fulle kull» i tabellen), viste HØG signifikant høgare haustvekter enn NORM, og tendens til høgare haustvekter målt mot LÅG (Tabell 4.4). Den numeriske nedgangen i tilvekst i gruppa NORM stemmer over ens med at denne gruppa hadde ein større andel små lam, og ein større variasjon i lammevekt i kullet (ujevnhet kull, Tabell 4.2).

Lam med svært låg tilvekst vart teke ut av forsøket og forsøkt føra fram som kopplam. Dette som livreddande tiltak. Desse lamma vart teke ut av datamaterialet frå tidspunktet dei vart kopplam. I tillegg er lam som dauda teke ut av materialet frå død tidspunktet. Lam som fekk flaskefôring som livreddande tiltak i ein periode vart òg teke ut av datamaterialet i denne perioden. Dermed er individa med dårlegast tilvekst til ei kvar tid fjerna frå materialet. Parameteret «burd haust» viser at gruppe LÅG hadde flest lam som viste så låg tilvekst at dei måtte ha livreddande tiltak eller dauda. I samsvar med tidlegare forskning som viser at negativ energibalanse i seindrektigheit gir auka sansyn for lammedød (Sjuve 2013) viser òg gjeldande forsøk ein tendens til lineær samanheng mellom energioptak i seindrektigheit og burd haust (Figur 4.6). Sjølv om modellen korrigerer for «burd haust», vil dette likevel kunne påverke data og vise auka tilvekst for lam med redusert tal søsken. Dette kan òg vere ein del av forklaringa til at gjeldande forsøk viser liten samanheng mellom parameteret «prosent av kullvekt» og seinare tilvekstparameter (Tabell 4.6), samt manglande samanheng mellom parametera «ujevnhet kull fødsel» og «kulltilvekst fyrste veke» (Tabell 4.5). Dette samsvarer òg med at «ujevnhet kull fødsel» viste ein større samanheng med kullet si samla haustvekt enn samanhengen mellom kullet si samla fødselsvekt og kullet si samla haustvekt. Tidlegare forskning viser at eit lam si relative vekt i forhold til dei øvrige søskena er meir avgjerande for overleving enn faktisk fødselsvekt (Morel et al. 2008).

6 Konklusjon

Litteraturen viser at ei rekke forhold påverkar råmjølksmengde og råmjølkskvalitet hjå søyer. Dette er forhold som genetiske skilnader mellom rase, genetiske skilnader mellom individ innan same rase, antal foster, søya sin alder, jurutvikling, søya sin helsetilstand, hormonutskilling, fôrnivå, fôret si samansetning av energi og protein, samt vitamin og mineralstatus.

Òg for lammet si opptaksevne av antistoff frå råmjølka viser litteraturen genetiske skilnader. Desse viser seg både i lammet si livskraft, og dermed lammet sin evne til å finne spenen og suge råmjølk, og i lammet sin evne til å absorbere IgG frå tynntarmen og over i blodstraumen.

Det går ikkje fram av tilgjengeleg litteratur kva som bestemmer den totale mengda IgG syntetisert. Likevel er det klart at søya sin energitilgang frå fôret dei siste vekene før lamming påverkar total råmjølksmengde produsert. Einsidig opptrapping av energitilgangen i fôrrasjonen dei siste vekene før lamming er i fleire tilfelle vist å auke råmjølksytinga men tynne ut råmjølka sin konsentrasjon av IgG. Tilgjengeleg litteratur saman med gjeldande forsøk viser at fôrnivået gjennom heile seindrektigheita, og dermed tilgjengelege kroppsreservar for mobilisering hjå søya, påverkar total mjølkeyting og dermed lamma si totale tilvekst fram til haustveging.

Gjeldande forsøk viste at råmjølkskvaliteten hjå NKS varierte mykje, men at denne ikkje lot seg påverke av ulikt fôrnivå i ein balansert rasjon i seindrektigheita. Maternalt fôrnivå i seindrektigheita påverka heller ikkje lysbrytingsgraden (BRIX-verdien, korrelert med IgG-konsentrasjonen) i serum hjå lam ved to-tre dagars alder. I samsvar med tidlegare forskning påverka søya sin BRIX-verdi i serum ved drektighetsdag (dd) 135 BRIX-verdi i råmjølk positivt. I motsetning til tidlegare forskning viste det maternale progesteronnivået ved dd142 positiv korrelasjon med BRIX-verdien i lammet sitt serum ved to-tre dagars alder.

Lammet sin BRIX-verdi i serum ved to-tre dagars alder viste positiv korrelasjon med alle tilvekstparameter fram til vårveging. Råmjølkskvaliteten målt som BRIX-verdi viste positiv korrelasjon med lammet sin tilvekst etter beiteslepp.

Gjeldande forsøk viste òg at søyer som vart tildelt eit fôrnivå der dei ikkje mista hold gjennom drektigheita mobiliserte meir energi frå hold etter lamming enn søyer som mista hold gjennom drektigheita. Holdtap etter lamming var det viktigaste parameteret for lamma sin

Konklusjon

tilvekst. Andre parameter som lammet sin fødselsvekt var òg viktig for tilvekst. Lam som var store ved fødsel holt i alle tilfelle fram med ei høgare tilvekst enn små lam. Søyer som mobiliserte mykje energi frå eige hold etter lamming viste òg lågare lammetap frå fosterteljing til haustveging (burd haust). Dermed viste gjeldande forsøk god samanheng mellom søya sitt fôrnivå gjennom seindrektigheita og søya sin avdrått.

7 Kjelder

- Alderman, G. & Cottrill, B. (1993). Energy and protein requirements of ruminants: an advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. *Energy and protein requirements of ruminants: an advisory manual prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients*.
- Alexander, G. (1964). Studies on the placenta of the sheep (*Ovis aries L.*). *Journal of reproduction and fertility*, 7 (3): 289-305.
- Allison, C. (1985). Factors affecting forage intake by range ruminants: a review. *Journal of Range Management*: 305-311.
- Amanlou, H., Karimi, A., Mahjoubi, E. & Milis, C. (2011). Effects of supplementation with digestible undegradable protein in late pregnancy on ewe colostrums production and lamb output to weaning. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 95 (5): 616-622.
- Animalia. (2017). Årsmelding 2016 Sauekontrollen. Oslo.
- Annett, R. W., Carson, A. F. & Dawson, L. E. R. (2005). The effect of digestible undegradable protein (DUP) content of concentrates on colostrum production and lamb performance of triplet-bearing ewes on grass-based diets during late pregnancy. *Animal Science*, 80: 101-110.
- Anthony, R. V., Liang, R., Kayl, E. P. & Pratt, S. L. (1995). The growth-hormone prolactin gene family in ruminant placentae. *Journal of Reproduction and Fertility*: 83-95.
- ARC, A. R. C. (1980). *The Nutrient requirements of ruminant livestock: technical review*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK: CAB Intl.
- Aunsmo, L. G. & Hansen, A. K. (1998). *Saueboka*. Oslo: Landbruksforl. 382 s. ill. s.
- Banchero, G. E., Milton, J. T. B., Lindsay, D. R., Martin, G. B. & Quintans, G. (2015). Colostrum production in ewes: a review of regulation mechanisms and of energy supply. *Animal*, 9 (5): 831-837.
- Bauer, M. K., Harding, J. E., Bassett, N. S., Breier, B. H., Oliver, M. H., Gallaher, B. H., Evans, P. C., Woodall, S. M. & Gluckman, P. D. (1998). Fetal growth and placental function. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 140 (1-2): 115-120.
- Bauman, D. E. & Currie, W. B. (1980). Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation - a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. *Journal of Dairy Science*, 63 (9): 1514-1529.
- Baumrucker, C. R. & Bruckmaier, R. M. (2014). Colostrogenesis: IgG1 transcytosis mechanisms. *Journal of mammary gland biology and neoplasia*, 19 (1): 103-117.
- Bielmann, V., Gillan, J., Perkins, N., Skidmore, A., Godden, S. & Leslie, K. (2010). An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 93 (8): 3713-3721.
- Bizelis, J., Charismiadou, M. & Rodkais, E. (2000). Metabolic changes during the perinatal period in dairy sheep in relation to level of nutrition and breed. II. Early lactation. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 84 (3-4): 73-84.

- Blaxter, K., Clapperton, J. & Wainman, F. (1966). The extent of differences between six British breeds of sheep in their metabolism, feed intake and utilization, and resistance to climatic stress. *British journal of Nutrition*, 20 (2): 283-294.
- Brien, F. D., Cloete, S. W. P., Fogarty, N. M., Greeff, J. C., Hebart, M. L., Hiendleder, S., Edwards, J. E. H., Kelly, J. M., Kind, K. L., Kleemann, D. O., et al. (2014). A review of the genetic and epigenetic factors affecting lamb survival. *Animal Production Science*, 54 (6): 667-693.
- Brujeni, G. N., Jani, S. S., Alidadi, N., Tabatabaei, S., Sharifi, H. & Mohri, M. (2010). Passive immune transfer in fat-tailed sheep: Evaluation with different methods. *Small Ruminant Research*, 90 (1-3): 146-149.
- Burris, M. J. & Baugus, C. (1955). Milk consumption and growth of suckling lambs. *Journal of Animal Science*, 14 (1): 186-191.
- Byatt, J. C., Warren, W. C., Eppard, P. J., Staten, N. R., Krivi, G. G. & Collier, R. J. (1992). Ruminant placental lactogens - structure and biology. *Journal of Animal Science*, 70 (9): 2911-2923.
- Caja, G., Such, X. & Rovai, M. (red.). (2000). *Udder morphology and machine milking ability in dairy sheep Guelph, Ontario, Canada 2-4 November 2000*. Proceedings of the 6th Great Lakes Dairy Sheep Symposium: Ontario Dairy Sheep Association, Shelburne, Ontario, Canada
- Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Guelph, Ontario, Canada University of Wisconsin-Madison, Madison, Wisconsin, USA.
- Campion, F. P., McGovern, F. M., Lott, S., Fahey, A. G., Creighton, P. & Boland, T. M. (2016). Comparison of energy rationing systems for late gestation ewes: Impacts on ewe and lamb performance. *Journal of Animal Science*, 94 (8): 3441-3456.
- Cannas, A., Nudda, A. & Pulina, G. (red.). (2002). *Nutritional strategies to improve lactation persistency in dairy ewes Cornell University, Ithaca, New York 7-9 November 2002*. Proceedings of the 8th great lakes dairy sheep symposium: Cornell University College of Agriculture and Life Sciences, Cornell University College of Veterinary Medicine, Dairy Sheep Association of North America.
- Cannas, A. (2004). Energy and protein requirements. *Dairy sheep nutrition*, 31-50.
- Castro, N., Capote, J., Bruckmaier, R. & Argüello, A. (2011). Management effects on colostrogenesis in small ruminants: a review. *Journal of Applied Animal Research*, 39 (2): 85-93.
- Cervenak, J. & Kacskovics, I. (2009). The neonatal Fc receptor plays a crucial role in the metabolism of IgG in livestock animals. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 128 (1-3): 171-177.
- Charismiadou, M., Bizelis, J. & Rogdakis, E. (2000). Metabolic changes during the perinatal period in dairy sheep in relation to level of nutrition and breed. I. Late pregnancy. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 84 (3-4): 61-72.
- Deelen, S., Ollivett, T., Haines, D. & Leslie, K. (2014). Evaluation of a Brix refractometer to estimate serum immunoglobulin G concentration in neonatal dairy calves. *Journal of dairy science*, 97 (6): 3838-3844.

- Delouis, C., Djiane, J., Houdebine, L. M. & Terqui, M. (1980). Relation between hormones and mammary-gland function. *Journal of Dairy Science*, 63 (9): 1492-1513.
- Dwyer, C. (2003). Behavioural development in the neonatal lamb: effect of maternal and birth-related factors. *Theriogenology*, 59 (3): 1027-1050.
- Dwyer, C. M., Lawrence, A. B., Bishop, S. C. & Lewis, M. (2003). Ewe-lamb bonding behaviours at birth are affected by maternal undernutrition in pregnancy. *British Journal of Nutrition*, 89 (01): 123-136.
- Dwyer, C. M., Conington, J., Corbiere, F., Holmoy, I. H., Muri, K., Nowak, R., Rooke, J., Vipond, J. & Gautier, J. M. (2016a). Invited review: Improving neonatal survival in small ruminants: science into practice. *Animal*, 10 (3): 449-459.
- Dwyer, C. M., Conington, J., Corbiere, F., Holmoy, I. H., Muri, K., Nowak, R., Rooke, J., Vipond, J. & Gautier, J. M. (2016b). Invited review: Improving neonatal survival in small ruminants: science into practice. *Animal*, 10 (3): Supplementary material.
- Dønnem, I. & Randby, Å. T. (2016). Ulike surfôrkvaliteter og kraftfôrmengder til drektige og lakterende søyer av Norsk Kvit Sau. Sluttrapport prosjekt: Fôring av høyproduktiv norsk kvit sau. 16.
- Eknæs, M., Randby, Å. & Nørgaard, P. (2009). *Effects of stage of grass silage maturity and level of concentrate in ewes in late gestation and early lactation on feed intake, blood energy metabolites and the performance of their lambs*. Ruminant Physiology. Proceedings of the XIth International Symposium on Ruminant Physiology (ISRP): 6–9 September, 2009, Clermont-Ferrand, France. 498-499 s.
- Forbes, J. (1967). Factors affecting the gestation length in sheep. *The Journal of Agricultural Science*, 68 (02): 191-194.
- Forhead, A. J. & Fowden, A. L. (2014). Thyroid hormones in fetal growth and parturition maturation. *Journal of Endocrinology*, 221 (3): R87-R103.
- Fox, P., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P. & O'Mahony, J. (2015). Physical properties of milk. I: *Dairy chemistry and biochemistry*, s. 321-343: Springer.
- Freeman, M. E., Kanyicska, B., Lerant, A. & Nagy, G. (2000). Prolactin: structure, function, and regulation of secretion. *Physiological Reviews*, 80 (4): 1523-1631.
- Gilbert, R. P., Gaskins, C. T., Hillers, J. K., Parker, C. F. & McGuire, T. C. (1988). Genetic and environmental-factors affecting immunoglobulin-g1 concentrations in ewe colostrum and lamb serum. *Journal of Animal Science*, 66 (4): 855-863.
- Graignic-Philippe, R., Dayan, J., Chokron, S., Jacquet, A. & Tordjman, S. (2014). Effects of prenatal stress on fetal and child development: a critical literature review. *Neuroscience & biobehavioral reviews*, 43: 137-162.
- Hall, D., Holst, P. & Shutt, D. (1992). The effect of nutritional supplements in late pregnancy on ewe colostrum production plasma progesterone and IGF-1 concentrations. *Crop and Pasture Science*, 43 (2): 325-337.
- Halliday, R. (1978). Variation in immunoglobulin transfer from ewes to lambs. *Annales De Recherches Veterinaires*, 9 (2): 367-374.
- Hansen, B. (2015). Helseutfordringer i stordrift sau. I: *Animalia, Norsk sau og geit & Nortura* (red.) *Stordrift med sau, Clarion Hotel & congress Oslo airport, Gardermoen, Noreg, 11. mars 2015*, s. 17-41. Oslo: Nortura.

- Hart, K., Contou, C., Blackberry, M. & Blache, D. (2009). *Merino ewes divergently selected for calm temperament have a greater concentration of immunoglobulin g in their colostrum than nervous ewes*. Proceedings of the Association for the Advancement of Animal Breeding and Genetics. 576-579 s.
- Hashemi, M., Zamiri, M. J. & Safdarian, M. (2008). Effects of nutritional level during late pregnancy on colostrum production and blood immunoglobulin levels of Karakul ewes and their lambs. *Small Ruminant Research*, 75 (2-3): 204-209.
- Hektoen, L. R., Grete (2013). Redd et lam! *Sau og Geit*, 3/2013: 2.
- Hernandez-Castellano, L. E., Almeida, A. M., Castro, N. & Arguello, A. (2014). The Colostrum Proteome, Ruminant Nutrition and Immunity: A Review. *Current Protein & Peptide Science*, 15 (1): 64-74.
- Hernandez-Castellano, L. E., Arguello, A., Almeida, A. M., Castro, N. & Bendixen, E. (2015). Colostrum protein uptake in neonatal lambs examined by descriptive and quantitative liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Dairy Science*, 98 (1): 135-147.
- Holmøy, I. H., Kielland, C., Stubsoen, S. M., Hektoen, L. & Waage, S. (2012). Housing conditions and management practices associated with neonatal lamb mortality in sheep flocks in Norway. *Preventive Veterinary Medicine*, 107 (3-4): 231-241.
- Holmøy, I. H., Waage, S. & Gröhn, Y. T. (2014). Ewe characteristics associated with neonatal loss in Norwegian sheep. *Preventive Veterinary Medicine*, 114 (3-4): 267-275.
- Hunter, A., Reneau, J. & Williams, J. (1977). Factors affecting IgG concentration in day-old lambs. *Journal of animal science*, 45 (5): 1146-1151.
- Hvelplund, T. & Nørgaard, P. (2003). DJF rapport nr 53 - Kvægets ernæring og fysiologi: Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri Danmarks Jordbrugsforskning. 653 s.
- Karakuş, F. & Atmaca, M. (2016). The effect of ewe body condition at lambing on growth of lambs and colostrum specific gravity. *Archives Animal Breeding*, 59 (1): 107-112.
- Kenyon, P., Maloney, S. & Blache, D. (2014). Review of sheep body condition score in relation to production characteristics. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 57 (1): 38-64.
- Laporta, J., Fabris, T., Skibieli, A., Powell, J., Hayen, M., Horvath, K., Miller-Cushon, E. & Dahl, G. (2017). In utero exposure to heat stress during late gestation has prolonged effects on the activity patterns and growth of dairy calves. *Journal of Dairy Science*, 100 (4): 2976–2984.
- Lerias, J. R., Hernandez-Castellano, L. E., Suarez-Trujillo, A., Castro, N., Poulis, A. & Almeida, A. M. (2014). The mammary gland in small ruminants: major morphological and functional events underlying milk production - a review. *Journal of Dairy Research*, 81 (3): 304-318.
- Lindgren, E. (1983). *Nykalibrering av VOS-metoden för bestämning av energivärde hos vallfoder*. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
- Løkke, M. M., Engelbrecht, R. & Wiking, L. (2016). Covariance structures of fat and protein influence the estimation of IgG in bovine colostrum. *Journal of Dairy Research*, 83 (1): 58-66.

- Madsen, J., Hvelplund, T., Weisbjerg, M. R., Bertilson, J., Olsson, I., Spöndly, R., Harstad, O. M., Volden, H., Tuori, M. & Varvikko, T. (1995). The AAT/PBV protein evaluation system for ruminants. *Norwegian Journal of Agricultural Sciences, Supplement*, 19: 1-37.
- Magyar, D., Fridshal, D., Elsner, C., Glatz, T., Eliot, J., Klein, A., Lowe, K., Buster, J. & Nathanielsz, P. (1980). Time-trend analysis of plasma cortisol concentrations in the fetal sheep in relation to parturition. *Endocrinology*, 107 (1): 155-159.
- Mayer, B., Zolnai, A., Frenyo, L. V., Jancsik, V., Szentirmay, Z., Hammarstrom, L. & Kacs Kovics, I. (2002). Localization of the sheep FcRn in the mammary gland. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 87 (3-4): 327-330.
- Mayer, B., Doleschall, M., Bender, B., Bartyik, J., Bosze, Z., Frenyo, L. V. & Kacs Kovics, I. (2005). Expression of the neonatal Fc receptor (FcRn) in the bovine mammary gland. *Journal of Dairy Research*, 72: 107-112.
- McDonald, P. (2011). *Animal nutrition*, b. 7: Pearson education.
- McGovern, F. M., Champion, F. P., Lott, S. & Boland, T. M. (2015). Altering ewe nutrition in late gestation: I. The impact on pre- and postpartum ewe performance. *Journal of Animal Science*, 93 (10): 4860-4872.
- McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H. & Kelly, A. L. (2016). Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science & Technology*, 96 (2): 133-158.
- Meyer, A. M., Reed, J. J., Neville, T. L., Thorson, J. F., Maddock-Carlin, K. R., Taylor, J. B., Reynolds, L. P., Redmer, D. A., Luther, J. S., Hammer, C. J., et al. (2011). Nutritional plane and selenium supply during gestation affect yield and nutrient composition of colostrum and milk in primiparous ewes. *Journal of Animal Science*, 89 (5): 1627-1639.
- Meyer, A. M. & Caton, J. S. (2016). Role of the Small Intestine in Developmental Programming: Impact of Maternal Nutrition on the Dam and Offspring. *Advances in Nutrition*, 7 (1): 169-178.
- Moore, D., Taylor, J., Hartman, M. & Sisco, W. (2009). Quality assessments of waste milk at a calf ranch. *Journal of dairy science*, 92 (7): 3503-3509.
- Morel, P., Morris, S. & Kenyon, P. (2008). Effect of birthweight on survival in triplet-born lambs. *Animal Production Science*, 48 (7): 984-987.
- Norsk sau og geit. (2016). *Avlsframgangen for avkomsgranskede værer*. Tilgjengelig fra: https://www.saueavl.nsg.no/ringanalyse_dmu_utvikling_list.cfm.
- Novoa-Garrido, M., Aanensen, L., Lind, V., Larsen, H. J. S., Jensen, S. K., Govasmark, E. & Steinshamn, H. (2014). Immunological effects of feeding macroalgae and various vitamin E supplements in Norwegian white sheep-ewes and their offspring. *Livestock Science*, 167: 126-136.
- NRC, N. R. C. (2007). *Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids*. Washington, DC.: National Academies Press.
- O'Doherty, J. V. & Crosby, T. F. (1996). The effect of diet in late pregnancy on progesterone concentration and colostrum yield in ewes. *Theriogenology*, 46 (2): 233-241.

- Pattinson, S. E. & Thomas, E. W. (2004). The effect of sire breed on colostrum production of crossbred ewes. *Livestock Production Science*, 86 (1-3): 47-53.
- Pilla, A., Taibi, L. & Dell'Aquila, S. (1993). Consumo di alimenti e composizione della dieta ingerita da pecore da latte alimentate ad libitum per quantità e qualità. *Zoot. Nutr. Anim*, 19: sitert av (Cannas 2004).
- Quigley, J., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P. & Polo, J. (2013). Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *Journal of dairy science*, 96 (2): 1148-1155.
- Randby, Å. T., Borodina, S. & Dønnem, I. (2015). Effect of body mass index at parturition on goat milk quality and yield. *Animal Production Science*, 55 (2): 231-236.
- Renaville, R., Hammadi, M. & Portetelle, D. (2002). Role of the somatotrophic axis in the mammalian metabolism. *Domestic Animal Endocrinology*, 23 (1-2): 351-360.
- Riaz, M., Südekum, K.-H., Clauss, M. & Jayanegara, A. (2014). Voluntary feed intake and digestibility of four domestic ruminant species as influenced by dietary constituents: A meta-analysis. *Livestock Science*, 162: 76-85.
- Robinson, J. J., Rooke, J. A. & McEvoy, T. G. (2002). Nutrition for Conception and Pregnancy. I: Freer, M. & Dove, H. (red.) *Sheep nutrition*, s. 189-212: CABI.
- Rooke, I. A., Dwyer, C. M. & Ashworth, C. J. (2008). The potential for improving physiological, behavioural and immunological responses in the neonatal lamb by trace element and vitamin supplementation of the ewe. *Animal*, 2 (4): 514-524.
- Rooke, J. A., Arnott, G., Dwyer, C. M. & Rutherford, K. M. D. (2015). The importance of the gestation period for welfare of lambs: maternal stressors and lamb vigour and wellbeing. *Journal of Agricultural Science*, 153 (3): 497-519.
- Røysland, O. A. (2015). *Upubliserte data frå besetning i Bjerkreim, henta ut frå Sauekontrollen og bearbeida av Røysland. Notat. Notat.*
- Røysland, O. A. (2016). *Upubliserte data frå semesteroppgåva "Konsentrasjon av IgG i råmjølk som eigenskap i saueavlen" i faget HFA301 - avlsplanlegging ved NMBU. Notat.*
- Schmoelzl, S. & Cowley, F. (2016). The case for pre-parturient selenium and iodine supplementation of ewes for improving lamb survival. *Animal Production Science*, 56 (8): 1263-1274.
- Sjaastad, Ø. V., Hove, K. & Sand, O. (2010). *Physiology of domestic animals*. 2 utg.: Scan. Vet. Press.
- Sjuve, M. S. (2013). *Faktorer i saueholdet som påvirker lammenes dødelighet og tilvekst om våren, med vekt på søyas hold og energibalanse før lamming*. Masteroppgave: Norwegian University of Life Sciences, Ås, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap. 54 s.
- Spörndly, R. (2003). *Fodertabeller för idisslare. Feed tables for ruminants. Report 257. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Nutrition and Management, Uppsala, Sweden.*
- Suárez-Trujillo, A. & Casey, T. M. (2016). Serotonergic and Circadian Systems: Driving Mammary Gland Development and Function. *Frontiers in Physiology*, 7.

- Swanson, T. J., Hammer, C. J., Luther, J. S., Carlson, D. B., Taylor, J. B., Redmer, D. A., Neville, T. L., Reed, J. J., Reynolds, L. P., Caton, J. S., et al. (2008). Effects of gestational plane of nutrition and selenium supplementation on mammary development and colostrum quality in pregnant ewe lambs. *Journal of Animal Science*, 86 (9): 2415-2423.
- Tabatabaei, S., Nikbakht, G., Vatankhah, M., Sharifi, H. & Alidadi, N. (2013). Variation in colostral immunoglobulin G concentration in fat tailed sheep and evaluation of methods for estimation of colostral immunoglobulin content. *Acta Veterinaria Brno*, 82 (3): 271-275.
- Tao, S. & Dahl, G. (2013). Invited review: heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *Journal of dairy science*, 96 (7): 4079-4093.
- Taralrud, M. M. (2017). *Evaluering av et Brix-refraktometer for å måle konsentrasjonen av immunoglobulin G (IgG) i blodserum hos nyfødte kalver av rasen Norsk Rødt Fe (NRF)*. Masteroppgave: Norwegian University of Life Sciences, Ås, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap.
- Tian, Z., Shi, F., Zhong, F., Bai, D. & Zhang, X. (2015). Analysis of Fcgrt gene polymorphism in indigenous Chinese sheep and its association with colostrum IgG concentration. *Genetics and Molecular Research*, 14 (1): 2461-2470.
- Treacher, T. & Caja, G. (2002). Nutrition during Lactation. I: Freer, M. & Dove, H. (red.) *Sheep nutrition*, s. 213-237: CABI.
- Van Es, A. (1978). Feed evaluation for ruminants. I. The systems in use from May 1977-onwards in The Netherlands. *Livestock Production Science*, 5 (4): 331-345.
- Vatankhah, M. (2013). Relationship between immunoglobulin concentrations in the ewe's serum and colostrum, and lamb's serum in Lori-Bakhtiari sheep. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 3 (3): 539-544.
- Vatn, S. (2002). Forebygging av diare og sepsis hos spedlam forårsaket av E.coli. *Praksisnytt*, 01/2002.
- Vatn, S., Malmo, T., Bjormo, S., Waldeland, H., Fredriksen, B. & Dille, L. (2007). Råmelk til lam-må ha det, bare må ha det. *Husdyrforsøksmøtet*: 363-366.
- Vatn, S., Skaar, I., Ringdal, G., Nafstad, O. & Hektoen, L. (2008). *Helse og velferd hos sau*. 2 utg. Oslo: Tun Forlag. 288 s.
- Våbenø, A. (2012). Finsk landrase i norsk saueal. *Bioforsk*, 31/2012. 1-27 s.
- Wallace, J. M., Milne, J. S., Redmer, D. A. & Aitken, R. P. (2006). Effect of diet composition on pregnancy outcome in overnourished rapidly growing adolescent sheep. *British journal of nutrition*, 96 (06): 1060-1068.
- Yilmaz, O. & Bayram, D. (2006). Effects of Some Factors on Gestation Length in Hamdani, Red Karaman and Karakul Sheep. *İstanbul Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 32 (1): 29-35.
- Yilmaz, O. & Kasikci, G. (2013). Factors affecting colostrum quality of ewes and immunostimulation. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 37 (4): 390-394.

Kjelder

Østerås, O., Gjestvang, M. S., Vatn, S. & Sølverød, L. (2007). Perinatal death in production animals in the Nordic countries—incidence and costs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 49 (1): S14.

Öztürk, A., Büyüktekin, M. & Zülkadir, U. (2016). Effect of Environmental Factors on Gestation Length in Akkaraman Sheep. *Journal of Animal Production Advances*, 6 (11): 1019-1022.

Vedlegg A – Registreringskjema for registreringar ved lamming.

Søyenr.:	<u>Fostervannsblæra</u> kommer til syne (KI):
Morkake/Placenta er ute (KI):	<u>Fostervannet</u> går (KI):

BRIX-verdi råmelk	Venstre spene			Høyre spene		

Lam nr. 1		<u>Fødselstart</u> (KI):	Ørenr.:	Fødselsvekt:
<u>Fødselstutt</u> (kl):		Lammingsassistanse score:	Prøve av navlestreng tatt:	Kjønn:
Livskraft (5 min etter fødsel) score:				Lam på beina (KI):
Spenepreferanse (høyre/venstre):		Sugeassistanse score:		Lam suger (KI):
				Kommentar:
Lam nr. 2		<u>Fødselstart</u> (KI):	Ørenr.:	Fødselsvekt:
<u>Fødselstutt</u> (kl):		Lammingsassistanse score:	Prøve av navlestreng tatt:	Kjønn:
Livskraft (5 min etter fødsel) score:				Lam på beina (KI):
Spenepreferanse (høyre/venstre):		Sugeassistanse score:		Lam suger (KI):
				Kommentar:
Lam nr. 3		<u>Fødselstart</u> (KI):	Ørenr.:	Fødselsvekt:
<u>Fødselstutt</u> (kl):		Lammingsassistanse score:	Prøve av navlestreng tatt:	Kjønn:
Livskraft (5 min etter fødsel) score:				Lam på beina (KI):
Spenepreferanse (høyre/venstre):		Sugeassistanse score:		Lam suger (KI):
				Kommentar:

Forenkla forklaring:

Fostervannsblæra kommer til syne:

Noter tidspunktet fostervannsblæra kommer til syne

Fostervannet går:

Noter tidspunktet/klokkeslettet fostervannet går

BRIX-verdi råmjølk:

Mål ein dråpe råmjølk på refraktometeret, skriv ned verdien. Utfør 3 gjentak for kvar spene.

Fødselstart:

Noter klokkeslettet når fosteret kjem til syne.

Fødselslutt:

Noter klokkeslettet når fosteret er ute.

Lammingsassistanse score:

1. Uten assistanse eller enkel ukomplisert fødsel (kort<30 min).
2. Uten assistanse eller enkel ukomplisert fødsel (lang>30 min).
3. Liten assistanse eller bare en liten korrigering av stilling.
4. Mye assistanse ved feilstilling.
5. Assistanse fra veterinær (veterinær fødselshjelp/operasjon).

Livskraft (5 min etter fødsel) score:

1. Svært aktivt og livskraftig lam, har stått oppe på alle fire bein.
2. Veldig aktivt og livskraftig lam, står på bakbeina og på kne på frambeina.
3. Aktivt og livskraftig lam, ligger på brystet og holder hodet oppe.
4. Svakt lam, ligger flatt, men klarer å holde hodet oppe.
5. Svært svakt lam, klarer ikke å løfte hodet, beveger seg lite.

Lam på beina:

Noter tidspunktet/klokkeslettet da lammet står på alle fire beina for første gang

Spenepreferanse:

Noter om lammet suger på høyre (H) eller venstre (V) spene

Sugeassistanse score:

1. Lammet suger uten assistanse innen 1 timer.
2. Lammet suger uten assistanse innen 2 timer.
3. Lammet gis sugeassistanse, blir føret med sonde en eller to ganger i løpet av de 24 første timene etter fødsel.
4. Lammet gis sugeassistanse, blir føret med sonde mer enn to ganger, trenger hjelp etter det er 1 døgn gammelt, men klarer å suge selv 3 dager gammelt.
5. Lammet trenger fortsatt sugeassistanse når det er eldre enn 3 dager (flaske eller sonde).

Prøve av navlestreng tatt:

Kryss av når dette er utført. Prøven tas 5 cm fra buken, og skal inneholde 3-4 cm navlestreng.

Kjønn:

Noter kjønn på lammet. V=vær, S=Søye (gjøres ved merking av lammet)

Temp:

Noter rektaltemperatur. Dette måles samtidig som lammet veies første gang.

Vedlegg B – Deklarasjon FK slikkestein type kvit

Pluss

Tilskuddsfôr til sau

Nettovekt 10 kg

Sammensetning

Natriumklorid, kalsiumkarbonat, magnesiumoksid.

Analytiske bestanddeler

Natrium	38,5 %
Kalsium	0,2 %
Magnesium	0,2 %
Fosfor	0,0 %

Tilsetningsstoffer (per kg)

Mikromineraler	
Mangan (mangankarbonat) E5	170 mg
Sink (sinkoksid) E6	120 mg
Jod (kalsiumjodat) E2	50 mg
Selen (natriumselenit) E8	30 mg
Kobolt (koboltkarbonat) E3	20 mg

**Produksjonsdato (DD/MM/ÅÅÅÅ)
og partinr.:**

**Ansvarlig:
Felleskjøpet
Fôrutvikling AS,
7018 Trondheim**

Saltslikkestein Hvit



Bruksanvisning

Denne type saltslikkestein er beregnet til sau der det er fare for kopperforgiftning, men kan også brukes til storfe, geit og hest når de beiter sammen med sau.

Steinen kan gis i fri tilgang på innefôring og beite inntil 1,5 % av totalrasjonen i tørrsubstans.

Saltslikkesteinen varer lengst når den ikke utsettes for regn.

Holdbarhet og oppbevaring

Produktet er holdbart i 36 mnd. fra produksjonsdato. Lagres tørt.

Tilvirkers godkjeningsnummer

SE 16400C





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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway