



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2021 30 stp
Fakultet for biovitenskap

Fôropptak hos søyer av en liten og en stor sauerase ved to ulike surfôrkvaliteter: Effekt av rase og kroppsvekt

Feed intake in ewes of one small and one large
breed: Effect of breed and body weight

Marit Elise Smith Eidet
Husdyrvitenskap

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på fem år som student ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Årene ved universitetet har blitt fylt opp med lærdom og gode minner, og jeg ser tilbake på en tid fylt av fine stunder. Arbeidet med denne oppgaven har vært veldig lærerikt, og gitt meg mye kunnskap som jeg tar med meg videre.

Jeg vil benytte anledningen til å takke mine veiledere, Ingjerd Dønnem og Geir Steinheim. Dere har stilt opp og bidratt med uvurderlig hjelp, til både databearbeiding og faglige innspill. Jeg vil også takke familie og venner, og min samboer Jan Erik, for hjelp til å holde motivasjonen oppe i innspurten. I tillegg vil jeg takke Nina og Synnøve, for mange gode minner i løpet av årene som har gått, og for god stemning på digital lesesal.

Erkleiv, 31.05.2021

Marit Elise Smith Eidet

Sammendrag

I Norge holdes sauen inne i perioder utenom sommerhalvåret, og grovfôr er den viktigste fôrressursen i innefôringsperioden. Kunnskap om fôropptaket er derfor viktig for å kunne lage en fôrrasjon som er tilpasset de enkelte dyra. Fôropptaket hos det enkelte individ avhenger av både av kroppsstørrelse og produksjon. I en surfôrbasert fôrrasjon har blant annet gjæringskvalitet, botanisk sammensetning og høstetidspunkt på graset, en stor innvirkning på fôropptaket.

Denne oppgaven baserer seg på fôropptaksregistreringer fra et forsøk utført ved Senter for husdyrforsøk NMBU, i forbindelse med prosjektet 'Strategies to mitigate GHG emissions from pasture-based sheep systems (Grass to gas)'. Forsøket gikk over to perioder i årsskiftet 2020/2021, og det ble det brukt to forskjellige saueraser, norsk kvit sau (NKS) og gammalnorsk spælsau (GNS), med totalt 20 søyer fra hver rase. Det ble også brukt to forskjellige surfôrkvaliteter (tidlig og normalt høstetidspunkt), og hver søye byttet surfôr ved overgang til ny periode. Fôropptaket ble registrert kontinuerlig via et system fra BioControl. Formålet med oppgaven var å undersøke hvordan de to surfôrkvalitetene virket inn på fôropptaket, og om det var forskjeller mellom NKS og GNS. Fôropptaksregistreringer på GNS kan også bidra til økt kunnskap om rasen. I tillegg ble det undersøkt hvordan fôropptaket varierer gjennom døgnet for de to rasene, hvordan fôropptaket blir påvirket av kroppsvekt, og kroppsvekt innen rase.

Resultatet viste at det var en signifikant forskjell i fôropptak mellom de to surfôrkvalitetene, og fôropptaket var størst på tidlig høstet surfôr, både for NKS og GNS. Metabolsk søyevekt hadde signifikant effekt på fôropptak, og de tyngste dyra spiste i gjennomsnitt mest i løpet av et døgn. Det var ulikt fôropptak gjennom døgnet for de to surfôrkvalitetene, og normalt høstet surfôr hadde to tydelige topper når det ble tildelt nytt fôr, om morgenen og ettermiddagen. Tidlig høstet surfôr hadde en jevnere kurve gjennom døgnet, og dyra spiste også mer av denne kvaliteten om natta. Metabolsk søyevekt var den største raseforskjellen, og forskjellene i fôropptak mellom de to rasene kan i stor grad forklares av forskjeller i vekt og kroppsstørrelse.

Abstract

Sheep farming in Norway is mainly based on using roughage (e.g., silage) as feed, in the indoor period during winter. When formulating a feed ration based on silage for sheep, knowledge about feed intake is important. Feed intake is affected by many factors, such as size and physiological state of the animal, and properties of the silage that is used. Harvesting time, botanical composition and fermentation quality are important factors influencing silage quality, and thus feed intake.

This thesis is based on information about feed intake, derived from an experiment related to the project Strategies to mitigate GHG emissions from pasture-based sheep systems (Grass to gas). The experiment was divided into two periods, and two different Norwegian sheep breeds were used in the experiment. The breeds were norsk kvit sau (NKS) and gammalnorsk spæl (GNS), and a total of 20 ewes from each breed were used. The experimental feed were two silages differing in maturity and harvesting time (early and normal harvesting time), and each ewe received both qualities at different periods during the experiment. The sheep were housed individually, and feed intake was registered continually, by an automatic system from BioControl.

The purpose of this thesis was to investigate whether the two silage qualities differed in feed intake in ewes, and if there were differences between the two breeds of sheep. Information about feed intake of GNS could contribute to the general knowledge of the breed. Variations in feed intake during the day, and how feed intake is affected by body weight and body weight within breed was also investigated.

The results showed significant differences in feed intake between silage qualities, and early harvested silage were consumed at a larger quantity for both breeds. Metabolic weight of animals had significant effect on feed intake, and the largest ewes consumed the largest amount during a day. The feed intake pattern was different between the two silage qualities, and normal harvested silage had two distinct peaks during the day, when fresh feed was offered. Early harvested silage had a more even curve during the day, and the ewes also consumed more of this quality at night. Body weight was the most distinct difference between the two breeds, and differences in feed intake could to a great extent be explained by differences in weight and size of the ewes.

Innholdsfortegnelse

FORORD.....	I
SAMMENDRAG	II
ABSTRACT	III
1.0 INNLEDNING	1
2.0 TEORI	3
2.1 NORSK KVIT SAU OG GAMMELNORSK SPÆLSAU	3
2.1.1 Adferdsmessige og anatomiske forskjeller mellom rasene	3
2.1.2 Avlsmål for norsk kvit sau.....	4
2.1.3 Avlsmål for gammelnorsk spælsau	5
2.2 REGULERING AV FÔROPPTAKET	6
2.2.1 Metabolsk regulering.....	6
2.2.2 Fysisk regulering	8
2.3 FAKTORER SOM HAR INNVIRKNING PÅ FÔROPPTAKET	8
2.3.1 Faktorer ved grovfôret.....	8
2.3.2 Vann og kraftfôrnivå.....	13
2.3.3 Rase og andre faktorer ved dyra	14
2.4 DØGNVARIASJON I FÔROPPTAK	15
2.5 ULIKE SYSTEMER SOM BEREGNER FÔROPPTAK	15
3.0 MATERIALE OG METODE	17
3.1 FORSØKSOPPLEGG	17
3.2 BESKRIVELSE AV FÔRMIDLER OG FÔRING	18
<i>Kjemisk analyse av surfôr</i>	19
3.3 REGISTRERING AV FÔROPPTAK	19
3.4 BESKRIVELSE AV FORSØKSDYRA	19
3.5 REGISTRERING AV DYREVEKTER	20
3.6 BEREGNINGER OG STATISTISKE ANALYSER	20
3.6.1 Beregninger i Excel.....	20
3.6.2 Beregninger i SAS	21
4.0 RESULTATER.....	23

4.1 KJEMISK SAMMENSETNING AV SURFÔR	23
4.2 FÔROPPTAK.....	23
<i>4.2.1 Effekt av vekt</i>	<i>26</i>
<i>4.2.2 Spisehendelser</i>	<i>26</i>
<i>4.2.3 Fordeling gjennom døgnet.....</i>	<i>27</i>
4.3 DYREVEKTER	29
5.0 DISKUSJON.....	32
5.1 FÔRKVALITET OG FÔROPPTAK.....	32
5.2 EFFEKT AV RASE OG VEKT PÅ FÔROPPTAK	33
5.3 FORDELING AV FÔROPPTAK GJENNOM DØGNET.....	35
5.4 DYREVEKTER	36
6.0 KONKLUSJON.....	38
7.0 LITTERATURLISTE.....	39

1.0 Innledning

I Norge holdes sau (*Ovis aries*) for ull- og kjøttproduksjon. Produksjonen kjennetegnes ved at dyra er ute store deler av året på beite, gjerne fra april/mai til rundt oktober, avhengig av lokale klimatiske forhold. Norske ressurser utgjør dermed en stor del av innsatsfaktorene i produksjonen på sau og lam. Det finnes flere saueraser i Norge, og de kan grovt sett skilles mellom de som har lang, eller kort, hale. Rasene med lang hale har som regel betydelig innslag av import av britiske raser, mens rasene med kort hale, for eksempel spælsau, i større grad stammer fra den nordeuropeiske korthalesauen som opprinnelig fantes i Norge (Holene, u.å.). Norsk kvit sau har lang hale, og er en crossbreed-type, basert på de norske rasene steigar, dala, sjeviot og rygja, med britisk bakgrunn (Blix og Vangen, 2021). Rasebetegnelsen norsk kvit sau (NKS) ble innført i 2000/2001 (Norsk Sau og Geit, u.å. Saueraser i Norge), og rasen ble dannet ved at det meste av sau av rasene nevnt over ble slått sammen til en avlspopulasjon. Gammelnorsk spælsau (GNS) er en nasjonal sauerase av den korthalede typen. Den ble definert som en egen rase i 2002, og har sin opprinnelse fra den gammelnorske sauen (Landslaget for gammalnorsk spælsau, u.å. Den gammalnorske spælsauens historie). Av søyene som er med i sauekontrollen ble det registrert 259 173 av NKS og 21 304 av GNS i 2019 (Animalia, 2020. Årsmeldinger sauekontrollen).

Sauen er en drøvtygger, og kjennetegnes dermed ved at de tygger maten om igjen etter de har spist den (tygger drøv), og har et relativt komplekst fordøyelsessystem hvor mikroorganismer spiller en stor rolle i fordøyelsen av fôret. Dette må tas hensyn til ved å ha en fôrrasjon som gir et optimalt miljø slik at mikrobene i vomma skal trives. Trives ikke mikrobene reduseres fordøyeligheten av fôret og fôrutnyttelsen går ned.

I innefôringssesongen er grovfôr (for eksempel surfôr eller høy) den viktigste fôrressursen, og kvaliteten på grovfôret har mye å si for fôropptak og hvordan sauen bør fôres. Fôropptaket reguleres også ved fysisk- og metabolsk regulering. Grovfôrkvaliteten påvirkes av flere faktorer, blant annet høstetidspunkt og gjæringskvalitet. Hvor mye sauen tar opp av grovfôret er viktig for energitilførselen, og dermed hvor mye energi som er tilgjengelig til ulike prosesser i kroppen. I innefôringssesongen er de fleste søyer drektige, som også krever ekstra energi, spesielt i siste del av drektigheten når veksten av fosteret er størst. Derfor er kunnskap om fôropptaket et viktig ledd i fôrplanleggingen til sau.

Denne oppgaven baserer seg på data fra fôropptaksregistreringer fra et forsøk utført i forbindelse med prosjektet Strategies to mitigate GHG emissions from pasture-based sheep systems (Grass to gas). Grass to gas er et internasjonalt prosjekt, og Norges miljø- og

biovitenskapelige universitet (NMBU) og Norsk Sau og Geit (NSG) samarbeider om prosjektet i Norge. Målet med forsøket var å undersøke hvordan ulik surfôr kvalitet virker inn på fôropptak og metanutslipp hos sau, og å undersøke om det er forskjeller mellom rasene NKS og GNS. Fôropptaksregistreringer på GNS kan også gi økt kunnskap om rasen, og bidra til bedre fôrplanlegging for produsenter med denne rasen. Resultat fra metanmålingene vil ikke bli beskrevet nærmere her, da det ikke inngår som en del av oppgaven. Metanmålingene vil bli nevnt kort i forbindelse med beskrivelsen av forsøksopplegget. Formålet med denne oppgaven er å undersøke hvordan to ulike surfôr kvaliteter påvirker fôropptak, og hvordan fôropptaket varierer gjennom døgnet hos NKS og GNS, og hvordan fôropptaket blir påvirket av kroppsvekt, og kroppsvekt innen rase.

På bakgrunn av formålet med oppgaven er det utarbeidet konkrete punkter som skal belyses:

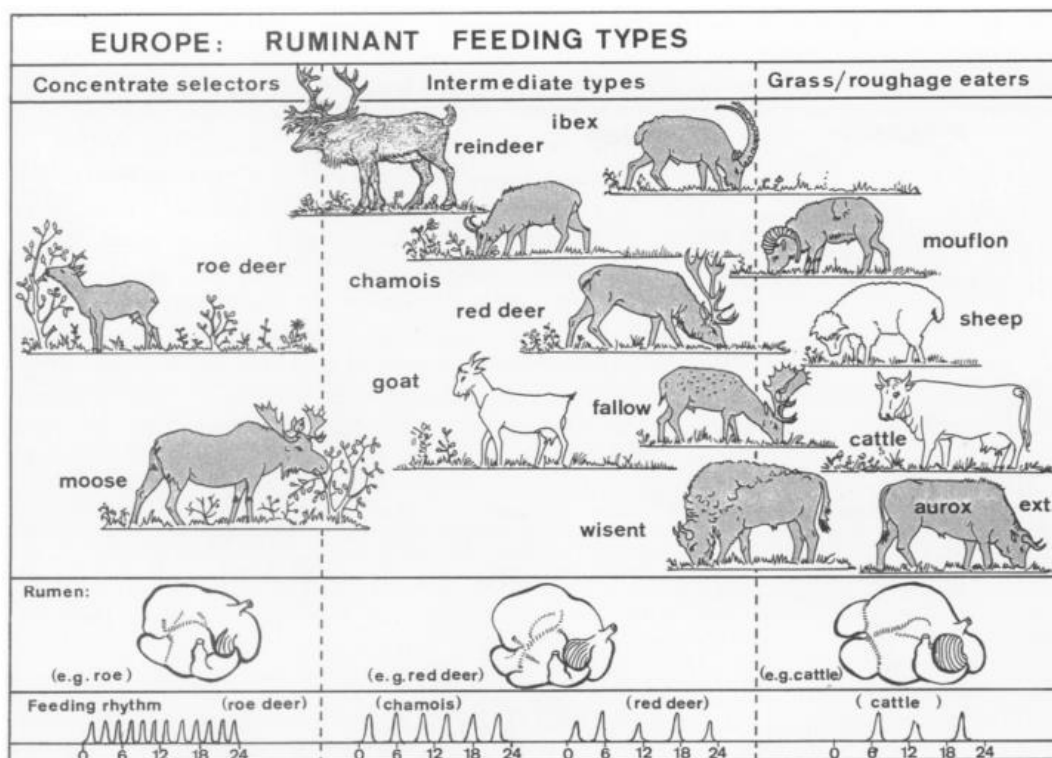
- Gir en god surfôr kvalitet et høyere fôropptak enn en middels surfôr kvalitet?
- Er det forskjell mellom rasene i fôropptak?
- Er det forskjell mellom rasene i hvordan fôr kvalitet påvirker fôropptak?
- Påvirker søyevekt fôropptak, og er det forskjell mellom rasene i effekten av vekt?
- Hvordan fordeles fôropptaket gjennom døgnet for de to rasene og ved de ulike fôr kvalitetene?
- Har GNS flere besøk ved fôrbrettet, og lavere fôropptak ved hvert besøk?
- Spiser dyra mer enn i gjennomsnitt den første tiden etter tildeling av nytt fôr?

2.0 Teori

2.1 Norsk kvit sau og gammel norsk spælsau

2.1.1 Adferdsmessige og anatomiske forskjeller mellom rasene

Sauen har kløyvd overleppe og smal mule, som gjør den i stand til å selektere ut planter i større grad enn for eksempel storfe. På beite velger den ofte urter fremfor gras, halvgras og lyng/busker. Dette kan variere mellom raser, og spesielt raser av den korthalede typen kan ses å velge lyng og trevegetasjon oftere enn raser med lang hale. Valg av beiteplanter avhenger også av beitetrykket, og valget kan da variere med høy eller lav dyretetthet (Nedkvitne et al., 1995). Sauen kan dermed sies å være både en typisk graseter, men også en mer intermediær type som også velger andre planter enn gras (Van Soest, 1994). Grasetere kjennetegnes ved at fordøyelsessystemet er tilpasset en diett med mye fiber, og har ofte få spisebolker hvor de tar opp større mengder. Intermediære typer har flere og kortere spisebolker enn grasetere, og høyere grad av seleksjon og mer allsidig valg av vegetasjonstype (Figur 1) (Hofmann, 1989). Gammelnorsk spælsau (GNS) er av den korthalede typen, og kan tenkes å være en mer intermediær type enn norsk kvit sau (NKS) (Steinheim et al., 2005).



Figur 1: Oversikt over inndeling av ulike drøvtyggere i grasetere, intermediære typer og «concentrate selectors» (browsere) (Hofmann, 1989).

Eksteriørmessig er det også forskjell mellom rasene. NKS er betydelig større og mer kjøttfattig enn GNS. Gjennomsnittlig vekt på søyene i dette forsøket var 88 kg for NKS og 60 kg for GNS, som vil si en vektforskjell på nesten 30 kg.

Når det gjelder fruktbarhet har NKS et høyere lammetall. Gjennomsnittlig antall fødte lam for søyer med i Sauekontrollen var på 2.16 for NKS, mens det var 1.77 for GNS (Animalia, 2020). Slaktekvaliteten for de to rasene er også forskjellig, da NKS har både høyere slaktevekt og oppnår bedre klassifisering (Tabell 1).

Tabell 1: Gjennomsnittlige slakteegenskaper for NKS og GNS (Animalia, 2020).

Rase	Slaktevekt, kg	Klasse	Fettgruppe
Norsk kvit sau	20.1	R+	2+
Gammelnorsk spæl	14.8	O+	2+

GNS kan både være kollet (uten horn) eller hornet, mens NKS er kollet. NKS er hovedsakelig hvit, mens GNS kan forekomme i mange ulike fargevarianter. Ulla på NKS er av typen crossbreed, som vil si at den ikke har bunnull og dekkull (spælull) som på GNS. Ull fra NKS skal ha god krusning, og jevn lengde og fiberfinhet (Animalia, 2020).

2.1.2 Avlsmål for norsk kvit sau

Det er Norsk Sau og Geit som har ansvaret for avlsarbeidet på NKS. Hovedmålet med dette arbeidet er at avlen skal «bidra til å styrke økonomien i saueholdet». Avlsarbeidet skal også være bærekraftig og sikre god dyrevelferd. Tabell 2 viser en oversikt over hvilke egenskaper som blir vektlagt i avlsarbeidet på NKS. For disse egenskapene blir det beregnet indekser, på bakgrunn av registreringer fra Sauekontrollen. Disse indeksene inngår i den samlede avlsindeksen (O-indeksen), og slakteegenskaper som klasse og vekt blir vektlagt mest (Norsk Sau og Geit, u.å. Avlsmål for sau).

Tabell 2: Egenskaper som inngår i samlet avlsverdi og vektlegging av de enkelte egenskapene hos NKS i 2020 (Norsk Sau og Geit, u.å. Egenskaper i avlsarbeidet hos NKS).

Avlsmål	Vektlegging (%)
Fødselsvekt (direkte)	5
Slaktevekt (direkte)	20
Slakteklasse	17
Fettgruppe	7
Fødselsvekt_morsevne	2
Vårvekt_morsevne	14
Slaktevekt_morsevne	22
Lammetall	6
Ullvekt	5
Ullklasse	2

2.1.3 Avlsmål for gammel norsk spælsau

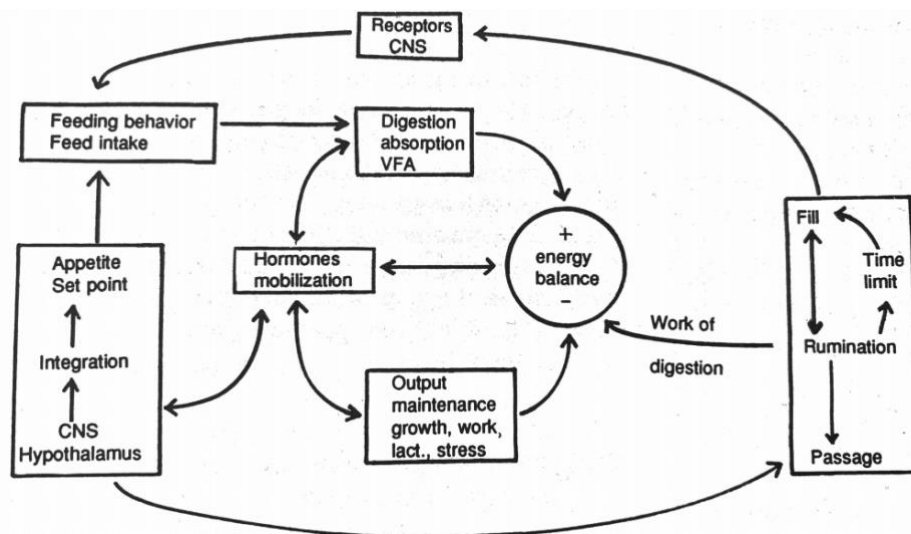
Det er Landslaget for gammalnorsk spælsau som driver avlsarbeidet på rasen, i samarbeid blant annet med Norsk Sau og Geit og Norsk genressurscenter om inntak av seminværer. For GNS er det rasestandarden som ligger til grunn for avlsarbeidet. Det overordnede avlsmålet for rasen er å «ivareta særpreget og mangfoldet i rasen som er beskrevet i rasestandarden», «avle frem dyr med egenskaper som beskrevet i rasestandarden» og at arbeidet skal fremme en sunn rase hvor dyrevelferden er ivaretatt. Rasestandarden stiller krav til både eksteriør og adferd, og det ses helst at adferdsmessige egenskaper som blant annet morsinstinkt, lite lammingsvansker og flokkinstinkt, vektlegges like mye som eksteriør. Utdrag fra rasestandarden:

«Det er ønskelig at det genetiske mangfoldet skal ivaretas, og det skal ikke blandes inn andre raser. Kroppsstillingen kan både være høy og lav, og langstrakte og kompakte dyr tillates også, men det er viktig at overlinjen på ryggen er strak. Sauene skal være lette og mindre i vekt enn de tyngre rasene som for eksempel dala. Begge kjønn kan være kollet eller hornet, og hornene skal ikke være deformerte eller dårlige. Rasen skal ha kort hale (maks 15 cm, og helst uten ullhår), og de skal ha små ører, kronelukk og våkent blick. Alle varianter i dyrenes farger (svart, blått, brunt, lys brunt, hvitt, hvite avtegn i hode og på kroppen) er ønsket ivaretatt. Sjeldne mønster som grelet og viltfarget bør også bevares. Det skal være tydelig forskjell mellom bunnnull og dekkull.

Bunnulla skal være ca. en tredjedel så lang som dekkulla. Bunnulla skal ikke ha spenst. Lengden på ulla skal være minst 17 cm over krysset og 20 cm ellers» (Landslaget for gammalnorsk spælsau, 2014. Avlsplan).

2.2 Regulering av fôropptaket

Hovedmålet med å regulere fôropptaket er å balansere behovet for energi og næringsstoffer, og dermed inntaket av fôr. Regulering av fôropptaket hos drøvtyggere er et samspill mellom flere ulike faktorer som vist i Figur 2.



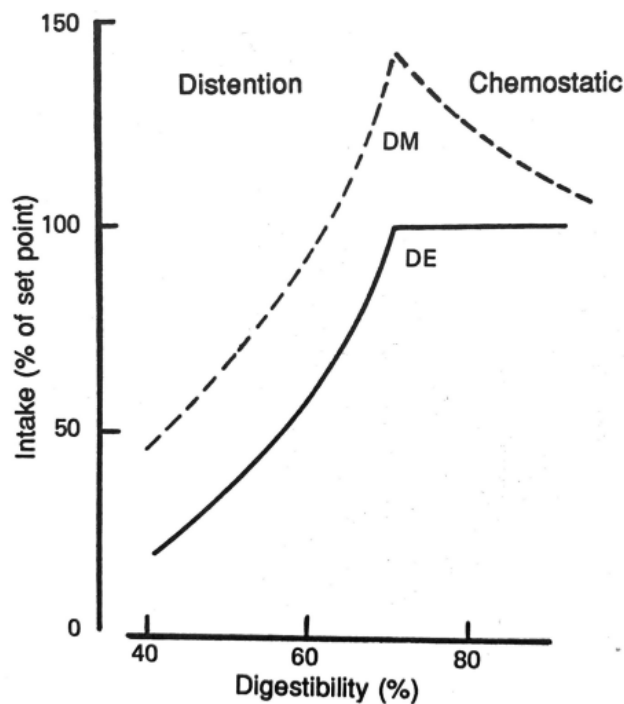
Figur 2: Faktorer involvert i å regulere fôropptaket hos drøvtyggere (Van Soest, 1994).

Selve kontrollsentret for regulering av fôropptaket sitter i hypothalamus i hjernen, og blir påvirket av nervesignaler og hormoner. Kontrollsentret er delt i to, med ett område som kontrollerer appetitt, og ett som kontrollerer metthet. Disse får informasjon om blant annet fyllingsgrad i fordøyelsessystemet og innhold av glukose, aminosyrer og fettsyrer i blodet. På bakgrunn av denne informasjonen reguleres fôropptaket, ved at dyret starter å spise, eller ved at appetittsentret hemmes og dyret dermed slutter å spise. Sanser som lukt og syn er også med på å stimulere dyret til å ta opp fôr (Sjaastad et al., 2016).

2.2.1 Metabolsk regulering

Hos enmaga dyr er mengden glukose som blir absorbert i tynntarmen et viktig ledd i reguleringen av fôropptaket. Hos drøvtyggere er imidlertid ikke dette av stor betydning, da mesteparten av glukosen blir produsert fra propionsyre i glukoneogenesen, og absorpsjonen fra tarmen er liten (McDonald et al., 2011). Det er heller mer trolig at fermenteringsprodukter

som flyktige fettsyrer (VFA), har betydning i metabolsk regulering av fôropptaket hos drøvtyggere. Dette er fordi VFA er hovedkilden til energi for drøvtyggere, og kan stimulere til utskillelse avolecystokinin (CCK) (Van Soest, 1994), som er et viktig peptidhormon i fordøyelsesprosessen. CCK kan føre til at dyret får en metthetsfølelse, og dermed reduserer fôropptaket sitt (Sjaastad et al., 2016). Metthetsfølelse er nok mer viktig for fôrmidler med høy energitetthet og fordøyelighet, som kraftfôr, enn grovfôr hvor fylleverdi trolig har større virkning (Figur 3) (Van Soest, 1994).



Figur 3: Sammenheng mellom fôropptak og fordøyelighet. Når fordøyeligheten er lav, vil fyllevirkning (distention) ha større innvirkning enn metabolitter (chemostatic) på fôropptaket. DM=tørrstoff, DE=fordøyelig energi, set point definert som "set point refer to the functional level the animal achieves under the combination of restricting factors involving feed and environment" (Van Soest, 1994).

Peptidhormonet leptin kan også spille en rolle i reguleringen av fôropptaket. Når fettreservene øker, øker også utskillelsen av leptin, som binder seg til reseptorer i hypothalamus. Dette fører til at appetitten reduseres, men det skjer også en økning i basalstoffsiftet (Sjaastad et al., 2016). Høy energitetthet i fôret kan også øke utskillelsen av leptin, og redusere fôropptaket (Sartin et al., 2010).

2.2.2 Fysisk regulering

Størrelsen på vomma har også betydning for fôropptaket (Ørskov, 1998). En liten vom vil bli fortere fylt opp, og fôropptaket vil dermed reduseres, eller stoppe opp, ettersom vomma fylles. Dette skjer via strekkreseptorer i vomveggen som sender signaler om fyllingsgraden til hjernen (McDonald et al., 2011). Denne reguleringen er sterkt avhengig av kvaliteten og strukturen på grovfôret. Har grovfôret lav kvalitet (for eksempel mye lignin), og i tillegg en stor partikkelstørrelse, vil det sette begrensninger på fôropptaket. Dette er fordi det tar lengre tid for mikrobene å bryte det ned til mindre partikler, og det tar dermed lengre tid før det passerer ut av vomma. Et slikt fôr kan kuttes for å redusere partikkelstørrelsen. Det vil da passere raskere selv om fordøyeligheten er dårlig, og stor reduksjon i fôropptaket vil unngås (Allen, 1996; Fisher, 2002).

2.3 Faktorer som har innvirkning på fôropptaket

Fôropptaket er som sagt et samspill av mange ulike faktorer. Sammensetning av fôrrasjonen har stor betydning, og virker inn på fôropptaket via blant annet nedbrytningshastighet, struktur og kvalitet. Også faktorer ved dyret, som produksjon og rase, samt miljøforhold har betydning.

2.3.1 Faktorer ved grovfôret

Grovfôr er den viktigste delen av fôret til sauene, og bør holde en viss kvalitet for å oppnå en god produksjon, enten det er til egen tilvekst eller produksjon av melk til lam.

Grovfôr kvaliteten blir blant annet påvirket av høstetidspunkt, tørrstoffinnhold, botanisk sammensetning, klimatiske forhold, høstemetode, konservering og lagringsforhold. Grovfôr består av både tørrstoff og vann, og det er i tørrstoffet næringen og energien sitter. Dermed er det stor forskjell på hvor mye et dyr må spise av et grovfôr med for eksempel 20 kontra 30% tørrstoff, for å dekke et energibehov på én fôrenhet (Tabell 3).

Tabell 3: Tenkt eksempel på kg grovfôr ved ulikt tørrstoffinnhold og energikonsentrasjon.

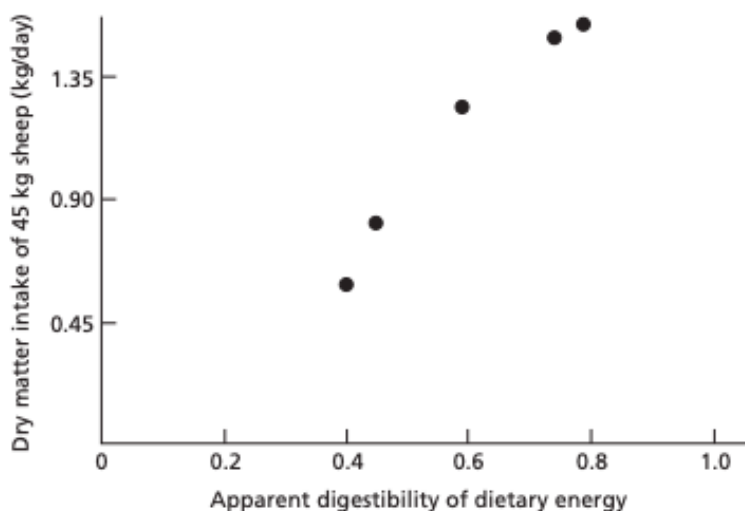
Energibehov søye	Tørrstoffinnhold	FEm/kg TS	Kg fôr ¹
1 FEm	20 %	0.8	6.3
1 FEm	30 %	0.9	3.7

¹ $1/(0.8*0.2)$.

Som drøvtygger har sauene spesialisert seg på å fordøye en rasjon med et høyt fiberinnhold, og det er dette som setter de største begrensningene på fôropptaket (Van Soest, 1994). Fiberfraksjonen i grovfôr består av cellulose, hemicellulose og lignin. For disse tre fraksjonene brukes ofte betegnelsen neutral detergent fibre (NDF), og de sitter i celleveggen i plantecellene (McDonald et al., 2011). Hemicellulose og cellulose er strukturelle karbohydrater, mens lignin er en fenolforbindelse (Søgaard et al., 2003). Lignin fungerer som et lim (det skjer en lignifisering) som holder sammen andre komponenter i celleveggen, og bidrar til å styrke denne (Frei, 2013). Lignin er tilnærmet ufordøyelig og kan ikke utnyttes av mikroben i vomma eller dyret selv, og påvirker fôrverdien i en negativ retning (Grabber et al., 2004). Mangel på tilgjengelige næringsstoffer til mikrobevekst kan også tenkes å ha en effekt på fôropptaket, da spesielt for lite tilgjengelig nitrogen i fôret til syntese av mikrobeprotein (McDonald et al., 2011; Van Soest, 1994).

Fordøyelighet av grovfôret

Fordøyelighet av et fôr kan enkelt beskrives som den andelen som blir tatt opp i dyret (fordøyelig), og ikke blir skilt ut i gjødsel (ufordøyelig). Dette blir ofte beregnet for organisk materiale (som er den fordøyelige delen av tørrstoffet), men kan også beregnes for de enkelte næringsstoffene i fôret. Fôropptaket øker ved økt fordøyelighet av grovfôret (Figur 4) (McDonald et al., 2011).



Figur 4: Grovfôropptak ved ulike fordøyeligheter (McDonald et al., 2011).

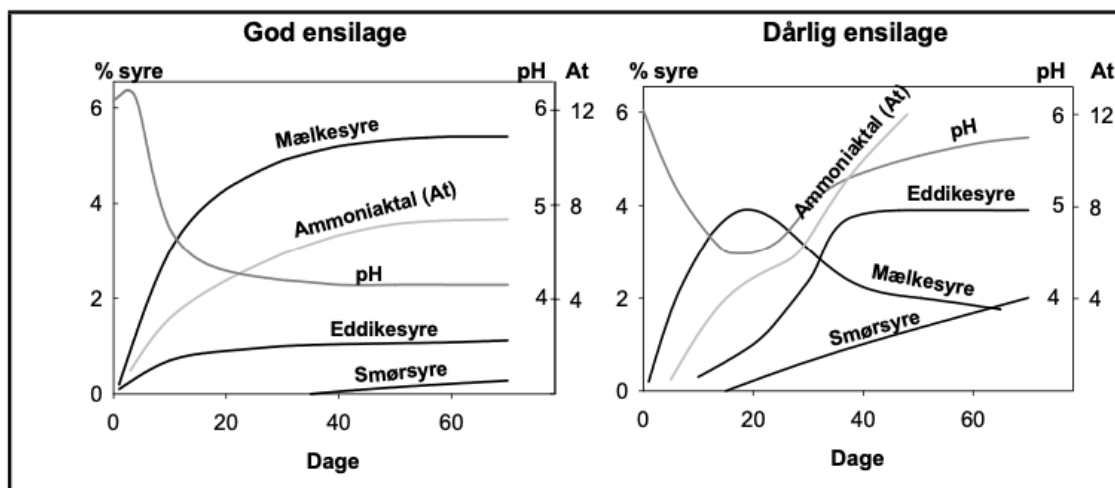
For grovfôr er det hovedsakelig fiberfraksjonen som virker inn på fordøyeligheten, og kunnskap om forholdet mellom de ulike NDF fraksjonene er derfor viktig for å vurdere

fordøyeligheten. Dette forholdet blir påvirket av blant annet plantenes utviklingsstadium ved høsting, botanisk sammensetning i graset og klimatiske forhold. Surfôr av blandingseng med middels kvalitet og fordøyelighet, har ofte et NDF innhold på rett i overkant av 500 g/kg TS, og iNDF (ufordøyelig NDF) på ca. 170 g/kg NDF, mot ca. 475 g NDF/kg TS og ca. 135 g iNDF/kg NDF for surfôr med høy fordøyelighet (NorFor fôrtabell, u.å.). Generelt så øker fiberinnholdet, og spesielt lignin, jo eldre planten blir. Når planten vokser, øker også stengelandelen, som inneholder mer lignin enn bladene. Lignin er som sagt tungt fordøyelig, og påvirker fôropptaket negativt. Det vil ta lengre tid for mikrobene å bryte ned fôret, og for fôret å passere ut av vomma (Frei, 2013). Høye temperaturer øker også NDF innholdet og lignifiseringen, og reduserer innholdet av sukker (Søgaard et al., 2003).

Botanisk sammensetning har også betydning for fôropptaket. Belgvekster har ofte et høyere lignininnhold, men gir et høyere fôropptak enn vanlige gressarter som for eksempel timotei. Gress har et høyere NDF innhold totalt, men en mindre andel lignin (Van Soest, 1994), så det er ikke kun innholdet av lignin som påvirker fôropptaket negativt.

Gjæringskvalitet

En god gjæringskvalitet er viktig for å oppnå et godt surfôropptak. Blir gjæringskvaliteten god, unngås stort tap av tørrstoff og næringsstoffene i graset bevarer (Søgaard et al., 2003). Forskjellen på en god og dårlig gjæringsprosess kan ses i Figur 5.



Figur 5: Sammenlikning av gjæringsprosessen ved bra og dårlig gjæret surfôr (Søgaard et al., 2003).

For å få en god gjæringsprosess, er det viktig å legge forholdene til rette for melkesyrebakteriene. Hvis gjæringsprosessen går dårlig kan det oppstå en høy syreproduksjon, smakeligheten (om syn/lukt av fôret gir en god følelse/vekker appetitt) på surfôret blir dermed dårlig, og fôropptaket reduseres. Det samme kan også skje ved et høyt ammoniakkinhold (Charmley, 2001; Van Soest, 1994). Et optimalt syreinnhold er derfor viktig for å opprettholde smakeligheten på surfôret og fôropptaket, og verdiene bør ligge innenfor de som er anbefalt av Eurofins, vist i Tabell 4. Eurofins analyserer blant annet for næringsinnhold i grovfôr til drøvtyggere, og i analysebeviset følger det også med en opptaksindeks (%). Denne indeksen beregner et forventet tørrstoffopptak basert på innholdet av FEm, melkesyre, eddiksyre, smørsyre og andelen ammoniakk-nitrogen (av totalt nitrogen). Lav energikonentrasjon kombinert med høy andel syrer og ammoniakk-nitrogen, påvirker fôropptaksindeksen negativt. Indeksen baserer seg på arbeidet til Huhtanen et al. (2002).

Tabell 4: Oversikt over normale verdier for pH og gjæringsprodukter i surfôr med 25% tørrstoff (g/kg TS hvor ikke annet er oppgitt) (Eurofins, 2020).

pH	<4,2
Ammonium-N, g/kg N	<100 ¹
Melkesyre	40-80
Eddiksyre	12-30
Smørsyre	<4
Propionsyre	<2 ²
Maursyre	<2 ³
Etanol	<8
Totale syrer	<100

¹Ved bruk av ammoniakkholdig ensileringsmiddel kan det være 30-40 gram høyere enn oppgitt verdi i tabell i TS,

²Ved bruk av propionsyreholdig ensileringsmiddel er det vanlig med 6-12 g/kg TS,

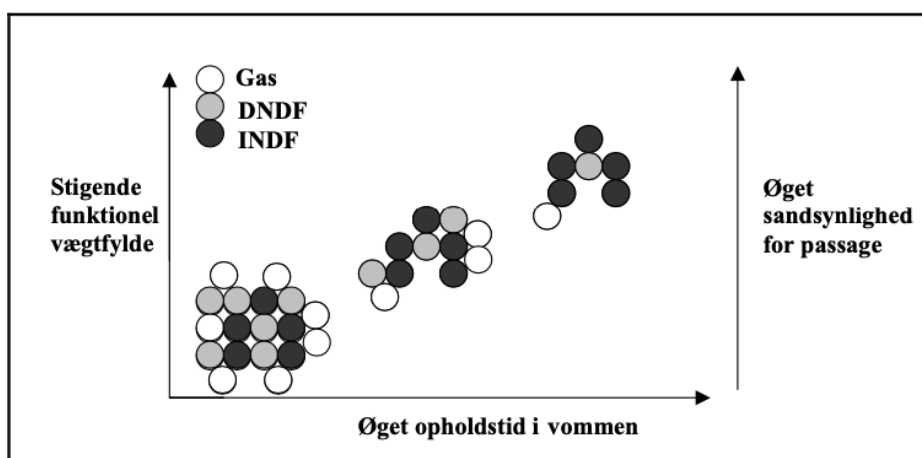
³Ved bruk av maursyreholdig ensileringsmiddel bør det være minst 8 g/kg TS.

Fortørking av graset er et godt tiltak for å redusere faren for feilgjæring (Borreani et al., 2018). Ved fortørking fjernes noe av vannet, og den mikrobielle aktiviteten reduseres. Dette favoriserer melkesyrebakterier som er viktige for å oppnå en rask senkning av pH, og å stoppe veksten til uønskede bakterier. Fortørking bevarer også mer av sukkeret i graset, slik at det blir mer tilgjengelig næring til melkesyrebakteriene (Charmley, 2001). Fortørking kan også

hindre tap av næringsstoffer i pressaft, som kan forekomme hvis graset er veldig vått (Søegaard et al., 2003). Tilsetning av syrebaserte ensileringsmidler er også en metode som blir brukt for å oppnå rask reduksjon i pH. Ved tørrstoffprosent under 30 i graset, er det lurt med syrebaserte ensileringsmidler for å oppnå en god gjæringskvalitet. Er det over 30% tørrstoff kan det være lurt å bruke midler som har en muggghemmende effekt (Lindås et al., 2016). Lagringsforholdene etter gjæringsprosessen er også viktig for surfôrkvaliteten, og stabile og tette lagringsforhold er derfor viktig. Kommer det luft inn under lagringen, for eksempel ved at det går hull på plasten rundt rundballene, kan det gi gode forhold for aerobe bakterier. Dette resulterer i tap av tørrstoff og næringsverdi og det kan gi mugg. Pakking og god pressing av fôret er viktig for å få ut mest mulig luft, og oppnå stabile forhold (Borreani et al., 2018).

Passasjehastighet og nedbrytningshastighet

For at det skal bli plass til nytt fôr i vomma, må fôret passere videre i fordøyelseskanalen, og da må partikkelstørrelsen reduseres. I vomma skjer det en selektiv tilbakeholdelse for å oppnå dette (Huhtanen et al., 2008). Reduksjon i partikkelstørrelse skjer hovedsakelig ved drøvtygging, men også ved mikrobiell nedbrytning av fôret (Allen, 1996). Sannsynligheten for at fôrpartikler skal passere ut av vomma blir større etter hvert som fôret blir brutt ned (Figur 6) (Weisbjerg et al., 2003). Lang oppholdstid i vomma kan sette begrensninger på fôropptaket da det går lengre tid før det blir plass til nytt fôr (Huhtanen et al., 2006). Dette skjer for eksempel hvis nedbrytningshastigheten er lav på grunn av mye ufordøyelige stoffer i fôret (McDonald et al., 2011).



Figur 6: Sammenheng mellom oppholdstid i vom og sannsynlighet for passasje av fôrpartikler (Weisbjerg et al., 2003). (INDF=ufordøyelig NDF, DNDF=potensielt nedbrytbart NDF).

Høyt fôropptak kan redusere fordøyeligheten i vomma, trolig fordi passasjehatigheten øker og det vil bli mindre tid til å fordøye fôret (Huhtanen et al., 2006). Det også observert mindre drøvtygging ved økt fôropptak, og økt partikkelstørrelse i gjødsla (Allen, 1996).

Fylleverdi og struktur

Fôrrasjonen til en drøvtygger består ofte av fôr med mye struktur, som for eksempel høy, eller annet grovfôr som ikke er kuttet. Dette vil ha en større fylleeffekt enn grovfôr kuttet på 5-6 cm, eller kraftfôr som har ganske liten partikkelstørrelse sammenliknet med grovfôr.

Finmaling og pelletering av grovfôr kan også øke fôropptaket, selv om fordøyeligheten reduseres (Tabell 5). Dette er fordi det vil passere raskere ut av vomma, og det blir raskere plass til å ta opp nytt fôr (McDonald et al., 2011). Vann har også en fylleverdi, og er det mye vann i grovfôret kan det redusere fôropptaket (Dulphy & Demarquilly, 1994).

Tabell 5: Fôropptak og fordøyelighet ved ulik partikkelstørrelse på grovfôr hos storfe og sau (McDonald et al., 2011).

Undersøkelse	Dyreslag	Grovfôr ¹		Prosentvis differanse
		Lang	Pelletert	
Fôropptak (g/kg W ^{0,75} per dag)	Sau	56,8	82,4	+45
	Storfe	81,8	90,7	+11
Fordøyelighet	Sau	0,672	0,586	-13
	Storfe	0,699	0,569	-19

¹*De ulike fôrtypene var tørket gress, låvetørket høy og en blanding av 60% høy og 40% bygg. Hvert fôrslag var oppmalt og pelletert eller ubehandlet (lang).*

2.3.2 Vann og kraftfôrnivå

Tildeling av kraftfôr kan påvirke grovfôropptaket. Effekten avhenger av kvaliteten og fordøyeligheten av grovfôret, og er størst ved bruk av grovfôr med litt lavere kvalitet. Da vil tildeling av kraftfôr kunne øke det totale fôropptaket. Ved bruk av grovfôr med god kvalitet og høy fordøyelighet, kan økt kraftfôrmengde heller føre til en substitusjon (utbytting) av grovfôret (McDonald et al., 2011). Tilgang på vann kan også ha betydning for fôropptaket hos drøvtyggere, og er det lite vann tilgjengelig kan fôropptaket reduseres (Kaliber et al., 2016;

Silanikove, 1992). Dette kan være fordi tørrstoffopptak og vannopptak har et lineært forhold (Silanikove, 1992).

2.3.3 Rase og andre faktorer ved dyra

Fôropptaket ser ut til å følge metabolsk kroppsvekt, men overvektige dyr øker ikke fôropptaket sitt når vekten øker. Dette kan være på grunn av at vomma får mindre plass ved mye fettdepoter i bukhulen, eller det blir regulert av utskillelse av leptin (McDonald et al., 2011). Metabolsk kroppsvekt ($\text{kg}^{0,75}$) blir mye brukt i beregninger fordi energiomsetningen i kroppen følger lineært kroppsvekten (Sjaastad et al., 2016). Kroppsvekt varierer mye mellom dyr, og bruk av $\text{kg}^{0,75}$ gir derfor et bedre sammenlikningsgrunnlag.

Drektighet og melkeproduksjon spiller også en rolle for fôropptaket. I siste del av drektigheten tar fosteret mye plass, og det blir mindre plass til vomma og dermed mindre plass til fôr. Energibehovet til melkeproduksjon er høyt, og krever et høyere fôropptak (Van Soest, 1994). Fôropptaket kan også bli påvirket av vommiljøet. Rask nedbrytning av næringsstoffer til VFA, kan redusere pH i vom og dermed redusere opptaket (Ellis et al., 2012).

Rase og kroppsstørrelse på dyra kan ha betydning for fôropptaket. Store dyr trenger mindre energi per kg kroppsvekt til å dekke vedlikeholdsbehovet, enn små dyr (Sjaastad et al., 2016). Størrelsen på fordøyelsessystemet følger også kroppsstørrelse, og vil derfor være en begrensende faktor på opptak og utnyttelse av grovfôr (Van Soest, 1994). Det kan da forventes av små dyr har dårligere kapasitet til å fordøye grovfôr med lavere kvalitet, da oppholdstiden i fordøyelsessystemet er begrenset. Små dyr drøvtygger mer per gram fôr, og må trolig redusere partikkelstørrelsen til en mindre størrelse for at det skal passere videre i fordøyelseskanalen. For disse dyrene kan tid til drøvtygging konkurrere med tid til å spise (Van Soest, 1994). Det kan tenkes at faktorer ved kroppsstørrelse som begrenser fôropptak har en større betydning for GNS, som er mindre i kroppsstørrelse enn NKS.

2.3.4 Miljø- og driftsforhold

Temperaturer over den termonøytrale sonen, kan føre til varmestress og redusere fôropptaket (Van Soest, 1994). Dette er mest sannsynlig ikke et problem under nordiske forhold. Blir dyra utsatt for temperaturer under den termonøytrale sonen, øker fôropptaket, da dyret trenger mer energi for å opprettholde kroppstemperaturen. Infeksjoner med innvollssnyltere er en ganske vanlig problemstilling i saueholdet, og kan føre til at fôropptaket reduseres (Fox, 1997).

Det er også vist at en reduksjon i antall eteplasser per søye kan redusere fôropptaket, men effekten var større for høy enn surfôr (Bøe & Andersen, 2010).

Fôringsregime kan også ha en effekt på fôropptak. Ved appetittfôring er fôropptaket ofte større enn ved restriktiv fôring (Galvani et al., 2010).

2.4 Døgnvariasjon i fôropptak

Drøvtyggere spiser og tygger drøv mer enn halvparten av døgnet (Nørgaard, 2003).

På beite kan sauen bruke opp til 7-11 timer per dag på beiting. Sauen beiter mest på morgenen og om kvelden før solnedgang, men dette kan variere, og periodene med beiting er som regel etterfulgt av perioder med hvile og drøvtygging (Nedkvitne et al., 1995).

Det kan være store variasjoner mellom individer, men også mellom ulike dager hos samme individ, i hvor ofte dyra besøker fôrbrettet (Emmans & Kyriazakis, 2001).

Domingue et al. (1991) undersøkte tid brukt på drøvtygging og spising hos sau på appetittfôring, og kom frem til at sauen bruker mest tid på å spise om dagen, og å tygge drøv om natten. Tidsbruken var ganske jevnt fordelt utover døgnet, men det ble observert en økning i spising når sauene fikk tildelt nytt fôr.

Galvani et al. (2010) fant ut at lam som fikk appetittfôring hadde over 10 måltider per dag. Når dette ble redusert til 70 og 55% av appetittfôring, og fôring morgen og kveld, ble det observert at lammene kun hadde to måltider. I begge tilfellene ble det observert en økning i spiseaktivitet umiddelbart etter de fikk tildelt nytt fôr. Lammene som fikk henholdsvis 70 og 55% av appetittfôring, spiste raskere opp fôret sitt enn lammene som hadde fri tilgang.

2.5 Ulike systemer som beregner fôropptak

Som nevnt blir fôropptaket påvirket av mange ulike faktorer. Det å ha et system som kan beregne forventet fôropptak er viktig for å kunne planlegge en god fôring av dyra, og oppnå en god produksjon. Det finnes mange ulike modeller som brukes til å beregne fôropptaket for sau, og det er kun noen få av de mest kjente som vil bli lett beskrevet her. De fleste systemene baserer seg på fôropptak i innefôringsperioden og ikke på beite, og de har til felles at opptaket beregnes ut fra opplysninger om dyret og fôrmidlene i rasjonen. The Agricultural and Food Research Council (AFRC) beregner fôropptaket for drektige søyer, lakterende søyer og lam (Pulina et al., 2013). Informasjon om kroppsvekt, fordøyelighet, andel ammoniakk nitrogen fra fôret og kraftfôrnivå er med i beregningen. For lakterende søyer blir det ikke tatt hensyn til melkeproduksjon som en egen variabel, eller variasjon i melkeproduksjon, da det ligger inne

en standard for ei søye med to lam. For enkeltinger eller flere enn to lam blir det brukt korreksjonsfaktorer. For lam blir det tatt hensyn til kroppsvekt og forholdet mellom omsettelig energi og bruttoenergi, men ikke tilvekst. The Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), beregner fôropptak basert på opptakskapasiteten til sauen (Pulina et al., 2013). Fôropptaket blir beregnet som fylleenheter for sau, basert på en referanseverdi for et gitt grovfôr og dyr. Opptaket for grovfôr med ulik kvalitet, blir beregnet som inntakskapasitet/fylleverdien til fôret som blir brukt. Fylleverdien til grovfôret er relatert til referansegrovfôret (lik 1), for eksempel har et grovfôr med lav kvalitet en fylleverdi større enn 1. Kraftfôret i rasjonen får ikke en egen fylleverdi, men det blir beregnet en substitusjonsfaktor. Metabolsk kroppsvekt påvirker estimeringen av fôropptak ved at økning i hold reduserer inntakskapasiteten. The National Research Council (NRC) baserer seg på metoden til Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO). NRC beregner et generelt fôropptak basert på kroppsvekt og grovfôr kvalitet (Pulina et al., 2013). I Norge brukes prinsippene fra INRA modellen i beregning av fôropptak.

3.0 Materiale og metode

3.1 Forsøksopplegg

Forsøket ble utført ved senter for husdyrforsøk ved NMBU. Forsøket ble gjennomført som et 2 * 2 faktorielt forsøk, med to ulike saueraser og to ulike surfôrkvaliteter (Tabell 6).

Tabell 6: Oversikt over forsøksopplegget.

Gruppe	Fôrtype	Rase
1	Tidlig ¹	NKS
2	Normal ²	NKS
3	Tidlig	GNS
4	Normal	GNS

¹Tidlig høstet surfôr, ²normalt høstet surfôr.

Forsøket var delt i to perioder, og sauene skiftet fôr ved overgang til ny periode. Halvparten av søyene startet på tidlig høstet og den andre halvdel startet på seint høstet surfôr. Forsøket gikk over årsskiftet 2020/2021, og i hver forsøksperiode var det først en uke tilvenning, og deretter to uker med målinger. Mellom periodene var det en friuke (uke 52), på grunn av helligdager i jula. I hver forsøksperiode ble det registrert fôropptak, vekter, metanmåling (ved å bruke Portable Accumulation Chambers (PAC)) og tatt fôrprøver (Tabell 7). I den siste uken i hver periode ble det også tatt ut vomvæskeprøver (resultat fra disse blir ikke vist i oppgaven).

Tabell 7: Oversikt over tidspunkt for ulike registreringer og prøvetakinger.

Registrering/ prøvetaking	Mandag	Tirsdag	Onsdag	Torsdag	Fredag
Uke 49 og uke 53 (tilvenningsperiode)					
Fôrprøve	x			x	
Fôropptak	x	x	x	x	x
Veiging av dyr			x (ca. kl 12:30)	x (ca. kl 12:30)	
PAC-måling ¹					
Uke 50 og uke 1					
Fôrprøve	x			x	
Fôropptaksregistrering	x	x	x	x	x
Veiging av dyr	x	x	x	x	x
Pac-måling	x	x	x	x	x
Uke 51 og uke 2					
Fôrprøve	x			x	
Fôropptaksregistrering	x	x	x	x	x
Veiging av dyr	x	x	x	x	x
Pac-måling	x	x	x	x	x
Vomprøver 23 dyr				x	x

¹Metanmåling

3.2 Beskrivelse av fôrmidler og fôring

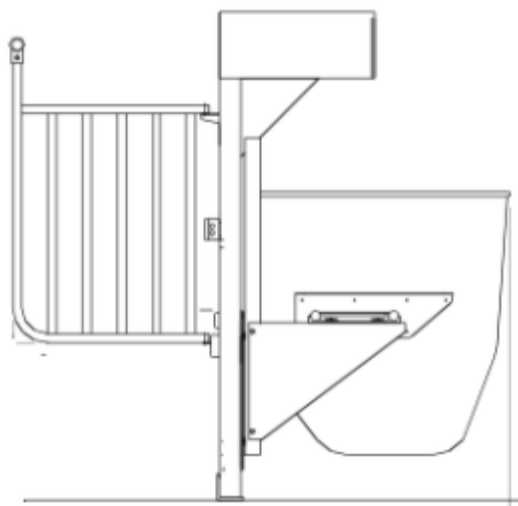
Surfôret ble produsert sommeren 2020 av 1. slått ved to utviklingstrinn, fra samme eng. Tidlig høstetid 27.05.2020, og normal høstetid 12.06.2020. Det ble produsert 15 rundballer av hver surfôr kvalitet, og det ble brukt et maursyrebasert ensileringsmiddel, GrasAAT Lacto. Det ble tatt fôrprøve av én rundball av hver kvalitet før forsøksstart. Søyene ble fôret etter appetitt med ca. 10% rester av tildelt mengde. Fôret ble tildelt to ganger om dagen, kl. 07.00 på morgenen og etter kl. 17.00 på ettermiddagen. Søyene ble stengt av fra fôrbrettet ca. én time før PAC-måling. Det ble også gitt 20 gram mineraltilskudd per dyr per dag. Før utfôring ble hver surfôr kvalitet blandet i en Siloking Kverneland Duo 1840 TMR blandevoign for å redusere partikkellengden til 3-5 cm. Det ble tilført nytt fôr fra blandevoigna hver tredje til fjerde dag, og det ble samtidig tatt fôrprøve av hver surfôr kvalitet (se Tabell 9 kap. 4.1).

Kjemisk analyse av surfôr

Fôrprøvene av de to rundballene ble analysert hos Eurofins ved bruk av NIR metoden. For fôrprøvene som ble tatt kontinuerlig gjennom forsøket, ble gjæringskvaliteten analysert hos Eurofins (våtkjemisk analyse), og NDF og protein ble analysert hos LabTek.

3.3 Registrering av fôrøptak

Fôrøptaket ble automatisk registrert ved bruk av et system fra BioControl (BioControl, u.å.). De individuelle bingene er utstyrt med egne fôrkar som er plassert på veieceller (Figur 7). Dette gjør at vekten på fôret ble registrert etter hver gang søya var inne og spiste. Det ble dermed mulig å måle døgnvariasjonen i fôrøptak for hver søye.



Figur 7: Prinsippskisse for fôrkar med vektregistrering (BioControl, u.å.).

3.4 Beskrivelse av forsøksdyra

I forsøket ble det brukt totalt 40 søyer, hvorav 20 stk. NKS og 20 stk. GNS. Søylene ble oppstallet i individuelle binger i forsøksavdelingen. Kriterier for valg av dyr var for GNS flest mulig søyer født før 2019, og for NKS flest mulig søyer av lik størrelse, født før 2019. Søylene ble delt inn i 4 grupper, med ti søyer i hver gruppe. Gjennomsnittlig vekt ved forsøksstart var 88 kg for NKS og 60 kg for GNS. Vekta varierte fra 79 til 97 kg for NKS, og fra 45 til 79 kg for GNS. Søylene var para og var i tidlig drektighet i forsøksperioden.

3.5 Registrering av dyrevekter

Søyene ble veid onsdag og torsdag i tilvenningsperioden (ca. kl. 12.30), for å finne startvekten. I løpet av de to ukene med målinger ble dyra veid mandag til fredag (totalt 10 dager), ca. en time etter at de hadde blitt stengt av fra fôrbrettet, før PAC-måling. Dette betyr at noen dyr ble veid to ganger om dagen, da to grupper var inne til PAC-måling to ganger om dagen (Tabell 8). Søyene ble veid med vekt fra BioControl, og det ble totalt 15 vektregistreringer per dyr.

Tabell 8: Oversikt over hvilke grupper som var inne til PAC-måling hver dag i perioden. Dyra ble veid før hver måling.

Måling nr.	Tid1 (start kl. 09)	Tid2	Tid3	Tid4	Tid5	Tid6
Dag 1	1	2	3	4	1	2
Dag 2	2	3	4	1	2	3
Dag 3	3	4	1	2	3	4
Dag 4	4	1	2	3	4	1
Dag 5	1	2	3	4	1	2
Dag 6	2	3	4	1	2	3
Dag 7	3	4	1	2	3	4
Dag 8	4	1	2	3	4	1
Dag 9	1	2	3	4	1	2
Dag 10	2	3	4	1	3	4

3.6 Beregninger og statistiske analyser

Tilrettelegging av data og deskriptiv statistikk ble gjort i Excel og Analytics Software & Solutions (SAS) versjon 9.4. Siste dagen av forsøket (15.01.21) ble fjernet fra datasettet da det ikke ble gjennomført fôropptaksregistreringer hele dagen.

3.6.1 Beregninger i Excel

Beregning av dyrevekter

For de dyrene som ble veid to ganger om dagen, ble det tatt et gjennomsnitt av de to veiingene. Dette gjennomsnittet ligger til grunn for videre beregninger og statistiske analyser.

Beregning av metabolsk vekt

Metabolsk vekt ble funnet ved hjelp av likning 1.

$$\text{Metabolsk vekt} = \text{Vekt}^{0,75} \quad (1)$$

Beregning av vektendring og standardavvik

Vektendring (%) ble funnet ved hjelp av likning 2.

$$\text{Vektendring} = \frac{\text{Gjennomsnittlig startvekt}}{\text{gjennomsnittlig vektdifferanse}} * 100 \quad (2)$$

Startvekt er vekt ved starten av forsøket, vektdifferanse er vekt ved slutten av forsøksperioden fratrukket startvekt.

3.6.2 Beregninger i SAS

For analyse av fôropptak ble det brukt en generell lineær blandet modell (Modell 1), i SAS prosedyren Proc Mixed. Statistisk signifikante forskjeller er definert som p-verdi <0,05.

$$TS = \text{kg_m} + \text{rase} + \text{kg_m}(\text{rase}) + \text{fôrtype} + \text{rase} * \text{fôrtype} + \text{ID} + \text{dag} + e \quad (1)$$

TS er observert totalt døgnopptak i kg av tørrstoff for en søye i løpet av et døgn, rase er effekt av sauerase (NKS eller GNS), fôrtype er enten tidlig- eller normalt høstet surfôr og rase*fôrtype er effekten av samspillet mellom rase og fôrtype. Kg_m er metabolsk søyevekt, tilpasset som en regresjonsvariabel, både som hovedeffekt og innen rase (kg_m(rase)). ID er individuell søye (1, 2,...,40), og ble sammen med dag (1, 2,...,19) definert som tilfeldige kategoriske effekter. *e* er residualvariansen som er den delen av variasjonen som ikke blir forklart av modellen.

Modell 1 ble videre tilpasset ved å bytte om rekkefølge på kg_m og rase, slik at begge ble prøvd først i modellen. Dette ble gjort for å kunne sammenlikne type 1 F-tester og se om rekkefølge hadde betydning.

I tillegg ble det kjørt to enklere modeller, en med vekt, fôrtype og vekt innen fôrtype (kg_m(fôrtype)), og en med rase og samspill mellom rase og fôrtype (henholdsvis Modell 2 og 3). ID, dag og *e* som forklart over.

$$TS = kg_m + f\hat{o}rtype + kg_m(f\hat{o}rtype) + ID + dag + e \quad (2)$$

$$TS = rase + f\hat{o}rtype + rase*f\hat{o}rtype + ID + dag + e \quad (3)$$

Korrigerte gjennomsnitt (her least square means (lsmeans)) ble beregnet for klassevariablene i modellene, og det ble gjort parvise t-tester mellom nivå av variablene der dette var relevant.

Lsmeans skal gi gjennomsnitt for nivå på klassevariabler hvis de andre effektene i modellen er satt til gjennomsnittlige verdier.

4.0 Resultater

4.1 Kjemisk sammensetning av surfôr

Kjemisk sammensetning av begge surfôrkvalliteter er vist i Tabell 9.

Tabell 9: Kjemisk sammensetning av begge surfôrkvalliteter (g/kg TS hvor ikke annet er oppgitt).

	Tidlig ¹	Normal ²
TS g/kg	31,9	32,4
Organisk stoff	933	935
Råprotein	179	123
aNDF ³	405	590
WSC ⁴	120	43
NH ₃ -N g/kg av total N ⁵	84,5	88,5
pH	4,80	4,55
Melkesyre	18,0	18,0
Eddiksyre	5,5	3,0
Propionsyre	0,3	0,3
Smørsyre	0,3	0,3
Maursyre	6,0	9,0
Etanol	8,5	6,2
OMD, % ^{6,7}	81,5	74,1
FEm/kg TS ⁷	1,0	0,88

¹Tidlig høstet surfôr, ²normalt høstet surfôr, ³askekorrigert NDF, ⁴vannløselige karbohydrater, ⁵andel ammoniakk-nitrogen av totalt nitrogen, ⁶fordøyelig organisk stoff, ⁷analysert i én ball per surfôrkvallitet ved Eurofins (NIR analyse).

4.2 Fôropptak

De tilfeldige effektene i modellene ble estimert som følger: I Modell 1 ble varianskomponent for søye (ID) 26053±7194, for dag til 8010±2966 og residualvarians til 24776±1338. For Modell 2 ble ID 20320±4945, dag til 10536±3737 og residualvarians til 24419±1305. Til slutt i Modell 3 ble ID estimert til 45081±10644, dag til 4428±1698 og residualvarians til 26620±1423.

Det ble kjørt type 1 F-tester for Modell 1, og i denne testen blir den variabelen som står først i modellen tilpasset først. Når rase står først, er rase signifikant og forklarer mye av variasjonen i fôropptak, men vekt forklarer litt. Når kg_m står først, blir ikke rase lengre signifikant. Dette tyder på at vekt er viktigere enn rase, og at den viktigste raseeffekten på fôropptak er at rasene har ulik størrelse. For resten av analysene ble det brukt standard type 3 F-tester for å teste om effektene i modellene påvirket fôropptaket. Alle modeller, med resultater er vist i Tabell 10. Kort oppsummert var det signifikant effekt av alle modell-leddene på fôropptak, i alle modellene.

Tabell 10: Resultat fra type 3 F-test for alle modeller for fôropptak.

Parameter	F-verdi	P-verdi
Modell 1		
Kg_m ¹	65,7	<0,0001
Rase ²	12,7	0,0004
Kg_m(rase) ³	10,4	0,0015
Fôrtype ⁴	665	<0,0001
Rase*fôrtype ⁵	190	<0,0001
Modell 2⁶		
Kg_m	407	<0,0001
Fôrtype	104	<0,0001
Kg_m(fôrtype) ⁷	218	<0,0001
Modell 3⁸		
Rase	152	<0,0001
Fôrtype	604	<0,0001
Rase*fôrtype	225	<0,0001

¹Metabolsk søyvekt, ²NKS og GNS, ³metabolsk søyvekt innen rase, ⁴tidlig -og normalt høstetidspunkt, ⁵samspill mellom rase og fôrtype, ⁶rase er ikke med i modellen, ⁷metabolsk søyvekt innen fôrtype, ⁸metabolsk søyvekt er ikke med i modellen.

Tabell 11 viser least square means (lsmeans) for modell 1-3. Når rase er med i modellen kommer det frem at NKS har et høyere fôropptak enn GNS. For alle modellene er det et høyere opptak av tidlig høstet surfôr. Parvise t-tester viser at det er signifikant forskjell mellom NKS og GNS på tidlig høstet surfôr i modellene hvor rase er med. Det er signifikant

forskjell mellom NKS og GNS på normalt høstet surfôr i Modell 3, men ikke i Modell 1. Både NKS og GNS har et signifikant høyere fôropptak på tidlig høstet enn normalt høstet surfôr for Modell 1 og 3.

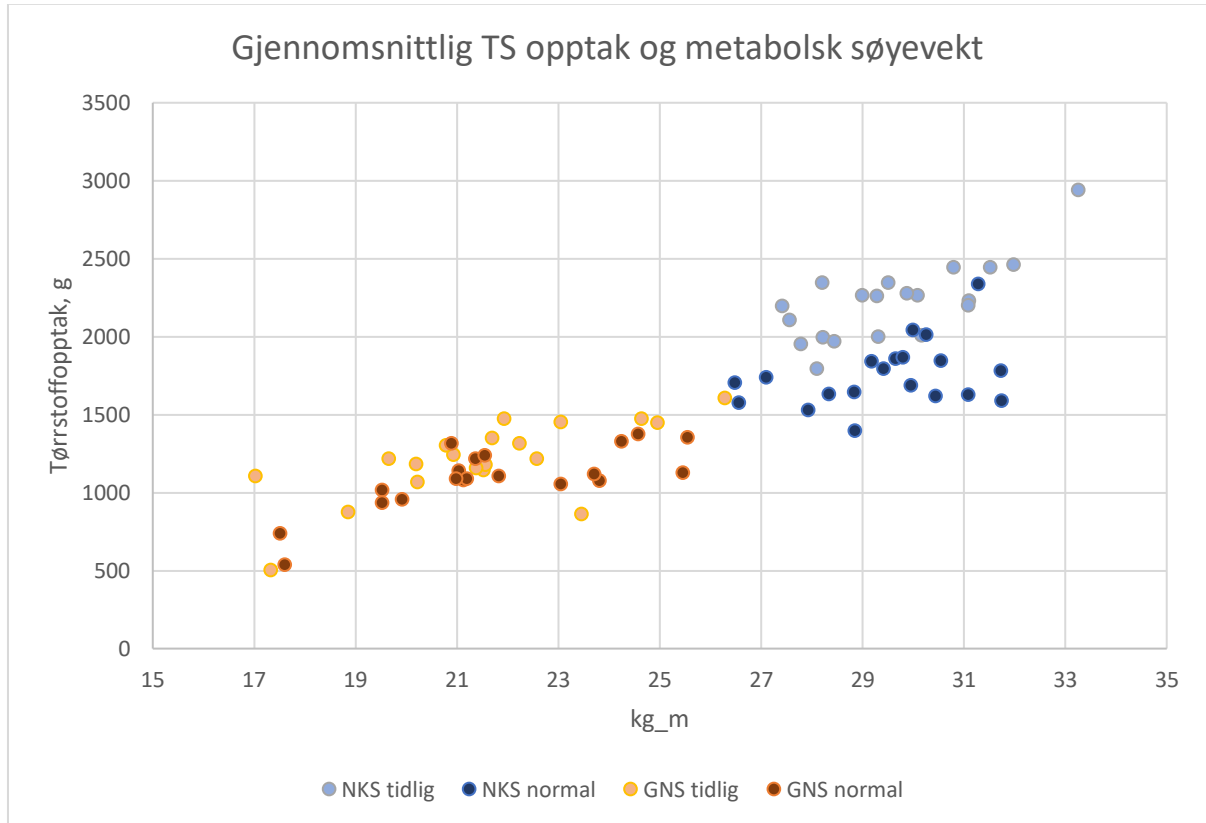
Tabell 11: Lsmeans for modell 1-3, med estimert fôropptak i gram med standardfeil (SE) for fôropptak. Ulik bokstav for estimert fôropptak mellom nivåer av effektene betyr at de er signifikant forskjellig fra hverandre ($p < 0,05$).

Effekt	Fôrtype	Rase	Fôropptak (g)	SE
Modell 1				
Rase		NKS	1756	66,57
Rase		GNS	1593	68,94
Fôrtype	Tidlig ¹		1824	47,39
Fôrtype	Normal ²		1526	46,27
Rase*fôrtype ³	Tidlig	NKS	1985a	68,00
Rase*fôrtype	Normal	NKS	1527bc	66,18
Rase*fôrtype	Tidlig	GNS	1662b	70,10
Rase*fôrtype	Normal	GNS	1525c	68,25
Modell 2⁴				
Fôrtype	Tidlig		1716	33,56
Fôrtype	Normal		1424	33,56
Modell 3⁵				
Rase		NKS	1990	50,56
Rase		GNS	1150	50,56
Fôrtype	Tidlig		1715	37,81
Fôrtype	Normal		1424	37,81
Rase*fôrtype	Tidlig	NKS	2224a	51,25
Rase*fôrtype	Normal	NKS	1756b	51,25
Rase*fôrtype	Tidlig	GNS	1206c	51,25
Rase*fôrtype	Normal	GNS	1093d	51,25

¹Tidlig høstet surfôr, ²normalt høstet surfôr, ³samspill mellom rase og fôrtype, ⁴rase er ikke med i modellen, ⁵metabolsk søyvekt er ikke med i modellen.

4.2.1 Effekt av vekt

Figur 8 viser sammenhengen mellom tørrstoffopptak i løpet av et døgn, og metabolsk søyevekt. Som det kommer frem av figuren, har de tyngste søyene høyest tørrstoffopptak.



Figur 8: Gjennomsnittlig tørrstoffopptak (g) i løpet av et døgn, og gjennomsnittlig metabolsk søyevekt (kg_m) for NKS og GNS, for begge surfôrkaliteter.

Løsningene for de faste effektene for Modell 1 viste at når metabolsk søyevekt øker med 1 kg, så øker fôropptaket med $59,2 \pm 16,4$ gram i døgnet for NKS, og $112 \pm 13,8$ for GNS. For Modell 2, hvor rase ikke er med i modellen, var økningen i fôropptak på $121 \pm 5,11$ gram i døgnet.

4.2.2 Spisehendelser

Spisehendelsene ble registrert hver gang veicellen i fôrkrybba var i bevegelse. Tabell 12 viser en oversikt over hvor mange ganger hver rase har spist i gjennomsnitt i døgnet, gjennomsnittlig tørrstoffopptak per gang, uavhengig og avhengig av surfôrkalitet. GNS har i gjennomsnitt spist flere ganger i døgnet enn NKS, og har i tillegg et lavere tørrstoffopptak per gang de har spist. Både NKS og GNS har en hyppigere spisefrekvens på tidlig høstet surfôr, sammenliknet med normalt høstet surfôr. NKS har spist omtrent dobbelt så mange ganger på

tidlig høstet enn normalt høstet. GNS spiser flere ganger på normalt høstet enn NKS. Mengden spist per gang (gram tørrstoff) er størst for normalt høstet surfôr, da spesielt for NKS. For GNS så er ikke forskjellen i gram spist hver gang så veldig stor mellom tidlig -og normalt høstet surfôr.

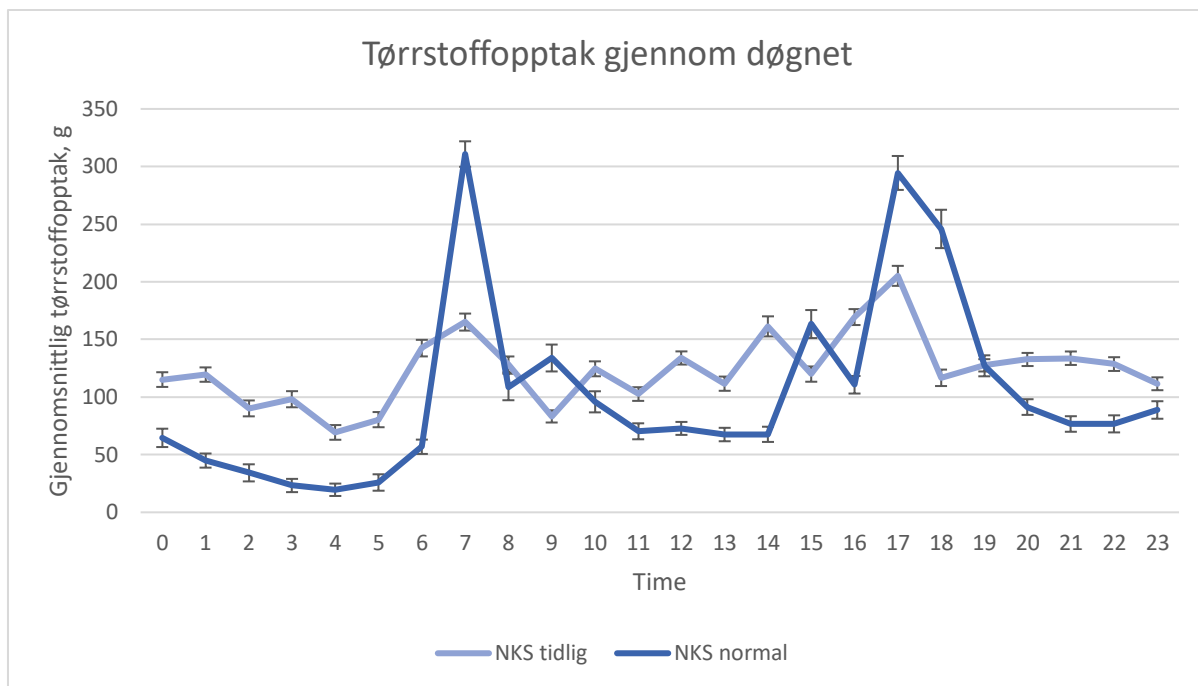
Tabell 12: Gjennomsnittlig antall ganger spist per døgn, og mengde spist per gang (g TS), uavhengig av surfôr kvalitet og for begge surfôr kvalitetene, hos NKS og GNS, med standardfeil (SE).

Rase	Fôrtype	Antall ganger spist (SE)	Spist per gang, g TS (SE)
NKS		34,5 (0,78)	66,3 (1,05)
GNS		39,7 (0,80)	32,5 (0,59)
NKS	Tidlig ¹	42,4 (1,28)	62,6 (1,59)
NKS	Normal ²	26,7 (0,54)	70,1 (1,34)
GNS	Tidlig	43,8 (1,30)	31,5 (0,85)
GNS	Normal	35,6 (0,83)	33,4 (0,80)

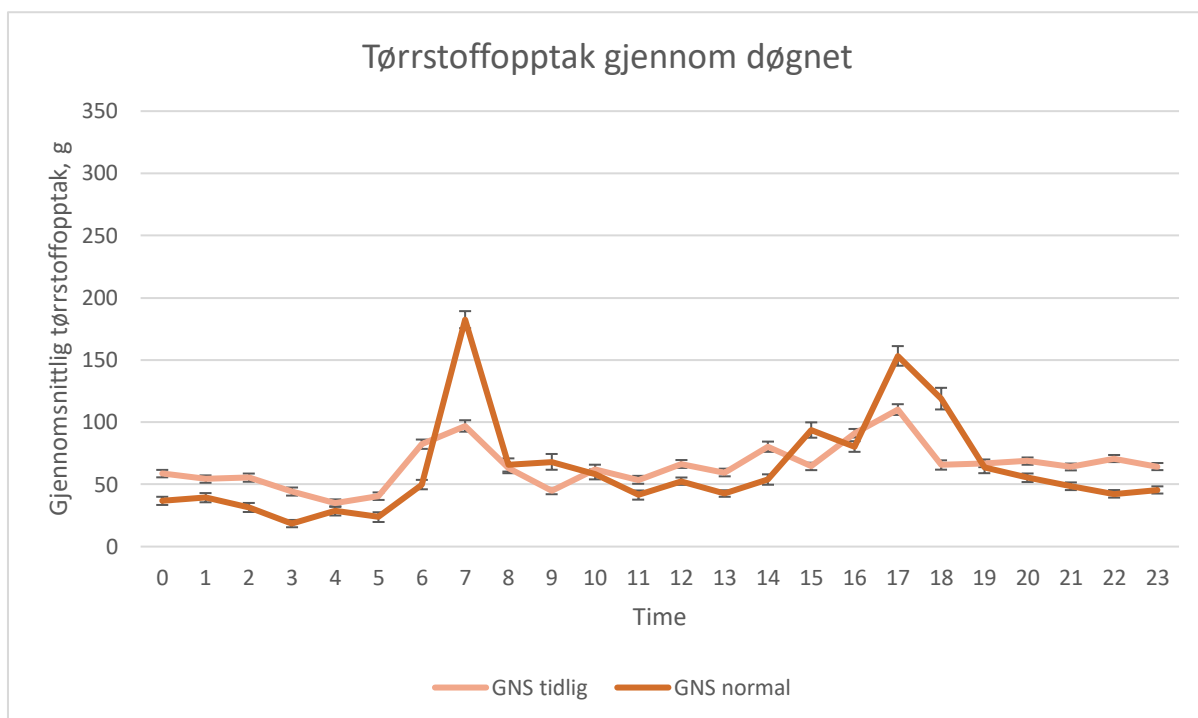
¹Tidlig høstet surfôr, ²normalt høstet surfôr.

4.2.3 Fordeling gjennom døgnet

Figur 9a og b viser gjennomsnittlig tørrstoffopptak gjennom døgnet fra time 0-23 (hvor time 0 er første time etter midnatt og time 23 er siste time før midnatt). Det er klar forskjell mellom surfôr kvalitetene hos både NKS og GNS. For normalt høstet surfôr er det to tydelige topper i fôropptak morgen og ettermiddag. For tidlig høstet surfôr, er fôropptaket jevnere fordelt utover dagen og natten. Spisemønsteret gjennom døgnet er ganske likt for de to rasene.



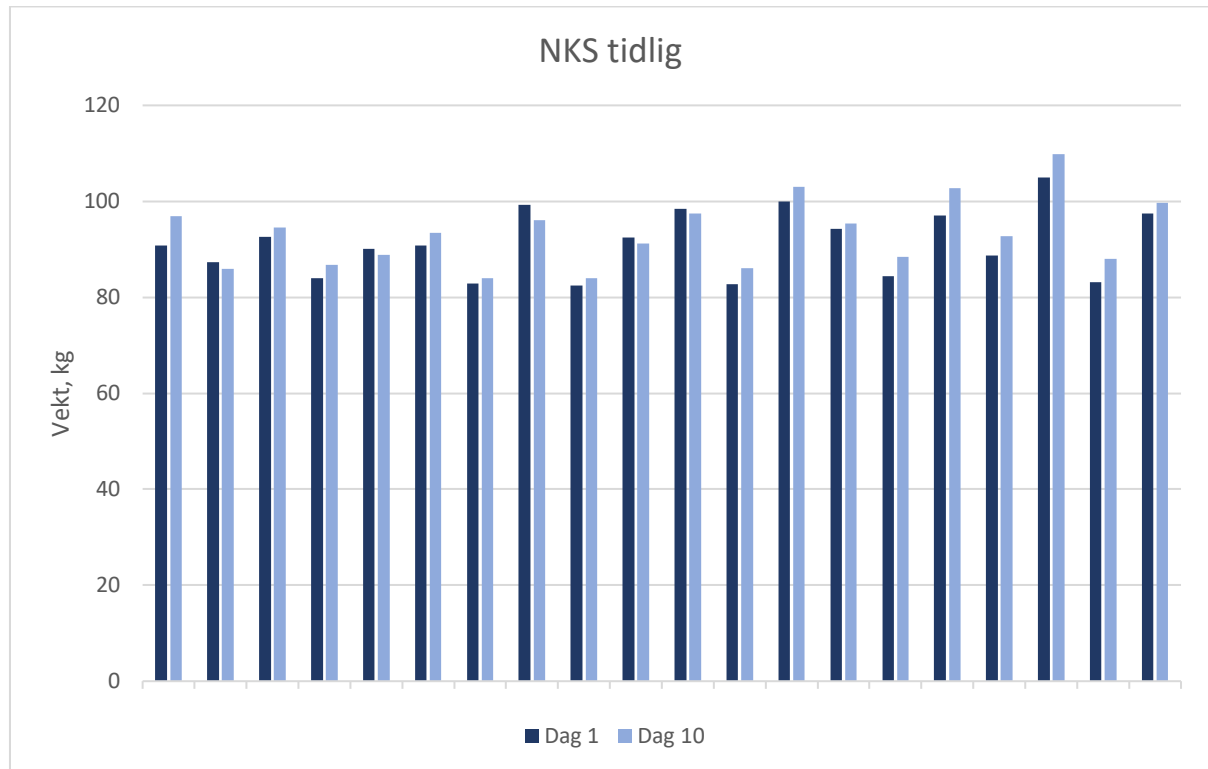
Figur 9a: Gjennomsnittlig tørrstoffopptak gjennom døgnet for begge surfôrkvaliteter hos NKS, med standardfeil. Tildeling av nytt fôr ca. klokken 07.00 og 17.00.



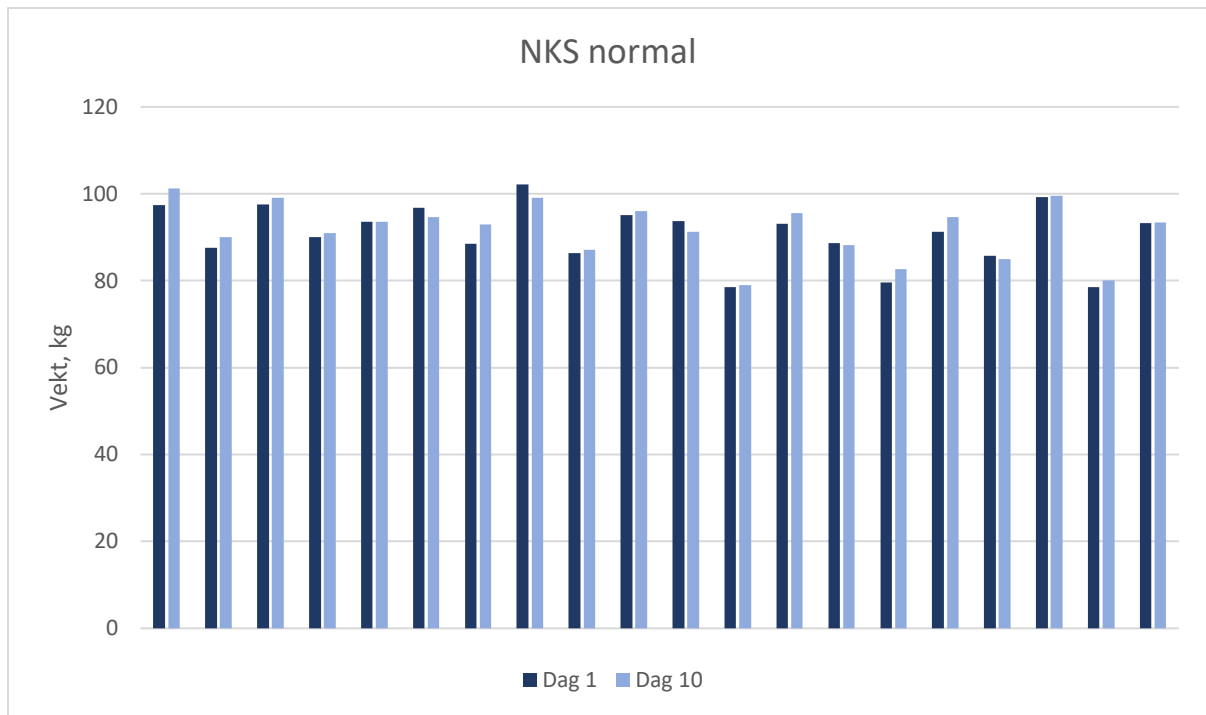
Figur 9b: Gjennomsnittlig tørrstoffopptak gjennom døgnet for begge surfôrkvaliteter hos GNS, med standardfeil. Tildeling av nytt fôr ca. klokken 07.00 og 17.00.

4.3 Dyrevekter

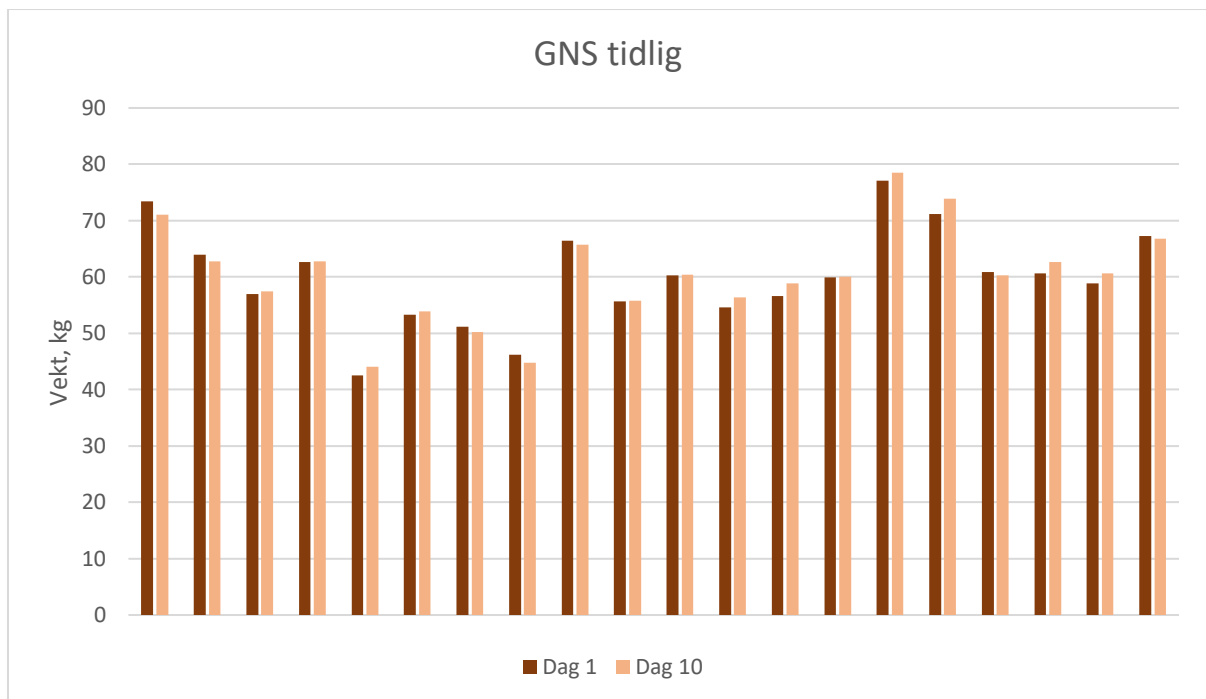
Figur 10a og b viser vektendringen i kg fra dag 1 til dag 10 i forsøket for alle søyer av NKS, for begge surfôrkvaliteter. Figur 11a g b viser det samme for GNS-søyene.



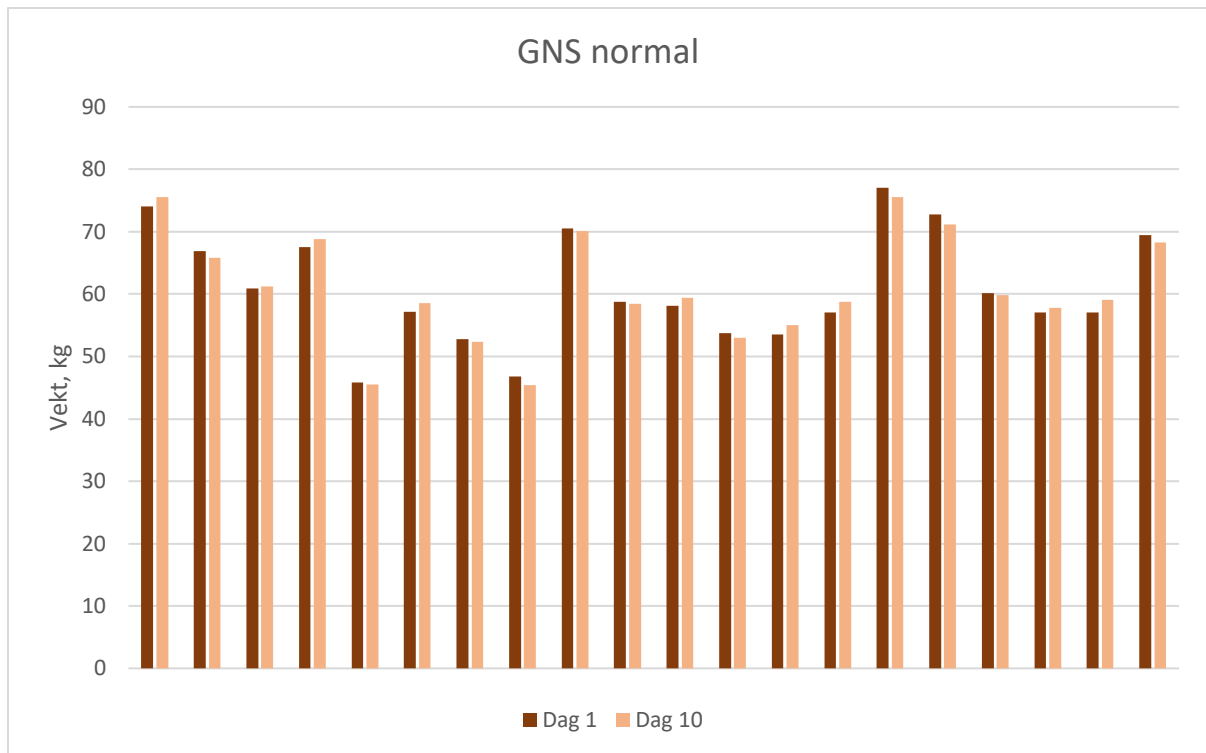
Figur 10a: Oversikt over dyrevekt på dag 1 og dag 10 for NKS og tidlig høstet surfôr.



Figur 10b: Oversikt over dyrevekt på dag 1 og dag 10 for NKS og normalt høstet surfôr.



Figur 11a: Oversikt over dyrevekt på dag 1 og dag 10 for GNS og tidlig høstet surfôr.



Figur 11b: Oversikt over dyrevekt på dag 1 og dag 10 for GNS og normalt høstet surfôr.

I Tabell 13 vises gjennomsnittlig vektendring i prosent for GNS og NKS, for begge surfôr kvalitetene. GNS hadde gjennomsnittlig en liten reduksjon i vekt for begge surfôr kvalitetene, mens det var motsatt hos NKS. Hos NKS var økningen størst for tidlig høstet surfôr.

Tabell 13: Gjennomsnittlig vektendring (%) \pm standardavvik (SD) hos GNS og NKS, for begge surfôr kvalitetene.

	NKS		GNS	
	Tidlig ¹	Normal ²	Tidlig	Normal
Vektendring	2,72 \pm 3,09	2,44 \pm 2,94	-0,65 \pm 2,70	-0,07 \pm 2,80

¹Tidlig høstet surfôr, ²normalt høstet surfôr.

5.0 Diskusjon

Det er gjort lite forskning på raseforskjeller i fôropptak for norsk sau, dette gjelder også for NKS og GNS. Derfor er det vanskelig å sammenlikne resultatene i dette forsøket med resultat fra andre forsøk, og sammenlikninger blir derfor ofte gjort basert på et mer teoretisk grunnlag av kunnskap om drøvtyggerernæring og -økologi. Sammenlikning av resultat fra ulike modeller og type 1 testene viste at rase og vekt forklarer mye av den samme variasjonen, men at vekt forklarer mest. Det vil si at den viktigste effekten på forskjeller i fôropptak er at rasene har ulik størrelse/vekt. I den følgende diskusjonen blir det lagt mest vekt på resultatet fra Modell 1, der ikke annet er nevnt, da denne modellen har med alle variablene, og var den som forklarte mest ut ifra AIC-verdi (ikke publiserte resultat).

5.1 Fôrkvalitet og fôropptak

Det var signifikant effekt av fôrtype på fôropptak for alle modeller (Tabell 10).

Gjæringskvaliteten til begge surfôrkvalitetene tilsier at dyra ikke skulle foretrekke det ene surfôret fremfor det andre, da gjæringskvaliteten er ganske lik. Begge surfôrkvalitetene har en god kvalitet og er restriktivt gjæret, da det er et lavt innhold av syrer. pH er også tilstrekkelig som følge av tørrstoffinnholdet for å sikre en god gjæringskvalitet. Innholdet av ammoniakknitrogen er også innenfor kravet til god surfôrgjæring (Eurofins, 2020), så heller ikke dette bør ha en negativ effekt på fôropptaket.

Det ble beregnet et høyere fôropptak av tidlig høstet surfôr i alle modellene, og det var signifikant forskjell i fôropptak mellom tidlig og normalt høstet surfôr for både NKS og GNS (Tabell 11). Ut ifra høstetidspunkt og utviklingstrinn på graset ble det forventet et høyere fôropptak av tidlig enn normalt høstet surfôr. Botanisk sammensetning og fenologisk utvikling av graset er det viktigste som har betydning for forskjeller i fordøyelighet. I dette tilfellet hadde tidlig og normalt høstet surfôr omtrent samme botaniske sammensetning, så det er nok ikke av betydning i dette tilfellet. Nedbrytnings- og passasjehastighet for gras og belgvekster reduseres ved økt utviklingstrinn (Huhtanen et al., 2006), og innholdet av celleveggstoffer øker. Dette vil som regel føre til et lavere fôropptak (Van Soest, 1994). Et senere høstetidspunkt utover sommeren gjør mest sannsynlig graset utsatt for varmere temperaturer, som også fører til en raskere lignifisering og utvikling på graset. Utsatt høstetidspunkt på første slått er vist å øke NDF innholdet og redusere nedbrytningshastigheten (Huhtanen & Vanhatalo, 1997).

Normalt høstet surfôr hadde i dette tilfellet et ganske høyere NDF innhold enn tidlig høstet, som nok vil stimulere til økt tyggeaktivitet. Tiden brukt til eting og drøvtygging øker lineært i forhold til innholdet av NDF i rasjonen (Mertens, 1997). Jalali et al. (2012) fant ut at tyggeaktiviteten økte når dyra gikk fra tørt høy til en type halm, som har høyere NDF innhold. Et seinere høstetidspunkt vil gi økt behov for tyggeaktivitet under fôropptak, men spesielt under drøvtyggingen (Byskov et al., 2014). Det kan derfor tenkes at dyra bruker mer tid på drøvtygging i stedet for å spise, på normalt sammenliknet med tidlig høstet surfôr.

Nedbrytnings hastigheten vil trolig også være lavere, på grunn av redusert fordøyelighet sammenliknet med tidlig høstet surfôr (Tabell 9). Det kan også være at et lavere opptak på normalt høstet surfôr skyldes økt fylleverdi i vomma av surfôret, som vil redusere fôropptaket (Allen, 1996). Begge surfôr kvalitetene i forsøket var kuttet, og det kan hende forskjellen i fôropptak mellom kvalitetene hadde vært større om ikke partikkelstørrelsen ble redusert. Ved kutting av surfôret er mye av jobben med å redusere partikkelstørrelsen allerede gjort, og passasjehastigheten ut av vomma kan skje raskere (Weisbjerg et al., 2003). Dermed blir det raskere plass til nytt fôr. Resultatene ville vært mer relevante for beiting av ulike graskvaliteter dersom fôret ikke hadde blitt kuttet.

5.2 Effekt av rase og vekt på fôropptak

Det var signifikant effekt av metabolsk søyvekt, og rase, på fôropptak. Parvise t-tester viste som nevnt en signifikant forskjell mellom NKS og GNS på tidlig høstet surfôr. I resultatet kom det også frem at det er de tyngste dyra som hadde høyest gjennomsnittlig fôropptak i løpet av et døgn (Figur 8). Metabolsk søyvekt forklarte i tillegg mest av variasjonen i fôropptak (kap. 4.2). Størrelsen på fordøyelsessystemet følger kroppsstørrelsen (Van Soest, 1994), og økt kroppsvekt er forbundet med et høyere fôropptak (Illius & Gordon, 1991). Energibehovet til vedlikehold er også totalt sett høyere for større dyr (Noziere et al., 2018), selv om andel av totalenergien som går vedlikehold er mindre hos større dyr. Det er derfor naturlig at NKS har et høyere fôropptak enn GNS, fordi de er større og har et høyere energibehov, men de har også plass til mer fôr i fordøyelsessystemet. Det er vist at vanlig spælsau har en mindre vom relativt til kroppsstørrelse enn dalasau, som er en langhalet rase og ganske sammenliknbar med NKS (Stenheim et al., 2003).

Figur 8 viser også at for NKS er det et tydelig skille mellom opptak av tidlig og normalt høstet surfôr, mens det for GNS er mer overlapping mellom kvalitetene. De tyngste dyra spiser også mest av normalt høstet for begge raser. Det var signifikant forskjell mellom tidlig

og seint høstet innen begge raser (Tabell 11). For GNS var det en mindre forskjell mellom tidlig og normalt høstet (i gjennomsnitt litt over 100 gram i døgnet) enn for NKS (litt over 450 gram). En mulig forklaring på at de tyngste dyra har et høyere fôropptak, også på et fôr med litt lavere kvalitet, er at større dyr kan utnytte en økt kapasitet til å fordøye grovfôr med middels kvalitet. De har bedre plass i vomma, og kan ha en lengre oppholdstid for å utnytte næringsstoffene som finnes i fôret (Van Soest, 1994). Denne fordelingen er størst på et fôr med høyt fiberinnhold som har lang nedbrytningshastighet. I dette tilfellet var det ganske stor forskjell mellom de to surfôr-kvalitetene i NDF innhold, og fordøyeligheten var også ulik mellom kvalitetene (Tabell 9). Det er imidlertid interessant å se at det ikke er signifikant forskjell i fôropptak på normalt høstet surfôr mellom NKS og GNS, når rasene er korrigert til samme metabolske vekt (Tabell 11). Det kan være at NKS har utnyttet muligheten til en lengre oppholdstid i vomma (større vom) for å utnytte næringsstoffene i fôret, og derfor ikke hatt behov for å ta opp mer av normalt høstet. Mens GNS har hatt et nesten like stort fôropptak på tidlig og normalt høstet surfôr. Små dyr har begrenset plass og oppholdstid i fordøyelsessystemet, og grovfôr med middels kvalitet må derfor passere videre uten en fullstendig nedbrytning (Illius & Gordon, 1991).

Hvis GNS regnes som en mer intermediær type i valg av diett, så er det også mulig at de kan ta opp et større volum av et dårligere fôr og opprettholde en rask gjennomstrømming for å utnytte de beste delene i fôret (Van Soest, 1994). Browsere, som er i andre enden av skalaen enn grasetere (Figur 1), er vant til en diett med mer lignin, som for eksempel urter og blader (Hummel et al., 2006). Disse dyra har muligens en kortere oppholdstid i fordøyelsen, da det ikke er noe å tjene på en lang oppholdstid på et fôr med mye lignin. Derimot fant Robbins et al. (1995) ut av at det ikke var forskjell i passasjehastighet av fôret mellom browsere, intermediære og grasetere, på samme type fôr. Gordon og Illius (1994) fant heller ikke noen forskjell i fordøyelsen av fôret mellom browsere og grasetere, ulikhetene skyldtes mer forskjell i kroppsstørrelse og sammensetning av plantematerialet som ble tilbudt.

Rase hadde også en effekt på antall spisehendelser i døgnet, hvor GNS hadde i snitt fem flere spisehendelser enn NKS totalt sett. NKS hadde også ca. dobbelt så høyt fôropptak per gang enn GNS (Tabell 12). Dette kan favorisere tanken om at GNS er en mer intermediær type i valg av diett, som har flere spisehendelser i døgnet enn en typisk graseter (Hofmann, 1989). Det er også vist at mer intermediære typer har et høyere aktivitetsnivå enn typiske grasetere (Mysterud, 1998).

Når det tas hensyn til surfôr-kvalitet, har begge rasene omtrent likt antall spisehendelser for tidlig høstet (Tabell 12). På normalt høstet surfôr har GNS flere spisehendelser enn NKS.

Dette kan være fordi GNS har mindre plass i fordøyelsessystemet, og må kanskje spise oftere. NKS har et høyere fôropptak per gang av normalt høstet sammenliknet med tidlig høstet, og er kanskje påvirket av at normalt høstet surfôr har en større fylleeffekt enn tidlig høstet, på grunn av det høye fiberinnholdet (Dulphy & Demarquilly, 1994).

Det ble også estimert at en økning på 1 kg metabolsk vekt førte til en økning i fôropptak på 112 ($\pm 13,8$) og 59,2 ($\pm 16,4$) gram i døgnet for henholdsvis GNS og NKS.

En mulig forklaring på dette er at GNS har en større overflate enn NKS, og en større metabolsk aktivitet per kg kroppsvekt, fordi de har en mindre kroppsstørrelse (Sjaastad et al., 2016). De trenger derfor mer fôr per kg kroppsvekt og metabolsk vekt, enn NKS. Det kan være grunnet til at fôropptaket øker mer for GNS enn for NKS ved økning i 1 kg^{0,75}.

5.3 Fordeling av fôropptak gjennom døgnet

På beite vil dyra vanligvis ha to hovedperioder om dagen hvor de går og gresser, på morgenen og om ettermiddagen/kvelden (Baumont et al., 2000; Van Soest, 1994). Perioder med gressing blir normalt etterfulgt av perioder med drøvtygging, med noe overlapping mellom de (Van Soest, 1994). Når dyra står inne, er måltidene tilpasset fôringstidspunktene. De tar opp fôr raskest i starten av et nytt måltid, og deretter vil hastigheten avta etter hvert som fôropptaket reguleres. Små drøvtyggere vil som regel ha to hovedmåltid, hvor de tar opp mellom 60 og 80% av fôret (Baumont et al., 2000). På normalt høstet surfôr er det to tydelige topper med høyt fôropptak, om morgenen på time 7 og om ettermiddagen på time 17 (Figur 9a og b). Ved et hovedmåltid, for eksempel på starten av dagen, kan vomma fylles opp til et maksimalt nivå som fører til at måltidet avsluttes (Dulphy & Demarquilly, 1994). Etter dette må dyra bruke tid på drøvtygging, og jo mer fiber i rasjonen, jo lengre tid tar det før det er plass til nytt fôr. Toppen om ettermiddagen er går ikke like raskt ned som den forrige, som tyder på at fôropptaket har vært litt høyere om ettermiddagen enn morgenen på normalt høstet surfôr. Polat et al. (2013) fant ut at lam eldre enn 12 uker hadde størst fôropptak om kvelden, og at måltidet om kvelden varte lengst når lammene fikk halm (høyt fiberinnhold).

For tidlig høstet surfôr er kurven jevnere gjennom døgnet, men det er noen mindre topper gjennom dagen. Om natten er fôropptaket generelt lavere, og søyene bruker nok mer tid på drøvtygging (Domingue et al., 1991). Spisemønsteret gjennom døgnet er ganske likt for NKS og GNS, for begge surfôr-kvalitetene. Normalt høstet surfôr har et ganske høyt NDF innhold som nok vil føre til at søyene må drøvtygge mer. Baumont et al. (1997) fant ut at tidlig slått høy trengte mindre drøvtygging enn seint slått, og det forsvant også raskere ut fra vomma.

Selv om drøvtyggingsaktiviteten på et fôr med lavere kvalitet er høy (Jalali et al., 2012), tar det lengre tid før det forsvinner videre på grunn av at det tar lengre tid å bryte det ned. Dette kan stemme overens med resultatet i dette tilfellet, da normalt høstet surfôr har tydelige perioder med høyt fôropptak etterfulgt av perioder med ganske lavt fôropptak. Tidlig høstet surfôr har et lavere NDF innhold, og dyra trenger nok ikke bruke like mye tid på drøvtygging, i tillegg til at fordøyeligheten er høyere (Tabell 9).

Av Figur 9a og b, kan det se ut til at det er en effekt av nytt fôr. Denne effekten er størst på normalt høstet surfôr. En forklaring på dette kan være at normalt høstet har en lavere kvalitet enn tidlig høstet. Søyene har også et høyere opptak av tidlig enn seint høstet surfôr gjennom natten, og vil nok derfor ikke være like sultne om morgenen. Søyene har kanskje et høyere fôropptak ved tilgang på nytt fôr av normalt høstet fordi de er sultne, eller fordi de bruker tid på å selekere ut de beste delene av det nye fôret. Sauen foretrekker ofte et fôr som ikke tar lang tid å spise og som har et høyt energiinnhold (Baumont et al., 2000), og den er god på å selekere ut ettertraktede planter på beite (Nedkvitne et al., 1995). En mindre effekt av nytt fôr på tidlig høstet, er nok på grunn av at kvaliteten er så god at seleksjon er unødvendig.

5.4 Dyrevekter

Det ble beregnet gjennomsnittlig vektendring for de to rasene, på begge fôrkvaliteter. NKS hadde en liten positiv vektendring for begge kvaliteter, men den var litt høyere for tidlig høstet surfôr. GNS hadde en negativ vektendring på begge surfôrskvaliteter, men endringen var ubetydelig (Tabell 13). Energiinnholdet i tidlig høstet surfôr var høyt, og energiinnholdet i normalt høstet var litt lavere (Tabell 9). Med utgangspunkt i et vedlikeholdsbehov på 0,9 FEm for voksne søyer av NKS (Avdem, 2018), vil et gjennomsnittlig tørrstoffopptak på 1985 gram i døgnet av tidlig høstet surfôr (Tabell 11), mer enn dekke vedlikeholdsbehovet for NKS, da fôrenhetskonsentrasjonen er 1,0 FEm/kg TS. Det samme vil et gjennomsnittlig tørrstoffopptak på 1527 gram i døgnet for normalt høstet surfôr. Teoretisk har dermed NKS hatt et høyere fôropptak enn energibehovet tilsier, og dette kan være en grunn til at de har gått opp i vekt. Fôropptaket hos GNS skulle også være tilstrekkelig til å dekke energibehovet, hvis utgangspunktet er at en sau på 60 kg (gjennomsnittsvekt for GNS i dette forsøket), har et behov på 0,71 FEm per dag til vedlikehold (Gjefsen, 2007).

Selv om søyene er drektige, er det såpass tidlig i drektigheten at fostrene ikke krever spesielt mye energi. Det er også vist at i tidlig drektighet er fôropptaket omtrent som ved vedlikeholdsfôring (Kaske & Groth, 1997). Det er lite trolig at GNS har hatt en negativ

vektendring på grunn av surfôrkvaliteten, og vektendringen er også tilnærmet null.

Forsøksperioden er også for kort til å få et godt mål på vektendring.

Tidspunktet for veiing varierte hver dag, og vomfyll kan dermed være med å påvirke vekta på søyene. Søyene hadde fri tilgang på fôr, men det er likevel variasjon i fôropptak gjennom døgnet (Figur 9a og b). Vomfyll kan derfor variere mellom veiinger, og kan påvirke beregning av vektendring. Det kan spekuleres i om dette kan påvirke NKS mer enn GNS, da NKS har plass til mer fôr, og har et høyere fôropptak, enn GNS. Men som beskrevet tidligere ble søyene stengt av fra fôrbrettet ca. en time før veiing, som vil være med på å redusere variasjonen mellom veiinger.

6.0 Konklusjon

Ut ifra modellen som ble brukt, forklarte dyras kroppsvekt mest av variasjon i fôropptaket, og vekt er tilsynelatende den viktigste raseforskjellen. Tidlig høstet surfôr ga et høyere fôropptak enn surfôr høstet noen uker senere, og dette resultatet var likt for både NKS og GNS. Dette kan blant annet forklares med at normalt høstet surfôr har et høyere NDF innhold og en lavere fordøyelighet. NKS har et større fôropptak enn GNS, trolig på grunn av økt kapasitet i fordøyelsessystemet.

Når metabolsk vekt økte med 1 kg ble det estimert at fôropptaket økte mer for GNS enn for NKS. GNS trenger mer fôr per kg kroppsvekt fordi de har en større metabolsk aktivitet per kg kroppsvekt, på grunn av at de har en mindre kroppsstørrelse enn NKS.

Fôropptaksmønsteret gjennom døgnet var ganske likt for de to rasene og de to surfôrkvalitetene. Tidlig høstet surfôr hadde en jevnere kurve gjennom døgnet enn normalt høstet surfôr, trolig på grunn av at surfôr kvaliteten var bedre enn for normalt høstet surfôr. GNS kan tenkes å ha trekk i sitt beitevalg som gjør at den bør bli kategorisert som en mer intermediær type enn NKS, men forskjellen mellom rasene var ikke stor når vektforskjellene var korrigert for. GNS vil kanskje utprege seg som en mer intermediær type på beite, hvor seleksjonsmuligheten er større.

7.0 Litteraturliste

- Allen, M. S. (1996). Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J Anim Sci*, 74 (12): 3063-3075. doi: 10.2527/1996.74123063x.
- Animalia. (2020). Ull og ullklassifisering. Tilgjengelig fra:
<https://www.animalia.no/no/Dyr/ull-og-ullklassifisering/> (Lest 25.01.2021).
- Animalia. (2020). Årsmeldinger sauekontrollen. Tilgjengelig fra:
<https://www.animalia.no/no/Dyr/husdyrkontrollene/sauekontrollen/arsmeldinger/> (Lest 25.01.2021).
- Avdem, F. (2018). Nortura temahefte. Fôring av sau og lam. Tilgjengelig fra:
<https://medlem.nortura.no/smaafe/fagbibliotek/> (Lest 18.05.2021).
- Baumont, R., Jailler, M. & Dulphy, J. (1997). *Dynamic of voluntary intake, feeding behaviour and rumen function in sheep fed three contrasting types of hay*. *Annales de zootechnie*.
- Baumont, R., Prache, S., Meuret, M. & Morand-Fehr, P. (2000). How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. *Livestock production science*, 64 (1): 15-28. doi: 10.1016/S0301-6226(00)00172-X.
- BioControl AS. (u.å.). Registrering og styring av grovfôropptak. Tilgjengelig fra:
<http://www.biocontrol.no/nb/products/registrering-og-styring-av-grovforopptak/> (Lest 20.01.2021).
- Blix, A. Vangen, O. (2021). Sau. Tilgjengelig fra:
https://snl.no/sau#-Vanlige_norske_saueraser (Lest 21.01.2021).
- Borreani, G., Tabacco, E., Schmidt, R. J., Holmes, B. J. & Muck, R. E. (2018). Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. *J Dairy Sci*, 101 (5): 3952-3979. doi: 10.3168/jds.2017-13837.
- Byskov, M. V., Schulze, A. K. S., Weisbjerg, M. R., Markussen, B. & Nørgaard, P. (2014). Recording rumination time by a rumination monitoring system in Jersey heifers fed grass/clover silage and hay at three feeding levels^{1,2}. *Journal of animal science*, 92 (3): 1110.
- Bøe, K. E. & Andersen, I. L. (2010). Competition, activity budget and feed intake of ewes when reducing the feeding space. *Applied animal behaviour science*, 125 (3): 109-114. doi: 10.1016/j.applanim.2010.04.011.
- Charmley, E. (2001). Towards improved silage quality – A review. *Canadian journal of animal science*, 81 (2): 157-168. doi: 10.4141/A00-066.

- Domingue, B. M. F., Dellow, D. W. & Barry, T. N. (1991). The efficiency of chewing during eating and ruminating in goats and sheep. *Br J Nutr*, 65 (3): 355-363. doi: 10.1079/BJN19910096.
- Dulphy, J. P. & Demarquilly, C. (1994). The regulation and prediction of feed intake in ruminants in relation to feed characteristics. *Livestock production science*, 39 (1): 1-12. doi: 10.1016/0301-6226(94)90147-3.
- Ellis, J. L., Kebreab, E., Strathe, A. B. & Lopez, S. (2012). *Ruminal pH regulation and nutritional consequences of low pH*. [New York, NY] .:
- Eurofins (2020). Næringsinnhold i grovfôr til drøvtyggere. Tilgjengelig fra: <https://www.eurofins.no/agro-testing/analysetjenester/analyse-av-grovf%C3%B4r-til-droevtyggere/> (Lest 20.02.2021).
- Emmans, G. & Kyriazakis, I. (2001). Consequences of genetic change in farm animals on food intake and feeding behaviour. *Proc Nutr Soc*, 60 (1): 115-125. doi: 10.1079/PNS200059.
- Fisher, D. S. (2002). A Review of a Few Key Factors Regulating Voluntary Feed Intake in Ruminants 1. *Crop science*, 42 (5): 1651-1655. doi: 10.2135/cropsci2002.1651.
- Fox, M. T. (1997). *Pathophysiology of infection with gastrointestinal nematodes in domestic ruminants: recent developments*. Amsterdam ; New York .:
- Frei, M. (2013). Lignin: Characterization of a Multifaceted Crop Component. *ScientificWorldJournal*, 2013: 436517-25. doi: 10.1155/2013/436517.
- Galvani, D. B., Pires, C. C., Wommer, T. P., Oliveira, F. & Santos, M. F. (2010). Chewing patterns and digestion in sheep submitted to feed restriction: Feed intake, chewing pattern, and digestion in sheep. *Journal of animal physiology and animal nutrition*, 94 (6): e366-e373. doi: 10.1111/j.1439-0396.2010.01022.x.
- Gjefsen, T. (2007). *Fôringslære*. 3. utg. utg. Oslo: Tun.
- Gordon, I. J. & Illius, A. W. (1994). The functional significance of the browser-grazer dichotomy in African ruminants. *Oecologia*, 98 (2): 167-175. doi: 10.1007/BF00341469.
- Grabber, J. H., Ralph, J., Lapierre, C. & Barrière, Y. (2004). Genetic and molecular basis of grass cell-wall degradability. I. Lignin–cell wall matrix interactions. *C R Biol*, 327 (5): 455-465. doi: 10.1016/j.crv.2004.02.009.
- Hofmann, R. R. (1989). Evolutionary Steps of Ecophysiological Adaptation and Diversification of Ruminants: A Comparative View of Their Digestive System. *Oecologia*, 78 (4): 443-457. doi: 10.1007/BF00378733.

- Holene, A. C. (u.å.). Bevaringsverdige husdyrraser, sau. Tilgjengelig fra:
<https://www.nibio.no/tema/mat/husdyrgenetiske-ressurser/bevaringsverdige-husdyrraser/sau> (Lest 21.01.2021).
- Huhtanen, P. & Vanhatalo, A. (1997). Ruminant and total plant cell-wall digestibility estimated by a combined in situ method utilizing mathematical models. *Br J Nutr*, 78 (4): 583-598. doi: 10.1079/BJN19970176.
- Huhtanen, P., Khalili, H., Nousiainen, J. I., Rinne, M., Jaakkola, S., Heikkilä, T. & Nousiainen, J. (2002). Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. *Livestock production science*, 73 (2): 111-130. doi: 10.1016/S0301-6226(01)00279-2.
- Huhtanen, P., Ahvenjärvi, S., Weisbjerg, M. & Nørgaard, P. (2006). Digestion and passage of fibre in ruminants. *Ruminant physiology: digestion, metabolism and impact of nutrition on gene expression, immunology and stress*: 87-138.
- Huhtanen, P., Seppala, A., Ahvenjarvi, S. & Rinne, M. (2008). Prediction of in vivo neutral detergent fiber digestibility and digestion rate of potentially digestible neutral detergent fiber: Comparison of models. *J Anim Sci*, 86 (10): 2657-2669. doi: 10.2527/jas.2008-0894.
- Hummel, J., SÜDekum, K. H., Streich, W. J. & Clauss, M. (2006). Forage Fermentation Patterns and Their Implications for Herbivore Ingesta Retention Times. *Functional ecology*, 20 (6): 989-1002. doi: 10.1111/j.1365-2435.2006.01206.x.
- Illius, A. & Gordon, I. (1991). Prediction of intake and digestion in ruminants by a model of rumen kinetics integrating animal size and plant characteristics. *The Journal of Agricultural Science*, 116 (1): 145-157.
- Jalali, A. R., Nørgaard, P., Weisbjerg, M. R. & Nielsen, M. O. (2012). Effect of forage quality on intake, chewing activity, faecal particle size distribution, and digestibility of neutral detergent fibre in sheep, goats, and llamas. *Small ruminant research*, 103 (2-3): 143-151. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.09.004.
- Kaliber, M., Koluman, N. & Silanikove, N. (2016). Physiological and behavioral basis for the successful adaptation of goats to severe water restriction under hot environmental conditions. *Animal*, 10 (1): 82-88. doi: 10.1017/S1751731115001652.
- Kaske, M. & Groth, A. (1997). Changes in factors affecting the rate of digesta passage during pregnancy and lactation in sheep fed on hay. *Reproduction Nutrition Development*, 37 (5): 573-588.

- Landslaget for gammalnorsk spælsau. (2014). Avlsplan. Tilgjengelig fra:
<http://www.gammalnorskspelsau.no/Avlsplan/> (Lest 21.01.2021).
- Landslaget for gammalnorsk spælsau. (u.å.). Den gammalnorske spælsauens historie.
 Tilgjengelig fra: <http://www.gammalnorskspelsau.no/historie/> (Lest 21.01.2021).
- Lindås, A., Sleteng, E. S., Nyhus, L. T. (2016). Valg av ensileringsmiddel. Tilgjengelig fra:
https://www.buskap.no/journal/2016/3/m-1059/Valg_av_ensileringsmiddel (Lest 08.03.2021).
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair, L. A. & Wilkinson, R. G. (2011). *Animal nutrition*. 7th ed. utg. Harlow: Prentice Hall.
- Mertens, D. R. (1997). Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. *J Dairy Sci*, 80 (7): 1463-1481. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2.
- Mysterud, A. (1998). The Relative Roles of Body Size and Feeding Type on Activity Time of Temperate Ruminants. *Oecologia*, 113 (3): 442-446. doi: 10.1007/s004420050396.
- Nedkvitne, J. J., Garmo, T. H. & Staaland, H. (1995). *Beitedyr i kulturlandskap*. Oslo: Landbruksforl.
- NorFor (u.å.). Fôrtabell. 006-0461, 006-0462. Tilgjengelig fra: <http://feedstuffs.norfor.info/> (Lest 06.03.2021).
- Norsk Sau og Geit. (u.å.). Avlsmål for sau. Tilgjengelig fra:
<https://www.nsg.no/sau/sauavl/avlsmal-overordnet/> (Lest 22.01.2021).
- Norsk Sau og Geit. (u.å.). Egenskaper i avlsarbeidet hos NKS. Tilgjengelig fra:
<https://www.nsg.no/sau/sauavl/nks-avlsmal/> (Lest 22.01.2021).
- Norsk Sau og Geit. (u.å.). Saueraser i Norge. Tilgjengelig fra:
https://www.nsg.no/sau/saueraser/saueraser-i-norge/#Norsk_kvite_sau (Lest 21.01.2021).
- Nozière, P., Sauvant, D. & Delaby, L. (2018). *INRA feeding system for ruminants*: Wageningen Academic Publishers.
- Nørgaard, P. (2003) Optagelse af foder og drøvtygning. I: Hvelplund, T., & Nørgaard, P., (red) DJF rapport, *Kvægets ernæring og fysiologi Bind 1 – Næringsstofsætning og fodervurdering*, s. 39-68. Foulum: Danmarks JordbrugsForskning
- Polat, E., Coskun, B., Gurbuz, E. & Balevi, T. (2013). The effects of roughage type on the daily patterns of feed intake and eating behaviour in young sheep. *Rev. Méd. Vét*, 11: 503-510.

- Pulina, G., Avondo, M., Molle, G., Francesconi, A. H. D., Atzori, A. S. & Cannas, A. (2013). Models for estimating feed intake in small ruminants. *R. Bras. Zootec*, 42 (9): 675-690. doi: 10.1590/S1516-35982013000900010.
- Robbins, C. T., Spalinger, D. E. & Van Hoven, W. (1995). Adaptation of Ruminants to Browse and Grass Diets: Are Anatomical-Based Browser-Grazer Interpretations Valid? *Oecologia*, 103 (2): 208-213. doi: 10.1007/BF00329082.
- Sartin, J. L., Daniel, J. A., Whitlock, B. K. & Wilborn, R. R. (2010). Selected hormonal and neurotransmitter mechanisms regulating feed intake in sheep. *Animal*, 4 (11): 1781-1789. doi: 10.1017/S1751731110001497.
- Silanikove, N. (1992). *EFFECTS OF WATER SCARCITY AND HOT ENVIRONMENT ON APPETITE AND DIGESTION IN RUMINANTS - A REVIEW*. Amsterdam.
- Sjaastad, O. V., Hove, K. & Sand, O. (2016). *Physiology of domestic animals*. Third edition utg.: Scan. Vet. Press.
- Steinheim, G., Nordheim, L. A., Weladji, R. B., Gordon, I. J., Ådnøy, T. & Holand, Ø. (2005). Differences in choice of diet between sheep breeds grazing mountain pastures in Norway. *Acta agriculturae Scandinavica. Section A, Animal science*, 55 (1): 16-20. doi: 10.1080/09064700510009261.
- Stenheim, G., Nordheim, L., Weladji, R., Holand, Ø. & Ådnøy, T. (2003). Digestive Tract Anatomy of Norwegian Sheep: Difference Between Breeds. *Acta agriculturae Scandinavica. Section A, Animal science*, 53 (3): 155-158. doi: 10.1080/09064700310012999.
- Søegaard, K., Hansen, H., Weisbjerg, M. R. (2003) Fodermidlernes karakteristika. I: Hvelplund, T., & Nørgaard, P., (red) DJF rapport, *Kvægets ernæring og fysiologi Bind 1 – Næringsstofomsætning og fodervurdering*, s. 39-68. Foulum: Danmarks JordbrugsForskning
- Van Soest, P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd ed. utg. Ithaca, N.Y: Comstock Pub.
- Weisbjerg, M. R., Lund, P., Hvelplund, T. (2003) Kulhydratomsætningen i mave-tarmkanalen. I: Hvelplund, T., & Nørgaard, P., (red) DJF rapport, *Kvægets ernæring og fysiologi Bind 1 – Næringsstofomsætning og fodervurdering*, s. 39-68. Foulum: Danmarks JordbrugsForskning
- Ørskov, E. R. (1998). Feed evaluation with emphasis on fibrous roughages and fluctuating supply of nutrients : A Review. *Small ruminant research*, 28 (1): 1-8. doi: 10.1016/S0921-4488(97)00042-4.



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway