

Evaluering av lokalprodusert gresspellet som fôr til rein og effekt av melassetilsetning

Anders Hamnes

Mastergradsoppgave i Arktisk Naturbruk og Landbruk, innen studieretningen
"Beitende Dyrers Fysiologi"



2007

Avdeling for Arktisk Biologi
Institutt for Medisinsk Biologi
Det Medisinske Fakultet
Universitetet i Tromsø



Forord

Denne masteroppgaven er gjennomført ved Avdeling for Arktisk Biologi (AAB) og Institutt for Medisinsk Biologi (IMB), Universitetet i Tromsø; innen studiet "Arktisk Naturbruk og Landbruk", studieretningen "Beitende dyrs fysiologi".

Masteroppgaven inngår i prosjektet "*Småskala produksjon av krisefôr til rein og manipulering av vomma – nye muligheter for verdiskapning i reindriften*" finansiert av Reindriften Utviklingsfond (2002-2006) og ledet av Prof. Monica A. Sundset ved Avdeling for Arktisk Biologi, og er knyttet opp mot "Ealát" "*Arktisk sårbarhetsstudium: Reindriften i et klima under forandring*" ved Samisk Høgskole i Kautokeino. Senter for Samiske Studier ved Universitetet i Tromsø har også bidratt med strategimidler til mastergradsoppgaven.

Jeg ønsker å rette en stor takk til følgende personer: Formell veileder ved AAB/IMB Prof. Monica Alterskjær Sundset, takkes for alltid å ha vært tilgjengelig og holdt ut med meg i snart 4 år. Uten Monica ville nok ikke dette gått! Biveileder Prof. Svein D. Mathiesen ved Norges Veterinærhøgskole og Samisk Høgskole, takkes for å ha vært et oppkomme av ulike ideer og forslag, og for tidvis ha brakt adrenalinnivået mitt til uante høyder. Tidligere avdelingsleder ved AAB, Prof. Arnoldus Schytte Blix takkes for å inneha evnen til å kunne strekke paramilitære landbruksstudenter mot påkrevd arbeidsmoral. Blix takkes også for å ha gitt meg muligheten til å delta i andre prosjekter tilknyttet avdelingen når behovet for adrenalinkick har vært preserende. Moskusene på Rya vil alltid være noe eget. Turid Steen takkes også for mange hyggelige sosiale sammenkomster. Nåværende avdelingsleder ved AAB, Prof. Lars Folkow takkes for faglig oppfølging og for å ha sørget for en stabil kaffetjeneste. Førstemanuensis Nicholas Tyler takkes for alltid å ha vært tilstede og behjelpelig. Overingeniør John Ness takkes for å ha lagt alt av praktiske utfordringer til rette i studietiden. Avdelingsingeniør Kjell Lund takkes for mye hjelp med teite datamaskiner og krangete printere. Kjell takkes også for mange sprell mot resten av underetasjens beboere. Ledende forskningstekniker Hans Lian takkes for uvurderlig hjelp i forbindelse med forsøk og planlegging av forsøk. Hans skal også takkes for mange fine jaktture. Mine medstudenter skulle jeg gjerne takket, men siden jeg har vært eneste masterstudent ved AAB denne tiden, får jeg heller takke stipendiatene Kirsti Præsteng og Stian Ludvigsen for faglig bistand og mye moro! Øvrige ansatte ved Avdeling for Arktisk Biologi takkes for råd og innspill underveis, samt mye hyggelig sosialt samvær. Dr. Pål Vegar Storeheier har bidratt med mang en

oppmuntrende samtale pr telefon når ting ikke har gått helt som planlagt. Dr. Marit Jørgensen ved Bioforsk Nord, Holt, takkes for all hjelp vedrørende planter og plantekultur.

Reineier Ole Mattis Eira med familie, Mattaluoppal, Kautokeino takkes for å ha skaffet til veie forsøksdyr og for å ha vist interesse og entusiasme for prosjektet. Reineierne Berit Oskal Eira og Johan Anders Eira, Fossbakken, Lavangen takkes for all støtte og hjelp med forsøk og anskaffelse av forsøksdyr. Familien Eira takkes også for å ha fulgt meg opp helt fra jeg startet mitt arbeid med utvikling av lokalprodusert pellet til rein. Dere har vært til stor inspirasjon! Reineier og filosof Nils Isak Eira takkes for mange reindriftsfaglige innspill. Forsøksleder Håkan Örberg, kjemiker Gunnar Kalén og tekniker Mikael Thyrel ved Enheten for biomasseteknologi og kjemi, Sveriges Lantbruks Universitet, Röbbäcksdalen, Umeå, er en stor takk skyldig for all hjelp med fremstilling og produksjon av timotei pellet til rein. Gårdbrukerne Elin og Ivar Klæboe, Bergshaugen, Liland i Ofoten, er en stor takk for all hjelp med høyproduksjon, og for å ha stilt jord til disposisjon for forsøk. Dere takkes også for å ha visst interesse for prosjektet gjennom hele studietiden. Gårdbrukerne Turid og Randulf Fjellheim, Fonngam, Liland i Ofoten. Takkes for all hjelp med høyproduksjon, og lån av utstyr. Dere takkes også for å ha visst interesse for prosjektet gjennom hele studietiden.

Anders J. Hamnes

Avdeling for Arktisk Biologi

Universitetet i Tromsø

Innholdsfortegnelse

Forord.....	2
Innholdsfortegnelse.....	4
Sammendrag	6
Innledning	8
1. Material og Metode.....	11
1.1 Forsøksdyrsoppsett og <i>in vivo</i> studier.....	11
1.2 Fôr og fôrproduksjon	13
1.3 Kjemiske analyser.....	14
1.4 Slakting	17
1.5 <i>In vitro</i> fordøyelse.....	18
1.6 Statistikk	19
2. Resultater	20
2.1 Fôr.....	20
2.2 Fôropptak og fordøyelighet.....	20
2.3 <i>In vivo</i> fordøyelse.....	23
2.4 <i>In vitro</i> fordøyelse.....	23
2.5 pH i vom	25
2.6 Vektutvikling	25
2.7 Nitrogenbalanse	27
2.8 Kroppssammensetning.....	27
3. Diskusjon	28
4. Litteraturliste.....	34

Sammendrag

Kommersiell produksjon av pelletert fôr til drøvtyggere skjer i dag i bulk-skala, og bruken av slikt fôr har økt også i reindrifta. Det har samtidig skjedd en stor investering i infrastruktur og utstyr i landbruket i reinbeiteområdene. Sammen med økt tilgjengelighet av lokale pelleteringsverk kan landbruket bidra positivt med produksjon av krisefôr til rein. Dette prosjektet har fokusert på lokalproduksjon av pelletert fôr til rein, som en miljøvennlig, lokalt basert ressurs, med et høyt næringsinnhold og lave produksjonskostnader. Målsetningen med prosjektet var å evaluere lokalprodusert gresspellet (TPR) av tidlig slått, bladrik timotei (*Phleum pratense*) som fôr til rein (*Rangifer tarandus tarandus*). Vi ønsket videre å undersøke om tilsetning av lettfordøyelig sukker i form av melasse ville kunne øke inntak og fordøyelighet av dette fôret. Reinsdyrene (n=9, okser, ca 10 mnd gamle), som kom direkte fra vinterbeite, fikk *ad libitum* tilgang til fôret og var alle oppe på et stabilt gjennomsnittlig fôrinntak etter 10 dager. Dyrene ble deretter inndelt i tre grupper, og gresspelleten tilsatt melasse for å øke innholdet av vannløselige karbohydrater (VK). Gruppe 1 (Kontroll) fikk gresspellet med 11,3 % VK, Gruppe 2 fikk 12,8 % VK (5 % melasse) og Gruppe 3 fikk 13,5 % VK (10 % melasse). Øvrig innhold av næringsstoffer i % av tørrstoff (TS) var tilnærmet lik for de tre gruppene (94,5 % tørrstoff (TS), 6 % aske, 12,5 % råprotein, 23,3 % cellulose, 23,1 % hemicellulose, 5,4 % lignin og 2,4 % eterekstrakt). Det ble gjennomført *in vivo* fordøyelighetsstudier på metabolismekasser over to 10-dagers perioder. Etter første *in vivo* fordøyelighetsforsøk ble det gjort en "cross over" i diett slik at Gruppe 1 fikk 12,8 % VK (5 % melasse), Gruppe 2. 13,5 % VK (10 % melasse) og Gruppe 3 11,3 % VK (Kontroll). Alle dyrene økte i vekt (4,5-12,5 kg) gjennom forsøksperioden (68 dager). Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i fôrinntak eller *in vivo* fordøyelighetskoeffisienter som følge av økende innhold av vannløselige karbohydrater i dietten eller mellom de to *in vivo* fordøyelighetsstudiene. Fôrinntak (TS/kg levendevekt) varierte mellom 19,1 og 33,8 g i første og mellom 22,1 og 35,2 i andre *in vivo* fordøyelighetsstudium. *In vivo* TS fordøyelighet av fôret varierte mellom 72,7 og 80,5 % i første *in vivo* fordøyelighetsstudium og mellom 69,6 og 76,7 % i andre forsøk. *In vitro* TS fordøyelighet av cellulose (48 timer inkubering i vomsaft) var noe høyere (32,6 %) hos dyr fôret TPR med 11,3 % VK (Kontroll gruppen) enn hos dyr fôret 13,5 % VK (28%). Vom pH i de samme dyrene var henholdsvis 6,59-6,88 (n=2) og 6,35-6,81 (n=3). Vektene av de ulike delene av den gastrointestinale trakt var relativt like, og synes ikke å være påvirket av andelen VK i

dietten. Resultatene fra dette studiet indikerer at pelletert tidlig høstet timotei egner seg godt som fôr til rein. Tilseting av melasse synes ikke å påvirke fôrintak, fiberfermentering, palatabilitet og vektutvikling/anatomi. Dette kan skyldes at andelen VK i timoteien benyttet som basis for pelleta var tilstrekkelig i utgangspunktet.

Innledning

Det finnes ca 2,5 mill tamrein og over 100 000 reineiere i 20 ulike etniske folkegrupper som har reindriften som hovednæring i de sirkumpolare Nordområdene (Turi 2002). I Norge finnes ca 180 000 tamrein i den samiske reindriften (Totalregnskap for Reindriftnæringen 2005). Reindriftsfolkene i Eurasia har forvaltet store beitearealer, områder som i moderne tid har blitt viktige også for andre næringsinteresser. Reindriften er en arktisk næring med urgammel opprinnelse (Skjenneberg & Slagsvold 1968), som representerer en modell for bærekraftig utnyttelse av Nordområdene, basert på akkumulert kunnskap gjennom generasjoner, og den er utviklet til å tilpasse seg de klimatiske og forvaltningsmessige utfordringer som kjennetegner det sirkumpolare nord. Reindriften står ovenfor en rekke store forandringer, slik som blant annet de som er knyttet til en eventuell oppvarming av nordområdene. I indre deler av Finnmark vil sannsynligvis gjennomsnittstemperaturen om vinteren kunne øke med inntil 0,7 grader pr 10 år de neste 30-50 årene (Hanssen-Bauer *et al* 2005). Nedbørmengden kan komme til å øke med 10 %, samtidig kan vegetasjonen forandre seg og påvirke reindriftenes rammevilkår i form av beitegrunnlag. Særlig kan vi komme til å se raske svingninger i temperatur gjennom vinteren med mer snø og vekselvis frost og mildvær, samt en lengre barmarksperiode på sommeren (McCarthy *et al* 2005, Tyler *et al* 2006). ACIA-rapportene (Anonymous 2002, ACIA 2004) konkluderer med at oppvarmingen av Arktis skjer raskt, og mye raskere en tidligere antatt. Reindriftsamfunnene vil merke store økonomiske og kulturelle forandringer som en del av disse prosessene. Store svingninger i temperatur kombinert med økende mengde nedbør vil kunne føre til blokkering av beiter som følge av at det dannes islag. I tillegg til klimaendringer er samtidig store arealinngrep, rovdyrtap, sedvane basert rettighetsutvikling (Riseth 2005), og forbedret reell verdiskapning i primærleddet viktige utfordringer for den samiske reindriften.

Mangel på beite er et økende problem (Nellemann 2001), som gir reindriften stadig nye utfordringer. Ved langvarig mangel eller begrensninger i tilgang til beite, vil reinen utsettes for sult. Da reindriften er å betrakte som en husdyrnæring, og dermed underlagt dyrevernsloven, plikter den enkelte reineier å forhindre at reinen lider unødig overlast som følge av sult (Lov om dyreverns, Lov 1974-12-20, nr 73). Dette innebærer at reineierne må føre reinen dersom langvarige problematiske beiteforhold skulle oppstå. Denne formen for føring er å betrakte som kriseføring. Det finnes også andre former for føring, som for eksempel der reineierne

velger å basere driften på å sette reinflokkene i innhegninger i deler av vinteren for å sikre tilstrekkelig fôrtilgang. Dette vil karakteriseres som tilleggsfôring (Åhman 2000), noe som ikke synes å være ønskelig i henhold til overordnet norsk reindriftspolitik som har som målsetning at all produksjon av rein skal skje ved bruk av naturlige beiteressurser på utmarksbeite (Stortingsmelding Nr 28, 1991-1992).

Reinen er klassifisert som en intermediaær drøvtygger (Hofmann 1989). Dette innebærer at den er anatomisk og fysiologiske tilpasningsdyktig (Hofmann 1989, Mathiesen *et al.* 2000), men har klare begrensninger når det gjelder å kunne utnytte plantemateriale med høyt fiberinnhold eller for mye struktur (Hofmann 1989, Aagnes & Mathiesen 1996, Utsi 1998, Olsen *et al.* 1995, Øksendal 1994, Moen *et al.* 1998). Videre vil sammensetningen av den mikrobielle floraen som finnes i vomma i reinen ha avgjørende betydning for dyrets evne til å fordøye ulike dietter (Sørmo 1998, Mathiesen 1999, Sundset *et al.* 2007, Mathiesen *et al.* 2005, Aagnes *et al.* 1995, Orpin *et al.* 1985, Mathiesen *et al.* 2000, Olsen *et al.* 1995, Olsen *et al.* 1997, Olsen & Mathiesen 1998, Olsen *et al.* 1998, Utsi 1998). Dersom reinen utsettes for langvarig reduksjon i fôrintak eller perioder med sult, vil dette føre til en reduksjon av antall mikroorganismer i vomma, samt en endring i diversiteten (Aagnes *et al.* 1995, Mathiesen *et al.* 2005, Sundset *et al.* 2007, Sørmo 1998, Olsen & Mathiesen 1998). Dette vil kunne føre til at dyrene i en overgangsfôringssituasjon eller etter sult har redusert evne til å tilpasse seg og nyttegjøre seg av det nye fôret de får tilgang til (Aaman 2000). Tidlig høstet plantemateriale er velegnet som krise- eller tilleggsfôr til rein (Heiskari & Nieminen 2004, Nilsson 2003, Åhman 2000, Mathiesen 2000, Utsi 1998, Aagnes *et al.* 1996, Øksendal 1994, Moen *et al.* 1998). Næringsinnholdet i eksempelvis tidlig høstet bladrik timotei vil kunne tilfredstille reinens ernæringsbehov om vinteren (Aagnes *et al.* 1996, Øksendal 1994, Moen *et al.* 1998, Olsen *et al.* 1995). Fordøyelse av plantefiber som cellulose i vomma hos rein kan være begrenset av tilgjengeligheten av lettfordøyelig energi i form av sukker (Norberg & Mathiesen 1998). For å oppnå optimal sammensetning av mikrofloraen i vomma kreves det tilstrekkelig tilgang på næring for mikroorganismene. Ulike typer sukker, som mono- og disakkarider absorberes raskt, og optimale konsentrasjoner vil føre til høy bakteriell vekst i vomma (Ørskov 1992). Dersom timotei høstes ved et tidlig utviklingsstadium vil man oppnå et begrenset innhold av fiber slik at det er mulig for reinen å fordøye dette, samtidig som innholdet av lett fordøyelig energi er høyere enn i grovere fôr (Selmer-Olsen 1991, Aagnes *et al.* 1996, Norberg & Mathiesen 1998). Ved å pelletere tørket timotei vil dette bidra til å oppnå fordeler for dyret så

vel som for reindriftsutøverne (Hamnes 2004). Partikkelstørrelsen reduseres betraktelig, noe som vil lette tilgangen til plantematerialet for mikrobene i vomma til rein (Nørgaard 2006). I fôringsforsøk med eksempelvis ensilasje og tørrhøy er det visst at partikkelstørrelsen og partikkeltettheten vil kunne avgjøre passasjetiden i vomma (Lechner-Doll *et al.* 1991, Clauss *et al.* 2001). Økt tørrstoff i gressbaserte dietter vil også gi økt fôropptak (Thiago *et al.* 1992, Moen *et al.* 1998). Ved tygging av pelletert plantemateriale reduserer antagelig også reinen forbruket av energi. Pelleten innehar en langt mer konsentrert energimengde enn andre fôrmidler som høy og ensilasje. Praktiske hensyn for reindriftsutøverne vil også bli ivaretatt ved at volumet og vekten av pellet er langt mindre enn hos høy og ensilasje, sett i forhold til næringsinnhold. Pelletert gress har i mange år vært produsert i Norge i stor skala, men er i dag lite tilgjengelig. Allerede i 1993 ble det utført fôringsforsøk med ren gresspellet til ikke drektige reinsimler (MA Sundset upubliserte data). Dyrenes fôrinntak var lavt, og dyrene mistet i kroppsvekt etter langvarig (n=266 dager) inntak av dette fôret. En mulig årsak til reinens dårlige appetitt den gang kan ha vært det lave innholdet av lett fermenterbare sukkerarter i pelleten. Formålet med dette prosjektet var å kunne fremstille en gresspellet til rein som er basert på lokale råvarer, produsert ved hjelp av en småskala pelleteringsmaskin. Vi ønsket også å undersøke om fôrinntak og fordøyelighet av lokal produsert gresspellet til rein kunne økes ved tilsetning av lettfordøyelig energi i form av melasse. Vi ønsket også å se om tilsetningen av melasse kunne øke smakeligheten av fôret. Muligheter og begrensninger for lokalproduksjon av pelletert krisefôr til rein diskuteres også.

1. Material og Metode

1.1 Forsøksdyrsoppsett og *in vivo* studier

Det ble i dette forsøket benyttet 8 stk oksekalver (9-10 mnd) (32,5-46 kg) fra en flokk tilhørende distrikt D-35 A Fávrosorda, like sør for Kautokeino, og 1 stk oksekalv fra en flokk tilhørende Gielas reinbeitedistrikt i Troms. Dyrene ble hentet fra naturlig vinterbeite, og kontrollert av veterinær før de ble lastet inn i godkjent dyretransport. Dyrene ble så fraktet til Avdeling for Arktisk Biologi (AAB) ved Universitetet i Tromsø hvor de ble satt på bås i et rom med lys- og temperaturregulering og gitt *ad libitum* tilgang til Timotei Pellets for Rein (TPR) (Hamnes 2004). Alle dyr ble parasittbehandlet oralt med albendazol (Valbazen vet 19 mg/ml albendazol, Pfizer Animal Health, Louvain la Neve, Belgium) og med Ivomec (Ivomec 10 mg/ml, Merck Sharp & Dohme B. V., BN, Haarlem, Netherlands) intramuskulært, dosert etter levendevekt (1 ml pr 50 kg).

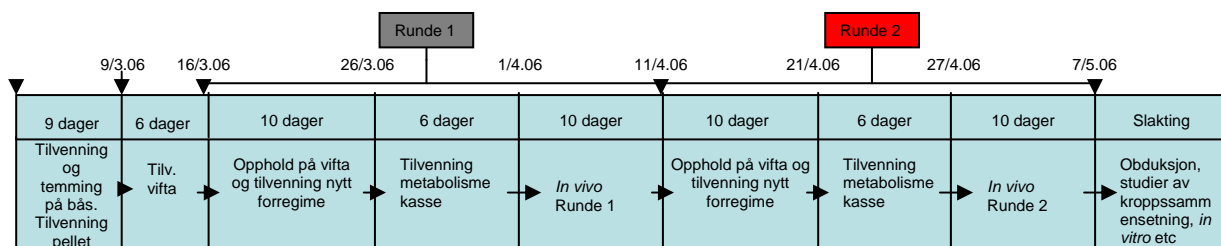


Fig 1. Forsøksplan med datoer og de ulike hendelser.

Etter 10 dager ble fôrinntaket til samtlige dyr vurdert til å være stabilt og dyrene ble flyttet til separate løpegårder for å kunne bevege seg fritt. Oppholdet i de separate løpegårdene varte i 16 dager (Fig. 1). I de tre første dagene hadde dyrene *ad libitum* tilgang til TPR. På dag 4 ble de 9 dyrene delt inn i tre grupper med ulikt fôrregime. Gruppe 1 fikk TPR av samme kvalitet som tidligere mens gruppe 2 ble gitt TPR tilsatt 5 % melasse av våt masse (Felleskjøpet 2005), og gruppe 3 ble gitt TPR tilsatt 10 % melasse av våt masse. Tilsetningene av melasse er i % av våtvekt. De resterende 13 dagene ble benyttet til tilvenning til det nye fôrregimet. Under hele oppholdet i de separate løpegårdene ble fôropptak registrert. På dag 25 ble dyrene tatt inn fra de separate løpegårdene og plassert i individuelle metabolismekasser (Fig. 2) (Aagnes & Ness upubliserte data). Disse er konstruert med utgangspunkt i "Babraham metabolic cage for sheep" (Harrison 1974). Kassene er bygd med finerplater i veggene og et rammeverk av 2 "4. Det er dør i bakenden av kassen for å ta dyr inn og ut av kassen, og der er

en spiseåpning i fremkant for at dyret skal ha tilgang til fôr og vann. Kassens bunn er av strekkmetall. På utsiden av kassens front er det montert stativ for fôrkrybbe og vannbøtte.

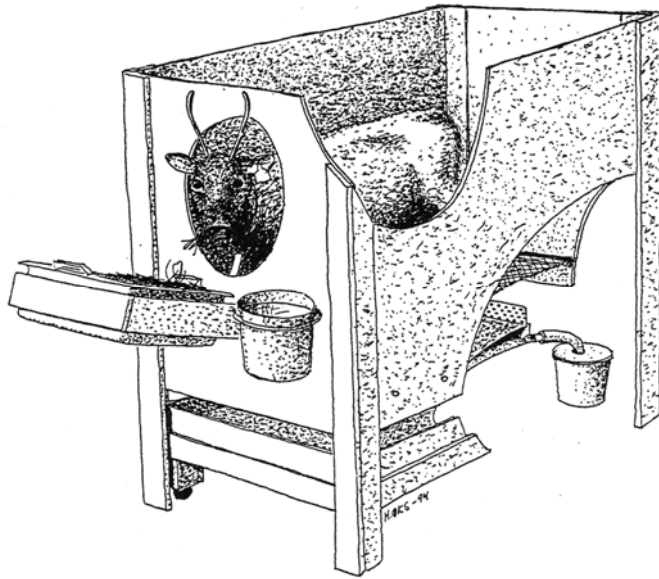


Fig 2. Reinkalv på metabolismekasse (gjennomskåret)
(Tegning av Øksendal 1994).

Lysmengde ble automatisk regulert for å simulere den naturlige fotoperioden, og for ikke å påvirke normal sesongavhengig appetitt (Ryg & Jacobsen 1982, Larsen *et al.* 1985), mens temperaturen ble regulert av rommets ventilasjonssystem, og lå i snitt på 3,2 °C (maksimal kjøleverdi for klimaanlegget i forhold til ute-temperatur) i hele den perioden dyrene var oppstallet på metabolismekassene. Dyrene var oppstallet på kassene i totalt 16 dager. Etter 6 dagers tilvenning til metabolismekasse, ble dyrene satt inn i et 10 dager langt *in vivo* studie. I denne perioden ble all feces og urin samlet opp, samtidig som inntak av vann og pellet med ulik melassetilsetning ble registrert. Oppsamlingen av urin og feces ble utført ved at et aluminiumskar ble plassert på en mobil treramme under metabolismekassen. Dette karet består av to deler. Hoveddelen er et rektangulært kar med ca 15 cm høye kanter og en traktutforming i ene enden som ender opp i et utløp med slange. Den andre delen er en rist tilpasset karetets størrelse. Denne risten er perforert og lar veske slippe igjennom. Konstruksjonen av karet tillater urin å renne igjennom risten, ned i karet og derfra ut gjennom trakten og ned i en beholder, i dette tilfellet en bøtte. I bøtten ble det hver dag tilsatt 50 ml 10% H₂SO₄ for å indre tap av nitrogen i form av ammoniakk fra urinen. Avføring i form av feces ble liggende oppå risten. Hver dag etter fôring ble all feces samlet opp og veid på vekt av typen Sartorius QS16 (Sartorius, Göttingen, Tyskland). All urin ble også samlet opp og målt.

Deretter ble 10 % av urinen samlet på en plastflaske. Feces og urin ble så fryst ved -20 °C. Hver dag før fôring, ble alt av fôr-rester samlet sammen og veid på vekt av typen VEGA (vektindikator, VDI 137), i våt tilstand. Deretter ble fôr-restene blandet til en homogen masse, og et representativt utvalg ble tatt ut og tørket i varmeskap av typen Termaks, ved 65 °C i 2 døgn. Deretter ble det tørkede materialet veid og den eksakte tørrstoffprosenten kunne beregnes. Dette ble gjort ved hver fôring, og individuelt for hvert dyr. Den eksakte vekten av restfôret gjorde det mulig å beregne det nøyaktige tørrstoffopptaket for hvert enkelt dyr. Etter endt *in vivo* fordøyelighetsstudium ble dyrene igjen plassert i de separate løpegårdene for et 10 dagers opphold. Deretter ble et nytt *in vivo* fordøyelighetsstudium (runde 2) gjennomført etter nøyaktig samme protokoll som første *in vivo* fordøyelighetsstudium (runde 1) (Fig. 1). Dette ble utført som en "cross over design" for å skaffe størst mulig datamateriale.

1.2 Fôr og fôrproduksjon

Fôret (TPR) som ble benyttet gjennom hele forsøket var en lokalprodusert gresspellets basert på primært timotei (*Phleum pratense*), samt innslag av arter som vanlig engsyre (*Rumex acetosa* ssp. *Acetosa*), engmarikåpe (*Alchemilla monticola*) og spredte forekomster av vanlig høymole (*Rumex longifolius*) (Hamnes 2004). Det ble produsert sommeren 2004 i forbindelse med prosjektet "Pilotforsøk på produksjon av gresspellets til rein" (Hamnes 2004). Produksjonen av råmaterialet til pelleted ble gjennomført på gården Bergshaugen N. 068, 29/E. 016, 53.67, Liland i Evenes kommune i nordre Nordland. Bakgrunnen for valg av produksjonssted var basert på Nord Norges klima og mulighet for planteproduksjon sett i sammenheng med beliggenheten. Vekstperioden er kort og intensiv, og plantene er i så måte tilpasset produksjon og utvikling i svært høyt tempo (Bliss 1962). Timotei er den vanligste gressarten benyttet til fôrproduksjon i Nordområdene. Vekstpotensialet er høyt, og det har vist seg at tørrstoffinnholdet kan øke med 120 kg/dag pr hektar (Thorvaldsson & Andersson 1986). Forsøksarealet ble tilført kunstgjødsel av typen 18-3-16 med en dosering på ca 40 kg/dekar, for så å bli tilført ca 12 000 liter bløtgjødsel fra en melkekubesetning (15/5). Senere i vekstsesongen (26/5) ble det ettergjødset med saltpeter, ca 35 kg/dekar. Gresset ble høstet på en relativt tidlig utviklingsstadium (23/6), men det hadde vært ønskelig å høste enda tidligere. Dette var ikke gjennomførbart pga store nedbørmengder.

Etter slåing ble gresset tørket på bakken før det ble ettertørket i en tunneltørke beskrevet i Hamnes (2004). Foredlingen av gresset til pellet ble gjort i samarbeid med

BioTeknologiskCentrum, Sveriges Lantbruks Universitet, Røbecksdalen Umeå. Til pelleteringsprosessen ble det benyttet en pelletpresse av typen PP300 beskrevet i Hamnes (2003). Dette er et pelleteringsverk utviklet for produksjon av fyringspellet basert på trevirke. I pelleteringsprosessen ble det lagt vekt på at partikkelstørrelsen på plantematerialet ikke skulle overstige 3 mm. Den ferdig pressede pelleten danner grunnlaget for basisfôret i forsøket. Som beskrevet ble samtlige dyr tilbydd TPR ved ankomst og de første 13 dagene. Dyrene ble deretter delt inn i grupper og fortsatt gitt TPR, men da med ulik konsentrasjon av tilsatt melasse.

Melassen ble tilsatt pelleten ved at melasse og pellet i et angitt mengdeforhold ble blandet sammen i en miksmaster av typen Electrolux storkjøkken utstyr. Det ble tillaget to stk pellettyper med melassetilsetning. Mengden melasse tilsatt var basert på prosentandel av våtvekt pellet og våtvekt melasse (5 % og 10 %). Ved tillaging av 5 % ble 6 kg pellet tilsatt 300 gram melasse og 0,5 dl vann. Ved tillaging av 10 % ble 6 kg pellet tilsatt 600 gram melasse og 1 dl vann. Melassen og vannet ble varmet opp til ca 45 °C for at den skulle være tilstrekkelig tynnflytende til å kunne blandes med pelleten. Etter blanding i miksmasteren ble pelleten spredt utover et perforert Brett for tørking. Pelleten ble tørket i ca 48 timer før den ble benyttet som fôr. Dette for å sikre at pelleten var tilstrekkelig tørr, siden den rett etter blandingsprosessen var klissete og fuktig.

1.3 Kjemiske analyser

Det ble sendt inn prøver av de ulike pellet typene (TPR 0 % melasse, TPR 5 % melasse, TPR 10 % melasse), sammen med prøver av feces og urin fra de to *in vivo* fordøyelighetsstudiene. Av feces ble det sendt inn 200 g/dyr/*in vivo* fordøyelsesstudium. Av urin ble det sendt inn 200 ml/dyr/*in vivo* fordøyelsesstudium. Standardene benyttet i *in vitro* studiene ble også analysert. Prøvene ble analysert av AnalyCen AS Norge i Moss, som er et akkreditert analyselaboratorium. Prøvene av de ulike pellets-typene ble tatt ut ved at ved hver tillagning av pellets, og ble et representativt utvalg tatt til siden og oppbevart i en tett beholder. All feces fra de ulike *in vivo* periodene tatt vare på og fryst. De ble ved et senere tidspunkt tatt ut av fryseren og all feces fra de 10 dager *in vivo* fordøyelighetsstudiene varte, ble så blandet og et representativt utvalg ble tatt ut. Av urin tilsatt 50 ml H₂SO₄ ble 10 % av total dagsproduksjon samlet inn under *in vivo* fordøyelighetsstudiene og fryst. Urinen for de 10 dagene *in vivo* fordøyelighetsstudiene pågikk, ble så blandet og 200 ml tatt ut.

Tørrstoff i feces og fôr ble beregnet ved at prøvene ble tørket ved 103 ± 3 °C i 4 timer. Vekt på skål og prøve ble notert før og etter. Prøvene ble avkjølt i eksikator etter at de var tatt ut av tørkeskapet. Prøven ble så veid og vanninnholdet ble beregnet på grunnlag av vanntapet. Vanninnhold er angitt i % (Direktiv 71/393EEC).

Nitrogen/Råprotein ble beregnet ut i fra Kjeldahl-nitrogen ($6,25 \times$ Kjeldahl-nitrogen). Prøven ble tilsatt svovelsyre og katalysator (Kjeltebs). Organisk bundet amino-nitrogen som aminosyrer, proteiner og peptider ble så omdannet til ammoniumsulfat. Dette ble så tilsatt alkalie som frigjør ammonium. Dette ble så destillert over damp til et kammer med borsyre. Mengden ammonium ble deretter bestemt ved titrering med saltsyre. Hovedinstrumentet som ble brukt ved denne analysen var Tecator Kjeltec 1035. Nitrogeninnholdet i proteiner holder seg konstant på ca 16 % slik at nitrogeninnholdet multiplisert med 6,25 vil gi proteininnholdet i næringsmidler, fôr og råvarer.

Fett innholdt i både fôr og feces ble det bestemt ved kvantitativ analyse av råfett (SOXTEC) (EU-direktiv 98/64EF). Det ble veid inn ca 2 g av hver prøve i en ekstraksjonshylse. Denne ble så dekket med fett-fri bomull. Prøvene og ekstraksjonskopper ble tørket med kokekuler ved 103 ± 3 °C i 1 time i tørkeskap. De tomme koppene ble veid og vekten notert. Ekstraksjonshylsene ble så satt i ekstraksjonsenheten (SOXTEC system 1047 hydrolyseenhet). Oppvarmingsenheten skal holde 110 ± 2 °C når den er varm. Det ble tilsatt 50 ml dietyleter til hver ekstraksjonskopp. Det ble ekstrahert i 35 min og deretter 60 min i skyllestilling. Kranene ble stengt og løsemidlet fordampet i ca 5 min. Deretter 10 min med luftvifte. Koppene ble så tørket ved 103 ± 3 °C i 30 min. De ble så avkjølt i eksikator og veid. Vektdifferansen før og etter ekstrahering angir fettinnholdet i prøven.

Aske ble bestemt ved hjelp av glødeovn. Prøvene forbrennes ved 550 °C og restene ble veid (DIR 71/250 EEC).

Neutral Detergent Fibre (NDF) ble bestemt etter ekstraksjon av fett (Referansestandard ANKOM Technology – 01/02). Prøvene ble malt med en 1 mm sikt før analyse. I de prøvene der feces ble analysert ble fecesen frysetørket på forhånd, og 0,45-0,55 g av prøvematerialet ble veid inn i en filterpose. Posen ble forseglet ved hjelp av et sveiseapparat. Filterposene med prøvene ble så lagt i en beholder som inneholder aceton. Denne ble ristet 10 ganger før aceton ble helt av. Denne prosessen ble gjentatt før filterposene ble lagt på brett og lufttørket i minimum 5 min. Det ble så tilsatt Neutral Detergent løsning i en ANKOM fiber Analysator. Dette skal dekke filterposene helt. Det ble så tilsatt 1,0 g natriumsulfitt pr 100 ml NDF-løsning.

Det ble tilsatt 4,0 ml varmemestabil alfa-amylase i fiberanalysatoren. Dette sto så i en ANKOM fiber Analysator i 75 min. Avløpsventilen på ANKOM fiber Analysatoren ble så åpnet slik at løsningen fikk renne ut. Det ble så tilsatt varmt vann (ca 90-100°C) og 4,0 ml alfa-amylase. Prøvene ble så skylt i 3-5 minutter. Vesken ble så tappet ut og samme prosess ble gjentatt 2 ganger. Etter siste skylling ble filterposene tatt ut og lagt i et glass og dekket med acetone. Denne behandlingen varte i 3 min. Filterposene ble så lagt til tørk ved 103°C i minst 2 timer. Prøvene ble så lagt i en eksikator. Prøvene ble så veid og vektdifferansen før og etter behandling utgjør NDF-innholdet.

Acid Detergent Fibre (ADF) ble beregnet ved koking i sur løsning til hemicellulose og fiberproteiner ble løst opp. Det ble veid inn 0,5-1,5g av prøvematerialet i ett glassfilterrør. Den nøyaktige vekten ble registrert. Filterrøret ble så festet til en glasskolonne. I glasskolonnen ble det fylt i 2 ml Dekalin og ca 100 ml ADF-løsning bestående av (for 5 l) destillert vann, H₂SO₄ (ca 140 ml). Løsningen skal være 0,5M ± 1 %. Det ble åpnet for sirkulasjon mellom filterrøret og glasskolonnen. Det ble så tilsatt CTAB (100g/5 l) (N-Cetyl-N,N,N-trimetylammoniumbromid, CAS-No.57-09-0). Løsningen ble varmet opp til kokepunktet, og løsningen kokte ca 1 time. Etter kokingen ble ADF-løsningen tappet ut, og plantematerialet ble så skylt med avionisert destillert vann. Dette ble gjort helt til det ikke dannet seg bobler i det destillerte vannet etter at det var skylt igjennom plantematerialet. Etter siste skylling ble det foretatt 2 skyllinger med acetone. Filterrøret ble frigjort fra glasskolonnen og satt til tørk ved 105°C i ca 24 timer. Filterrøret ble så kjølt ned i eksikator og veid. Beregningen ble gjort som ADF i askefritt materiale.

Acid Detergent Lignin (ADL) ble beregnet ved at restene av ADF analysen ble satt i en filtreringsanordning. Så ble 25 ml mettet kaliumpergamanat løsning (50g KMnO₄, 0,05 g Ag₂SO₄, 1000 ml destillert vann) og ligning bufret løsning (6,0g Fe(NO₃)₃·9H₂O, 0,15g AgNO₃, 100 ml destillert vann, 500 ml eddiksyre, 5,0g natriumacetat, 400 ml tertiær butyl alkohol) i forholdet 2:1 helt i hvert av filterrørene. Filterrørene ble så ristet og satt til hvile i ca 90 min. Løsningen ble så tappet ut av filterrørene, og det ble skylt med demineraliseringsløsning (50g oksalsyre, 700 ml 95 % etanol, 50 ml HCl 12M, destillert vann). Filterrørene ble så fylt halvfull med demineraliserende løsning og satt til hvile i ca 60 min. Løsningen ble så filtrert ut ved å skylle 2-3 ganger med 80 % etanol. Deretter ble det skylt 2 ganger med acetone. Filterrørene ble så til tørk ved 105°C i 5 timer. Rørene ble så avkjølt i eksikator og veid. Fiberfraksjonene som var igjen i filterrørene ble så forasket i glødeovn ved 500-550°C i 1 time. Restene ble så avkjølte

i eksikator og veid. Differansen mellom ADF og ADL utgjør mengden cellulose, mens differansen mellom NDF og ADF utgjør mengden hemicellulose.

Beregningen av kalorimetrisk varmeverdi ble foretatt ved metode SIS-CEN/TS 14918:2005 (Fast biobrensel – Metode for bestemmelse av kalorimetrisk varmeverdi). Prøvematerialet ble forbrent oksyngengass i en kalorimeterbombe av type PARR 1261. Den kalorimetriske varmeverdien er den opplagrede energimengden som frigjøres per vektenhet brensel.

1. 4 Slakting

Fem av dyrene ble slaktet etter andre runde med *in vivo* fordøyelighetsstudier (Fig 1) var gjennomført. De dyrene som ble slaktet 7. mai var henholdsvis dyr 7 og 5 fra gruppen fôret TPR uten tilsetning av melasse, og dyrene slaktet 8. mai var 2, 4 og 6 fra gruppen fôret TPR tilsatt 10 % melasse. Dyrene som hadde vært foret med 5 % melasse ble overført til et annet prosjekt, så slaktedata fra disse dyrene vil ikke inngå i sammenligningsgrunnlaget. Et av dyrene i gruppen fôret bare TPR, ble også overført til et nytt prosjekt. De sammenligninger som ble utført var mellom gruppen fôret bare TPR (n=2) og gruppen fôret TPR tilsatt 10 % (n=3) melasse.

Dyrene ble bedøvet med boltepestol. Dyrene ble deretter avlivet ved blodtapping, ved at karotide arterien i halsen ble skåret over. Dyrene ble deretter lagt i en slaktebenk og buken sprettet fra halsen til endetarmsåpningen. Spiserør og endetarm ble skåret over, og knytt over slik at innhold ikke skulle kunne renne ut. Deretter ble mellomgulvet skåret løs fra brysthulen. Hele magetarmtraktus ble så tatt ut sammen med lever, nyrer og milt. Deretter ble lunger, hjerte og kjønnsorganer fjernet. Vominnhold ble tatt ut tre min etter at dyrene var avlivet. Vominnholdet ble silt igjennom to lag med gassbind (Klinion, Medeco B. V.). Umiddelbart etter at vomsaften var silt ble pH målt og registrert. Dette ble gjentatt over et visst tidsintervall for å kunne ekstrapolere fallet i pH-nivået tilbake til det eksakte pH-nivået i vomma ved avlivningsøyeblikket (Fig 5). Deler av vominnholdet ble tømt over i en lufttett beholder for bruk til *in vitro* fordøyelighetsstudier.

Etter at samtlige innvoller var fjernet ble dyret flådd. Bakbeina ble skåret av ved haseleddet, mens frembeina ble skåret av ved kneleddet. Hodet ble skåret av ved øverste nakkevirvel. Skrotten ble så veid for å bestemme slaktevekten. Det var ønskelig å kunne

sammenligne kropps sammensetningen med data fra tilsvarende dyr, og i den forbindelse ble *Muscularis semitendinosus* og *M. glutobiceps* dissekert ut fra venstre lår på alle dyr. Av disse to musklene ble det tatt ut prøver for å kunne bestemme tørrstoffinnhold. Vekten av prøvene i våt tilstand ble registrert før prøvene ble tørket ved 95 °C til konstant vekt. Således kunne tørrstoffinnholdet bestemmes. Vekten av nyrer og nyrefett var også av interesse for å vurdere dyrets kondisjon. Nyrene ble veid med fett og deretter ble alt fett plukket av for hånd og veid. Vekt av lever ble også registrert for å kunne sammenlignes med levervekter fra tilsvarende studier. Hele magetarmtraktus fra samtlige slaktede dyr ble frosset ned hele. Magetarmtraktusen fra de ulike dyrene som ble slaktet ble senere tatt ut av fryseren og tint for anatomiske studier.

1.5 In vitro fordøyelse

Fermenteringsraten av cellulose (Whatman filterpapir No. 1) og pellet med ulikt innhold av vannløselige karbohydrater ble målt *in vitro* ved bruk av vomsaft fra de dyrene som ble slaktet. Metoden som ble benyttet til dette tar utgangspunkt i metoden som er utviklet av Tilley og Terry (1963). Denne metoden er senere noe modifisert av Aagnes *et al.* (1996). Andel tørrstoff fordøyd ble målt ved 4 ulike tidpunkt (6, 24, 48 og 72 timer) etter fermenteringen startet. For hvert av disse tidspunktene ble det benyttet 4 paralleller pr. dyr, pr. substrat benyttet og pr tidsintervall. Substratene ble malt opp på en 0,75 mm sold, og deretter tørket 36 timer ved 100± 2°C. Det ble tilsatt 100±2 mg oppmalt substrat til hvert rør, veid på vekt av typen Mettler AE260 (Delta Range). Hvert av rørene (Hungate anaerobe vekstrør, Bellco Glass Co. Vinland NY USA) er merket med inngraverte nummer og tape av ulike farge som angav lengden av fermenteringen. Det ble i tillegg benyttet kontrollrør for hvert av dyrene for alle tidspunktene. Disse ble bare tilsatt vomsaft. Som standarder ble det benyttet timotei av god (standard 1) og dårlig (standard 2) kvalitet, med kjent kjemisk innhold. På grunn av muligheten for endring i pH i Hungate rørene, under fermenteringen, ble det tilsatt en buffer. "kunstig spytt" (Aagnes *et al.* 1996). Dette "kunstige spyttet" ble gasset ved hjelp av CO₂ og tilsatt 0,02% L-cystin, for å fjerne all oksygen fra kolben den ble oppbevart i. L-cystin har også en buffer-effekt i løsningen. Samtlige Hungate rør som skulle inngå i forsøket ble tilsatt 9 ml av den ferdige "kunstig spytt". Hvert enkelt rør ble også gasset før "kunstig spytt" ble tilsatt. Rørene ble deretter plassert i vannbad som holdt 39°C. Rørene sto i vannbad ca 5 timer før vomsaft ble tilsatt.

Vominholdet ble filtrert gjennom 2 lag med gassbind (Klinion, Medeco B. V.). Deretter ble 1 ml av den ferdig filtrerte vomsaften inokulert i hver av Hungate rørene. Rørene ble ristet slik at innholdet ble godt blandet. Rørene ble så satt i vannbadet som holdt 39°C. Rørene ble jevnlig snudd for å simulere den naturlige miksingen som forekommer i vom. Etter inkubering (6, 24, 48 eller 72 timer) ble rørene tatt ut av varmebadet, og tilsatt 0,3 ml 2M HCl ved hjelp av en sprøyte. Rørene ble så ristet og 0,8 ml 2M HCl ble tilsatt. Eventuelt overtrykk ble fjernet ved hjelp av en sprøytespiss. Deretter ble 1 ml pepsin tilsatt etterfulgt av 1,9 ml destillert H₂O. Rørene ble så inkubert i 48 timer i vannbad. Dette gjaldt ikke for de av rørene som inneholdt cellulose. Etter 48 timer ble rørene punktert for å fjerne eventuelt overtrykk. Rørene ble deretter spunnet ned på en sentrifuge av typen General Laboratory Centerifuge (Du Pont Instruments, Sorvall), i 12 minutt ved 300G. Dette for å oppnå en hard pellet, og en klar supernatant. Supernatanten ble så fjernet ved hjelp av en engangspipette. Samtlige rør ble så frosset.

Rørene ble ved en senere anledning tatt opp, og tilsatt destillert vann (ca 10 ml). Etter at vannet var blandet med rørets innhold, ble rørene på ny sentrifugert i en sentrifuge av typen Kubota KS8000 (Kubota Corporation, Tokyo, Japan), og supernatanten fjernet. Dette ble gjentatt helt til supernatanten var helt klar. Rørene ble så satt i tørkeskap ved 95± 2°C i 3 døgn, slik at all fuktighet fordampet. Deretter ble rørene plassert i tette beholdere med cilica gel for å forhindre kondensering av luftfuktighet. Rørene ble så veid på vekt av typen Mettler AE260 (Delta Range). Differansen mellom vekt av plantematerialet før og etter fermenteringen, danner grunnlag for å beregne tørrstoff fordøyelighet *in vitro*.

1.6 Statistikk

Daglig inntak av tørrstoff er angitt som gjennomsnitt med standard avvik for de ti dagene hvert *in vivo* fordøyelsesforsøkene varte. Sammenligningen av de enkelte komponentene i fôr, tørrstoff i feces og de ulike kjemiske komponentene i fecesen og urin er også angitt som gjennomsnitt. Nitrogenbalansen er angitt som gjennomsnitt av de ti dagene hvert *in vivo* forsøk varte. Sammenligningen av fôropptak og vanninntak er gjort ved hjelp av Kruskal Wallis test ($P > 0,05$). Der fantes ingen klare trender eller avvik, og derfor ikke grunnlag for videre statistiske undersøkelser. Ved evaluering av vekt, slaktevekt og vektene av de ulike delene av den gastrointestinale trakt, lever, nyrer og nyrefett ble det ikke benyttet noen form for statistisk vurderingsgrunnlag som følge av grunnlagsdata på $n=2$ og $n=3$, som

gjør utgangspunktet for statistiske analyser svakt med bakgrunn i styrkefunksjon (Løvås, 2004, Definisjon 6.14). Kurvene for *in vitro* fermentering er plottet med bakgrunn i gjennomsnitt og standard avvik for de fire parallellene som ble benyttet for hvert substrat.

2. Resultater

2.1 Fôr

Botaniske undersøkelser viste at timoteien som utgjorde råstoffet for TPR besto av 47 % blader og 53% stengel (Hamnes 2004). De kjemiske analysene av høyet som ble benyttet som råmateriale for pelletproduksjonen og av de ulike pellet typene tilsatt melasse er presentert i Tabell 1. sammen med kjemiske analyser av melasse og standard 1 og 2.

Tabell 1. Kjemiske analyser av høy fra tidlig førsteslått blandingseng og TPR produsert fra samme høy tilsatt ulike konsentrasjoner melasse for å øke innholdet av vannløselige karbohydrater (VK), samt kjemisk analyse for melasse benyttet som tilsetning og timotei-standardene S 1 (høy fordøyelse) og S 2 (lav fordøyelse) i *in vitro* fordøyelighetsstudiene. Verdiene er angitt i prosent tørrstoff av totalt plantemateriale.

	Høy	TPR 11,3% VK	TPR 12,3% VK	TPR 13,5% VK	Melasse	S 1	S 2
Tørrstoff (%)	87,5	94,2	94,8	94,5	73	96,1	96,3
I % av tørrstoff:							
Aske	5,9	5,5	6,3	6,3	10,3	6,3	5,5
Nitrogen	2,2	2,1	2,0	2,0	-	1,6	1,0
Råprotein	13,6	12,9	12,3	12,3	4,0	10	6,28
Cellulose	28,2	23,2	23,2	23,4	-	23	31,4
Hemicellulose	24,6	25,6	21,7	22,0	-	25,1	21,1
Lignin	2,0	5,7	5,3	5,2	-	4,1	7,1
Vannløselige karbohydrater	16,0	11,3	12,8	13,5	45,1	13,8	11,7
Eterekstrakt	2,9	2,4	2,3	2,4	-	1,5	1

2.2 Fôropptak og fordøyelighet

Av gruppen på 9 dyr spiste 5 TPR allerede første dagen. Fire dyr viste liten inntresse for TPR og fikk derfor blandet inn ca 100 gram lav (*Cladonia stellaris*) i fôret. Laven ble blandet sammen med TPR i en miksmaster til en homogen masse som dyrene ikke klarte å skille fra

hverandre. Dette ble gjentatt i de neste to dagene med økende mengde lav og pellet. Etter 4 dager ble lavmengden gradvis trappet ned. Dag 7 spiste alle dyrene bare TPR. Samtlige dyr hadde da et fôrinntak som ble representativt for hele forsøksperioden (Fig. 3). Det ble ikke registrert noen form for fordøyelsesbesvær verken under overgangsfôringen eller under selve fôringsforsøket. Fôrinntakskurven (Fig. 3) viser tydelig de tidspunktene der dyrene var utsatt for behandlinger av ulik art, i form av dropp i fôrinntak. Eksempler på dette er flytting fra separate løpegårder til metabolismekasser og veiing (Fig. 3).

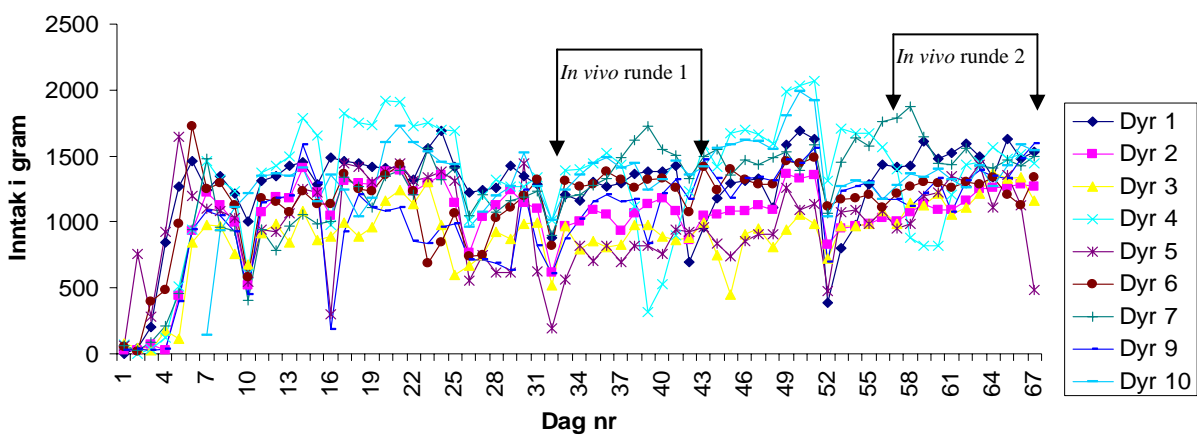


Fig. 3. Inntak av tørrstoff hos reinkalvene (n=9) under hele forsøket, som funksjon av tid.

Daglig *ad libitum* tørrstoffinntak (Tabell 2) var i runde 1 (dag 33-42) av *in vivo* fordøyelighetsmålingene 1297 ± 202 g (gjennomsnitt \pm standard avvik) for dyrene fôret TPR med 11,3 % VK, 1376 ± 203 g for dyrene fôret TPR med 12,3 % VK og 1162 ± 262 g for dyrene fôret TPR med 13,5 % VK. Daglig *ad libitum* vanninntak (Tabell 2) var i runde 1 (dag 33-42) av *in vivo* fordøyelighetsmålingene 3063 ± 1235 g (gjennomsnitt \pm standard avvik) for dyrene fôret TPR med 11,3 % vannløselige karbohydrater (VK), 3664 ± 450 g for dyrene fôret TPR med 12,3 % VK og 3365 ± 1433 g for dyrene fôret TPR med 13,5 % VK. Daglig *ad libitum* tørrstoffinntak (Tabell 2) var i runde 2 (dag 58-67) av *in vivo* fordøyelighetsmålingene 1222 ± 202 g (gjennomsnitt \pm standard avvik) for dyrene fôret TPR med 11,3 % VK, 1237 ± 276 g for dyrene fôret TPR med 12,3 % VK og 1395 ± 180 g for dyrene

Tabell 2. Fôr og vanninntak (mean \pm S.E., n=10), apparent fordøyelig energi (DE), apparent fordøyelses koeffisient (DC) og nitrogen (N) balanse hos rein fôret pellet med 11,3%, 12,8% og 13,5% vannløselige karbohydrater (VK) i forsøksperioden 2-11 april 2006 (daglengde 18 timer) (A) og 27 april - 6 mai 2006 (daglengde 21 timer) (B). Figuren viser også utendørs inntak i forkant av in vivo studier.

Dyr nr.	Pellet (11,3% VK)			Pellet + 5% (12,8% VK)			Pellet + 10% (13,5% VK)		
	1	3	10	2	4	6	5	7	9
Utendørs fôrinntak (kg TS/dag)	1,46 \pm 0,99	1,01 \pm 0,20	1,41 \pm 0,21	1,27 \pm 0,10	1,69 \pm 0,26	1,16 \pm 0,23	1,26 \pm 0,34	1,29 \pm 0,15	0,92 \pm 0,28
Innendørs fôrinntak (kg TS/dag)	1,25 \pm 0,21	0,88 \pm 0,07	1,37 \pm 0,87	1,04 \pm 0,89	1,12 \pm 0,42	1,28 \pm 0,08	0,78 \pm 0,11	1,42 \pm 0,18	1,11 \pm 0,15
Fôrinntak (g TS/dag/kg LV)	33,79 \pm 5,7	22,10 \pm 1,7	28,97 \pm 1,84	28,24 \pm 2,57	23 \pm 8,53	32,54 \pm 2,11	19,16 \pm 2,73	30,54 \pm 3,92	27,12 \pm 3,77
Vanninntak (liter/dag)	3,24 \pm 0,31	1,74 \pm 0,55	4,20 \pm 0,40	3,20 \pm 0,20	3,71 \pm 1,32	4,10 \pm 0,32	2,01 \pm 0,75	4,92 \pm 0,98	3,07 \pm 0,28
Fordøyelig energi (MJ/dag)	11,01	7,39	11,52	8,85	11,16	12,02	9,43	11,69	9,27
Fordøyelseskoeffisient av:									
TS	72,9	76,5	74,2	76,2	76,0	73,2	80,5	73,5	72,7
Fett	48,3	60,7	50,8	56,3	53,5	52,1	52,1	74,9	61,4
Cellulose	73,4	77,3	70,6	75,1	76,8	70,0	82,9	73,7	73,7
Hemicellulose	75,7	83,6	69,1	83,8	76,2	81,7	88,9	81,0	79,0
Vannløselige karbohydrater	97,8	100,0	100,0	100,0	98,8	97,8	99,6	94,4	99,5
Nitrogenbalanse (g/dag)	+0,91	+0,52	+0,79	+0,60	+0,52	+0,76	+0,36	+0,73	+0,63

Dyr nr.	Pellet (11,3% VK)			Pellet + 5% (12,8% VK)			Pellet + 10% (13,5% VK)		
	5	7	9	1	3	10	2	4	6
Utendørs fôrinntak (kg TS/dag)	1,24 \pm 0,38	0,85 \pm 0,18	1,13 \pm 0,16	1,13 \pm 0,16	1,70 \pm 0,25	1,34 \pm 0,11	0,91 \pm 0,21	1,43 \pm 0,14	1,31 \pm 0,24
Innendørs fôrinntak (kg TS/dag)	1,15 \pm 0,27	1,51 \pm 0,14	1,31 \pm 0,15	1,51 \pm 0,09	1,20 \pm 0,10	1,39 \pm 0,10	1,79 \pm 0,08	1,26 \pm 0,30	1,27 \pm 0,06
Fôrinntak (g TS/dag/kg LV)	25,7 \pm 6,04	29,47 \pm 2,83	29,59 \pm 3,49	35,12 \pm 2,07	29,41 \pm 2,63	26,01 \pm 1,99	27,63 \pm 2,00	22,13 \pm 5,3	28,26 \pm 1,44
Vanninntak (liter/dag)	4,31 \pm 0,33	5,41 \pm 0,76	3,28 \pm 0,92	3,94 \pm 0,39	3,63 \pm 0,39	4,33 \pm 0,43	3,48 \pm 0,39	3,67 \pm 1,05	3,87 \pm 0,21
Fordøyelig energi (MJ/dag)	10,78	11,23	9,77	11,84	9,36	11,01	10,39	11,16	11,43
Fordøyelseskoeffisient av:									
TS	69,6	74,3	76,7	73,3	76,4	73,7	75,9	76,4	74,8
Fett	48,7	57,6	59,7	53,7	67	51,7	55,8	58,1	57,3
Cellulose	66,5	71	74,4	72,9	85,3	73,5	78,5	77,6	74,2
Hemicellulose	80,1	79,8	81,7	81	88,1	82,1	79,8	85	79,6
Vannløselige karbohydrater	99,5	98,5	99,5	100	100	98,6	99,5	100	98,1
Nitrogenbalanse (g/dag)	+0,65	+1,04	+1,08	+1,17	+0,88	+0,74	+1,89	+0,66	+0,67

Forkortelser: TS=tørstoff, LV=levende vekt, VK=vannløselige karbohydrater

fôret TPR med 13,5 % VK. Daglig *ad libitum* vanninntak (Tabell 2) var i runde 2 (dag 58-67) av *in vivo* fordøyelighetsmålingene 4337 ± 1069 g (gjennomsnitt \pm standard avvik) for dyrene fôret TPR med 11,3 % vannløselige karbohydrater (VK), 3968 ± 352 g for dyrene fôret TPR med 12,3 % VK og 3678 ± 198 g for dyrene fôret TPR med 13,5 % VK.

2.3 *In vivo* fordøyelse

In vivo fordøyelighetsstudiene (Tabell 2) fra dette forsøket er basert på 2 runder *in vivo* fordøyelighetsstudier, der dyrene benyttes som egenkontroll ved hjelp av "cross-over" design. Differansen i daglig *ad libitum* tørrstoff fôrinntak var ikke signifikant som følge av økende mengde vannløselige karbohydrater i de tre ulike diettene (11,3 % VK, 12,8 % VK og 13,5 % VK) ($P > 0,05$), verken i runde 1 (A) eller i runde 2 (B)(Tabell 2). Daglig *ad libitum* tørrstoff fôrinntak var ikke signifikant høyere i runde 2 av *in vivo* fordøyelighetsstudiene enn i forhold til i runde 1 (Tabell 2). Fordøyelseskoeffisienten av tørrstoff var ikke forskjellig mellom de tre ulike diettene, verken i runde 1 eller runde 2 (Tabell 2). Fordøyelseskoeffisienten av fiberfraksjonene hemicellulose og cellulose var ikke forskjellig verken mellom de tre ulike diettene, eller mellom de to rundene av *in vivo* fordøyelighetsstudiene (Tabell 2).

2.4 *In vitro* fordøyelse

In vitro resultatene (Fig. 4) fra dette forsøket er basert på vominnhold fra 5 av de 9 dyrene som deltok i fôringsforsøket. Dette er henholdsvis dyrene 5 og 7 fra gruppen fôret TPR med 11,3 % VK, og dyrene 2, 4 og 6 fra gruppen fôret TPR med 13,5 % VK i runde 2 av *in vivo* perioden. Gjennomsnittlig *in vitro* fordøyelse av tørrstoff cellulose inkubert i vomsaft etter 48 timer, fra de dyrene som ble fôret pellet med 11,3 % VK var 32,6 % (Fig. 4). Etter 72 timer var tørrstoff fordøyelse av cellulose 55,9 % (Fig. 4). For dyrene fôret pellet med 13,5 % VK, var *in vitro* fordøyelse av tørrstoff cellulose inkubert i vomsaft 28,0 % (Fig. 4) etter 48 timer, mens verdiene etter 72 timer var 40,3 % (Fig. 4). Gjennomsnittlig *in vitro* fordøyelse av tørrstoff TPR inneholdende 11,3 % VK inkubert i vomsaft etter 48 timer, var for dyr 5 og 7 66,8 %, mens den etter 72 timer var 68,7 %. *In vitro* fordøyelse for de samme dyrene testet opp mot TPR inneholdende 12,8 % VK var etter 48 timer 62,8 %, mens den etter 72 timer var 60,3 %. Testet opp mot TPR inneholdende 13,5 % VK var *in vitro* fordøyelse 65,3 % etter 48 timer, og 69,9 % etter 72 timer). *In vitro* fordøyelse av tørrstoff TPR inneholdende 11,3 % VK inkubert i vomsaft

etter 48 timer, var for dyrene 2,4 og 6, 62,3 %, mens den etter 72 timer var 72,5 %. *In vitro* fordøyelse for de samme dyrene testet opp mot TPR inneholdende 12,8 % VK var etter 48 timer 56,8 %, mens den etter 72 timer var 68,2 %. Testet opp mot TPR inneholdende 13,5 % VK var *in vitro* fordøyelse 63,1 % etter 48 timer, og 67,4 % etter 72 timer.

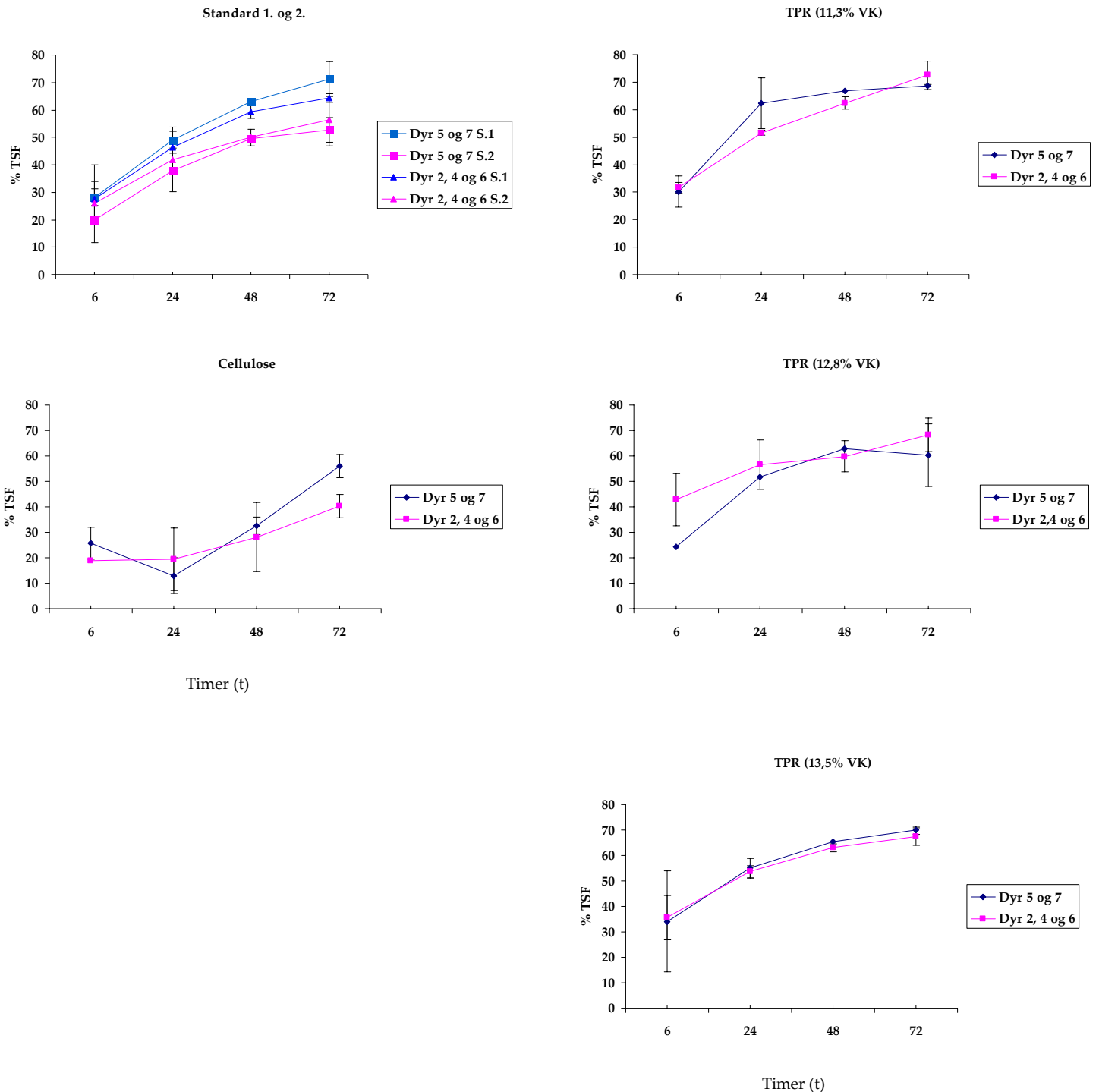


Fig. 4. *In vitro* tørrstoff fordøyelighet (TSF) for Standard 1 (høy fordøyelighet) & 2 (lav fordøyelighet), Cellulose og TPR med henholdsvis 11,3 %, 12,3 % og 13,5 % konsentrasjon av vannløselige karbohydrater (VK). Vominnhold hentet fra dyrene fôret pelletet med 11,3 % VK (Dyr nr 5 & 7) og 13,5 % VK (Dyr nr 2,4 & 6).

2.5 pH i vom

I forbindelse med slaktingen ble pH i vomsaft (inkubert i termos ved ca 37°C) målt og registrert ca 1.5 timer etter slakting, for å kunne ekstrapolere tilbake til det eksakte pH-nivået i vomma ved avlivningsøyeblikket (Fig 5). Ekstrapolerte pH verdier ved t=0 min, for dyrene fôret TPR med 11,3 % VK var 6.59 og 6.88, mens dyrene fôret TPR med 13,5 % VK var 6.35, 6.7 og 6.81. Som følge av tidsintervallet for dette forsøket ble lineær regresjon funnet best egnet.

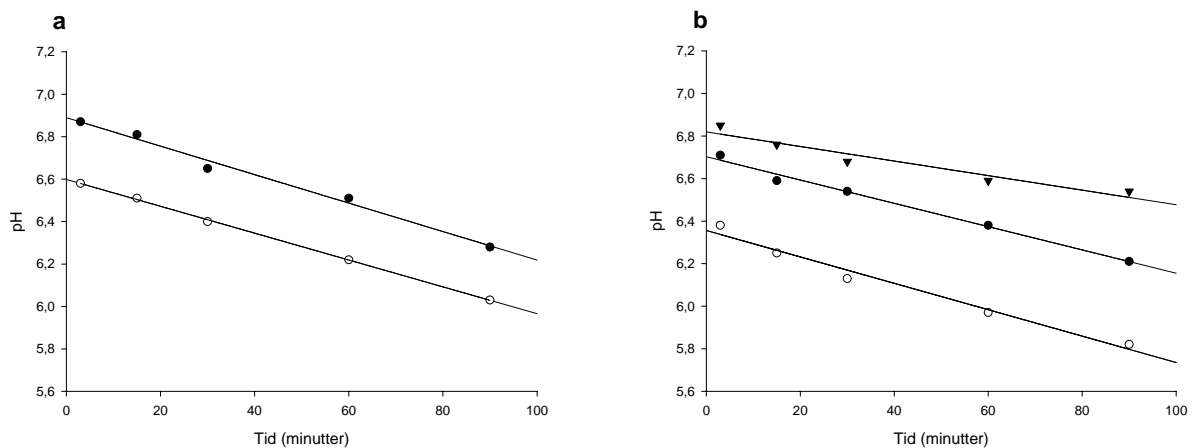


Fig. 5. Regresjonsplott for pH-nivå i vomsaft hos dyr fôret henholdsvis TPR med (a) 11,3 % VK (n=2) og (b) 13,5 % VK (n=3). Prøvetakningen startet 3 min etter avlivning. $pH = a + b(\text{tid})$ hvor a & b er konstante.

2.6 Vektutvikling

Dyrene varierte i vekt fra 32,5-46 kg ved ankomst AAB. Dyrene ble fordelt på 3 grupper med 3 dyr i hver gruppe og slik at det var en lik vektvariasjon i hver gruppe. Gruppen som ble fôret TPR med 11,3 % VK veide gjennomsnittlig (variasjonsbredde) 38,5 kg (32,5-46,0), dyrene fôret TPR med 12,3 % VK veide 39,33 kg (35-45,5), mens dyrene fôret TPR med 13,5 % VK veide 39,16 kg (37,5-41). Etter runde 1 med *in vivo* fordøyelighetsstudier (dag 42) var vektene som følger; dyrene fôret TPR med 11,3% VK veide gjennomsnittlig (variasjonsbredde) 43,5 kg (41-48), dyrene fôret TPR med 12,3 % VK 45,16 kg (40,5-52,5), mens dyrene fôret TPR med 13,5 % VK veide 43,83 kg (40,5-47,5). Perioden fra dag 1. til dag 42. resulterte i en vektendring på gjennomsnittlig 5 kg for dyrene fôret TPR med 11,3 % VK, 5,83 kg for dyrene fôret TPR med 12,3 % VK og 4,67 kg for dyrene fôret TPR med 13,5 % VK. Endringene i levendevekt er ikke signifikant ($P > 0,05$) forskjellig fra gjennomsnittet av gruppene, men det finnes store forskjeller mellom de ulike individene. Etter runde 2 med *in vivo* fordøyelighetsstudier (dag

68) var vektene som følger; dyrene fôret TPR med 11,3% VK veide gjennomsnittlig (variasjonsbredde) 46,3 kg (45-48), dyrene fôret TPR med 12,3 % VK 46,5 kg (41,5-54), mens dyrene fôret TPR med 13,5 % VK veide 48,83 kg (43-58). Perioden fra dag 43 til dag 68 resulterte i en vektendring på gjennomsnittlig 2,87 kg for dyrene fôret TPR med 11,3 % VK, 3 kg for dyrene fôret TPR med 12,3 % VK og 3,67 kg for dyrene fôret TPR med 13,5 % VK. Endringene i levendevekt er signifikant ($P < 0,05$) forskjellig for gjennomsnitt av gruppene, og der finnes relativt store forskjeller mellom de ulike individene.

Tabell 3. Kroppsvekt, innhold i fordøyelseskanal (GIT) og vekt av vev. Alle verdier i våtvekt. Fra rein foret TPR med henholdsvis 11,3% og 13,5% vannløselige karbohydrater (VK) (gjennomsnitt og variasjonsbredde).

		11,3% VK (n=2)	13,5% VK (n=3)
Levendevekt (g):		46000-48000	48300 (43000-48000)
GI trakt (g)	Total	8111-8511	8623 (6521-11068)
	Vev	2098-2365	2234 (2089-2448)
	Innhold	5612-6146	6555 (4932-8620)
Reticulo- rumen (g)	Total	5142-5698	6114 (4859-7811)
	Vev	872-1447	1169 (1069-1250)
	Innhold	4270-4249	4943 (3790-6554)
Omasum (g)	Total	215-264	318 (295-346)
	Vev	96-116	113 (100-120)
	Innhold	119-148	207 (195-227)
Abomasum (g)	Total	296-321	258 (235-287)
	Vev	89-97	93 (84-102)
	Innhold	207-224	165 (142-185)
Tynntarm (g)	Total	874-925	1072 (920-1228)
	Vev	384-482	514 (461-610)
	Innhold	443-490	558 (447-618)
Ceacum (g)	Total	534-932	612 (383-904)
	Vev	224-273	265 (247-278)
	Innhold	310-659	346 (136-632)
Colon (g)	Total	302-430	398 (257-497)
	Vev	39-59	78 (35-114)
	Innhold	263-376	336 (222-404)

2.7 Nitrogenbalanse

Gjennom begge de 10 dagers *in vivo* forsøksperiodene, hadde samtlige dyr, uansett diett en positiv nitrogenbalanse. Der var ingen signifikante ($P>0,05$) forskjeller i nitrogenbalansen mellom de ulike gruppene. Dette gjelder for begge periodene med *in vivo* studier. Resultatene av nitrogenbalansen sammen med vektutviklingen indikerer at fôret inneholdt tilstrekkelige mengder protein og at der ikke forekom nedbrytning av muskelmasse.

Tabell 4. Slaktevekt og vekt av nyrefett og lever hos rein fôret TPR med henholdsvis 11,3 % og 13,5 % vannløselige karbohydrater (VK) (gjennomsnitt og variasjonsbredde).

	11,3 % VK (n=2)	13,5 % VK (n=3)
Slaktevekt (g)	24000-26500	25730 (22000-29200)
Nyre fett (g)	30-84	46,33 (33-60)
Lever (g)	654-700	699,33 (647-772)

2.8 Kroppssammensetning

Prosentandel slakt av levendevekt (slakteprosent) for dyrene i de to gruppene (Tabell 4) var 52 og 55,2% i gruppen fôret TPR med 11,3 % VK, mens den i gruppen fôret TPR med 13,5 % VK var 52,66 % (50-57) (gjennomsnitt og variasjonsbredde). Det er liten forskjell mellom de to gruppene. Det ble heller ikke funnet forskjeller i vektene av *Muscularis glutobiceps* og *M. semitendinosus*. Hos gruppen fôret TPR med 11,3 % VK veide *M. glutobiceps* 513 og 576 gram, mens *M. semitendinosus* veide 174 og 192 gram. Hos gruppen fôret TPR med 13,5 % VK, veide *M. glutobiceps* (snitt og variasjonsbredde) 572 gram (483-656) (gjennomsnitt og variasjonsbredde), mens *M. semitendinosus* veide 181 gram (146-237) (gjennomsnitt og variasjonsbredde). Vekten av nyrefett hos de to gruppene var henholdsvis 30-84 gram og 33-60 gram (Tabell 4). Vektene av de ulike delene av fordøyelsessystemet er angitt i Tabell 2. Vektene av vev i de ulike delene av fordøyelsessystemet er tilnærmet like (Tabell 3). Vekten av tynntarmer var nokså ulik, men dette synes å ha sammenheng med forskjeller i totalvekt av dyrene. Der var ingen store forskjeller i ceacum mellom de to gruppene (Tabell 3). Vekten av colon var ulik i de to gruppene. Noe av dette synes å ha en sammenheng med totalvekten av dyret (Tabell 3). Andelen innhold i de ulike delene av den gastrointestinale trakt ble ikke vurdert i forhold til total kroppsvekt med bakgrunn at dyrene er slaktet ved ulike tidspunkt etter fôring.

3. Diskusjon

Plantemateriale høstet ved et sent fenologisk utviklingsnivå vil ha grovere struktur som følge av høyere innhold av plantefiber (cellulose, hemicellulose og lignin) (Selmer-Olsen 1991, Thorvaldsson & Andersson 1986). Det finnes gode korrelasjoner mellom plantens fenologiske utvikling og fordøyelighet (van Soest 1982), noe som synes å ha en sammenheng med inntak. Tidligere studier har vist at tørrhøy og ensilasje med høyt innhold av fiber gir lavere inntak og fordøyelighet hos rein (Aagnes *et al.* 1995, Aagnes & Mathiesen 1995, Aagnes *et al.* 1996, Nilsson *et al.* 1996, Mathiesen *et al.* 2000, Olsen 2000, Olsen *et al.* 1995, Olsen *et al.* 1997, Olsen 1998, Olsen *et al.* 1998). Vi har derfor i dette studiet valgt å bruke en bladrik tidlig slått timotei med lite fiber (Tabell 1).

Tabell 5. Fôrinntak hos 7-12 mnd bukkekalver tatt fra naturlig vinterbeite og fôret lav, ulike typer pelletert kraftfôr, pellet basert på timotei tilsatt melasse, og ulike kvaliteter av silo basert på timotei.

Fôrtype	Fôingsperiode	Fôrinntak g/kg LV/d
Grasspellets ¹	Sept/Mai	13-25
Lav (<i>Cladonia Stellaris</i>) ²	Januar	13,5-14,3
RF-80 ³	Jan/Feb	22-37
Høykvalitets timotei silo ⁴	Mai	18,1-22,6
Fiberrik timotei silo ⁵	Mai	13,2-13,5
TPR 04 (11,3% VK) ⁶	April/Mai	28,3-28,3
TPR 04 (12,8% VK) ⁶	April/Mai	28,0-30,2
TPR 04 (13,5% VK) ⁶	April/Mai	25,6-26,0

¹Sundset & Mathiesen upubliserte data (ikke drektige simler), n=2.

²Øksendal 1994, n=3. ³ Storeheier *et al* 2003, n=6. ^{4/5}Aagnes *et al* 1996, n=3. ⁶Data fra dette studiet.

Partikkeltettheten og den spesifikke partikkelstørrelsen vil også kunne være avgjørende for passasjetiden i vomma (Nørgaard 2006, Nørgaard & Bendixen 2002, Lechner-Doll *et al.* 1991, Clauss *et al.* 2001). Ved å pelletere tørrhøy av timotei, vil partikkelstørrelsen reduseres. I pelleten som ble benyttet i dette studiet var partikkelstørrelsen < 3 mm. Pelletering av plantemateriale bidrar også til å øke andelen tørrstoff pr volumenheter, noe som igjen kan gi økt fôropptak (Mathiesen *et al.* 1984, Sletten & Hove 1990, Jacobsen & Skjenneberg 1979, Storeheier *et al.* 2003, Storeheier 2003, Thiago *et al.* 1992, Moen *et al.* 1998) (Tabell 5, Fig 7). Dette kan ha sammenheng med at det i fôrmidler med lavt innhold av tørrstoff vil være vann som opptar mye av volumet. Vom-volumet vil være utslagsgivende for hvorvidt en drøvtygger føler seg mett (Forbes 1995). I fôringsforsøk der det har vært benyttet ensilasje med høyt vanninnhold,

har man registrert et lavere inntak enn ved fôring med pellet eller tørrhøy med høyt tørrstoffinnhold (Tabell 5). Er derimot partiklene for små vil man kunne oppleve en reduksjon i fordøyeligheten av fôret (Forbes 1995). Dette skyldes at partiklene passerer raskt ut av vomma som følge av størrelsen, uten å være tilstrekkelig fordøyd (Forbes 1995). Pelletering har best effekt om råvaren (gress eller korn) er av dårlig kvalitet (mye fiber) (Forbes 1995), da reduksjonen i partikkelstørrelse letter tilgangen for mikroorganismene i vomma til plantedeler som upelletert ville kreve lang fermenteringstid.

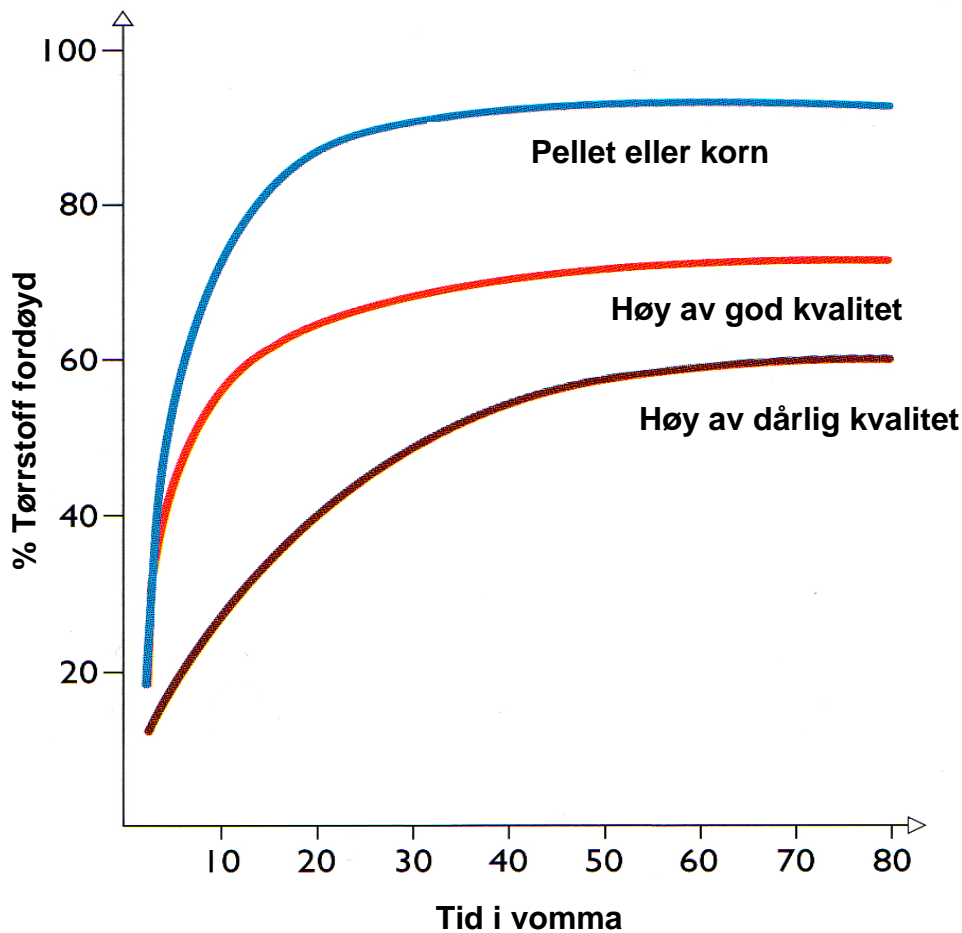


Fig. 6. Tørrstoff fordøyd i forhold til tid i vomma. Generelt for drøvtyggere (Modifisert fra Sjaastad *et al.* 2003)

Raten av fiberfordøyelse er også påvirket av fôrinntaksnivået (Staples *et al.* 1983), da raten av cellulosedebrytning synker lineært med økende inntak. Våre resultater knyttet til fordøyelse av cellulose og hemicellulose (Tabell 2), viser en noe lavere fordøyelse i forhold til resultatene fra forsøkene til Aagnes *et al.* (1996). Fôrinntaket i studiene fra Aagnes *et al.* (1996) er betydelig lavere enn det vi observerte i vårt forsøk (Tabell 5). Differansen i inntak antas å ha bakgrunn i tørrstoffinnholdet i de ulike fôrene som ble benyttet i forsøkene. Aagnes *et al.*

(1996) benyttet ensilasje høstet til ulikt tidspunkt, med et lavt tørrstoffinnhold (21-22,6%). Reduksjonen i partikkelstørrelse vil også kunne innvirke på disse resultatene (Forbes 1995). Plantematerialet i vårt forsøk antas å ha kortere oppholdstid i vomma, enn plantematerialet i studiet av Aagnes *et al.* (1996), noe som synes å ha en sammenheng med partikkelstørrelsen (Nørgaard & Bendixen 2002, Forbes 1995). Fôrinntaket var høyere i runde 2 enn i runde 1 (Tabell 2), trolig som følge av sesongmessige variasjoner i appetitt og fôrinntak (Mesteig *et al.* 2000, Larsen *et al.* 1985). Vanninntaket i begge rundene av *in vivo* fordøyelighetsstudier var betydelig høyere enn i tilsvarende forsøk der det er benyttet ensilasje (Tabell 2) (Aagens *et al.* 1996, Øksendal 1994). Tilsvarende studier der det er benyttet tørrhøy har tilnærmet likt vanninntak. Dette synes å ha en sammenheng med andelen tørrstoff. Ensilasje inneholder betydelige mengder vann sammenlignet med pelletert fôr og tørrhøy.

Resultatene fra et tidligere fôringsforsøk med kommersielt produsert gresspellet fra Storemøllen av Sundset & Mathiesen (upubliserte data), viser en nedgang i fôrinntak hos ikke drektige simler (n=2) over tid (n=266 dager). Det var ingen indikasjoner på nedgang i inntaket av TPR i vårt studium som varte i totalt 68 dager (Tabell 2). Kommersiell produsert gresspellet produseres ved at ferskt utørket plantemateriale tørkes ved svært høye temperaturer (600-800°C) over kort tid. Denne varmebehandlingen vil kunne gi seg utslag i nedsatt smakelighet. Vår gresspellet (TPR), ble ikke utsatt for høyere temperatur enn 82°C ved pelletering. Denne temperaturen kan ha vært gunstig med tanke på å bevare plantematerialets opprinnelige smakelighet og aroma. Intensiv varmebehandling antas å kunne påvirke sammensetningen og innholdet av næringsstoffer i plantemateriale som pelleteres. Eksempelvis vil varmebehandling ved høye temperaturer kunne føre til redusert tilgjengelighet av ulike aminosyrer (Prestløkken 1999). Det vil også kunne forekomme *Maillard produkter* ved høye temperaturer (Broderick *et al.* 1991). *Maillard produktene* er lite undersøkt, men vil kunne føre til et lavere næringsinnhold pga deres reduserte fordøyelighet. Pelletens fysiske kvalitet vil også influere på smakeligheten (Wood 1987, Thomas & van der Poel 1996).

Ved å tilsette lettløselig energi i form av melasse forventet vi et høyere inntak som følge av økt smakelighet, og en økt fordøyelse av fiber. Mono- og disakkarider synes å ha en positiv effekt på både proteinfordøyelse og fiberfordøyelse hos drøvtyggere (Hall & Larson 2004, Ørskov 1992). Melasse er rik på mono- og disakkarider, og benyttes i stor utstrekning som energikilde for drøvtyggere (Cheeke 1999). Melassens konsistens gjør den egnet som bindemiddel i pellet, men den ser også ut til å bidra til økt smakelighet (Cheeke 1999).

Tidligere forsøk med melassetilsetning i fôret til rein har vist at melasse har en positiv effekt på inntaket (Moen *et al.* 1998, Heiskari & Nieminen 2004). Mikroorganismene i vomma hos drøvtyggere er avhengige av god næringstilgang for å kunne optimere nedbrytingen av plantematerialet, og da særlig fiberrikt plantemateriale (Ørskov 1992). Mengden av nitrogen og lettløselig energi i form av mono- eller disakkarider vil kunne være avgjørende for hvorvidt den mikrobielle aktiviteten i vomma er optimal (Hall & Larson 2004, Ørskov 1992). Dersom det tilsettes for høy andel av stivelse eller sukker i form av vannløselige karbohydrater til dietten hos drøvtyggere, vil der oppstå en reduksjon i fibernedbrytningen (Mertens & Loften 1980). Dette skyldes at pH optimum for fibernedbrytning ligger mellom 6,7-7,1, mens nedbrytning av cellulose senkes med 20-55% hos drøvtyggere generelt dersom pH faller til 6,3 (Stewart 1977). I våre dyr fôret TPR med 11,3 % VK varierte vom-pH mellom 6,59-6,88 mens i dyrene fôret TPR med 13,5 % VK var pH mellom 6,35 og 6,81 (Fig. 5). Resultatene fra *in vivo* fordøyelighetsstudiene (Tabell 2) indikerer ikke lavere evne til cellulose fordøyelse som følge av økt andel VK (Tabell 2), dette antas å ha en sammenheng med andelen lettløselig energi som fantes i pelleten allerede før tilsetting av melasse. Resultatene fra *in vitro* fordøyelighetsstudiene tyder også på at tilsetting av vannløselige karbohydrater ikke har noen effekt i form av økt tørrstoffordøyelighet (Fig 4). Dette indikerer at andelen vannløselige karbohydrater var tilstrekkelig allerede i utgangspunktet for å oppnå en optimal næringstilgang for mikroorganismene i vomma.

Studier av kroppssammensetningen hos de ulike dyrene indikerer heller ingen effekt av økt andel vannløselige karbohydrater (Tabell 2, Tabell 3). Slaktevektene synes ikke å være høyere sammenlignet med slaktevekter fra tilsvarende studier. Tilveksten synes å være noe dårligere i forhold til andre studier. Sammenlignet med studiene av Ryg & Jacobsen (1982) hadde dyrene i dette forsøket en dårligere tilvekst. Dette kan ha en sammenheng med at dyrene var i god kondisjon ved starten av forsøket. Dette kan ha hatt innvirkning på dyrenes utnyttelse av vekstpotensialet. Vektene av de ulike delene av den gastrointestinale trakt er tilnærmet lik sett i forhold til kroppsvekt, og indikerer heller ingen forskjell mellom de to gruppene som ble slaktet. Sammenlignet med studiene til Øksendal (1994) og Aagnes *et al.* (1996), viser vektene et langt lavere innhold i den gastrointestinale trakt, noe som antas har en sammenheng med partikkelstørrelse og tørrstoffinnhold (Tabell 5). Andelen nyrefett antas å ha sammenheng med sesongmessige variasjoner (Larsen *et al.* 1985), samt variasjoner i levendevekt mellom dyrene benyttet i forsøket. Vekten av lever er tilnærmet lik for de ulike

gruppene, men vesentlig høyere sammenlignet med levervektene fra Øksendal (1994), og dyrene fôret førsteslått timotei i Aagnes *et al.* (1996). Dyrene fôret andreslått timotei med høyt innhold av VK i Aagnes *et al.* (1996) hadde vesentlig høyere levervekt enn dyrene fôret førsteslått timotei. Dette antas å ha en sammenheng med det konsentrerte energiinnholdet i pellet slik som TPR og andreslått av timotei benyttet i Aagnes *et al.* (1996). Andelen energi synes å influere på vekten av lever. Tilsetning av melasse for å øke andelen VK synes ikke å ha noen effekt på verken fôrinntak, fiberfermentering, smakelighet eller vektutvikling (Tabell 2 og 4). Dette kan skyldes at andelen VK i timoteien benyttet som basis i pelleten var tilstrekkelig i utgangspunktet. Det skal også tas i betraktning at det var store variasjoner i levendevekt hos dyrene benyttet i forsøket.

Lokal produksjon av gresspellet til rein er avhengig av en rekke faktorer. Det som i første rekke vil avgjøre hvorvidt det vil være mulig å etablere en lokal produksjon er kostnadene knyttet til produksjon, og tilgangen til småskala pelleteringsverk. Sekundært vil økonomien og kjøpekraften i reindriften influere. Det finnes en rekke ulike typer pellet til rein fra produsenter i Fennoskandia. I Finland er produksjonen av pellet til rein på om lag 10-12000 tonn pr år (Tyler *et al.* 2006), mens den i Norge er på ca 195 tonn (Tyler *et al.* 2006). Hovedkomponentene i reinpelleten som produseres i Norge i dag er kornprodukter (FK 2005). Dette medfører høye råvarepriser for produksjon av reinpellet, noe som igjen fører til en høy pris på det ferdige produkt. All produksjon av pellet er imidlertid basert på en kommersiell produksjonslinje, noe som gir grunnlag for store produksjonskvantum, men som også samtidig gir reindriften en dreining mot andre tradisjonelle husdyrnæringer hvor bulkproduksjon i dag er dominerende. Den kommersielle fôrindustrien i Europa har tidligere opplevd store katastrofer pga kontaminert fôr. Omdømmet til engelsk kjøttindustri ble kraftig svertet på 90-tallet som følge av smitteinfisert animals protein i kraftfôr. En av intensjonene med en lokal produksjon, er å kunne dokumentere alle ledd i produksjonen (Forsmann 2003). Det stilles stadig større krav til sporbarhet i dagens matvareproduksjon, og lokal produksjon av pellet til rein vil være et viktig bidrag for å kunne oppnå full sporbarhet av matvarer. En lokal produksjon av pellet til rein i Norge ville derfor være å foretrekke.

En av artene som har vist seg egnet som krise- eller tilleggsfôr til rein er timotei (Aagnes *et al.* 1996, Moen *et al.* 1998). Timotei er en art som er forsøkt tilpasset den arktiske sonen over lengre tid, med stort hell. Timotei dyrkes i store kvantum i nordområdene, og benyttes til fôr i form av ulike typer ensilasje eller tørrhøy. Produksjon av timotei med tanke på tilvirking av

lokalprodusert gresspellet til rein, vil kreve at timoteien inneholder tilstrekkelige mengder lett fordøyelig energi. Dette oppnås ved at den høstes ved et tidligere utviklingsstadium (Aagnes *et al.* 1996, Moen *et al.* 1998, Hamnes 2004), enn det som er vanlig praksis ved for eksempel fôrproduksjon til ku og sau. Ved å høste timoteien på et tidligere stadium vil man oppnå en reduksjon i avlingspotensialet (Andersen 1990) sett i forhold til tørrstoff eller antall fôrenheter pr dekar. I pilotforsøket på produksjon av gresspellet til rein (Hamnes 2004) ble det høstet timotei fra ca 7 dekar eng. Etter tørking gav dette 1800 kg tørrstoff. Dette tilsvarer ca 260 kg tørrstoff pr dekar, noe som er svært lavt i forhold til engas produksjon av tørrstoff ved et normalt høstetidspunkt. Normalt høstes det ca 500 kg tørrstoff pr dekar fra samme eng (basert på avlingsresultat fra de siste 10 år). Dette tilsier en drastisk nedgang i produksjon pr dekar eng noe som igjen vil influere på kostnaden knyttet til produksjonen pr kg tørrstoff. Prisen pr kg tørrhøy ligger på 3,60-4,50 kr/kg for høy høstet ca 14 dager senere i forhold til høyet produsert i Hamnes 2004. Potensielt ville det vært mulig å produsere høy/tørrstoff for ca 2250 kr/dekar. Under pilotforsøket i 2004 ville i så fall prisen pr kg tørrhøy blitt 8,65 kr/kg for at det skulle være lønnsomt for høyprodusenten å høste arealet ved det tidspunktet som ble funnet optimalt sett i forhold til plantens utviklingsstadium (Hamnes 2004). Prisen på kommersielt produsert reinpellet fra ulike produsenter i Finland starter på 1,40 Nkr + mva. Det skal også tas i betraktning at det vil være mer energi og kostnadskrevende å tørke timotei slått ved et tidlig utviklingsstadium (Hamnes 2004). Tidlig slått vil kunne gi muligheten til en eventuell andregangs slått, men dette vil også være energi og kostnadskrevende (Hamnes 2004). Skal en eventuell lokalproduksjon av pellet kunne realiseres er det avgjørende at kostnadene omkring produksjonen av timotei reduseres til et minimum. Dette vil kunne gjøres ved at man optimerer produksjonen av antall kg tørrstoff pr dekar, men samtidig holder næringsinnholdet høyt. Ved å optimere antall kg tørrstoff pr dekar, vil man måtte høste timoteien ved et senere utviklingsstadium enn det som ble gjort i pilotforsøket til Hamnes 2004. Konsekvensene av dette kan være høyere fiber andel, lavere protein andel og lavere andel vannløselige karbohydrater (Mertens, 2003, Selmer-Olsen 1991, Aagnes *et al.* 1996, Norberg & Mathiesen 1998, Osbourn 1980, Hamnes 2004). For å oppnå en tilstrekkelig andel VK i plantemateriale høstet ved et senere utviklingsstadium enn plantematerialet benytte i dette forsøket, vil det være å foretrekke å tilsette melasse i pelleteringsprosessen ville man kunne oppnå en homogen fordeling av melassen innad i pelleten. Dette var ikke mulig i

metoden som ble benyttet i dette forsøket, og melassen ble derfor liggende som et skal på utsiden av pelletten.

Det finnes eksempler på lokalprodusert pellet benyttet i tradisjonelt landbruk. Piesala Gård i Finland har utviklet en fôr-resept der lokalprodusert pellet basert på råvarer fra gården, inngår i fôret til sauene. Denne pelleten produseres på gården ved hjelp av gårdens egen pelletpresse. Dagens teknologi har gjort det mulig å produsere pelletpresser som er tilpasset små produksjonskvantum. Størrelsen på pelletpressene gjør det mulig å gjøre dem mobile, ved for eksempel å montere dem på en tilhenger. En mobil pelletpresse vil kunne betjene flere høyprodusenter. Produksjon av gresspellet vil antakelig ikke kunne oppta hele produksjonskapasiteten til pelletpressen, og eventuell ledig kapasitet vil kunne brukes til å produsere for eksempel fyringspellet som de fleste småskala pelleteringsverk er utviklet for i utgangspunktet. Dette vil kunne bidra til et bedre dekningsgrunnlag for en eventuell investering/produksjon. Bruken av gresspellet i reindriftsnæringen vil være begrenset av sesong og beiteforhold. Produseres det mer gresspellet enn det er bruk for i reindriften vil det være mulig å benytte denne i tradisjonelt landbruk, slik det finnes eksempler på i Finland. Dette vil kunne være med på å sikre avsetningen av produsert gresspellet. Teknologien og forutsetningene er tilstedet for at en eventuell produksjon av lokalprodusert gresspellet kan iverksettes. En eventuell produksjon vil kunne være med på å sikre en stabil og forutsigbar tilgjengelighet av fôr til reindriften, samtidig som den kan være med på å skape ytterligere verdiskapning for så vel høyprodusenter som for reindriftsnæringen. Prisen på kommersielt produsert pellet vil gjøre småskala produksjon lite konkurransedyktig. En eventuell produksjon vil sannsynligvis avhenge av betydelige subsidier.

4. Litteraturliste

- Aagnes, T. H., Blix, A. S. & Mathiesen, S. D. 1996. Food intake, digestibility and rumen fermentation in reindeer fed baled timothy silage in summer and winter. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 127: 517-523.
- Aagnes, T. H. & Mathiesen, S. M. 1995. Round baled grass silage as food for reindeer in winter. *Rangifer* 15 (1): 27-35.

- Aagnes, T. H., Sørmo, W. & Mathiesen, S. D. 1995. Ruminal microbial digestion in free-living, in captive lichen-fed and in starved reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) in winter. *Appl Environ Microbiol.* 61 (2): 583-591.
- Aagnes, T. H. & Mathiesen, S. D. 1996. Gross anatomy of the gastrointestinal tract in reindeer, free-living and fed baled timothy silage in summer and winter. *Rangifer*, 16 (1): 31-39.
- ACIA. 2004. Impacts of a warming Arctic. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Andersen, I L. 1990. Innhold av råprotein i timotei til ulik tid. Holt Forskningsstasjon, Statens Forskningsstasjoner I Landbruk. Norden 20/90.
- Aonymous 2002. Arctic Pollution . Changing Pathways, Arctic Monitoring and Assessment Programme, Oslo 2002, s 97-111.
- Bliss, L. C. 1962. Adaptations Of Arctic And Alpine Plants To Environmental Conditions. *Arctic Press* 15:117-144.
- Broderick, G. A., Wallace. R. J., Ørskov. E. R. 1991. Control of rate and extent protein degradation. Academic Press, San Diego, pp. 541-592.
- Cheeke, P. R. 1999. Applied Animal Nutrition, Feeds and Feeding, Second Edition. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, New Jersey 07458.
- Clauss, M., Lechner-Doll, M., Behrend, A., Lason, K., Lang. D. & Streich, W. 2001. Particle retention in the forestomach of a browsing ruminant, the roe deer *Capreolus capreolus*. *Acta Theriologica* 46 (1):103-107.
- FK 2005. Felleskjøpets Produktkatalog.
- Forbes, J. J. 1995. Voluntary Food Intake and Diet Selection in Farm Animals 1995. CAB INTERNATIONAL, Leeds, UK.
- Forsmann, S. 2003. "Creation of competitive advantage in regional food production: market opportunities and challenges" in Borch and Rønningen (ed.): Entrepreneurship in regional food production. NF-rapport 26:2003 (20p).
- Hamnes, A. J. 2003. Småskala produksjon av pelletert fôr til rein. Universitetet i Tromsø, Avdeling for Arktisk Biologi.
- Hamnes, A. J. 2004. Pilotforsøk på produksjon av gresspellet til rein. Universitetet i Tromsø, Avdeling for Arktisk Biologi.
- Hall, M. B. & Larson. C.C. 2004. Ruminal protein metabolites and fibre fermentation differ among nonfibre carbohydrate and protein sources. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 13, Suppl. 1: 83-86.

- Hanssen-Bauer, I., Achberger, C., Benestad, R. E., Chen, D., Førland, E. J. 2005. Statistical downscaling of climate scenarios over Scandinavia. *Climate Research* 29: 255-268.
- Harrison, F. A. 1974. The Babraham metabolism cage for sheep. *Proceedings of the Physiological Society*.
- Heiskari, U. & Nieminen, M. 2004. Different grass fodders in the feeding of reindeer. Report from Finnish Game and Fisheries Research Institute. Kala- Ja Riistaraportteja nro 314.
- Hofmann, R. R. 1989. Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. *Oecologia*, Springer-Verlag 78: 443-457.
- Jacobsen, E & Skjenneberg, S. 1979. Forsøk med ulike fôrblandinger til rein: fôrverdi av reinfôr (RF-71) [Experiments with different diets to reindeer: feeding value of reindeer feed (RF-71)]. *Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole* [Scientific reports of the Agricultural University of Norway], 28: 651-660. (In Norwegian, with English abstract).
- Larsen, T. S., Nilsson, N. Ö. & Blix, A. S. 1985. Seasonal changes in lipogenesis and lipolysis in isolated adipocytes from Svalbard and Norwegian reindeer. *Acta Physiol Scand.* 123: 97-104
- Lechner-Doll, M., Kaske, M. & Engelhardt, W. V. 1991. Factors Affecting the Mean Retention Time of Particles in the Forestomach of Ruminants and Camelids. In: T. Tsuda, Y, Saasaki, R. Kasvashima. *Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants*. Academic Press, San Diego: pp 455-482.
- Lov om dyrevern, Lov 1974-12-20, nr 73.
- Løvås, G. G. 2004. *Statistikk for Universiteter og Høgskoler*. 2. Utgave Universitetsforlaget 2004. ISBN: 82-15-00224-2.
- Mathiesen, S. D., Mackie, R. I., Aschfalk, A., Ringø, E., Sundset, M. A. 2005. Microbial Ecology of the gastrointestinal tract in reindeer-changes through season. In: Holzappel, W, Naughton, P (Eds.) *Microbial Ecology of the Growing Animal; Biology of the Growing Animals*, Vol. 3, Elsevier Press, Oxford, pp 73-100.
- Mathiesen, S. D. 1999. Comparative aspects of digestion in reindeer. Dr Philos thesis, University of Tromsø, Norway.
- Mathiesen, S. D., Sørmo, W., Haga, Ø. E., Norberg, H. J., Utsi, T. H. A., Tyler, N. J. C. 2000. The oral anatomy of Arctic ruminants: coping with seasonal changes. *J. Zool., London.* 251: 119-128.

- Mathiesen, S. D., Rognum, A. & Blix, A. S. 1984. A test of the usefulness of a commercially available mill "waste product" (AB84) as feed for starving reindeer. *Rangifer*, 1: 366-362.
- McCarthy, J. J., Martello, M. L., Corell, R. W., Eckley, N., Fox, S., Hovelsrud-Broda, G. K., Mathiesen, S. D., Polsky, C., Selin, H., Tyler, N. J. C., Strøm Bull, K., Siegel-Causey, D., Eira I. G., Eira, N. I., Eriksen, S., Hanssen-Bauer, I., Kalstad, J. K., Nellemann, C., Oskal, N., Reinert, E., Storeheier, P. V. & Turi, J. M., 2005. Climate Change in the Context of Multiple Stressors and Resilience Arctic. Arctic Climate Impact Assessment (pp. 945-988) Cambridge University Press, pp. 1-1042. ISBN: 10052186509.
- Mertens, D. R. 2003. Effect of plant maturity and conservation methods on fibre characteristics and nutritive value. Proceedings of the International symposium "Early harvested forage in milk and meat production" 23-24 October 2003, Kringler, Nannestad, Norway.
- Mertens, D. R., & J. R. Lofton. 1980. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics. *Journal of Dairy Science*. 63:1437-1446.
- Mesteig, K., Tyler, N. J. C. & Blix, A. S. 2000. Seasonal changes in heart rate and food intake in reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*) *Acta Physiol Scand*, 170: 145-151.
- Moen, R., Olsen, M. A., Haga, Ø. E., Sørmo, W., Utsi, T. H. A. & Mathiesen, S. D. 1998. Digestion of timothy silage and hay in reindeer. *Rangifer*, 18 (1): 35-45.
- Nellemann, C., Vistnes, I., Jordhøy, P., Strand, O. 2001. Winter distribution of wild reindeer in relation to power lines, roads and resorts. *Biological Conservation* 101: 351-360.
- Nilsson, A. 2003. Adaptation of Semi-domesticated Reindeer to Emergency Feeding. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences.
- Nilsson, A., Olsson, I. & Lingvall, P. 1996. Comparison between grass-silages of different dry matter content fed to reindeer during winter. *Rangifer*, 16 (1): 21-30.
- Norberg, H. J. & Mathiesen, S. D. 1998. Feed intake, gastrointestinal system and body composition in reindeer calves fed early harvested first cut timothy silage (*Phleum pratense*). *Rangifer*, 18 (2): 65-72.
- Nørgaard, P. 2006. Use of image analysis measuring particle size in feed, digesta and faeces. Ruminant physiology. Digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress. Wageningen Academic Publishers. ISBN-10:90-76998-64-0.

- Nørgaard, P. & Bendixen, B. 2002. Particle size distribution in silage, boli rumen content and faeces from cows fed grass silage with different theoretical chopping length. Annual Meeting of EAAP, Cairo. 6pp.
- Olsen, M. A. 2000. Microbial digestion in reindeer and minke whales. Dr. Philos thesis, University of Tromsø, Norway.
- Olsen, M. A., Aagnes, T. H. & Mathiesen S. D. 1995. Failure of cellulolysis in the rumen of reindeer fed thimothy silage. *Rangifer*, 15 (2): 79-86.
- Olsen, M. A., Aagnes, T. H. & Mathiesen, S. D. 1997. The effect of thimothy silage on the rumen bacterial population in rumen fluid of reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *FEMS Microbiol Ecol.* 24: 127-136.
- Olsen, M. A., Haga, Ø. E. & Mathiesen, S. D. 1998. Rumen failure induced during emergency feeding. *Rangifer Report 2*, 79.
- Olsen, M. A., Mathiesen S. D. 1998. The bacterial population adherent to plant particles in the rumen of reindeer fed lichen, thimothy hay or silage. *Rangifer* 18: 55-64
- Orpin, C. G., Greenwood, Y., Hall, F. J. & Pareson, I. W. 1985. The rumen microbiology of seaweed digestion of Orkney sheep. – *J Appl Bacteriol.* 59: 585-596.
- Osborn, D. F. 1980. In *Grass, Its Production and Utilization*, p. 70. Ed. W. Holmes. Blackwell; London, UK.
- Prestløkken. E. 1999. Ruminal degradability and intestinal digestibility of protein and amino acids in barley and oats expander-treated at various intensities. *Animal Feed Science and Tecnology* 82: 157-175.
- Riseth, J. Å. 2005. "So the last shall be the first, and the first last?" Sámi Reindeer Management vs other land users in Mid-Scandinavia, in: G. Canth *et al* (eds.) *Discourses and Silences. Indigenous Peoples, Risks and Resistance*, Department of Geography, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.
- Ryg, M. & Jacobsen, E. 1982. Seasonal changes in growth rate, feed intake, growth hormone, and thyroid hormones in young male reindeer (*Rangifer tarandus tarandus*). *Can J Zool.* 60: 15-23.
- Selmer-Olsen, I. 1991. Høstetid for eng til mjølkekyr. Faginfo Statens fagtjeneste for landbruket. SFFL. s 13, 1991
- Sjaastad, Ø. V., Hove, K. & Sand, O. 2003. *Physiology of Domestic Domestic Animals*. Scandinavian Veterinary Press, Oslo (735 pp).

- Skjenneberg, S. & Slagvold, L. 1968. Reindriften og Dens Naturgrunnlag. Scandinavian University Books, Oslo, Norge.
- Sletten, H. & Hove, K. 1990. Digestive studies with a feed developed for realimentation of starving reindeer. *Rangifer*, 1(10): 31-37.
- Staples, C. R., Fernando, R. L., Fahey Jr, G. C., Berger, L. L. & Jaster, E. H. 1984. Effects of intake of a mixed diet by dairy steers on digestion events. *J. Dairy Sci.* 67:995-1006.
- Stewart, C. S. 1977. Factors affecting the cellulolytic activity of rumen contents. *Appl Environ. Microbiol.* 33: 497-502.
- Storeheier, P. V., Van Oort. B. E. H., Sundset, M. A., Mathiesen, S. D. 2003. Food intake of reindeer in winter. *Journal of Agricultural Science*, 140, 1-9. Cambridge University Press.
- Storeheier, P. V. 2003. Food intake and forage utilisation in reindeer during winter. Dr. Scient thesis. University of Tromsø, Norway
- Stortingsmelding nr. 28 (1991-1992). En bærekraftig reindrift.
- Sundset, M. A., Præsteng, K. E., Cann, I. K. O., Mathiesen, S. D., Mackie, R. I. 2007. Novel Rumen Bacterial Diversity in Two Geographically Separated Sub-Species of Reindeer. *Microbial Ecology*. DOI: 10.1007/S00248-007-9254.
- Sørmo, W. 1998. Interactions between the function of the digestive system and the pasture plants in reindeer. Dr Scient thesis. University of Tromsø, Norway.
- Thiago, L. R. L., Gill, M. & Dhanoa, M. S. 1992. Studies of method of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. 1. Voluntary feed intake, digestion and rate of passage. *Brit. J. Nutr.* 67: 305-318.
- Thorvaldsson. G. & Andersson. S. 1986. Variations in Timothy Dry Matter Yield and Nutritional Value as Affected by Harvest Date, Nitrogen Fertilization, Year and Location in Northern Sweden. *Acta Agric Scand* 36:367-385.
- Thomas, M. & van der Poel, A. F. B. 1996. Physical quality of pelleted animal feed 1. Criteria for pellet quality. *Animal Feed Science Technology* 61 (1996) 89-112.
- Tilley, J. M. A. & Terry. R. A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grasland Soc.* 18: 104-111.
- Totalregnskap for Reindriftnæringen 2005. Økonomisk Utvalg. Desember 2005.
- Turi, J. M. 2002. The world reindeer livelihood current situation, threats and possibilities. In: Kankaapää, S, Wüller-Wille, L, Susiluoto, P, Sutinen, M. L. (Eds.) Northern Timberline

- Forests: Environmental and Socio-Economic Issues and Concerns, The Finnish Forest Res Inst, Research Paper 862: 70-75.
- Tyler, N. J. C., Turi, J. M., Sundset, M. A., Strøm Bull, K., Sara, M. N., Reinert, E., Oskal, N., Nellemann, C., McCarthy, J. J., Mathiesen, S. D., Martello, M. L., Magga, O. H., Hovelsrud, G. K., Hanssen-Bauer, I., Eira, N. I., Eira, I. M. G., Corell, R. W. 2006. Saami reindeer pastoralism under climate change: Applying a generalized framework for vulnerability studies to a sub-arctic social-ecological system. *Global Environmental Change* (2007) 17: 191-206.
- Utsi, T. H. A. 1998. Digestive strategies in reindeer in winter. Dr. Scient thesis , University of Tromsø, Norway.
- van Soest, P. J. 1982. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. O & B Books, Inc. Oregon, USA.
- Wood, J. F. 1987. The Functional Properties of Feed Raw Materials and their Effect on the Production and Quality of Feed Pellets. *Animal Feed Science and Technology*, 18: 1-17.
- Ørskov, R. G. 1992. Protein Nutrition in ruminants. Academic press, London, pp 175.
- Øksendahl, H. 1994. Lav og rundballeensilert engsvingel som krisefôr til reinkalvar, innverknad på mage-tarmanatomien og evnen til cellulosegjæring. Universitetet i Tromsø, Avdeling for Arktisk Biologi.
- Åhman. B. 2000. *Utfodring av renar*. Sámiid Riikkasearvi/SSR, Umeå.