



Avling og avlingskvalitet i økologisk dyrka gras-raudkløvereng - samla analyse av eldre forsøksdata

Håvard Steinshamn, Steffen Adler, Randi B. Frøseth, Tor Lunnan, Torfinn Torp
og Anne Kjersti Bakken

Avling og avlingskvalitet i økologisk dyrka gras-raudkløvereng - samla analyse av eldre forsøksdata

Håvard Steinshamn, Steffen Adler, Randi B. Frøseth, Tor Lunnan, Torfinn Torp
og Anne Kjersti Bakken

Tittel: Avling og avlingskvalitet i økologisk dyrka gras-raudkløvereng -
samla analyse av eldre forsøksdata
Forfattarar: Håvard Steinshamn, Steffen Adler, Randi B. Frøseth, Tor Lunnan,
Torfinn Torp og Anne Kjersti Bakken
Forsidefoto: Forsøksruter med frå venstre gras-raudkløver, rein gras og
gras-kvitkløver (Håvard Steinshamn)

Utgitt av Bioforsk
Bioforsk Fokus vol 9 nr 7 2014
ISSN: 0809-8662
ISBN: 978-82-17-01324-2

www.bioforsk.no

Innhold

Samandrag	4
Innleiing	5
Materiale og metodar	5
Datatilfang.....	5
Utrekningar	6
Fôr kvalitetsanalysar og bestemming av kløverinnhald	6
Statistisk analyse	7
Resultat og diskusjon	12
Datamaterialet.....	12
Avling	12
Energikonsentrasjonen (NEL)	16
Proteininnhaldet (RP, AAT og PBV)	18
Fiberinnhaldet (NDF, ADF, ADL og uNDF)	21
Konklusjon	25
Referansar.....	26
Vedlegg 1. Forsøksseriar det er henta data i frå	27
Forsøksserie TL92xx - frøblanding til kort- og langvarig eng	27
Samanlikning av kvit- og raudkløverbasert eng.....	28
Dyrkingssystemet på Kvithamar.	29
Forsøksserie TL9955 Raudkløversortar i blanding med timotei og engsvingel ved tre haustesystem	30
Prosjekt BYGGRO: Økte byggavlinger i økologisk drift gjennom bedret grøngjødselhandtering.....	31
Vedlegg 2. Deskriptiv statistikk.....	32
Vedlegg 3. Resultat av statistisk analyse	34

Samandrag

Det er behov for å vite kva ein kan vente seg av avling og avlingskvalitet i økologisk dyrka eng til bruk i taktisk og strategisk planlegging av økologisk mjølkeproduksjon. Formålet med dette arbeidet var å utnytte eksisterande forsøksdata til å kvantifisere avlingsmengd og avlingskvalitet i økologisk dyrka gras-raudkløver eng. Det blei gjort ved å analysere materialet samla statistisk. Drivvariablar vi kunne teste effekt av, var utviklingssteg i førsteslått, vekstperiode (temperatursum) mellom slåttane, kløvermengd i avlinga og tal slåttar. Med grunnlag i resultat i frå dei statistiske analysane estimerte vi avlingsnivå og avlingskvalitet i eng for eit tenkt praktisk scenario for Midt-Norge. Vi samanlikna to og tre slåttar, der førsteslått blir teke ved byrjande skyting hos timotei i eit treslåttsystem og ved full skyting i eit toslåttsystem. Vidare samanlikna effekt av to kløvernivå i prosent av totalavlinga, høvesvis 10 og 30 % i førsteslått, 10 og 50% i andreslått, 10 og 50% i tredjeslått og 10 og 40% i samla årsavling.

Utviklingssteget og innhaldet av kløver hadde sterk effekt på avling og fleire mål på avlingskvalitet i førsteslått. Som venta auka avlinga, både av tørrstoff og energi, og fôrkvaliteten gikk ned med aukande utviklingssteg. Ei utsetting av førsteslått frå slått ved byrjande skyting hos timotei til full skyting gav ei avlingsauke på om lag 29% og nedgang i konsentrasjonen av netto energi laktasjon (NEL) (9%), råprotein(RP) (29%), protein balansen i vom (PBV) (44%) og aminosyre absorbert i tarm (AAT) (7%) og auka innhald av nøytralt løyseleg fiber (NDF) (11%) og ufordøyeleg NDF (uNDF) (32%). Ein auke i kløverinnhaldet i frå 10 til 30% auka avlinga med 14%, og auka avlingskonsentrasjonen av RP (17%), PBV (40%), uNDF (10%) og reduserte NDF-innhaldet (6%).

Tidspunkt for førsteslått hadde også effekt på både avlingsnivå og fôrkvaliteten i gjenveksten. Generelt gav tidleg førsteslått høgare avlingsnivå og dårlegare avlingskvalitet i gjenveksten enn sein førsteslått. Vidare var nedgangen i innhaldet av RP og PBV i gjenvekstavlinga sterkare ved sein enn tidleg førsteslått, medan nedgangen i NEL og AAT og auken i NDF-nivået var sterkare dess tidlegare førsteslått vart teken. Men ved normalt tidspunkt for andreslått, var det relativt liten forskjell i avlingsnivå og avlingskvalitet hos gjenveksten i treslåttsystem (førsteslått ved byrjande skyting) og toslåttsystem (førsteslått ved full skyting). Andreslått i treslåttsystemet hadde om lag 10% høgare avling, hadde lågare innhald av RP (3%), PBV (8%) og uNDF (4%) og høgare innhald av NDF (6%). Som i førsteslått hadde kløver sterk effekt både på avling og avlingskvalitet i gjenveksten. Ein auke i kløvermengd i frå 10 til 50% gav 60% auke i avling, høgare innhald av RP (21%), PBV (110%) og uNDF (45%) og lågare innhald av NEL (4%) og NDF (7%).

Det var liten effekt av tal slåttar (slåttsystem) på samla årsavlinga (TS og NEL) når kløverinnhaldet i avlinga var høgt (40%), men ved lågt kløverinnhald (10%) gav to slåttar 8% større TS-avling og 4% større energiavling enn tre slåttar. Det var liten praktisk effekt av slåttsystem på energiverdien (NEL) av årsavlinga. Elles gav tre slåttar i gjennomsnitt 10% høgare RP-innhald, 4% lågare NDF-innhald og 10% lågare uNDF-innhald i årsavlinga enn to slåttar. Kløverinnhaldet hadde sterk effekt på årsavling og avlingskvalitet av årsavlinga, og i gjennomsnitt gav høgt kløverinnhald (40%) 30% større avling, 1% lågare NEL-konsentrasjon, 24 % høgare proteininnhald, 9% lågare NDF-innhald og 21% høgare uNDF-innhald enn lågt kløverinnhald (10%). Lengda på gjenvekstperioden etter første-slått hadde ingen sikker effekt på årsavling, men ein auke i gjenvekstperioden etter førsteslått reduserte energiverdien og innhaldet av RP, PBV og AAT og auka innhaldet av NDF og uNDF. Nedgangen i NEL og AAT i årsavlinga med auka vekstperiode etter førsteslått var som i gjenvekstavlinga sterkare etter tidleg enn sein førsteslått, medan nedgangen i innhaldet av RP og PBV og auken i NDF-innhaldet i årsavlinga med auka gjenvekstperiode etter førsteslått var sterkare etter sein enn tidleg førsteslått.

Innleiing

Økologisk mjølkeproduksjon i Noreg har blitt meir intensiv. Avdråtten per årsku har auka frå 5064 kg til 6722 kg i frå 2002 til 2012 (TINE Rådgivning og medlem). Avdråttsauken er i stor grad driven av auka mengd kraftfôr i rasjonen, i frå om lag 900 FEm til 1570 FEm per årsku og år i same tidsperiode. Utan at vi har direkte dokumentasjon på det, så har intensiveringa sannsynlegvis også ført til auka fokus på å oppnå høg grovfôr kvalitet gjennom å ta førsteslått tidleg og hauste enga tre i staden for to gonger i sesongen. Det er frå rådgjevingstenesta etterlyst kunnskap om kva ein kan vente seg av avling og avlingskvalitet i økologisk dyrka eng til bruk i taktisk og strategisk planlegging av økologisk drift. Blant anna vil ein gjerne vite kor mye ein vinn i avlingskvalitet ved å ta tre i staden for to slåttar.

Avlingsnivået er avhengig av mange ytre vekstfaktorar som jord og klima, vår både om vinteren og i vekstsesongen, botanisk samansetjing i enga, særleg innhald av kløver, gjødslingsnivå og av haustesystem. Avlingskvaliteten er i stor grad påverka av dei same faktorane, men tidleg førsteslått og hyppig slått er kanskje dei to viktigaste tiltaka for å auke fôrverdien av konservert grovfôr. I økologisk dyrka eng betyr kløverinnhaldet mye for proteininnhaldet i avlinga. Atterveksten inneheld meir kløver enn vårveksten, enten han er fordelt på to eller blir tatt som ein slått. Avlinga frå atterveksten har derfor ofte høgare proteininnhald enn førsteslått, medan førsteslått har høg energiverdi men lågt proteininnhald. Men vi veit mindre om korleis nivå og kvalitet av samla årsavling blir påverka av slåtteregime, altså om enga blir hausta to eller tre gonger.

I Bioforsk, og i dei tidlegare forskingsinstitusjonane Norsk institutt for planteforskning (Planteforsk) og Norsk senter for økologisk landbruk (NORSØK), har det vore gjennomført fleire dyrkingsforsøk i økologisk eng. Forsøka har blitt gjennomført over heile landet. Formåla har vore ulike, men i mange av dei har haustesystem, enten tidspunkt for førsteslått eller tal slåttar per vekstsesong, vore med som forsøksfaktor i tillegg til engfrøblanding. Ei samla statistisk analyse av data frå fleire forsøk er ofte sterkare. Det er fordi talmaterialet er større og ein kan få fram samanhengar som elles ikkje er sikre i einskildstudiar. Så formålet med dette arbeidet har vore å utnytte eksisterande forsøksdata ved å analysere materialet samla og teste kor mykje utviklingssteg i førsteslått, vekstperiode etter førsteslått, kløvermengd i avlinga og tal slåttar har å seie for avling og avlingskvalitet i økologisk dyrka raudkløvergraseng.

Materiale og metodar

Datatilfang

Data vart samla inn for dyrkingsforsøk i eng som vart dyrka i samsvar med økologisk regelverk, gjennomført på forskingsstasjonar i Bioforsk og tidlegare Planteforsk og NORSØK. Forsøksfelta var lagt på jord i god hevd, men ikkje alltid på jord som hadde vorte driven økologisk lenge. Ved samanstilling er det brukt gjennomsnitt av gjentak for kvar slått og kvart forsøksledd. Datatilfanget vart avgrensa til forsøk der kløvermengd i avlinga var målt, der fôr kvaliteten av avlinga var analysert og der det var teke minst to og maksimalt tre slåttar. Data frå første til og med fjerde engår vart inkludert, men det var berre eit fåtal av forsøksfelta som gjekk til og med fjerde året. I tabell 1 er det ein oversikt over forsøksseriane med forsøkslokaltetar, forsøksfaktorar, forsøksår og tal engår. Meir detaljert informasjon om forsøksseriane er lagt ved i vedlegg 1.

Forsøksfaktorane i dei fleste forsøksseriane var haustesystem og i fleire var dei kombinert med engfrøblandingar (tabell 1). Gjødslingsnivå var samanblanda med forsøksserie og lokalitet, og det var såleis ikkje råd å ta ut effekt

av gjødsling. Haustesystema som vart samanlikna, hadde enten ulike tidspunkt (fenologisk utviklingssteg) for førsteslått eller ulikt tal slåttar. Engfrøblandingane som blei testa, varierte mellom forsøksseriane og dels også mellom lokalitetar innan serie, noko som gjer at det ikkje er mogleg å teste effekt av frøblanding samla. I alle forsøksseriar var raudkløver med som belgvekst, enten som einaste belgvekstart eller i blanding med kvitkløver. I alle forsøksledd i alle seriar var timotei med som grasart, og i dei aller fleste forsøksledda var også engsvingel med. Resultat frå ruter med berre gras, utan sådd engbelgvekst, vart tekne med dersom forsøksserien hadde eit slikt ledd.

Tabell 1. Forsøksseriar, forsøkslokalitet, forsøksfaktorar, år og tal observasjonar brukt i datasett for høvesvis raudkløvergraseng. Sjå vedlegg 1 for detaljar

Namn på forsøksserie	Forsøkslokalitet	Forsøksfaktorar	År	Engår	Tal observasjonar
Frøblanding til økologisk kortvarig og langvarig eng	Løken	Haustesystem (2 og 3 slåttar) og Engfrøblanding (6)	1993-2003	1 - 4	252
Samanlikning av kvit- og raudkløverbasert eng	Tingvoll, Vågønes, Holt	Haustesystem (tidleg og sein 1. slått) og Engfrøblanding (4)	2005-2006	1 - 2	36
Dyrkingssystemet på Kvithamar	Kvithamar	Haustesystem (tidleg og sein 1. slått)	2004-2010	1 - 2	56
Raudkløversortar i blanding med timotei og engsvingel ved tre haustesystem	Løken, Særheim, Kvithamar, Holt	Haustesystem (Tidleg, middels og sein 1. slått), Engfrøblanding (3)	2000-2003	1 - 4	144
Byggro: Auka byggavlingar i økologisk drift gjennom bedtra grøngjødselhandtering	Ås, Apelsvoll, Værnes, Kvithamar	Utan og med fjerning av hausta avling etter slått	2009	1	8

Utrekningar

Utviklingssteg hos plantene ved førsteslått var bestemt på ulike måtar i forsøksseriane. For å standardisere utviklingssteg i førsteslått vart vekststart og utviklingssteg hos timotei rekna ut ved hjelp av vêrdata og grovfôrmodellen til Bioforsk (Bonesmo, 2004; <http://www.vips-landbruk.no/models/mo1001s.jsp>) for kvart felt, lokalitet og år. Utviklingssteget i grovfôrmodellen er eit estimat av gjennomsnittleg utviklingssteg av skota ved teljing (MSC «mean stage by count») og er ein numerisk indeks på ein kontinuerleg skala basert på Moore *et al.* (1991). Som eit uttrykk for alder på plantesetnaden ved andreslått vart akkumulert temperatursum i frå førsteslått til andre slått brukt med basistemperatur 0 °C. For tredjeslått vart temperatursum (basistemperatur 0 °C) i frå andreslått til tredjeslått brukt som uttrykk for alder på plantesetnaden. Kløverinnhald og nivå på ulike fôr kvalitetsparameter i årsavlinga vart rekna ut som vege gjennomsnitt av alle slåttane.

Fôr kvalitetsanalyser og bestemming av kløverinnhald

I alle forsøksseriane vart fôr kvalitet og kløverinnhaldet i avlinga bestemt med hjelp av nær-infraraud spektroskopi (NIRS) på Bioforsk Løken. Parameter analysert var konsentrasjonen av fôreiningar (FEm/kg tørrstoff (TS)), råprotein (RP, g/kg TS), proteinbalansen i vom (PBV, g/kg TS), aminosyrer absorbert i tarm (AAT, g/kg TS), nøytralt løyseleg fiber (NDF, g/kg TS), syreløyseleg fiber (ADF, g/kg TS) og syreløyseleg lignin (ADL, g/kg TS) og kløverinnhald (% av TS). Netto energi laktasjon (NEL) var sett lik $6,9 \times \text{FEm}$ (fôreiningskonsentrasjonen). Ufordøyelig NDF (uNDF) var ikkje med i NIRS-kalibreringa til Bioforsk Løken då dei fleste av forsøksseriane i denne granskinga vart gjennomført. I eit nyare NIRS-datasett ved Løken der UNDF er med, testa vi med stegvis multipel regresjon om uNDF kunne estimerast ved hjelp av ein eller fleire av dei andre fôr kvalitetsparametrene. Fordøyelgeita var

den variabelen som forklarar variasjon i innhald av UNDF best og NDF nest best (tabell 2). I den endeleg modellen for prediksjon av UNDF, tok vi med fordøyelegheit, NDF og samspelet mellom fordøyelegheit og NDF.

Tabell 2. Analyse av fôr kvalitetsparametre for prediksjon av uNDF (% av TS) i engavlinga, n=1082

X ₁	X ₂	X ₃	a	SE	b ₁	SE	b ₂	SE	b ₃	SE	RMSE	R ²
Fd			47,8	0,66	-0,559	0,009					1,546	0,767
Fd	NDF		61,4	1,78	-0,675	0,017	-0,101	0,012			1,501	0,781
Fd	NDF	Fd×NDF	34,8	4,22	-0,297	0,057	0,384	0,071	-0,007	0,001	1,469	0,790

a er intercept (skjæringspunkt)

b₁-b₃ er estimat (regresjonskoeffisient)

RMSE (root mean square error) er kvadratrot av middellkvadratavviket

Fd = Fordøyelegheit i % av TS

NDF er i % av TS

Statistisk analyse

Data blei analysert statistisk med bruk av blanda statistiske modellar i MIXED prosedyren i SAS (Inc., 2011). Det blei brukt fire ulike modellar med data frå 1) førsteslått, 2) andreslått, 3) tredjeslått og 4) årsavling. Modellane var:

- 1) $Y_{ijkl} = \mu + S_i + L_{j(i)} + A_{k(ij)} + \phi_l + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \beta_3 c + \beta_4 c^2 + \beta_5 d \cdot c + \epsilon_{ijkl}$
- 2) $Y_{ijkl} = \mu + S_i + L_{j(i)} + A_{k(ij)} + \phi_l + \beta_1 t + \beta_2 t^2 + \beta_3 d + \beta_4 t \cdot d + \beta_5 c + \beta_6 c^2 + \beta_7 t \cdot c + \epsilon_{ijkl}$
- 3) $Y_{ijkl} = \mu + S_i + L_{j(i)} + A_{k(ij)} + \phi_l + \beta_1 t_2 + \beta_2 t_2^2 + \beta_3 t + \beta_4 t_2 \cdot t + \beta_5 c + \beta_6 c^2 + \beta_7 t_2 \cdot c + \epsilon_{ijkl}$
- 4) $Y_{ijklm} = \mu + S_i + L_{j(i)} + A_{k(ij)} + \phi_l + \eta_m + \beta_1 d + \beta_2 d^2 + \gamma_m d + \beta_3 t + \beta_4 t^2 + \xi_m t + \beta_5 d \cdot t + \beta_6 c + \beta_7 c^2 + \tau_m c + \beta_8 t \cdot c + \beta_9 c \cdot d + \epsilon_{ijklm}$

Her er Y_{ijkl} i modellene 1, 2 og 3, og Y_{ijklm} i modell 4 avhengig variabel (avling og fôr kvalitetsparameter). μ er samla gjennomsnitt, S_i er tilfeldig effekt av forsøksserie i , $L_{j(i)}$ er tilfeldig effekt av forsøkslokalitet j innan forsøksserie i , $A_{k(ij)}$ er tilfeldig effekt av år k innan forsøkslokalitet j innan forsøksserie i , ϕ_l er fast effekt av engår l , η_m er fast effekt av slått m (modell 4), d (eigentleg d_{ijkl} i modellane 1 og 2, og d_{ijklm} i modell 4) er utviklingssteg (kontinuerleg ko-variabel), c (eigentleg c_{ijkl} i modellane 1, 2 og 3, og c_{ijklm} i modell 4) er kløverdel av avlinga (kontinuerleg ko-variabel), t (eigentleg t_{ijkl} i modellane 2 og 3, og t_{ijklm} i modell 4) er temperatursum mellom første- og andreslått (kontinuerleg ko-variabel), t_2 (eigentleg t_{2ijkl} i modell 3) er temperatursum mellom andre- og tredjeslått (kontinuerleg ko-variabel). ϵ_{ijkl} i modellane 1, 2 og 3, og ϵ_{ijklm} i modell 4 er tilfeldige feilledd. β_n -ane, γ_m -ane, ξ_m -ane og τ_m -ane er regresjonskoeffisientar. β_n -ane i forskjellige modellar treng ikkje å vere like, for eksempel treng ikkje β_1 i modell 1 vere lik β_1 i modell 2.

Vi brukte REML («Restricted maximum likelihood») for å estimere varians-komponentane i modellane, og der REML ikkje konvergente blei MIVQUE0 («Minimum variance quadratic unbiased estimators») brukt. Faste effektar vart halde inne i modellen dersom effekten var statistisk sikker ved 5 %. Effekt av utviklingssteg (m), i modell 1 og 4, og temperatursum (t), i modell 2, 3 og 4, var teke med sjølv om dei ikkje held kravet om P-verdi <0,05. Samspeleffektar som ikkje var signifikante ($P > 0,05$) blei kasta ut av endeleg modell. Dersom eit samspel var med i ein modell, så blei faktorane i samspelet teke med separat sjølv om effektane av faktorane i samspelet aleine ikkje var signifikante. Dersom ein faktor inngikk i eit samspel, blei han ikkje testa for signifikans. Årsaken til det er at meininga av ein slik effekt (hovudeffekt) lett kan mistolkast og estimata av koeffisientane er avhengig av korleis statistikkprogrammet sett opp modellen. Det same gjeld også den lineære delen i eit kvadratisk uttrykk (for eksempel utviklingssteg ved førsteslått). Gjennomsnittsverdiar med standaravvik, minimums og maksimumsverdiar av variablane i modellane er presentert i tabell 3 og estimata av varianskomponentane for dei endeleg modellane i tabell 4.

Tabell 3. Gjennomsnitt, standardavvik (SA), minimum (Min) og maksimum (maks) verdier for forklaringsvariablar og responsvariablar frå forsøk i økologisk dyrka eng samt prediksjonsområde i figur 1-11 (Prediksjon)

Variabel	Gjennomsnitt	SA	Min	Maks	Prediksjon
Modell 1: 1slått (n=496)					
Engår (også i modell 2, 3 og 4)	2,39	1,10	1	4	
Utvikingssteg (U, også i modell 2 og 3)	2,59	0,44	1,73	3,60	2,0 - 3,0
Kløver i avlinga (K, %)	19	18	0	87	10 - 30
Avling, kg TS/daa	380	202	33	891	190 - 625
Avling, FEm/daa	327	157	34	704	175 - 493
Fôreiningskonsentrasjon (FEm/kg TS)	0,90	0,09	0,73	1,18	0,82 - 1,01
Råprotein (RP g/kg TS)	117	40	42	238	87 - 162
Proteinbalanse i vom (PBV, g/kg TS)	-23,6	32,1	-80,4	79,0	- 43 - 9
Aminosyre absorbert i tarm (AAT, g/kg TS)	81,7	6,4	69,7	100	76 - 89
Nøytralløseleg fiber (NDF, g/kg TS)	496	93	242	676	393 - 582
Syreløseleg fiber (ADF, g/kg TS)	276	54	144	379	206 - 323
Syreløseleg lignin (ADL, g/kg TS)	23,5	6,2	9,9	39,7	17,7 - 33,1
Ufordøyeleg NDF (uNDF, g/kg TS)	60,5	28,4	0	135,2	29 - 84
Modell 2: 2. slått (n=496)					
Temp sum mellom 1. og 2. slått (T1, også i modell 3)	758	194	225	1456	550 - 1000
K, %	29	24	0	98	10 - 50
Avling, kg TS/daa	256	132	9	696	128 - 36
Avling, FEm/daa	214	98	8	515	114 - 274
FEm/kg TS	0,86	0,07	0,60	1,06	0,83 - 0,91
RP, g/kg TS	125	23	76	201	100 - 146
PBV, g/kg TS	-11,1	22,0	-60,4	59,2	-39 - 5
AAT, g/kg TS	79,3	4,4	61,2	92,3	78 - 83
NDF, g/kg TS	467	68	283	629	448 - 518
ADF, g/kg TS	271	38	173	381	260 - 283
ADL, g/kg TS	28,1	7,5	13,8	61,2	19,8 - 30,4
uNDF, g/kg TS	75,5	27,6	14,0	197,3	48 - 88
Modell 3: 3. slått (n=204)					
Temp sum mellom 2. og 3. slått (T2)	684	133	455	1015	550 - 800
K, %	31	24	0	92	10 - 50
Avling, kg TS/daa	142	71	32	315	88 - 174
Avling, FEm/daa	127	60	28	276	81 - 156
FEm/kg TS	0,90	0,06	0,75	1,03	0,88 - 0,96
RP, g/kg TS	166	26	109	230	140 - 200
PBV, g/kg TS	23,5	23,2	-28,9	87,3	-1 - 49
AAT, g/kg TS	82,4	4,24	72,0	90,2	83 - 90
NDF, g/kg TS	424	53,1	309	529	386 - 483
ADF, g/kg TS	237	24,9	179	302	213 - 252
ADL, g/kg TS	24,1	10,9	10	40	18 - 29
uNDF, g/kg TS	69,7	23,4	24,2	119,2	41 - 74

Variabel	Gjennomsnitt	SA	Min	Maks	Prediksjon
Modell 4: Årsavling (n=292 to slåttar og n=204 tre slåttar)					
T1, 2 slåttar	843	195	225	1456	600 - 1000
T1, 3 slåttar	636	108	449	959	500 - 700
U, 2 slåttar	2,84	0,24	2,35	3,25	2,45 - 3,00
U, 3 slåttar	2,23	0,41	1,73	3,60	2,00 - 2,50
K, %, 2 slåttar	23	20	0	80	10 - 40
K, %, 3 slåttar	27	20	0	89	10 - 40
Avling, kg TS/daa, 2 slåttar	702	228	180	1387	620 - 880
Avling, kg TS/daa, 3 slåttar	684	222	281	1247	570 - 820
Avling, FEm/daa, 2 slåttar	589	176	164	1111	555 - 724
Avling, FEm/daa, 3 slåttar	600	190	248	1080	509 - 729
FEm/kg TS, 2 slåttar	0,85	0,04	0,70	0,96	0,84 - 0,92
FEm/kg TS, 3 slåttar	0,88	0,03	0,76	0,99	0,87 - 0,92
RP, g/kg TS, 2 slåttar	105	21	48	173	80 - 135
RP, g/kg TS, 3 slåttar	129	17	70	175	99 - 136
PBV, g/kg TS, 2 slåttar	-29	20	-77	43	-53 - - 6
PBV, g/kg TS, 3 slåttar	-10	16	-64	30	-37 - -4
AAT, g/kg TS, 2 slåttar	78	3	68	85	77 - 83
AAT, g/kg TS, 3 slåttar	81	2	72	87	79 - 83
NDF, g/kg TS, 2 slåttar	516	57	360	659	466 - 568
NDF, g/kg TS, 3 slåttar	475	58	324	647	476 - 544
ADF, g/kg TS, 2 slåttar	295	28	213	353	259 - 318
ADF, g/kg TS, 3 slåttar	270	26	200	350	266 - 287
ADL, g/kg TS, 2 slåttar	27	5,6	16	48	22 - 29
ADL, g/kg TS, 3 slåttar	27	3,7	16	35	21 - 26
uNDF, g/kg TS, 2 slåttar	76,7	19,9	30,4	148,8	52 - 85
uNDF, g/kg TS, 3 slåttar	69,4	15,3	17,1	118,2	56 - 687

Tabell 4. Estimat av varianskomponentane i dei valde statistiske modellane

	Serie	Lokalitet (serie)	Aar(lokalitet)	«Random slope», subjekt lokalitet(serie)				Residual
				Intercept	U ¹	K ²	T ³	
Modell 1: 1. slått								
TS-Avling	0	478	6589	1138	1279	35559	-	4353
FEm-Avling	0	861	4684	1881	629	23368	-	2858
FEm	0,00013	0	0,00062	0,000025	0	0,00034	-	0,0015
RP	0,70	0	1,94	0	0	1,36	-	2,63
PBV	58,89	0	146,15	0	0	292,17	-	221,25
AAT	0,47	0	2,86	0,023	0	0,67	-	6,35
NDF	2,37	0	5,39	0	0	15,21	-	17,73
ADF	1,14	0	1,57	0	0	0	-	5,24
ADL	0	0	0,0397	0,0008	0,0013	0,0274	-	0,04886
uNDF	0,29	0,04	0,66	0,06	0	1,47	-	2,10
Modell 2: 2. slått								
TS-Avling	238	0	7258	0	0.005	4516	0	1477
FEm-avling	81	0	4734	0	31	2465	0	712
FEm	0,00001	0,0022	0,0007	0	0	0	0	0,0013
RP	0	0	1,12	0	0	9,23	0	1,09
PBV	0	0	97,6	0	0	209	0,0001	112
AAT	0	7,8	2,7	0	0	0	0	5,5
NDF	9,4	0	36,1	0	8,30	0	0,00001	2,9
ADF	1,5	0	8,0	0	2,1	0,7	0	2,38
ADL	0	0,59	0,03	0	0	0	0	0,11
uNDF	0,366	4,83	1,03	0	0	0	0	2,01
Modell 3: 3. slått								
TS-Avling	0	8207	1334	1310	-	19860	0,0016	492
FEm-avling	0	1598	1247	1067	-	13823	0,0060	365
FEm	0,00009	0,002	0.0052	0	-	0,00065	0	<0,1
RP	0	0,028	4,19	0	-	4,55	<0,001	0,841
PBV	0	0	248	0	-	267	0,00005	130
AAT	0,4	9,0	24,2	0	-	4,14	0	<0,001
NDF	0	6,3	12,1	0	-	0	0,00002	2,85
ADF	2,1	0	1,91	0	-	0	<0,001	1,71
ADL	0,27	0	0,44	0	-	0,15	0	<0,001
uNDF	0	1,23	2,80	0,30	-	5,84	0	0,57
Modell 3: Årsavling								
TS-avling	0	5698	19151	0	0	0	0,001	8268
FEm-avling	0	14996	14477	0	0	0	0,0096	5228
FEm	0,0006	0,0010	0,0003	0,0008	0,0002	0,0047	0	0,0004
RP	1,48	0	1,32	0	0,117	0,428	0	0,591
PBV	121	0	118	0	0,94	91,8	0	54,2
AAT	4,1	2,70	1,26	2,31	0,80	20,48	0,00002	1,79

	Serie	Lokalitet (serie)	Aar(lokalitet)	«Random slope», subjekt lokalitet(serie)				Residual
				Intercept	U ¹	K ²	T ³	
NDF	0,040	23,12	10,71	0	0	14,3	0	4,14
ADF	0	3,40	2,60	0	0	2,57	0	1,63
ADL	0,010	0,209	0,021	0	0	0	0	0,045
uNDF	0,09	0,66	0,50	0	0	0	0	0,99

Estimata i kursiv er signifikant ulik 0 ($P < 0,05$)

¹ U=utviklingssteg

² K=kløverdel i totalavlinga

³ T=Temperatursum mellom første- og andreslått

⁵ Utviklingssteg (U) = utviklingssteg (numerisk skala) for timotei ved 1. slått

⁶ Temperatursum (T) = temperatursum mellom første- og andreslått

⁷ Kløverdel (K)=kløverdel av totalavlinga

Den endelege modellen for ein responsvariabel (t.d. avling, proteininnhaldet i avlinga) kan innehalde fleire forklaringsvariablar (utviklingssteg, temperatursum mellom slåttar, kløvernivå) med samspel mellom dei. Uttrykt som estimat av multiple regresjonskoeffisientar, kan resultatane vere vanskeleg å forstå og tolke. Vi har derfor vald å presentere hovudtrekka av resultatane som prediksjonar i figurar (figur 1-11), etter same prinsipp som brukt av Connolly og Wachendorf (2001). For førsteslått har vi vald å vise effekt av utviklingssteg og kløvermengd (10 og 30%), for andreslått viser vi effekt av temperatursum etter to slåttetidspunkt i førsteslått (tidleg MSC=2,4 og sein MSC=2,8) og kløvermengd (10 og 50%). For samla årsavling har vi vald å vise: 1) effekt av utviklingssteg i førsteslått og lengde på gjenvekstperioden etter førsteslått (kort = 600 og lang = 1000 °C ved to slåttar i året, og kort = 500 og lang = 700 °C ved tre slåttar i året) ved gjennomsnittleg kløvernivå (25%), og 2) effekt av utviklingssteg i 1. slått og kløvermengd (10 og 40%) ved gjennomsnittleg gjenvekstperiode etter førsteslått (600 °C i treslåttsystem og 800 °C i toslåttsystem). Prediksjonane av samspel mellom to kontinuerlege forklaringsvariablar (som t.d. utviklingssteg ved førsteslått og kløverinnhald) er teikna som to linjer, ei linje for kvart nivå (om lag gjennomsnittet ± standaravviket) av den eine forklaringsvariabelen (for eksempel kløverinnhald i avling), medan den andre forklaringsvariabelen (for eksempel utviklingssteg) er variert kontinuerleg innfor eit område dekt av om lag halvparten av observasjonsverdiene av variabelen (øvre og nedre kvartil). Vidare vart området for prediksjon av responsvariablane halde innfor eit avgrensa område slik at prediksjonsverdiene i størst mogleg grad var innfor eitt standardavvik for variabelen.

I tillegg har vi også vald å presentere resultat av den statistiske analysen som senario av to slåttssystem for Midt-Norge. Det har vi gjort ved å samanlikne avling og avlingskvalitet ved to og tre slåttar med temperaturdata for klimastasjonen Kvithamar (40 meter over havet. 63° 28' Ø, 10° 54' V) i eit «normalår» ved to kløvernivå i avlinga. I to-slåttssystemet har vi sett førsteslått ved gjennomsnittleg utviklingssteg MSC = 2,8, som er 18. juni, og temperatursum mellom første- og andreslått til 800 døgngrader, som i eit normalår er 11. august. I treslåttsystemet har vi sett førsteslått til utviklingssteg MSC = 2,4, som er 7. juni, med 600 døgngrader frå første- til andreslått (20. juli) og 680 døgngrader frå andre- til tredjeslått (4. september). Kløvernivå vi valde å samanlikne var 10 og 30% kløver i avlinga i 1. slått, 10 og 50% i 2. slått, 10 og 50% i tredjeslått og 10 og 40% i samla årsavling.

Resultat og diskusjon

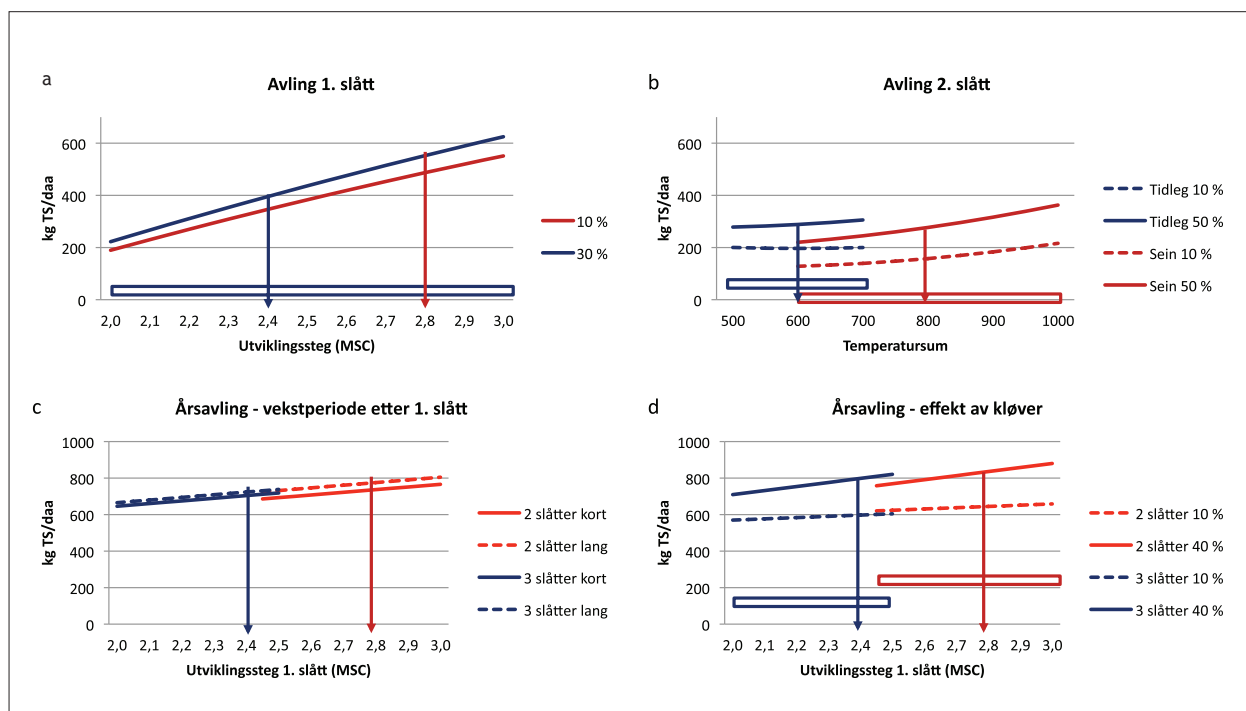
Datamaterialet

I tabell 3 er deskriptiv statistikk for datamaterialet for raudkløvergraseng stilt saman med gjennomsnitt, standardavvik, minimums- og maksimumsverdiar for uavhengige (engår, utviklingssteg, kløverinnhald i avlinga) og avhengige (responsvariablane avling og avlingskvalitet) variablar for førsteslått, andreslått, tredjeslått og samla årsavling. Det var stor spreing i materialet. Variasjonen i verdiane for variablane i årsavlinga er også illustrert i boksplokk, minimums- og maksimumsverdi, gjennomsnittet, medianen, nedre og øvre kvartil, for kvar forsøkslokalitet (vedlegg 2). Det var stor variasjon innan lokalitet, men i stor grad så overlappa øvre og nedre kvartil (50% av observasjonane) mellom forsøkslokalitetane kvarandre. Bortsett frå tørrstoffavling var det relativt liten forskjell mellom forsøkslokalitetane i gjennomsnittsverdiar for responsvariablane. Avlingsnivået på lokalitet Løken og Bodø var noko lågare enn dei andre, Tingvoll låg noko over, medan det var liten forskjell i avlingsnivå mellom Holt, Kvithamar og Særheim. Det var altså ikkje nokon systematisk nord-sør gradient i avlingsnivå. Det kan skuldast fleire ting. Det kan vere at skilnaden i jordhevd mellom lokalitetane var viktigare enn forskjell i vår. Andre faktorar kan vere at forsøka dels har gått i ulike år, kløverinnhaldet varierte, overvintringa kan ha vore dårleg på nokre felt, det var dels brukt ulike frøblandingar mellom lokalitetane, og at talet på engår varierer mellom lokalitet.

Parameterestimata frå den statistiske analysen er presenterte i tabellar i Vedlegg 3. Samanhengane mellom utviklingssteg, lengda på vekstperioden mellom slåttar og kløvermengd på den eine sida og avlinga og avlingskvalitet på den andre er illustrert i figur 1-11. Effekt av slåttesystem, to eller tre slåttar, og kløvermengd på avling og avlingskvalitet i eit normalår (vêrmessig) i Midt-Norge er presentert i tabell 5-8.

Avling

Avlinga i førsteslått auka med aukande innslag av kløver, og effekten av kløver var sterkare utover i vekstperioden, med aukande utviklingssteg (Vedlegg 3a, figur 1a). I gjennomsnitt gav 30% kløver i avlinga 14% større avling enn 10%, og førsteslått i toslåttsystemet ($MSC=2,8$) var 30% høgare enn i treslåttsystemet (tabell 5). Den positive effekten av kløver på avling samsvarer med andre har funne (Fagerberg og Torssell, 1995; Steinshamn, 2001). Avlinga i andreslått var større ved tidleg enn sein førsteslått (figur 1b). Dette heng sannsynleg saman med at i gjenveksten etter tidleg slått så er mange av skota generative og har sterkare gjenvekstevne enn vegetative skot som dominerar gjenveksten etter sein slått. Dette er vist hos timotei og engsvingel der tidleg førsteslått, før skyting, gir ein mye sterkare gjenvekst enn slått ved skyting eller på seinare utviklingsstadium (Bonesmo og Skjelvåg, 1999; Bonesmo, 2000). Avlinga i andreslått auka med aukande kløvermengd, og effekten var sterkare dess lengre vekstperioden var. Avlinga var 60 % høgare ved 50% enn ved 10% kløver i avlinga (Tabell 6). Den positive effekten av kløver på avlingsmengd var større i gjenveksten enn i vårveksten, men effekten av kløver på avlingsmengda minka med aukande kløverinnslag i både første- og andreslått og i årsavlinga (negativ andregradsledd for kløvermengd, vedlegg 3a og figur 11). Den positive men minkande effekten av aukande mengd kløver på avling er i samsvar med det ein før har funne i økologisk dyrka eller svakt gjødsla raudkløver graseng (Mallarino og Wedin, 1990; Fagerberg og Torssell, 1995; Steinshamn, 2001). Sjølv i nitrogengjødsla eng finn ein større avlingar av blandingar av gras og kløver enn av dei same artane i reinsetnad (Kirwan et al., 2007; Sturludóttir et al., 2014). Ein auke i frå 10 til 40% kløver i årsavlinga tilsvara 30% auke i årsavling i vårt materiale (tabell 8). Lengde på gjenvekstperioden etter førsteslått hadde liten effekt på årsavlinga (figur 1c), men avlinga auka meir med lengda på vekstperioden dess høgare kløvermengda i avlinga var (positivt samspel mellom temperatursum og kløvermengd, vedlegg 3a, figur 11d). Det var ingen sikker effekt av lengde på vekstperiode etter andreslått eller kløvermengd på avlinga i tredjeslått (Vedlegg 5f og tabell 7). Årsavlinga var større med to enn tre slåttar der kløvermengda i avlinga var lita, men ved høg kløverdel i avlinga var det ingen sikker avlingsskilnad mellom to og tre slåttar (figur 1d og 11 og tabell 9).



Figur 1. a) Effekt av utviklingssteg (MSC) og kløvermengd i avlinga (10 og 30 %) på avlingsnivå (kg TS/daa) i førsteslåtten. b) Effekt av vekstperiode etter førsteslått (temperatursum), utviklingssteg ved førsteslått (Tidleg, MSC = 2.4 og Sein, MSC = 2.8) og kløvermengd i avlinga (10 og 50 %) på avlingsnivå (kg TS/daa) i andreslåtten. c) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåtten og vekstperiode etter førsteslått ved 2 (kort = 600 og lang = 1000 °C) og 3 slåttar (kort = 500 og lang = 700 °C) på årsavlinga (kg TS/daa). d) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåtten og kløvermengd i avlinga (10 og 40 %) ved 2 og 3 slåttar på årsavlinga (kg TS/daa). Open horisontal stolpe indikerer området der det er statistisk sikker forskjell mellom kløvernivå (a, b og d) eller vekstperiode (c) på 5 % nivå. Pilene viser tid (utviklingssteg) for slått ved høvesvis to (raud) og tre (blå) slåttar (Tabell 5-8). Figurane er baserte på resultat av den statistiske analysen presentert Vedlegg 3a.

Tabell 5. Effekt av kløverinnhald i avlinga og slåttesystem (2 eller 3 slåttar per år) på avlingsmengd og avlingskvalitet i førsteslåtten for eit normalår i Midt-Noreg.

	10 % kløver i avlinga				30 % kløver i avlinga			
	2- slått ¹		3- slått ²		2- slått		3- slått	
	Gjsn ⁴	SE ⁴	Gjsn	SE	Gjsn	SE	Gjsn	SE
Avling, kg TS/daa	473 ^b	39	333 ^d	36	539 ^a	42	382 ^c	39
NEL3 MJ/daa	2760 ^b	221	2084 ^d	207	3119 ^a	235	2381 ^c	221
NEL MJ/kg TS	5,93 ^b	0,065	6,46 ^a	0,066	5,92 ^b	0,065	6,45 ^a	0,066
RP, g/kg TS	86 ^d	5,4	113 ^b	5,4	103 ^c	5,4	130 ^a	5,4
PBV, g/kg TS	-48 ^c	4,9	-30 ^b	5,0	-32 ^b	5,1	-15 ^a	5,1
AAT, g/kg TS	78,6 ^b	0,60	83,9 ^a	0,60	78,8 ^b	0,60	84,1 ^a	0,60
NDF, g/kg TS	556 ^a	10,7	499 ^c	10,8	524 ^b	11,0	466 ^d	11,1
ADF, g/kg TS	307 ^a	6,6	268 ^c	6,7	301 ^b	6,7	259 ^d	6,7
ADL, g/kg TS	23,9 ^b	0,63	19,4 ^d	0,61	26,8 ^a	0,66	21,9 ^c	0,63
uNDF, g/kg TS	66,8 ^b	3,80	44,3 ^d	3,81	72,5 ^a	3,81	49,9 ^c	3,83

¹ Førsteslått tatt ved utviklingssteg MSC=2,8 som i eit normalår er 18. juni ved vêrstasjon Kvithamar

² Førsteslått tatt ved utviklingssteg MSC=2,4 som i eit normalår er 7. juni ved vêrstasjon Kvithamar

³ NEL = nettoenergi laktasjon som her er sett lik 6,9×FEM (Föreiningkonsentrasjonen)

⁴ Gjsn. og SE er høvesvis gjennomsnitt og standardfeilen til gjennomsnittet

^{a,b,c,d} Gjennomsnittstal med ulike bokstavar innafor rada er statistisk ulike

Tabell 6. Effekt av kløverinnhald i avlinga og slåttesystem på avlingsmengd og avlingskvalitet i andreslått for eit normalår i Midt-Noreg.

	10 % kløver i avlinga				50 % kløver i avlinga			
	2-slått ¹		3-slått ²		2-slått		3-slått	
	Gjsn	SE	Gjsn	SE	Gjsn	SE	Gjsn	SE
Avling, kg TS/daa	169 ^d	18,3	209 ^c	18,5	300 ^b	20,7	308 ^a	20,5
NEL ³ MJ/daa	1007 ^d	102	1189 ^c	101	1704 ^b	113	1781 ^a	110
NEL MJ/kg TS	6,23 ^a	0,112	6,11 ^b	0,114	5,88 ^d	0,110	5,97 ^c	0,111
RP, g/kg TS	117 ^c	2,8	117 ^c	2,8	145 ^a	5,2	138 ^b	5,2
PBV, g/kg TS	-27 ^d	3,9	-24 ^c	3,4	5 ^a	4,3	0 ^b	3,9
AAT, g/kg TS	81,8 ^a	0,99	80,7 ^b	1,01	78,9 ^d	0,97	79,8 ^c	0,98
NDF, g/kg TS	479 ^b	31,0	506 ^a	27,6	445 ^c	31,0	472 ^b	27,6
ADF, g/kg TS	268 ^c	15,4	288 ^a	13,6	274 ^b	15,4	286 ^a	13,6
ADL, g/kg TS	20,6 ^d	2,3	22,1 ^c	2,3	29,8 ^a	2,2	29,0 ^b	2,3
uNDF, g/kg TS	52,8 ^d	7,86	56,8 ^c	7,97	84,2 ^a	7,77	75,1 ^b	7,80

¹ Andreslått tatt 800 °C etter 1. slått ved MSC=2,8. I eit normalår er det 11. august ved vêrstasjon Kvithamar

² Andreslått tatt 600 °C etter 1. slått ved MSC=2,4. I eit normalår er det 20. juli ved vêrstasjon Kvithamar

³ NEL = nettoenergi laktasjon som her er sett lik 6,9×FEm (Fôreiningskonsentrasjonen)

^{a,b,c,d} Gjennomsnittstal med ulike bokstaver innafora rada er statistisk ulike
Gjsn. og SE er høvesvis gjennomsnitt og standardfeilen til gjennomsnittet

Tabell 7. Effekt av kløverinnhald i avlinga på avlingsmengd og avlingskvalitet i tredjeslått¹ for eit normalår i Midt-Noreg.

	10 % kløver		50 % kløver	
	Gjsn	SE	Gjsn	SE
Avling, kg TS/daa	138	43,4	139	48,7
Avling, NEL ² MJ/daa	828	224	849	260
NEL MJ/kg TS	6,19 ^b	0,170	6,30 ^a	0,172
RP, g/kg TS	154 ^b	6,7	192 ^a	7,7
PBV, g/kg TS	10 ^b	5,4	46 ^a	6,1
AAT, g/kg TS	83,5 ^b	0,33	86,4 ^a	0,50
NDF, g/kg TS	471 ^a	19,4	410 ^b	19,2
ADF, g/kg TS	250 ^a	11,0	233 ^b	10,8
ADL, g/kg TS	21,5 ^b	2,8	28,0 ^a	2,85
uNDF, g/kg TS	56,4 ^b	0,72	70,5 ^a	8,2

¹ Tredjeslått tatt 4 september og 680 °C etter 2. slått. 2. slått tatt 600 °C etter 1 slått tatt ved MSC=2,4 med vêrdata frå vêrstasjon Kvithamar

² NEL = nettoenergi laktasjon som her er sett lik 6,9×FEm (Fôreiningskonsentrasjonen)

^{a,b,c,d} Gjennomsnittstal med ulike bokstavar innafora rada er statistisk ulike
Gjsn. og SE er høvesvis gjennomsnitt og standardfeilen til gjennomsnittet

Tabell 8. Effekt av kløverinnhald i avlinga og slåttesystem på avlingsmengd og avlingskvalitet i samla årsavling for eit normalår i Midt-Noreg.

	10 % kløver i avlinga				40 % kløver i avlinga			
	2-slått ¹		3-slått ²		2-slått		3-slått	
	Gjsn	SE	Gjsn	SE	Gjsn	SE	Gjsn	SE
Avling, kg TS/daa	645 ^b	45	597 ^c	41	835 ^a	46	798 ^a	41
NEL ³ MJ/daa	3850 ^b	345	3705 ^c	331	4871 ^a	345	4920 ^a	331
NEL MJ/kg TS	6,08 ^{ab}	0,193	6,18 ^a	0,159	5,98 ^b	0,186	6,10 ^{ab}	0,164
RP, g/kg TS	99 ^d	6,8	110 ^c	6,3	125 ^b	6,8	135 ^a	6,3
PBV, g/kg TS	-36 ^d	5,4	-27 ^c	5,1	-9,6 ^b	5,5	-2,9 ^a	5,2
AAT, g/kg TS	80,3 ^{ab}	1,8	81,3 ^a	1,6	79,7 ^b	1,8	80,9 ^{ab}	1,6
NDF, g/kg TS	533 ^a	16,0	530 ^a	16,3	495 ^b	16,5	474 ^c	16,2
ADF, g/kg TS	295 ^a	6,7	284 ^b	6,7	288 ^b	6,8	271 ^c	6,7
ADL, g/kg TS	22,9 ^c	1,5	21,3 ^d	1,5	28,6 ^a	1,5	25,6 ^b	1,4
uNDF, g/kg TS	63,1 ^c	3,53	58,6 ^d	3,62	78,7 ^a	3,45	68,3 ^b	3,43

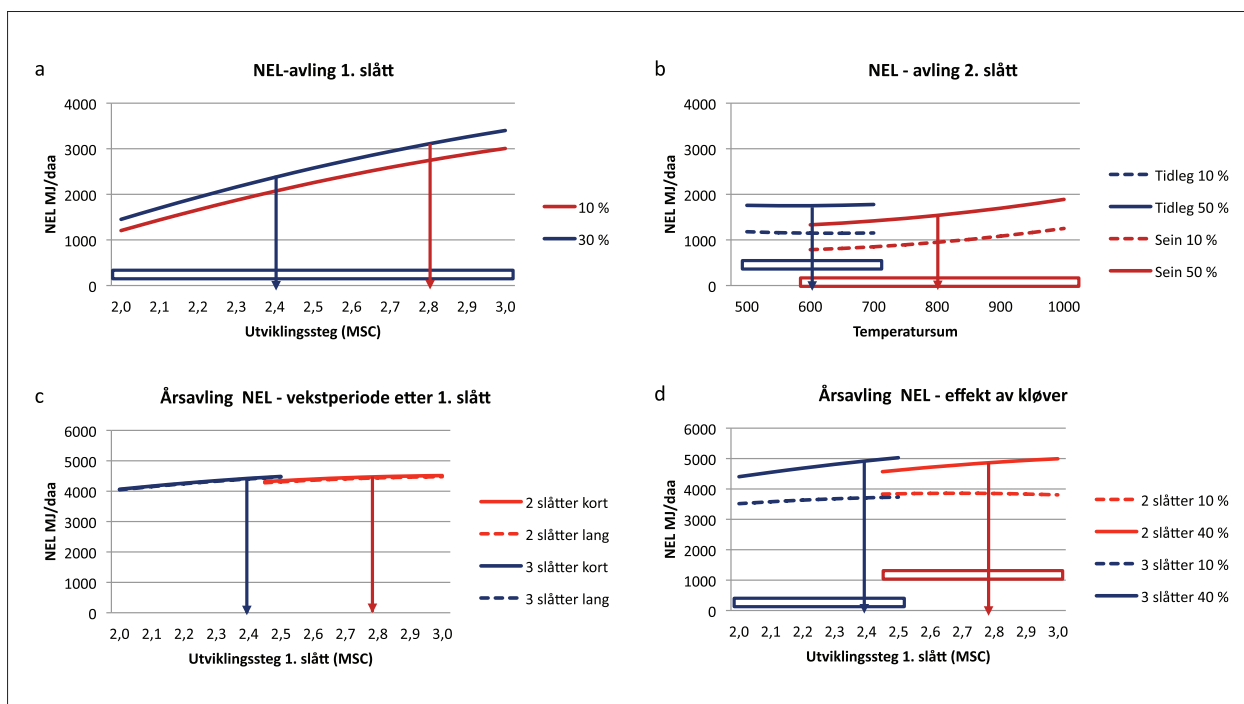
¹ Førsteslått tatt ved utviklingssteg MSC=2,8 den 18. juni, andreslått tatt 800 °C etter 1. slått den 11. august basert på vårdata for eit normalår ved vèrstasjon Kvithamar

² Førsteslått tatt ved utviklingssteg MSC=2,4 den 7. juni, andreslått tatt 600 °C etter 1. slått og tredjeslått tatt 680 °C etter 2. slått basert på vårdata for eit normalår ved vèrstasjon Kvithamar

³NEL = nettoenergi laktasjon som her er sett lik 6,9×FEm (Føreiningskonsentrasjonen)

^{a,b,c,d} Gjennomsnittstal med ulike bokstavar innafor rada er statistisk ulike
Gjsn. og SE er høvesvis gjennomsnitt og standardfeilen til gjennomsnittet

Samanhengane mellom utviklingssteg i førsteslått, temperatursum mellom første- og andreslått og kløverinnhald i avlinga og avlinga av nettoenergi (NEL) var stort sett som for tørrstoffavlinga (figur 2, vedlegg 3a, tabell 5-8). Tidleg slått gav større avling i atterveksten enn sein førsteslått (figur 2b). Det var sterk positiv effekt av kløverinnhald på avlinga, spesielt i atterveksten. Avling var noko lågare ved tre enn to slåttar når kløvernivået var lågt, medan det var ingen skilnad i NEL-avling ved høgt kløvernivå (figur 2 d, tabell 8). I motsetning til TS-avlinga minka auken i NEL-årsavlinga med utviklingssteget i førsteslått (negativt andregradsledd for utviklingssteg, vedlegg 3a, figur 2c og d). Dette heng saman med at energikonstrasjonen i avlinga går ned utover i vekstperioden.

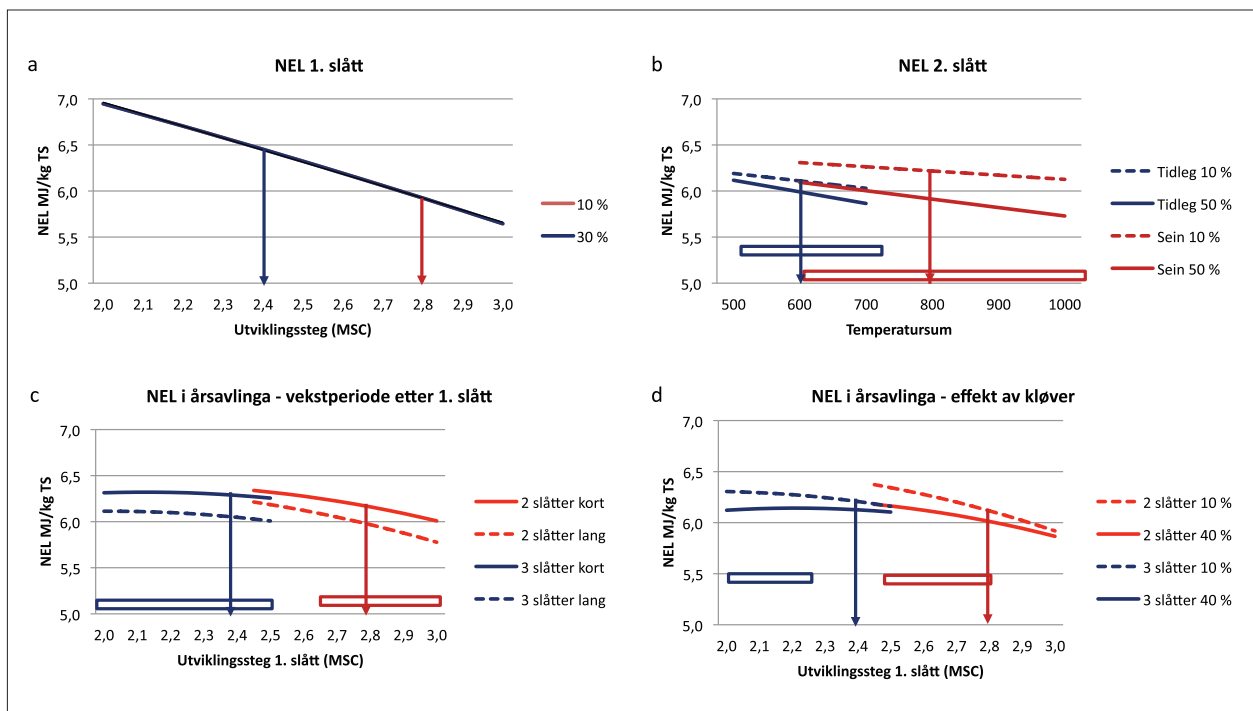


Figur 2. a) Effekt av utviklingssteg (MSC) og kløvermengd i avlinga (10 og 30 %) på avlingsnivå (NEL MJ/daa) i førsteslått. b) Effekt av vekstperiode etter førsteslått (temperatursum), utviklingssteg ved førsteslått (Tidleg, MSC = 2.4 og Sein, MSC = 2.8) og kløvermengd i avlinga (10 og 50 %) på avlingsnivå (NEL MJ/daa) i andreslått. c) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslått og vekstperiode etter førsteslått ved 2 (kort = 600 og lang = 1000 °C) og 3 slåttar (kort = 500 og lang = 700 °C) på årsavlinga (NEL MJ/daa). d) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslått og kløvermengd i avlinga (10 og 40 %) ved 2 og 3 slåttar på årsavlinga (NEL MJ/daa). Open horisontal stolpe indikerer området der det er statistisk sikker forskjell mellom kløvernivå (a, b og d) eller vekstperiode (c) på 5 % nivå. Pilene viser tid (utviklingssteg) for slått ved høvesvis to (raud) og tre (blå) slåttar (Tabell 5-8). Figurane er baserte på resultat av den statistiske analysen presentert i Vedlegg 3a. @

Energikonsentrasjonen (NEL)

Energiverdien (NEL = netto energi laktasjon i MJ/kg TS) av avlinga minka nærmast rettlinja med utviklingssteget i førsteslått og utan effekt av kløverinnhald (vedlegg 3e, figur 3a). Vanlegvis finn ein at fordøyelegheit og energiverdien aukar med mengd kløver i avlinga i vårveksten (Øyen og Aase, 1988; Lunnan, 1989; Steinshamn, 1997), og at nedgangen går seinare hos raudkløver enn hos timotei (Rinne og Nykänen, 2000), sidan kløver er seinare i utvikling og har høgare blad/stengel forhold enn gras (Buxton og Brasche, 1991; Steinshamn, 1997; Rinne og Nykänen, 2000). Tidleg slått gav om lag 10% høgare NEL-verdi enn sein førsteslått (Tabell 5). I gjenveksten etter førsteslått gikk også NEL ned utover i vekstperioden, og nedgangen var sterkare dess tidlegare førsteslått var teken og dess meir kløver det var i avlinga (figur 3b, tabell 6). I gjennomsnitt var nedgangen 0,10 MJ/kg TS for kvar 100 døgngrader ved tidleg førsteslått og 0,07 MJ/kg TS ved sein førsteslått. (Lunnan, 2008) fann også at nedgangen i energiverdi i gjenveksten var sterkare dess tidlegare førsteslått var teke i blandingseng av gras og raudkløver, men nedgangen var sterkare i Lunnan (2008) sine forsøk enn det finn i dette materialet. Fallet i energiverdi i gjenveksten var også relativt svak i prøver teke ut på gardsbruk der førsteslått var teke mellom skyting og full skyting (Bakken og Kval-Engstad, 2011). Den negative effekt av kløverinnhald på energiverdien i gjenveksten samsvarar med ein har funne før (Øyen og Aase, 1988; Lunnan, 1989; Fagerberg og Ekbohm, 1995). Hos kløver er det hovudsakleg vedvevet som er lignifisert og på ein slik måte at celleveggen er heilt ufordøyeleg, medan hos gras er ligninet meir jamt fordelt utanom i silvevet der det ikkje er lignin (Wilson, 1993). Atterveksten hos raudkløver er i stor grad generativ med mange stenglar i massen med mange vedvev, noko som set ned meltingsgraden og energiverdien. Negativ effekt av kløvermengd på NEL i atterveksten var sterkare ved tidleg enn ved sein

førsteslått, noko som skuldast at atterveksten ved tidleg slått har meir stenglar enn etter sein førsteslått. Sjølv om det var statistiske sikre effektar av kløver og av slåttesystem, var det relativt små forskjellar i NEL-verdiane i andreslått (tabell 6). I tredjeslått auka NEL med aukande innslag av kløver, men effekten minka med lengda på vekstperioden (vedlegg 3f og tabell 7). I gjenveksten etter andreslått, så er kløver meir bladrik att og dermed så vil auka innslag av kløver virke positivt på energiverdien. I samla årsavling var nedgangen i NEL ved utsett førsteslått sterkare ved to enn ved tre slåttar (figur 3c og d, vedlegg 3b). Det skuldast at nedgangen i energiverdi med aldring på plantesetnaden er sterkare i vårveksten enn i atterveksten, og vårveksten utgjør ein større del av avlinga ved to enn tre slåttar. Effekten av auka vekstperiode mellom første- og andreslått på NEL var sterkare ved tre enn ved to slåttar i året (vedlegg 3b, figur 3c). Det skuldast at nedgangen i NEL etter førsteslått var sterkare ved tidleg slått, som i eit tre slåttssystem, enn etter sein slått. For kvar 100 døgngrader gikk NEL i årsavlinga ned med om lag 0.11MJ/kg TS etter tidleg slått og 0,05 MJ/kg TS etter sein førsteslått. NEL i årsavlinga gikk ned med aukande innslag av kløver og meir ved tre enn ved to slåttar, men for begge slåttssystema minka effekten av kløver desse seinare førsteslått vart teke (figur 3d). Det var liten effekt av tal slåttar på NEL i samla årsavling, kløverbemengd i avlinga hadde meir å seie (tabell 8).

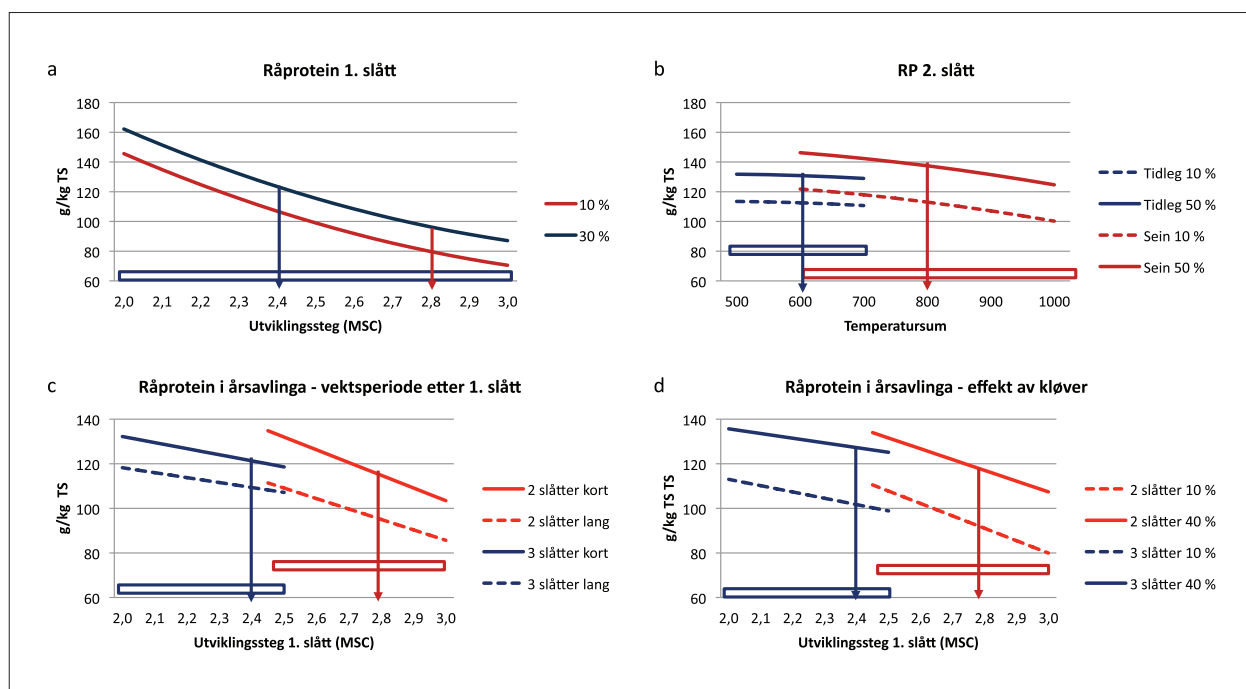


Figur 3. a) Effekt av utviklingssteg (MSC) og kløverbemengd i avlinga (10 og 30 %) på energikonsentrasjonen (NEL MJ/kg TS) i førsteslått. b) Effekt av vekstperiode etter førsteslått (temperatursum), utviklingssteg ved førsteslått (Tidleg, MSC = 2.4 og Sein, MSC = 2.8) og kløverbemengd i avlinga (10 og 50 %) på energikonsentrasjonen (NEL MJ/kg TS) i andreslått. c) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslått og vekstperiode etter førsteslått ved 2 (kort = 600 og lang = 1000 °C) og 3 slåttar (kort = 500 og lang = 700 °C) på energikonsentrasjonen (NEL MJ/kg TS) i årsavlinga. d) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslått og kløverbemengd i avlinga (10 og 40 %) ved 2 og 3 slåttar på energikonsentrasjonen (NEL MJ/kg TS) i årsavlinga. Open horisontal stolpe indikerer området der det er statistisk sikker forskjell mellom kløvernivå (a, b og d) eller vekstperiode (c) på 5 % nivå. Pilene viser tid (utviklingssteg) for slått ved høvesvis to (raud) og tre (blå) slåttar (Tabell 5-8). Figurane er baserte på resultat av den statistiske analysen presentert i Vedlegg 3b.

Proteininnhaldet (RP, AAT og PBV)

RP

Råproteininnhaldet gikk ned med utviklingssteget i vårvekstsperioden, og nedgangen var sterkest i starten av vekstsesonen for så å minke (vedlegg 5c, figur 4a). Tidspunkt for førsteslått hadde sterk effekt på proteininnhaldet i førsteslått, og nivået var i gjennomsnitt 30% høgare ved tidleg enn ved sein førsteslåt (tabell 5). Dess seinare førsteslått var teken dess høgare var nivået i gjenveksten (figur 4b), og nedgangen utover i gjenvekstperioden var sterkare med sein (i gjennomsnitt 5,4 g/kg TS per 100 døgngader) enn med tidleg førsteslåt (i gjennomsnitt 1,4 g/kg TS per 100 døgngader). Årsaka til at proteininnhaldet i gjenveksten etter sein slåt er høgare enn etter tidleg slåt, heng saman med at ved tidleg slåt så er mye av atterveksten generativ og har såleis lågare høvetal mellom blad og stengel enn det veksten etter ein sein slåt. Men forskjellen i proteinnivå i andreslått hos toslåtssystem og treslåttssystem var relativt liten (tabell 6). Råproteininnhaldet i årsavlinga var større dess kortare gjenvekstperioden var etter førsteslåt (figur 4c). For kvar 100 døgngader så var nedgangen om lag 6,5 g/kg TS etter tidleg førsteslåt og 10 g/kg TS etter sein førsteslåt. Innhaldet i årsavlinga gikk ned med utsett førsteslåt, og nedgangen var sterkare ved to enn ved tre slåttar (figur 4c og d). Sterkere nedgang i gjenveksten etter sein førsteslåt skuldast, som for energiverdien, at nedgangen i fôrverdi med alder på plantesetnaden er sterkare i vårveksten enn i gjenveksten og at vårveksten utgjør ein større del av årsavlinga ved to enn tre slåttar. Det var sterk positiv effekt av kløver på proteininnhaldet i alle slåttane og i samla årsavling (figur 4a, b og d, tabell 5-8), noko som er i samsvar med ein tidlegare har sett hos gras-kløver eng gjødsla svakt med nitrogen (Fagerberg og Ekbohm, 1995; Steinshamn, 1997). Nedgangen i proteininnhaldet i årsavlinga med

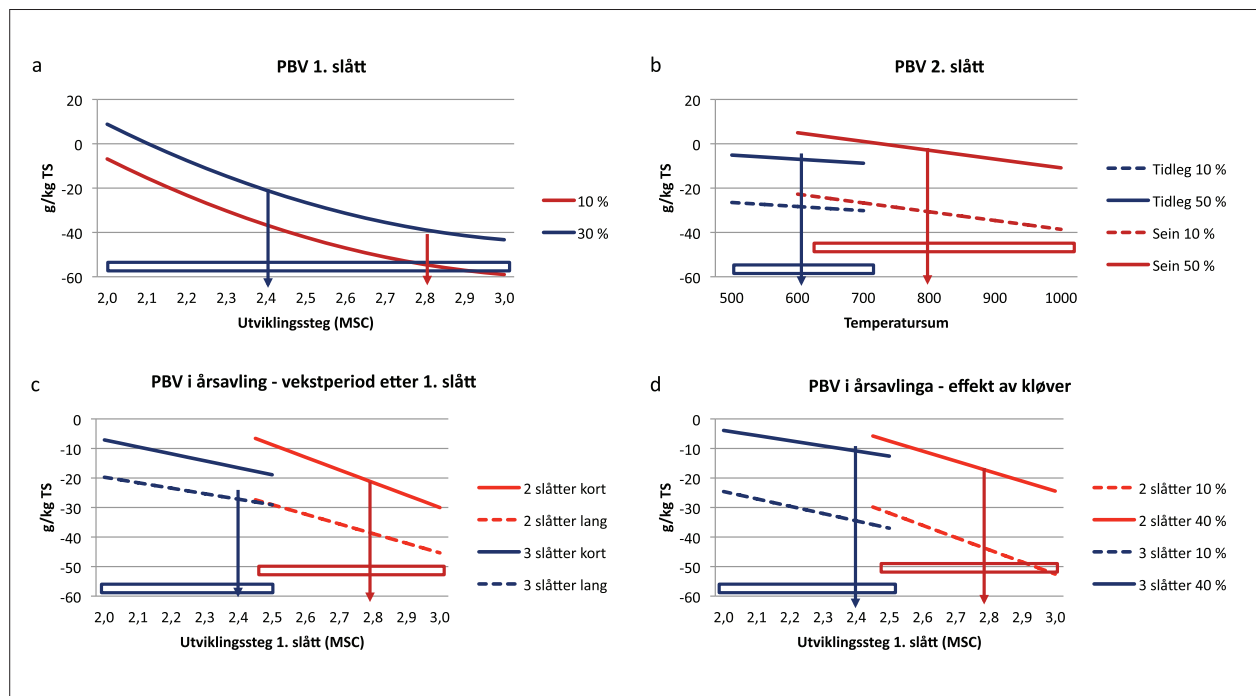


Figur 4. a) Effekt av utviklingssteg (MSC) og kløvernemngd i avlinga (10 og 30 %) på råproteininnhaldet (g/kg TS) i førsteslått. b) Effekt av vekstperiode etter førsteslåt (temperatursum), utviklingssteg ved førsteslåt (Tidleg, MSC = 2.4 og Sein, MSC = 2.8) og kløvernemngd i avlinga (10 og 50 %) på råproteininnhaldet (g/kg TS) i andreslått. c) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslått og vekstperiode etter førsteslåt ved 2 (kort = 600 og lang = 1000 °C) og 3 slåttar (kort = 500 og lang = 700 °C) på råproteininnhaldet (g/kg TS) i årsavlinga d) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslått og kløvernemngd i avlinga (10 og 40 %) ved 2 og 3 slåttar på råproteininnhaldet (g/kg TS) i årsavlinga. Open horisontal stolpe indikerer området der det er statistisk sikker forskjell mellom kløvernivå (a, b og d) eller vekstperiode (c) på 5 % nivå. Pilene viser tid (utviklingssteg) for slåt ved høvesvis to (raud) og tre (blå) slåttar (Tabell 5-8). Figurane er baserte på resultat av dn statistiske analysen presentert i Vedlegg 3c.

utsett førsteslått var mindre dess høgare kløverinnhaldet var (figur 4d). Sjølv med tre slåttar var det vanskeleg å oppnå proteininnhald på 125 g/kg TS, utan at kløverinnhaldet nærma seg 40% i årsavlinga (figur 4d og tabell 8).

PBV

Proteinbalansen i vomma (PBV) i avlinga følgde det same mønsteret som for innhaldet av råprotein (figur 5), og det må vere slik sidan PBV er direkte avleia av innhaldet av råprotein (Madsen et al., 1995), og PBV i råmaterialet er rekna ut frå innhaldet av råprotein. Innhaldet gikk ned utover i vekstperioden og det var sterk positiv samanheng mellom PBV og kløverinnhaldet i avlinga. Generelt var innhaldet lågt og mindre enn 0 g/kg TS. Sjølv med tre slåttar var det berre i andre- og tredjeslåttan at PBV var større enn 0 (figur 5 og tabell 5-8).

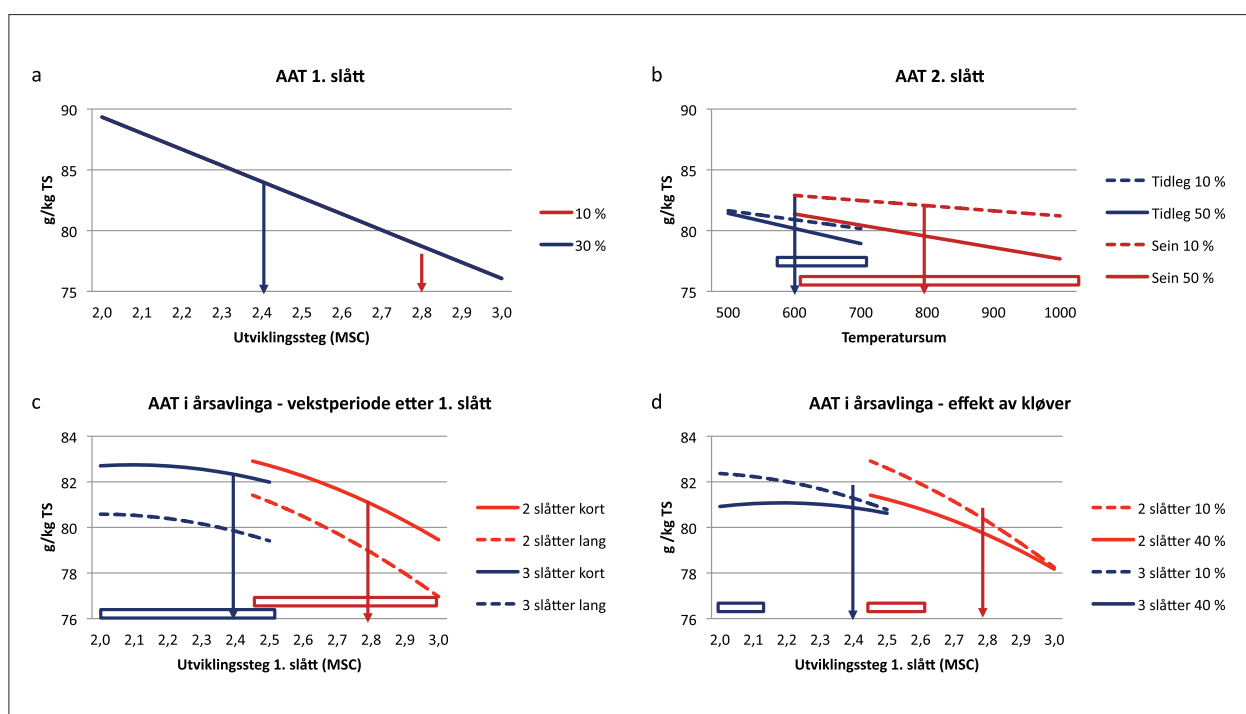


Figur 5. a) Effekt av utviklingssteg (MSC) og kløvermengd i avlinga (10 og 30 %) på PBV (g/kg TS) i førsteslåttan. b) Effekt av vekstperiode etter førsteslått (temperatursum), utviklingssteg ved førsteslått (Tidleg, MSC = 2.4 og Sein, MSC = 2.8) og kløvermengd i avlinga (10 og 50 %) på PBV (g/kg TS) i andreslåttan. c) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåttan og vekstperiode etter førsteslått ved 2 (kort = 600 og lang = 1000 °C) og 3 slåttar (kort = 500 og lang = 700 °C) på PBV (g/kg TS) i årsavlinga d) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåttan og kløvermengd i avlinga (10 og 40 %) ved 2 og 3 slåttar på PBV (g/kg TS) i årsavlinga. Open horisontal stolpe indikerer området der det er statistisk sikker forskjell mellom kløvernivå (a, b og d) eller vekstperiode (c) på 5 % nivå. Pilene viser tid (utviklingssteg) for slått ved høvesvis to (raud) og tre (blå) slåttar (Tabell 5-8). Figurane er baserte på resultat av den statistiske analysen presentert i Vedlegg 3c.

AAT

Medan PBV følgde mønsteret for råprotein, følgde aminosyre absorbert i tarm (AAT) i avlinga mønsteret til NEL (figur 6). Det heng saman med AAT består av både aminosyrer frå fôret og frå mikrobiell proteinsyntese, og syntesen av mikrobeprotein er avhengig av forsyninga av energi i frå fôret (Madsen et al., 1995). AAT-innhaldet minka rettlinja med utviklingssteget i førsteslåttan, og innhaldet av kløver hadde ingen effekt (vedlegg 3b, figur 6a). I gjenveksten etter førsteslått gikk også AAT ned utover i vekstperioden og nedgangen var sterkare dess

tidlegare førsteslåttan var teke og dess meir kløver det var i avlinga (figur 6b). I gjennomsnitt var nedgangen 1 g/kg TS per 100 døgngader ved tidleg slått og 0,7 g/kg TS per 100 døgngader ved sein førsteslått. I samla årsavling var nedgangen i AAT ved utsett førsteslått sterkare ved to enn ved tre slåttar (figur 6c). Ved begge slåttssystem var den negative effekten av auka vekstperiode mellom første- og andreslått noko sterkare dess seinare førsteslåttan vart teke. Den negative effekten av auka vekstperiode mellom første- og andreslått på AAT i årsavlinga var sterkare ved tre enn ved to slåttar i året (figur 6c), og for kvar 100 døgngader gikk AAT ned med om lag 1,2 g/kg TS i treslåttssystemet og 1,0 g/kg TS i toslåttssystemet. AAT i årsavlinga gikk ned med aukande innslag av kløver, men i praksis hadde det lite å seie ved normal haustetid for to og tre slåttar (figur 6d og tabell 8). Men det var betydeleg effekt av slåttetid i førsteslåttan, og tidleg slått gav 5,3 g/kg TS høgare AAT-verdi enn sein slått (tabell 5), mens det var ingen effekt av slåttssystem i andreslåttan (tabell 6), og i samla årsavling gav tre slåttar 1,1 g/kg TS meir AAT enn to slåttar (tabell 8).

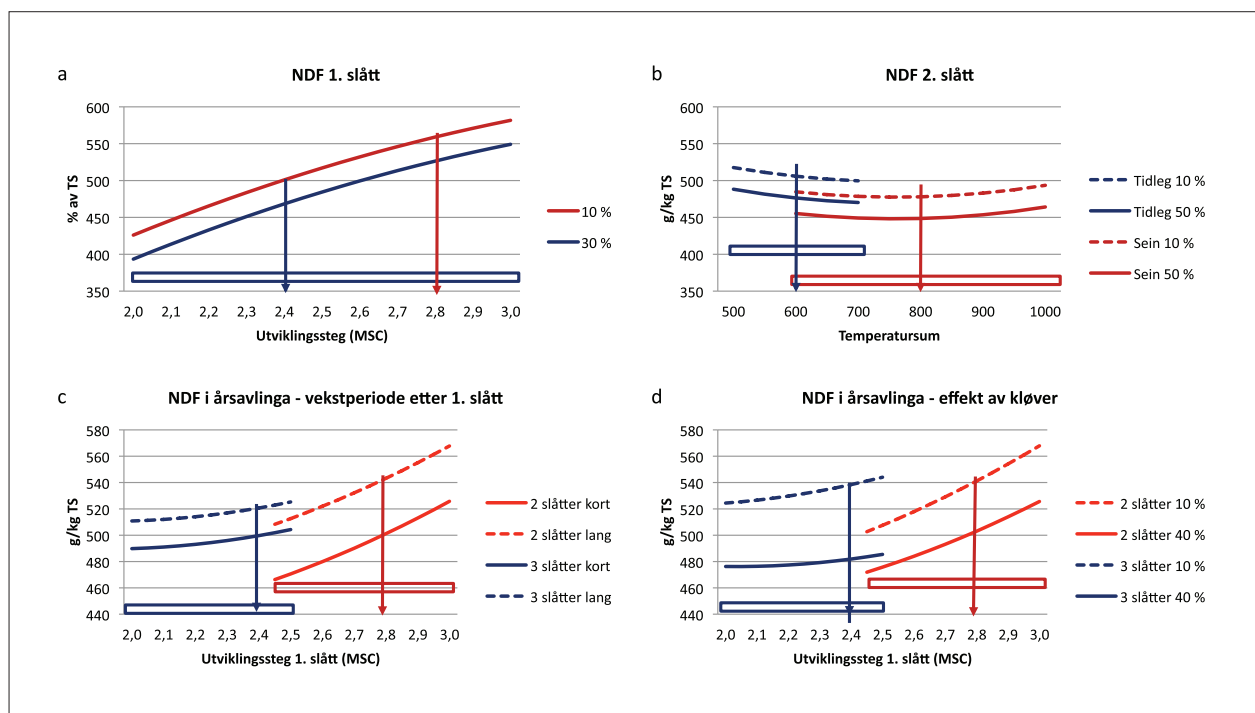


Figur 6. a) Effekt av utviklingssteg (MSC) og kløvermengd i avlinga (10 og 30 %) på AAT (g/kg TS) i førsteslåttan. b) Effekt av vekstperiode etter førsteslått (temperatursum), utviklingssteg ved førsteslått (Tidleg, MSC = 2.4 og Sein, MSC = 2.8) og kløvermengd i avlinga (10 og 50 %) på AAT (g/kg TS) i andreslåttan. c) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåttan og vekstperiode etter førsteslått ved 2 (kort = 600 og lang = 1000 °C) og 3 slåttar (kort = 500 og lang = 700 °C r) på AAT (g/kg TS) i årsavlinga d) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåttan og kløvermengd i avlinga (10 og 40 %) ved 2 og 3 slåttar på AAT (g/kg TS) i årsavlinga. Open horisontal stolpe indikerer området der det er statistisk sikker forskjell mellom kløvernivå (a, b og d) eller vekstperiode (c) på 5 % nivå. Pilene viser tid (utviklingssteg) for slått ved høvesvis to (raud) og tre (blå) slåttar (Tabell 5-8). Figurane er baserte på resultat av den statistiske analysen presentert i Vedlegg 3b.

Fiberinnholdet (NDF, ADF, ADL og uNDF)

NDF

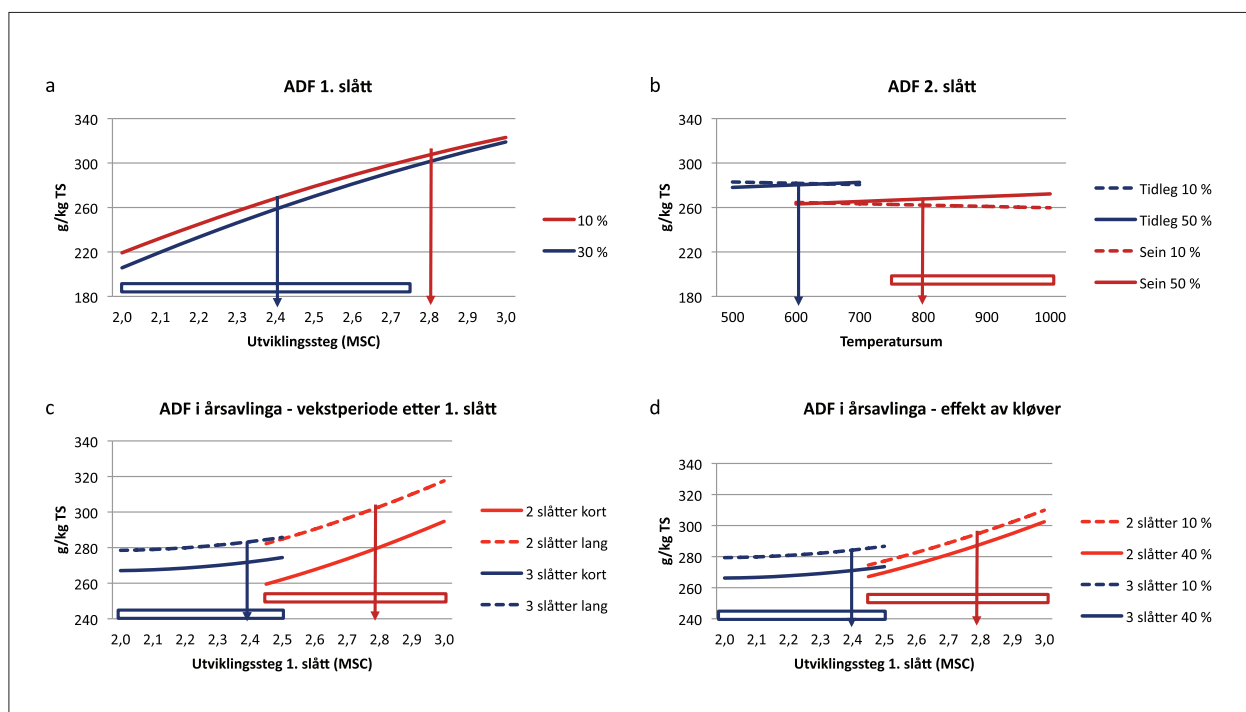
Fiberinnholdet førsteslåtten, målt som nøytral løyeseleg fiber (NDF), auka med utviklingssteget og var lågare dess meir kløver det var i avlinga (vedlegg 3d, figur 7a). Dette heng saman med at mengd blad i høve til stengel går ned med auka utviklingssteg og at belgvekstar har generelt lågare innhald av NDF enn gras (Sanderson and Wedin, 1989). I gjennomsnitt gav tidleg førsteslått 11 % lågare NDF-verdi enn sein slått, og 30% kløver i avling gav 6% lågare nivå enn 10% kløver (tabell 5). NDF-innhaldet i gjenveksten var påverka av tidspunkt for førsteslåtten og var høgare dess tidlegare førsteslåtten var teken (figur 7b) og samsvarer med det ein har funne i andre forsøk (Bakken et al., 2008). Innhaldet gikk ned utover i perioden ved tidleg førsteslått (9 g/kg TS per 100 døgngrader) og auka svakt ved sein førsteslått (figur 7b), medan effekten av kløver var som i førsteslåtten (figur 7b). Det er vanskeleg å forklare nedgangen i NDF-innhaldet i gjenveksten. Men endringane er relativt små, og små effektar av alder på innhaldet av NDF i gjenveksten har ein også sett i andre norske granskingar (Bakken et al., 2008; Bakken og Kval-Engstad, 2011). I gjennomsnitt var NDF-nivået i andreslåtten 6% høgare i treslåttsystemet enn i toslåttsystemet (tabell 6). NDF-innhaldet i årsavlinga auka med utsett haustetid av førsteslåtten, og auka sterkare i eit toslåttsystem enn i eng med tre slåttar dess seinare førsteslåtten var teken (figur 7c). Dette skuldast at førsteslåtten og endringane i den betyr meir for NDF-nivået i årsavlinga ved to enn ved tre slåttar. For kvar 100 døgngrader vekstperiode etter førsteslått auka NDF-nivået i årsavlinga med om lag 11 g/kg TS etter tidleg førsteslått og 21 g/kg TS etter sein førsteslått. Vidare var det liten skilnad mellom to og tre slåttar i NDF-innhaldet i årsavlinga ved lågt kløverinnhald, medan ved høgt kløverinnhald var NDF-innhaldet lågare ved tre enn to slåttar (figur 7d og tabell 8). Kløvereffekten var sterkare dess seinare førsteslåtten vart teke (vedlegg 3d og figur 7d).



Figur 7. a) Effekt av utviklingssteg (MSC) og kløvermengd i avlinga (10 og 30 %) på NDF (g/kg TS) i førsteslåtten. b) Effekt av vekstperiode etter førsteslått (temperatursum), utviklingssteg ved førsteslått (Tidleg, MSC = 2.4 og Sein, MSC = 2.8) og kløvermengd i avlinga (10 og 50 %) på NDF (g/kg TS) i andreslåtten. c) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåtten og vekstperiode etter førsteslått ved 2 (kort = 600 og lang = 1000 °C) og 3 slåttar (kort = 500 og lang = 700 °C) på NDF (g/kg TS) i årsavlinga d) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåtten og kløvermengd i avlinga (10 og 40 %) ved 2 og 3 slåttar på NDF (g/kg TS) i årsavlinga. Open horisontal stolpe indikerer området der det er statistisk sikker forskjell mellom kløvernivå (a, b og d) eller vekstperiode (c) på 5 % nivå. Pilene viser tid (utviklingssteg) for slått ved høvesvis to (raud) og tre (blå) slåttar (Tabell 5-8). Figurane er baserte på resultat av den statistiske analysen presentert i Vedlegg 5d.

ADF

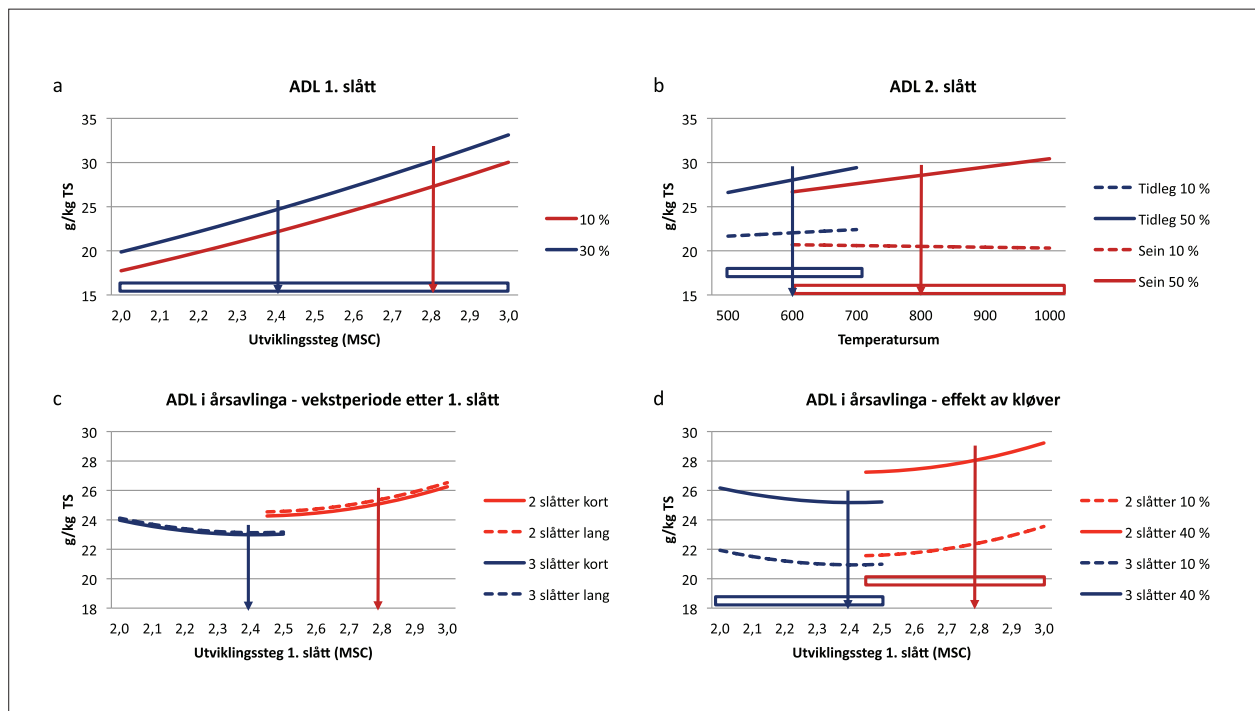
Innhaldet av syreløseleg fiber (ADF) i førsteslåtten auka som NDF-innhaldet utover i vekstperioden (figur 8a). Innhaldet i førsteslåtten var lågare dess meir kløver det var i avlinga, men effekten av kløver minka utover i vekstperioden. På same viset som for NDF, var ADF-innhaldet i gjenveksten sterkt påverka av tidspunkt for førsteslåtten og var høgare dess tidlegare førsteslåtten var teke (figur 8b). Det var liten effekt av lengda gjenvekstperioden på ADF-innhaldet ved tidleg førsteslåt (figur 8b). Ved sein førsteslåt auka ADF-innhaldet utover i perioden ved høgt kløverinnhald, medan ved låg kløverinnhald var det liten nedgang (figur 8b). ADF-innhaldet i årsavlinga auka med utsett haustetid av førsteslåtten, og auka sterkare i eit 2-slåttsystem enn i eng med tre slåttar (figur 8c). ADF-innhaldet i årsavlinga auka med aukande gjenvekstperioden etter førsteslåt (figur 8c). ADF-innhaldet i årsavlinga gikk ned med aukande kløverinnhald, og kløvereffekten var sterkare dess seinare førsteslåtten vart teke og sterkare i eng med tre enn med to slåttar (figur 8d).



Figur 8. a) Effekt av utviklingssteg (MSC) og kløvermengd i avlinga (10 og 30 %) på ADF (g/kg TS) i førsteslåtten. b) Effekt av vekstperiode etter førsteslåt (temperatursum), utviklingssteg ved førsteslåt (Tidleg, MSC = 2.4 og Sein, MSC = 2.8) og kløvermengd i avlinga (10 og 50 %) på ADF (g/kg TS) i andreslåtten. c) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåtten og vekstperiode etter førsteslåt ved 2 (kort = 600 og lang = 1000 °C) og 3 slåttar (kort = 500 og lang = 700 °C) på ADF (g/kg TS) i årsavlinga d) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåtten og kløvermengd i avlinga (10 og 40 %) ved 2 og 3 slåttar på ADF (g/kg TS) i årsavlinga. Open horisontal stolpe indikerer området der det er statistisk sikker forskjell mellom kløvernivå (a, b og d) eller vekstperiode (c) på 5 % nivå. Pilene viser tid (utviklingssteg) for slått ved høvesvis to (raud) og tre (blå) slåttar (Tabell 5-8). Figurane er baserte på resultat av den statistiske analysen presentert i Vedlegg 3d.

ADL

Lignininnhaldet i 1. slått, målt som syreløyselig lignin (ADL), auka med utviklingsteget og med aukande mengd kløver i avlinga (figur 9a, tabell 6). Innhaldet auka svakt utover i gjenveksten etter 1. slått, og det var sterk effekt av kløver på innhaldet som auka med aukande kløvermengd (figur 9b, tabell 7). I samla årsavlinga var ADL-innhaldet noko lågare ved tre enn ved to slåttar (figur 9c, tabell 9). Innhaldet var lite påverka av tidspunkt for 1. slått i eng som var slått 3 gonger men auka svakt med utviklingssteget ved 2 slåttar. Det var ingen effekt av vekstperiode på ADL-nivået i samla årsavling (figur 9c). Lignininnhaldet i årsavlinga auka monaleg med aukande kløverinnhald i avlinga (figur 9d).

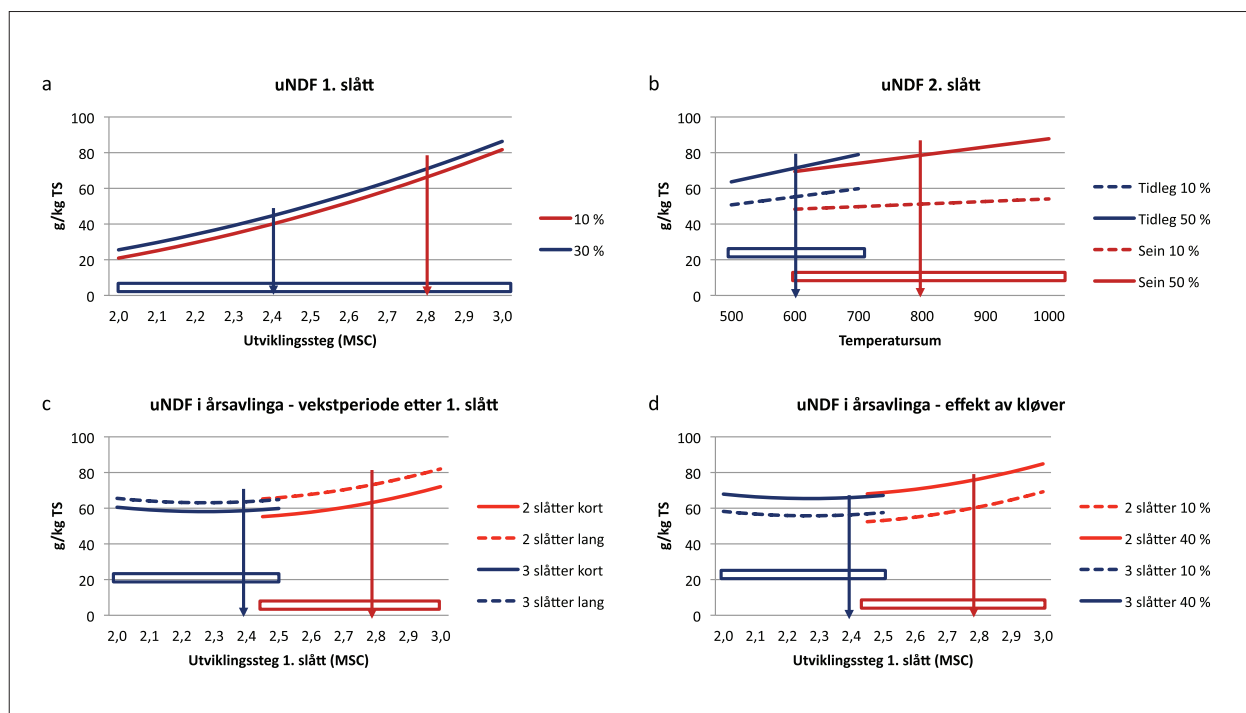


Figur 9. a) Effekt av utviklingssteg (MSC) og kløvermengd i avlinga (10 og 30 %) på ADL (g/kg TS) i førsteslåtten. b) Effekt av vekstperiode etter førsteslått (temperatursum), utviklingssteg ved førsteslått (Tidleg, MSC = 2.4 og Sein, MSC = 2.8) og kløvermengd i avlinga (10 og 50 %) på ADL (g/kg TS) i andreslåtten. c) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåtten og vekstperiode etter førsteslått ved 2 (kort = 600 og lang = 1000 °C) og 3 slåttar (kort = 500 og lang = 700 °C) på ADL (g/kg TS) i årsavlinga d) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslåtten og kløvermengd i avlinga (10 og 40 %) ved 2 og 3 slåttar på ADL (g/kg TS) i årsavlinga. Open horisontal stolpe indikerer området der det er statistisk sikker forskjell mellom kløvernivå (a, b og d) eller vekstperiode (c) på 5 % nivå. Pilene viser tid (utviklingssteg) for slått ved høvesvis to (raud) og tre (blå) slåttar (Tabell 5-8). Figurane er baserte på resultat av den statistiske analysen presentert i Vedlegg 3e.

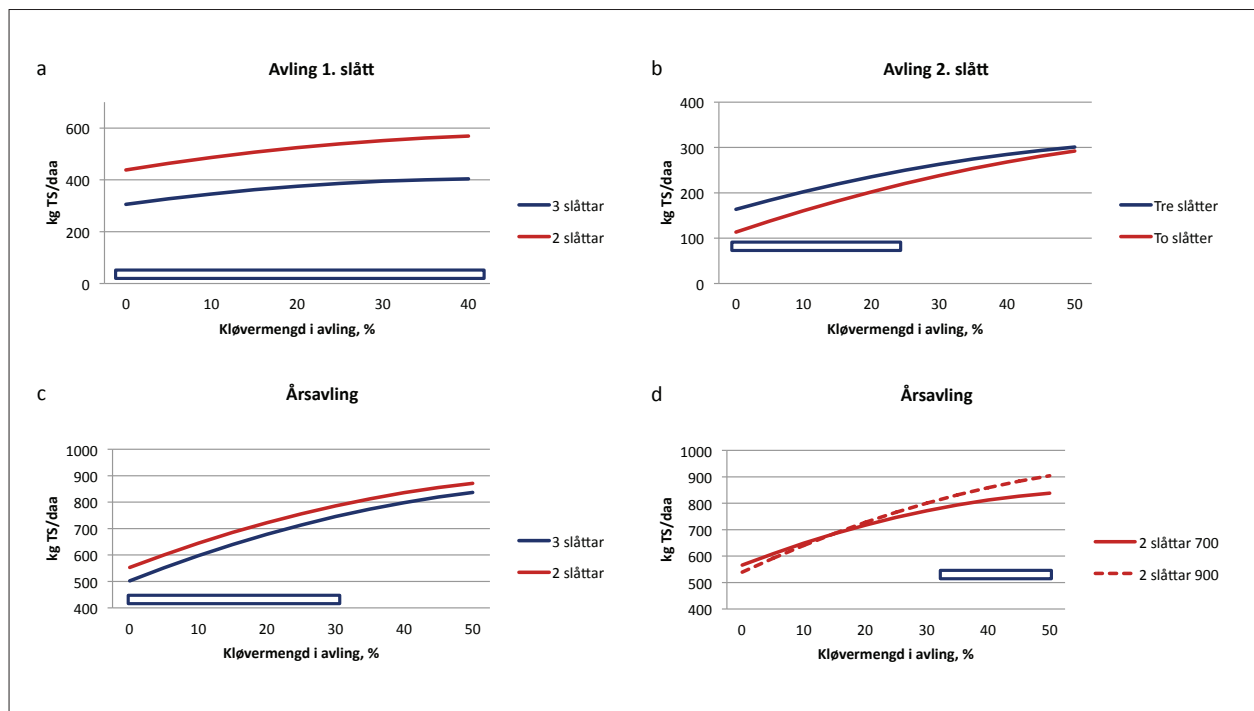
uNDF

Innhaldet av ufordøyeleg NDF (uNDF) i førsteslåtten auka med utviklingsteget og med aukande mengd kløver i avlinga (figur 10a, tabell 5) og er i samsvar med det ein har funne før (Nordheim et al., 2007; Bakken et al., 2008). Innhaldet auka utover i gjenveksten etter førsteslått, spesielt etter tidleg førsteslått (negativt samspel mellom utviklingssteg i førsteslåtten og temperatursum mellom først og andreslått, Vedlegg 3e). Auken i uNDF var om lag 3 og 6 g/kg TS per 100 døgngader for høvesvis sein og tidleg førsteslått. Liknande auke i uNDF i gjenveksten etter førsteslått fann også (Bakken et al., 2008) hos timotei, engsvingel og raudkløver. Det var sterk positiv effekt av kløver på innhaldet av uNDF i gjenveksten (figur 10b, tabell 6). I samla årsavlinga var uNDF-innhaldet noko lågare ved tre enn ved to slåttar (figur 10c og d, tabell 8). Innhaldet var lite påverka av tidspunkt for førsteslått i eng som

var slått tre gonger men auka svakt med utviklingssteget ved to slåttar. uNDF-nivået i samla årsavlinga auka med lengda på vekstperioden etter førsteslått (figur 9c). Auken tilsvara om lag 2.5 g/kg TS for kvar 100 døgngader. Lignininnhaldet i årsavlinga auka monaleg med aukande kløverinnhald i avlinga (figur 9d).



Figur 10. a) Effekt av utviklingssteg (MSC) og kløvermengd i avlinga (10 og 30 %) på uNDF (g/kg TS) i førsteslått. b) Effekt av vekstperiode etter førsteslått (temperatursum), utviklingssteg ved førsteslått (Tidleg, MSC = 2.4 og Sein, MSC = 2.8) og kløvermengd i avlinga (10 og 50 %) på uNDF (g/kg TS) i andreslått. c) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslått og vekstperiode etter førsteslått ved 2 (kort = 600 og lang = 1000 °C) og 3 slåttar (kort = 500 og lang = 700 °C) på uNDF (g/kg TS) i årsavlinga d) Effekt utviklingssteg (MSC) i førsteslått og kløvermengd i avlinga (10 og 40 %) ved 2 og 3 slåttar på uNDF (g/kg TS) i årsavlinga. Open horisontal stolpe indikerer området der det er statistisk sikker forskjell mellom kløvernivå (a, b og d) eller vekstperiode (c) på 5 % nivå. Pilene viser tid (utviklingssteg) for slått ved høvesvis to (raud) og tre (blå) slåttar (Tabell 5-8). Figurane er baserte på resultat av den statistiske analysen presentert i Vedlegg 3e.



Figur 11. Effekt av slåttesystem (2 eller 3 slåttar) kløvermengd i avlinga på avlingsnivå (kgTS/daa) i a) førsteslått, b) i 2. slått (c) og i samla årsavling. d) Effekt av tempertursum etter 1.slått og kløvermengd i avlinga på avlingsnivå (kg TS/daa). Open horisontal stolpe indikerer området der det er statistisk sikker forskjell mellom slåttesystem. Figurane er baserte på resultat av den statistiske analysen presentert i vedlegg 5a og utviklingssteg og vekstperiodar brukt i figurane 1-10.

Konklusjon

Samla analyse av forsøksdata i økologisk dyrka eng viste at utviklingssteget og innhaldet av kløver hadde sterk samanheng med avling og fleire mål på avlingskvalitet i førsteslått. Som venta auka avlinga, både av tørrstoff og energi, og fôrqualiteten gikk ned med aukande utviklingssteg. Tidspunkt for førsteslått hadde også effekt på både avlingsnivå og fôrqualiteten i gjenveksten. Generelt gav tidleg førsteslått høgare avlingsnivå og dårlegare avlingskvalitet i gjenveksten enn sein førsteslått. Vidare var nedgangen i innhaldet av RP og PBV i gjenvekstavlinga sterkare ved sein enn tidleg førsteslått, medan nedgangen i NEL og AAT var sterkare dess tidlegare førsteslått vart teken. Men ved det definerte tidspunktet for andreslått i vår simulering, så var det relativt liten forskjell i avlingsnivå og avlingskvalitet hos gjenveksten i treslåttssystem (førsteslått ved byrjande skyting) og toslåttssystem (førsteslått ved full skyting). Det var liten effekt av tal slåttar på samla årsavling (TS og NEL) når kløverinnhaldet i avlinga var høgt (40%), men ved lågt kløverinnhald gav to slåttar større TS-avling og større energiavling enn tre slåttar. Det var liten praktisk effekt av slåttesystem på energiverdien (NEL) av årsavlinga. Elles gav tre slåttar høgare RP-innhald, lågare NDF-innhald og lågare uNDF-innhald i årsavlinga enn to slåttar. Kløverinnhaldet var sterkt korrelert med årsavling og avlingskvalitet av årsavlinga. Lengda på gjenvekstperioden etter førsteslått hadde liten effekt på årsavling, men ein auke i gjenvektperiode etter førsteslått reduserte energiverdien og innhaldet av RP, PBV og AAT og auka innhaldet av NDF og uNDF. Generelt så var nedgangen i NEL og AAT i gjenveksten og i årsavlinga med auka vekstperiode etter førsteslått sterkare etter tidleg enn sein førsteslått, medan nedgangen i innhaldet av RP og PBV og auken i NDF-innhaldet i gjenveksten og i årsavlinga var sterkare etter sein enn tidleg førsteslått.

Referansar

- Bakken, A. K., Höglind, M. & Lunnan, T. 2008. Quality development in regrowths of timothy, meadow fescue and red clover. *Grassland Science in Europe* 13: 444-446.
- Bakken, A. K. & Kval-Engstad, O. 2011. Fôrqualität i gjenvekst Buskap 2014 (4): 16-16.
- Bonesmo, H. 2000. Regrowth Rates of Timothy and Meadow Fescue as Related to the Content of Remaining Water-soluble Carbohydrates and Non-elongated Tillers. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* 50: 22-27.
- Bonesmo, H. 2004. Phenological development in timothy and meadow fescue as related to daily mean temperature and day length. In: Lüscher, A. *et al.* (eds.) *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions. Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation.* p 799-801. Organising Committee of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation. Swiss Grassland Society, Luzern, Switzerland.
- Bonesmo, H., & Skjelvåg, A.O. 1999. Regrowth Rates of Timothy and Meadow Fescue Cut at Five Phenological Stages. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* 49: 209-215.
- Buxton, D. R., & Brasche, M.R. 1991. Digestibility of Structural Carbohydrates in Cool-Season Grass and Legume Forages. *Crop Science* 31: 1338-1345.
- Connolly, J., and M. Wachendorf. 2001. Developing multisite dynamic models of mixed species plant communities. *Annals of Botany* 88: 703-712.
- Fagerberg, B., & Ekbohm, G. 1995. Variation in clover content and in nutritional value of grass-clover leys, 46 pp. Swedish University of Agricultural Science. *Crop Production Science* 23.
- Fagerberg, B., & Torsell, B. 1995. Estimation of variation in growth potential of leys with different red clover contents, nitrogen applications and cutting regimes. *Wirtschaftseigene Futter* 41: 145-162.
- SAS Institute Inc. 2011. *SAS/STAT® 9.3 User's Guide.* SAS Institute Inc., 8621 pp. Cary, NC.
- Kirwan, L. et al. 2007. Evenness drives consistent diversity effects in intensive grassland systems across 28 European sites. *Journal of Ecology* 95: 530-539.
- Lunnan, T. 1989. Raudkløver, kvitkløver, luserne og kaukasisk strekbelg i blanding med timotei og i reinebestand. *Norsk landbruksforskning* 3: 25-39.
- Lunnan, T. 2008. Kvalitetsutvikling i gjenvekst hos timotei, engsvingel og raudkløver. *Bioforsk FOKUS* 3(1): 148-149.
- Madsen, J. et al. 1995. The AAT/PBV protein evaluation system for ruminants. A revision. *Norwegian Journal of Agricultural Science Supplement* 19: 3-37.
- Mallarino, A. P., & Wedin, W.F. 1990. Effect of species and proportion of legume on herbage yield and nitrogen concentration of legume grass mixtures. *Grass and Forage Science* 45: 393-402.
- Moore, K. J. et al. 1991. Describing and Quantifying Growth Stages of Perennial Forage Grasses. *Agronomy Journal* 83: 1073-1077.
- Nordheim, H., Volden, H., Fystro, G. & Lunnan, T. 2007. Prediction of in situ degradation characteristics of neutral detergent fibre (aNDF) in temperate grasses and red clover using near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Animal Feed Science and Technology* 139: 92-108.
- Rinne, M., & Nykänen, A. 2000. Timing of primary growth harvest affects the yield and nutritive value of timothy-red clover mixtures. *Agricultural and Food Science in Finland* 9: 121-134.
- Sanderson, M. A., & Wedin, W.F. 1989. Phenological Stage and Herbage Quality Relationships in Temperate Grasses and Legumes. *Agronomy Journal* 81: 864-869.
- Steinshamn, H. 1997. Growth potential and herbage quality of low input grass-clover leys. Dr. Scient. thesis, 26 pp. Department of Horticulture and Crop Sciences, Agricultural University of Norway.
- Steinshamn, H. 2001. Effects of Cattle Slurry on the Growth Potential and Clover Proportion of Organically Managed Grass-Clover Leys. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Plant and Soil* 51: 113-124.
- Sturludóttir, E. et al. 2014. Benefits of mixing grasses and legumes for herbage yield and nutritive value in Northern Europe and Canada. *Grass and Forage Science* 69: 229-240.
- Wilson, J. R. 1993. Organization of Forage Plant Tissues. In: Jung, H.G. *et al.* (eds.) *Forage Cell Wall Structure and Digestibility.* American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Øyen, J., & Aase, K. 1988. Rødkløver i blanding med gras. Avling og kløverinnhold ved ulik N-gjødsling og høstingspraksis. *Norsk landbruksforskning* 2: 41-49.

Vedlegg 1. Forsøksseriar det er henta data i frå

Forsøksserie TL92xx - frøblanding til kort- og langvarig eng

Tittel: Frøblandingar til økologisk kort- og langvarig eng ved to haustesystem

Lokalitetar: Nyåkeren, Løken

Forsøksplan: Faktoriell (split-plot) med haustesystem på storruter og engfrøblanding på småruter

- Varigheit: 1992 - 2003. Attlegg følgd av fireårig eng i to påfølgande år. Langvarig eng (L) tilsådd 1992 og 1993 på ein del av skiftet. Kortvarig eng (K) på ein annan del med attlegg 1992/1993 og 1998/1999 (to omlaup)

- Haustesystem:

Surfôrsystem (S) med førsteslått ved / litt etter begynnande skyting for timotei og andreslått i månadsskiftet august/september.

Høysystem (H) som for sau med simulert vårbeite tidleg i juni, høyslått i juli og simulert haustbeite i september.

- Engfrøblandingar - ulike tilpassa varigheit og haustesystem. Artar og sortar:

T: Timotei (*Phleum pratense*), 80% 'Grindstad' + 20% 'Bodin' (omlaup 1) / 'Vega' (omlaup 2)

E: Engsvingel (*Festuca pratensis*), 'Salten'

Er: Engrapp (*Poa pratensis*), 50% 'Leikra' + 50% 'Enaldo' (omlaup 1) / 100% 'Entopper' (omlaup 2)

Rs: Raudsvingel (*Festuca rubra*), 'Leik'

B: Bladfaks (*Bromus inermis*), 'Løfar' (omlaup 1), 'Leif' (omlaup 2)

S: Strandrøyr (*Phalaris arundinacea*), 'Lara'

H: Hundegras (*Dactylis glomerata*), 'Apelsvoll'

R: Raudkløver (*Trifolium pratense*), 50% 'Kolpo' + 50% 'Bjursele'

K: Kvitkløver (*Trifolium repens*), 50% 'Undrom' + 25% 'Sonja' + 25% 'Milkanova' (omlaup 1), 100% 'Norstar' (omlaup 2)

G: Strekbelg (*Galega orientalis*) Løken-avla frø med opphav frå Estland

L: Luserne (*Medicago sativa*), 'Peace' (omlaup 1), 'Live' (omlaup 2)

Surfôr, to slåttar:

Langvarig eng (LS)

50T + 30E + 10R + 10K

40T + 20E + 10Er + 10Rs + 10R + 10K

40T + 20E + 35L + 2,5R + 2,5K

15T + 10E + 70G + 2,5R + 2,5K

20T + 60B + 10R + 10K

20T + 60S + 10R + 10K

7 15E + 20Er + 20R + 5K (omlaup 2)

Kortvarig eng (KS)

1 60T + 25E + 10R + 5K (omlaup 1)

2 55T + 20E + 20R + 5K

3 20T + 55B + 20R + 5K

4 40T + 15E + 10Er + 10Rs + 20R + 5K

5 15T + 10E + 70G + 2,5R + 2,5K

6 40T + 20E + 35L + 2,5R + 2,5K

Høy, tre slåttar (simulert vår- og haustbeiting og ein høyslått):

Langvarig eng (LH)

1 50T + 30E + 10R + 10K

2 40T + 20E + 10Er + 10Rs + 10R + 10K

3 20T + 50B + 5Er + 5Rs + 10R + 10K

4 20T + 50S + 5Er + 5Rs + 10R + 10K

5 15T + 10E + 70G + 2,5R + 2,5K

6 60H + 10 Er + 10 Rs + 10 R + 10 K

Kortvarig eng (KH)

1 60T + 25E + 10R + 5K (omlaup 1)

2 55T + 20E + 20R + 5K

3 40T + 15E + 10Er + 10Rs + 20R + 5K

4 20T + 55B + 20R + 5K

5 55H + 10Er + 10Rs + 20R + 5K

6 15T + 10E + 70G + 2,5R + 2,5K

7 40T + 15E + 20Er + 20R + 5K (omlaup 2)

Såmengd: Alle ledd totalt 2,5 kg frø per dekar

Gjentak: 4

Rutestorleik: 1,5*6 m (sårute)

Dekkvekst: Utan dekkvekst

Jord: Siltig mellomsand

Gjødsling attlegg: Moderat mengd husdyrgjødsel

Gjødsling engår: Surførsystem ca. 2 t blautgjødning storfe vår tilsett vatn

Høysystem ca. 1 t sauegjødning etter vårbeiting

Forsøksperiode: 1992-2003 - to omlauf på kortvarig eng, langvarig heile perioden

Kvalitetsanalysar: NIRS på Løken

Referanse:

Lunnan, T. 2004. Samanlikning av lang- og kortvarig eng - effektar på avling, fôrqualität og plantebestand. Grønn Kunnskap 8 (2): 192-200.

Samanlikning av kvit- og raudkløverbaseret eng

Tittel: Samanlikning av kvit- og raudkløverbaseret eng

Lokalitet: Tingvoll, Vågønes, Holt

Forsøksplan: Faktoriell (split-plot) med haustesystem på storruter og engfrøblanding på småruter

• Haustesystem:

- Tidleg førsteslått: Førsteslått ved begynnande skyting hos timotei, andreslått 5-6 veker etter 1. slått, tredjeslått 5-6 veker etter andre slått (Tingvoll)
- Sein førsteslått: Førsteslått fjorten dagar etter begynnande skyting hos timotei, 5-6 veker etter første slått

• Engfrøblanding:

- Grasblanding
- Kvitkløver ('Snowy') + grasblanding
- Raudkløver ('Kolpo') + grasblanding
- Kvitkløver+raudkløver+grasblanding

Grasblanding: 40% timotei ('Grindstad'), 40% engsvingel ('Fure') og 20% engrapp ('Entopper')

Såmengder: Alle ledd totalt 3,0 kg frø per dekar: 500 g kløver og 2,5 kg grasblanding

Gjentak: 3

Rutestorleik: 1,5*8 m (sårute)

Dekkvekst: Ingen

Jord: Tingvoll: Siltig sand

Vågønes: Finsand/siltig mellomsand

Holt: Mineraljord

Gjødsling attlegg:

Tingvoll: 1,5 - 2 tonn fast storfe gjødning per daa

Vågønes:

Holt:

Årstal:

Attleggsår: 2004

Engår: 2005 og 2006

Kvalitetsanalysar: NIRS på Løken

Referanse:

Røthe, G., Adler, S. & Steinshamn, H. 2007. Hvitkløver og rødkløver i blanding med grasarter ved ulike høsteregimer i økologisk landbruk. Bioforsk FOKUS 2(13): 24-26.

Dyrkingssystemet på Kvithamar.**Engavlingar i omløpsperiode 2003-2010**

Lokalitet: Bioforsk Midt-Norge, Kvithamar.

Forsøksplan: Omløpsstudium med tilnærma praksislik jordbruksdrift. Ikkje same skiftet som har same kulturen kvart år. I første omløpsperiode var det ingen ekte gjentak, berre fleire hausteruter innan same skifte/kultur. I andre perioden vart skiftestorleiken krympa, og same omløpet vart køyrt med to gjentak (blokker), med fire skifte innan kvar blokk.

Vekstfølge 2003-2010: Bygg med attlegg, eng1, eng2, havre (/havre+ert)

Haustesystem:

Innan skifte/engår var det to fastliggende hausteregime:

1. Førsteslått ved tidleg begynnande skyting, andreslått 7-8 veker (ca 600 døgngader) deretter og tredjeslått ca 10. september
2. Førsteslått ved full skyting og andreslått ca 25. august.

Engfrøblanding:

I alle år ei blanding av Frøblanding 4 fra Felleskjøpet Trondheim (1,95 kg/daa), engelsk raigras (0,12 kg/daa), alsikekløver (0,12 kg/daa) og kvitkløver (0,12 kg/daa). Komponenten "Frøblanding 4" kunne variere noko mellom år. Denne innheldt 70-73 % timotei (mest 'Grindstad'), 20 % engsvingel og 7-10 % raudkløver. Det engelske raigraset var frå 2003 og utover sorten 'Napoleon', alsikekløveren var 'Alpo', og kvitkløveren var 'Milkanova'.

Rutestorleik: 1,5 m x 6-8 m (ikkje fast rutelengde, hausterute vart tilfeldig valt innan skifte)

Dekkvekst: Seksradsbygg

Jord: Dårleg drenert, men godt grøfta siltig mellomleire. Innholdet av organisk karbon i ploglaget (0-20 cm) varierande frå 2,8 til 6,4 %.

Gjødsling attlegg i 2003-2010: 2,5 tonn/daa (ut frå 7 % TS)

Gjødsling engår i 2003-2010: 0,9 tonn/daa (ut frå 7 % TS) tidleg på våren og ikkje etter slått.

Kløverinnhald: NIRS-estimat frå Bioforsk Løken.

Kvalitetsanalysar:

Kjemiske analysar (TotalN og mineral) i første omløpsperioden, og NIRS på Løken (med nokre kjemiske kontrollanalysar for nitrogen/råprotein innimellom) i andre omløpsperioden.

Forsøksserie TL9955 Raudkløversortar i blanding med timotei og engsvingel ved tre haustesystem

Tittel: Raudkløversortar i blanding med timotei og engsvingel ved tre haustesystem

Lokalitetar: Løken, Særheim, Kvithamar, Holt

Forsøksplan: Faktoriell (split-plot) med haustesystem på storruter og engfrøblanding på småruter

• **Haustesystem:**

- Førsteslått ved begynnande skyting hos timotei. Andreslått først i august Særheim, sist i august/først i september dei andre stadene. Tredjeslått i september på Særheim.
- Førsteslått ved full skyting hos timotei. Andreslått sist i august/først i september. Særheim: Andreslått først i august, tredjesl. i september.
- Førsteslått to veker etter full skyting hos timotei. Andreslått sist i august/først i september. Særheim: Andreslått først i august, tredjesl. i september.

• **Engfrøblanding:**

- Gras
- Gras + diploid raudkløver
- Gras + tetraploid raudkløver

Grasblanding: Særheim: 70% timotei 'Grindstad' + 30% engsvingel 'Fure'

Løken: 35% tim. Grindstad, 35 % tim. 'Vega' + 30 % engsv. 'Salten'

Kvithamar: 35% tim 'Grindstad', 35% tim. 'Vega' + 30% engsv. 'Salten'

Holt: 70% tim. 'Engmo' + 30% engsv. 'Salten'

Raudkløver: Løken/Holt: Bjursele (2x) og Betty (4x).

Særheim/Kvithamar: Nordi (2x) og Kolpo (4x).

Såmengder: Alle ledd totalt 2,5 kg frø per dekar: 500 g kløver og 2,0 kg grasblanding

Gjentak: 3

Rutestorleik: 1,5*8 m (sårute)

Dekkvekst: Utan dekkvekst

Jord: Særheim: Sand

Løken: Siltig mellomsand

Kvithamar: Siltig mellomleire

Holt: Mineraljord

Gjødsling attlegg: Moderat mengd husdyrgjødsel

Gjødsling engår: 1,5 t storfegjødsel vår (evt tilsett vatn)

Forsøksperiode:

Attleggsår: 1999

Engår: 2000-2003

Kvalitetsanalysar: NIRS på Løken

Referanse:

Lunnan, T. 2004. Avling, kvalitet og varigheit i økologisk kløvereng. Grønn Kunnskap 8 (2): 136-143.

Prosjekt BYGGRO: Økte byggavlinger i økologisk drift gjennom bedret grønn gjødselhandtering

Lokalitet: Kvithamar (K), Værnes (V), Apelsvoll (A), Ås (Å)

Forsøksplan i første engår: 6 behandlingar (derav 4 grønn gjødsel) i 4 blokker

Haustesystem: Tre slåttar: Alle ledd

- o Ledd A: Grønmassen vert liggjande på stubben
- o Ledd B: Grønmassen vert fjerna etter kvar slått
- o Ledd C: Grønmassen vert fjerna etter kvar slått
- o Ledd D: Dei to første slåttane vert fjerna, den tredje vert liggjande på stubben

Til denne studien blie data i frå ledd B og C brukt.

Engfrøblanding: 20% raudkløver ('Nordi'), 10% timotei ('Grindstad'), 35% engsvingel ('Fure') og 35% fleirårig raigras ('Napoleon') - på vektbasis

Såmengder: Alle ledd totalt 2,0 kg engfrø per dekar (+16 kg Sunnita bygg)

Gjentak: 4

Rutestorleik:

Anleggsrute 12m x 4m(A)/4,5m(Å)/5m(K&V)

Høsterute 1,5m x 9,6m(A)/12-13m(V&K)/11-12m(Å)

Dekkvekst: Bygg i attleggsåret

Jord:

Kvithamar: Siltig mellomleire

Værnes: Siltig sand

Apelsvoll: Lettleire

Ås: Mellomleire

Gjødsling attlegg: Inga gjødsling

Årstal:

Attleggsår: 2008

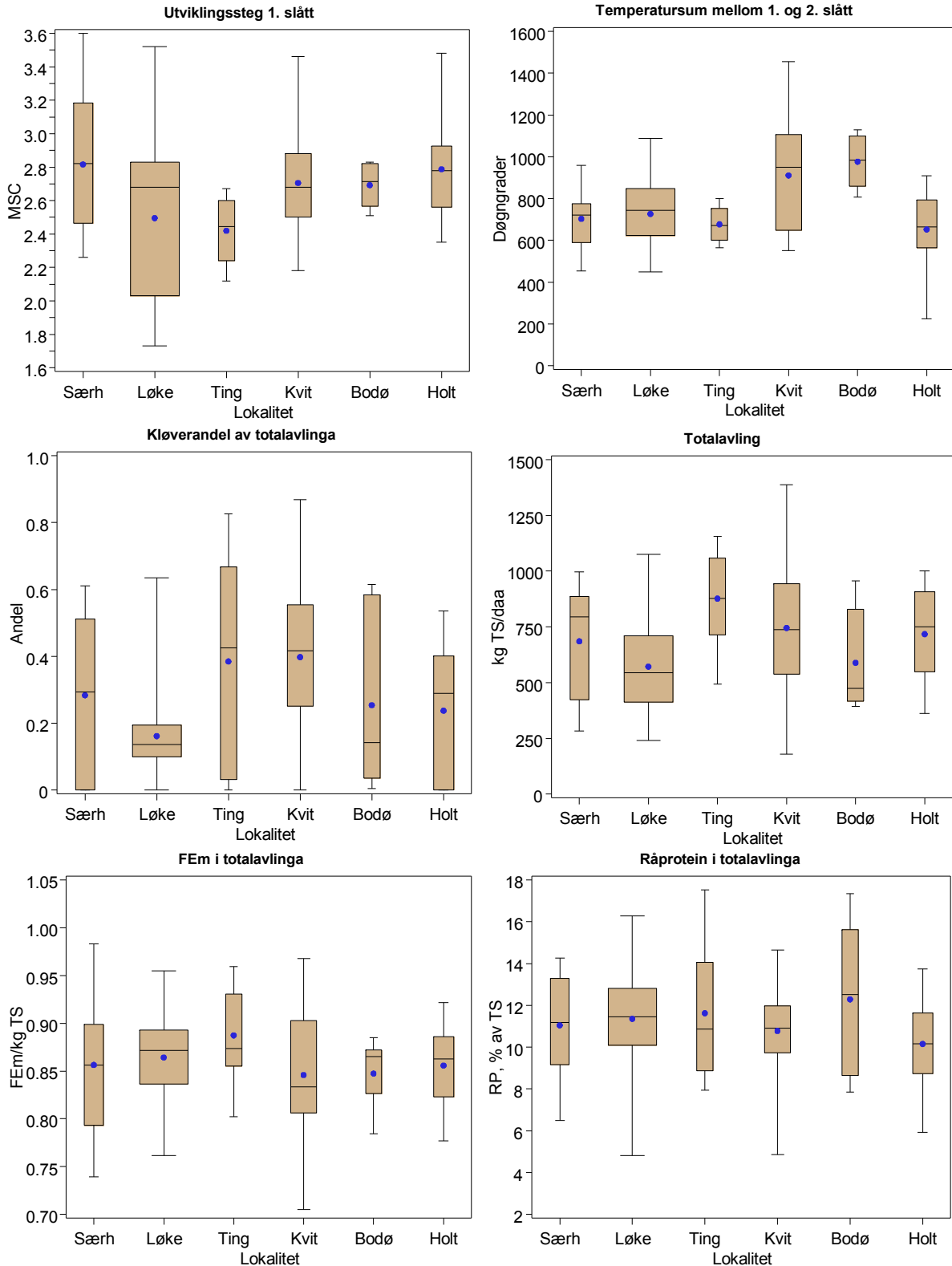
Engår: 2009

Kvalitetsanalysar: NIRS på Løken

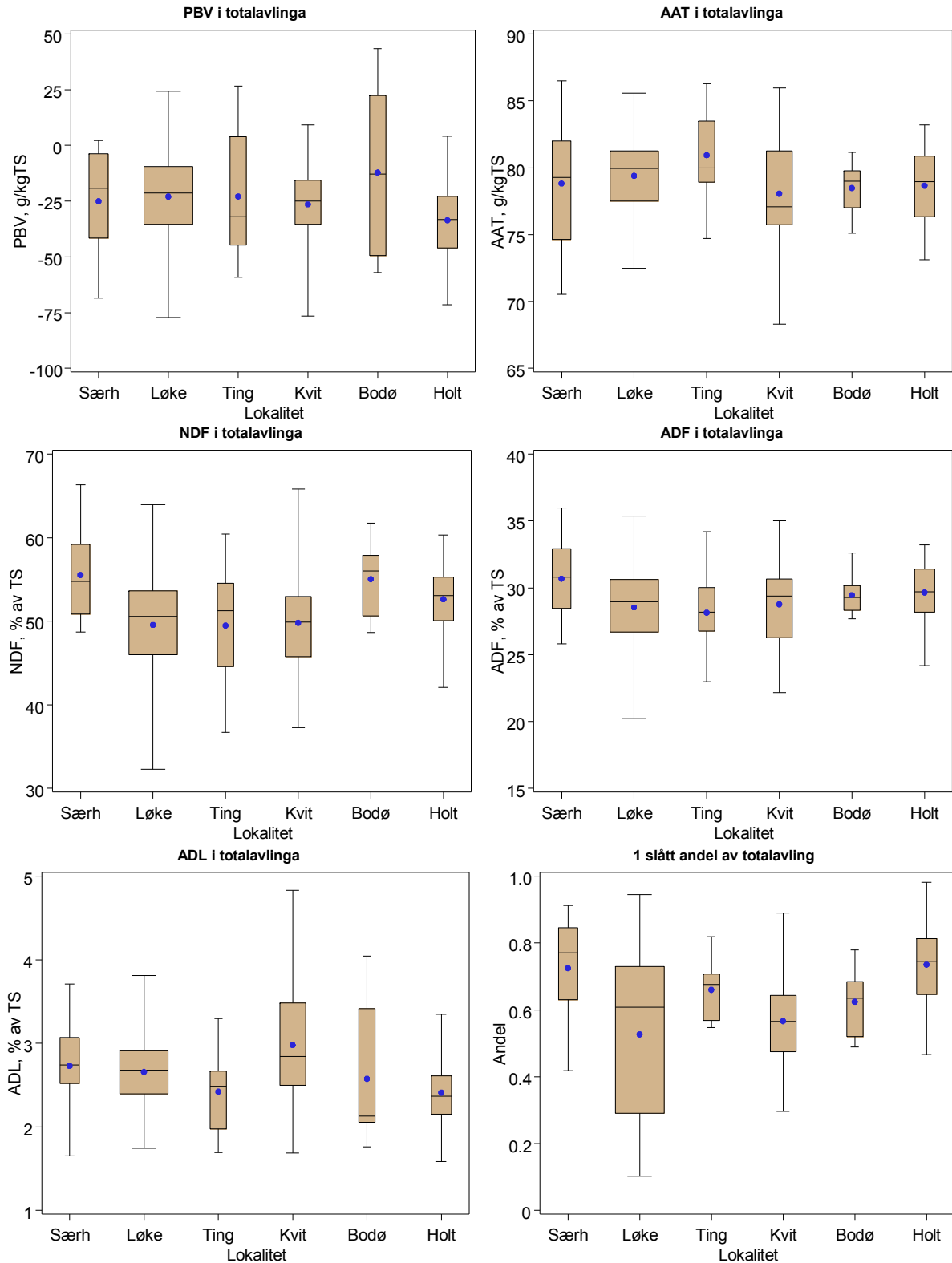
Referanse:

Frøseth R B, Bakken A K, Bleken M A, Riley H, Pommeresche R, Thorup-Kristensen K, Hansen S. 2014. Effects of green manure herbage management and its digestate from biogas production on barley yield, N recovery, soil structure and earthworm populations. *European Journal of Agronomy* 56: 90-102.

Vedlegg 2. Deskriptiv statistikk



Vedlegg 1.1 Deskriptiv statistikk for årsavlinga i forsøk i økologisk dyrka eng. Gjennomsnitt (blå prikk) median (horisontal strek i boks), minimum- og maksimumsverdiar (øvre og nedre horisontal strek) og øvre og nedre kvartil (øvre og nedre grense i boksen). Bredde av boksen angir kor stor del av datamaterialet lokaliteten bidreg med.



Vedlegg 1.2 Deskriptiv statistikk for årsavlinga i forsøk i økologisk dyrka eng. Gjennomsnitt (blå prikk) median (horisontal strek i boks), minimum- og maksimumsverdiar (øvre og nedre horisontal strek) og øvre og nedre kvartil (øvre og nedre grense i boksen). Bredde av boksen angir kor stor del av datamaterialet lokaliteten bidreg med.

Vedlegg 3. Resultat av statistisk analyse

Vedlegg 3a. Parameterestimat for avling (kg TS/daa) og netto energi avling (FEm/daa)

Variabel	Effekt	Modell 1: 1. slått				Modell 2: 2. slått				Modell 4: årsavlinga			
		Estimat	SE ²	t ¹	P > t	Estimat	SE ²	t ¹	P > t	Estimat	SE ²	t ¹	P > t
Avling,	Skjæringspunkt	-834,37	127,55	-	-	1032	73,9	-	-	539,13	137,21	-	-
kg TS/daa	Engår (E) ³	11,88	19,3	0,61	0,539	-31,2	12,0	-2,6	0,009	-	-	-	-
	Tal slåttar (S) ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	70,08	43,08	-	-
	Utviklingssteg (U) ⁵	589,24	98,10	-	-	-287,02	23,12	-	-	18,22	38,98	-	-
	UxU	-49,60	19,05	-2,60	<0,001	-	-	-	-	-	-	-	-
	Temperatursum (T) ⁶	-	-	-	-	-0,937	0,139	-	-	-0,135	0,090	-	-
	TxT	-	-	-	-	0,00036	0,000058	6,10	<0,001	-	-	-	-
	TxU	-	-	-	-	0,193	0,034	5,73	<0,001	-	-	-	-
	Kløverdel (K) ⁷	-36,6	187,7	-	-	175,06	56,28	-	-	-757,06	265,83	-	-
	KxK	-521,11	145,06	-3,59	<0,001	-269,74	54,02	-4,99	<0,001	-707,21	155,09	-4,56	<0,001
	SxK	-	-	-	-	-	-	-	-	-421,88	75,54	-5,58	<0,001
	TxK	-	-	-	-	0,393	0,049	8,03	<0,001	0,925	0,139	6,67	<0,001
	UxK	204,35	62,30	3,28	0,001	-	-	-	-	510,45	80,54	6,34	<0,001
Avling,	Skjæringspunkt	-885,74	112,17	-	-	890,61	52,86	-	-	131,91	182,81	-	-
FEm/daa	E	7,72	15,8	0,49	0,625	-27,4	8,43	-3,25	0,001	-	-	-	-
	S ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	75,13	36,79	-	-
	U	694,0	84,56	-	-	-263,53	-	-	-	352,60	126,83	-	-
	UxU	-88,17	16,03	-5,50	<0,001	-	-	-	-	-73,24	23,78	-3,08	0,002
	T	-	-	-	-	-0,820	0,098	-	-	-0,1703	0,081	-	-
	TxT	-	-	-	-	0,00024	0,00004	5,86	<0,001	-	-	-	-
	TxU	-	-	-	-	0,222	0,024	9,35	<0,001	-	-	-	-
	K	113,79	152,62	-	-	236,95	40,0	-	-	-434,92	213,99	-	-
	KxK	-366,27	117,80	-3,11	0,002	-228,95	38,29	-5,98	<0,001	-611,34	126,55	-4,83	<0,001
	SxK	-	-	-	-	-	-	-	-	-376,64	60,44	-6,23	<0,001
	TxK	-	-	-	-	0,192	0,034	5,98	<0,001	0,626	0,111	5,64	<0,001
	UxK	104,53	50,66	2,06	0,040	-	-	-	-	396,57	64,83	6,12	<0,001

¹ t-verdiar og sannsynlegheit (P-verdi) er ikkje teke med dersom effekten inngår i eit signifikant samspel

² SE standardfeilen til gjennomsnittet

³ Engår: Effekten av engår er teke med sjølv om den ikkje er signifikant. Det er gjort for å kunne teste effekt av slåttetid og kløverinnhald i 1.-3. slått. Estimater gjeld for andre engår relativt til 4. engår som er sett lik 0, som er standard for statistikkprogrammet SAS

⁴ Effekt av slått. Estimater gjeld 2 slåttar relativt til 3 slåttar. Estimater for 3 slåttar er sett til 0, som er standard for statistikkprogrammet SAS

⁵ Utviklingssteg (U) = utviklingssteg (numerisk skala) for timotei ved 1. slått

⁶ Temperatursum (T) = temperatursum mellom første- og andreslått

⁷ Kløverdel (K)=Kløverdel av totalavlinga

Vedlegg 3b. Parameterestimat for energikonsentrasjonen (FEm/kg TS) og AAT (g/kg TS) i avlinga

Variabel	Effekt	Modell 1: 1. slått				Modell 2: 2. slått				Modell 3: årsavlinga			
		Estimat	SE	t ¹	P > t	Estimat	SE ²	t	P > t	Estimat	SE	t	P > t
FEm/kg TS	Skjæringspunkt	1,288	0,057	-	-	0,931	0,056	-	-	0,700	0,070	-	-
	E ³	0,0069	0,009	0,74	0,462	0,008	0,009	0,83	0,410	-	-	-	-
	S ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,036	0,028	-	-
	Utvikingssteg (U) ⁵	-0,110	0,0443	-	-	0,0042	0,0203	-	-	0,289	0,044	-	-
	U×U	-0,0155	0,0087	-1,80	0,072	-	-	-	-	-0,0669	0,0073	-9,22	<0,001
	Temperatursum (T) ⁶	-	-	-	-	-0,00040	0,000077	-	-	-0,0000048	0,000060	-	-
	S×T	-	-	-	-	-	-	-	-	0,000131	0,000039	3,37	<0,001
	T×U	-	-	-	-	0,000129	0,000029	4,40	<0,001	-0,00007	0,000039	-3,13	0,002
	Kløverdel (K) ⁷	-0,0033	0,014	-0,24	0,815	0,300	0,069	-	-	-0,334	0,052	-	-
	S×K	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,060	0,028	-2,13	0,033
	T×K	-	-	-	-	-0,00019	0,00003	-5,84	<0,001	-	-	-	-
	U×K	-	-	-	-	-0,099	0,024	-4,21	<0,001	0,123	0,0185	6,62	<0,001
AAT,	Skjæringspunkt	115,65	1,02	-	-	82,80	3,63	-	-	68,72	4,67	-	-
g/kg TS	E ³	0,28	0,62	0,45	0,652	0,41	0,60	0,68	0,500	-	-	-	-
	S ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	-2,33	1,88	-	-
	U	-13,26	0,29	-45,44	<0,001	0,60	1,33	-	-	19,49	2,95	-	-
	U×U	-	-	-	-	-	-	-	-	-4,62	0,49	-9,48	<0,001
	T	-	-	-	-	-0,0256	0,0051	-	-	-0,00153	0,0040	-	-
	T×T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T×U	-	-	-	-	0,0082	0,0019	4,26	<0,001	-0,0045	0,0016	-2,91	0,004
	T×S	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0089	0,0026	3,40	<0,001
	K	0,928	0,887	1,05	0,318	20,28	4,51	-	-	-21,98	3,49	-	-
	S×K	-	-	-	-	-	-	-	-	-4,03	1,88	-2,14	0,033
	T×K	-	-	-	-	-0,0143	0,0021	-6,70	<0,001	-	-	-	-
	U×K	-	-	-	-	-5,76	1,52	-3,74	<0,001	8,579	1,24	6,91	<0,001

¹ t-verdiar og sannsynlegheit (P-verdi) er ikkje teke med dersom effekten inngår i eit signifikant samspel

² SE standardfeilen til gjennomsnittet

³ Engår. Effekten av engår er teke med sjølv om den ikkje er signifikant. Det er gjort for å kunne teste effekt av slåttetid og kløverinnhald i 1.-3. slått. Estimatet gjelder for 2. engår relativt til 4. engår som er sett lik 0, som er standard for statistikkprogrammet SAS

⁴ Effekt av slått. Estimatet gjeld 2 slåttar relativt til 3 slåttar. Estimatet for 3 slåttar er sett til 0, som er standard for statistikkprogrammet SAS

⁵ Utviklingssteg (U) = utviklingssteg (numerisk skala) for timotei ved 1. slått

⁶ Temperatursum (T) = temperatursum mellom første- og andreslått

⁷ Kløverdel (K)=kløverdel av totalavlinga

Vedlegg 3c. Parameterestimat for råprotein RP, % av TS) og PBV (g/kg TS) i avlinga

Variabel	Effekt	Modell 1: 1 slåttan				Modell 2: 2, slåttan				Modell 3: årsavlinga			
		Estimat	SE	t ¹	P > t	Estimat	SE ²	t	P > t	Estimat	SE	t	P > t
RP, % av TS	Skjæringspunkt	52,0	2,5	-	-	-0,62	1,9	1,9	-	25,0	1,79	-	-
	S ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	10,0	1,33	-	-
	E ³	-1,49	0,43	-	-	-1,22	0,29	0,29	-	-1,8	0,23	-	-
	Utvikingssteg (U) ⁵	-25,67	1,90	-	-	4,84	0,60	0,60	-	-4,61	0,61	-	-
	U×U	3,63	0,37	9,74	<0,001	-	-	-	-	-	-	-	-
	S×U	-	-	-	-	-	-	-	-	-3,24	0,48	-6,78	<0,001
	Temperatursum (T) ⁶	-	-	-	-	0,0165	0,0035	0,0035	-	-0,0111	0,0022	-	-
	T×T	-	-	-	-	-0,0000504	0,00000136	-3,70	<0,001	-	-	-	-
	T×U	-	-	-	-	-0,0049	0,00089	-5,59	<0,001	0,00256	0,00076	3,36	<0,001
	Kløverdel (K) ⁷	8,28	0,66	12,53	<0,001	-5,29	2,14	2,14	-	7,13	2,42	-	-
	K×K	-	-	-	-	-	-	-	-	-3,91	1,41	-2,77	0,006
	T×K	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,0041	0,0011	-3,64	<0,001
	U×K	-	-	-	-	4,38	0,73	5,97	<0,001	2,42	0,66	3,68	<0,001
PBV, g/kg TS	Skjæringspunkt	326,4	22,5	-	-	-110,7	16,1	16,1	-	107,4	8,6	-	-
	S	-	-	-	-	-	-	-	-	68,8	10,6	-	-
	E	-14,4	4,4	-	-	-11,8	2,9	2,9	-	-18,1	2,22	-	-
	U	-237,48	17,39	-	-	41,29	6,15	6,15	-	-42,18	5,25	-	-
	U×U	37,07	3,42	10,84	<0,001	-	-	-	-	-	-	-	-
	S×U	-	-	-	-	-	-	-	-	-21,43	3,78	-5,67	<0,001
	T	-	-	-	-	0,109	0,023	0,023	-	-0,113	0,019	-	-
	T×U	-	-	-	-	-0,053	0,009	-6,04	<0,001	0,025	0,007	3,65	<0,001
	K	78,38	7,46	10,50	<0,001	-47,79	20,51	20,51	-	37,61	19,44	-	-
	K×K	-	-	-	-	-	-	-	-	-36,07	13,94	2,59	0,010
	U×K	-	-	-	-	45,36	7,52	6,03	<0,001	24,71	6,06	4,08	<0,001

¹ t-verdiar og sannsynlegheit (P-verdi) er ikkje teke med dersom effekten inngår i eit signifikant samspel

² SE standardfeilen til gjennomsnittet

³ Engår. Effekten av engår er teke med sjølv om den ikkje er signifikant. Det er gjort for å kunne teste effekt av slåttetid og kløverinnhald i 1.-3. slåttan. Estimatet gjelder for 2. engår relativt til 4. engår som er sett lik 0, som er standard for statistikkprogrammet SAS

⁴ Effekt av slått. Estimatet gjeld 2 slåttar relativt til 3 slåttar. Estimatet for 3 slåttar er sett til 0, som er standard for statistikkprogrammet SAS

⁵ Utviklingssteg (U) = utviklingssteg (numerisk skala) for timotei ved 1. slått

⁶ Temperatursum (T) = temperatursum mellom første- og andreslått

⁷ Kløverdel (K)=kløverdel av totalavlinga

Vedlegg 3d. Parameterestimat for fiberinnholdet NDF (% av TS) og ADF (% av TS) i avlinga

Variabel	Effekt	Modell 1: 1. slåttten			Modell 2: 2. slåttten			Modell 3: årsavlinga					
		Estimat	SE	t ¹	P > t	Estimat	SE ²	t	P > t	Estimat	SE	t	P > t
NDF, % av TS	Skjæringspunkt	-19,74	6,2	-	-	79,7	3,1	-	-	57,8	5,2	-	-
	S ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	-16,4	3,0	-	-
	E ³	1,64	0,98	1,68	0,093	-0,9	0,54	-1,70	0,090	1,8	-	-	-
	Utvikingssteg (U) ⁵	41,59	4,87	-	-	-4,91	1,08	-	-	-14,4	3,79	-	-
	U×U	-5,21	0,96	-5,45	<0,001	-	-	-	-	4,24	0,75	5,66	<0,001
	S×U	-	-	-	-	-	-	-	-	3,90	1,05	3,72	<0,001
	Temperatursum (T) ⁶	-	-	-	-	-0,0435	0,0053	-	-	0,0105	0,0017	6,10	<0,001
	T×T	-	-	-	-	0,000028	0,0000033	8,59	<0,001	-	-	-	-
	T×U	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Kløverdel (K) ⁷	-16,45	1,85	-8,89	<0,001	-8,38	0,44	-19,17	<0,001	-2,09	4,69	-	-
	K×S	-	-	-	-	-	-	-	-	8,94	2,02	4,43	<0,001
	U×K	-	-	-	-	-	-	-	-	-6,98	1,81	-3,86	<0,001
ADF, % av TS	Skjæringspunkt	-15,92	3,5	-	-	41,7	1,45	-	-	36,16	3,0	-	-
	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-8,3	1,86	-	-
	E	-0,19	0,53	-0,35	0,72	-1,9	0,4	-	-	-0,37	0,38	-	-
	U	25,22	2,82	-	-	-4,30	0,59	-7,33	<0,001	-9,65	2,27	-	-
	U×U	-3,06	0,58	-5,31	<0,001	-	-	-	-	2,47	0,45	5,48	<0,001
	S×U	-	-	-	-	-	-	-	-	2,61	0,65	3,98	<0,001
	T	-	-	-	-	-0,0022	0,0012	-	-	0,0033	0,0011	-	-
	K	-12,91	5,71	-	-	-6,37	1,51	-	-	-10,08	1,57	-	-
	K×K	-7,08	3,56	-1,99	0,047	-	-	-	-	-	-	-	-
	T×K	4,57	1,90	2,40	0,017	0,0099	0,0017	5,74	<0,001	0,0095	0,0018	5,33	<0,001

¹ t-verdiar og sannsynlegheit (P-verdi) er ikkje teke med dersom effekten inngår i eit signifikant samspel

² SE standardfeilen til gjennomsnittet

³ Engår: Effekten av engår er teke med sjølv om den ikkje er signifikant. Det er gjort for å kunne teste effekt av slåttetid og kløverinnhald i 1.-3. slåttten. Estimater gjeld for 2. engår relativt til 4. engår som er sett lik 0, som er standard for statistikkprogrammet SAS

⁴ Effekt av slått. Estimater gjeld 2 slåttar relativt til 3 slåttar. Estimater for 3 slåttar er sett til 0, som er standard for statistikkprogrammet SAS

⁵ Utviklingssteg (U) = utviklingssteg (numerisk skala) for timotei ved 1. slått

⁶ Temperatursum (T) = temperatursum mellom første- og andreslått

⁷ Kløverdel (K)=kløverdel av totalavlinga

Vedlegg 3e. Parameterestimat for fiberinnhaldet ADL (% av TS) og ufordøyelig NDF (uNDF, % av TS) i avlinga

Variabel	Effekt	Modell 1: 1. slåttan				Modell 2: 2. slåttan				Modell 3: årsavlinga			
		Estimat	SE	t	P > t	Estimat	SE	t	P > t	Estimat	SE	t	P > t
ADL, % av TS	Skjæringspunkt	0,88	0,35	-	-	2,23	0,54	-	-	5,87	0,46	-	-
	S ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	0,12	0,09	-	-
	E	-0,28	0,06	-	-	-0,12	0,08	-	-	-0,22	0,05	-	-
	Utvikingssteg (U) ⁵	-0,076	0,283	-	-	0,366	0,187	-	-	-2,80	0,32	-	-
	U×U	0,221	0,057	3,85	<0,001	-	-	-	-	0,580	0,060	9,69	<0,001
	Temperatursum (T) ⁶	-	-	-	-	0,00289	0,0007	-	-	-0,00053	0,00017	-	-
	T×U	-	-	-	-	-0,00117	0,0003	-4,35	<0,001	-	-	-	-
	Kløverdel (K) ⁷	0,461	0,574	-	-	-0,068	0,272	-	-	-0,029	0,21	-	-
	K×K	-0,900	0,390	-2,31	0,021	-	-	-	-	-	-	-	-
	T×K	-	-	-	-	0,00296	0,00030	9,75	<0,001	0,0024	0,00024	10,01	<0,001
	U×K	0,482	0,193	2,50	0,013	-	-	-	-	-	-	-	-
uNDF, % av TS	Skjæringspunkt	13,4	1,99	-	-	-2,65	2,26	-	-	23,13	2,03	-	-
	S ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,64	0,37	-	-
	E	-0,71	0,32	-	-	-0,50	0,37	-	-	-0,52	0,26	-	-
	U	-11,69	1,55	-	-	2,518	0,810	-	-	-15,26	1,50	-	-
	U×U	3,33	0,30	10,99	<0,001	-	-	-	-	3,36	0,28	12,06	<0,001
	T	-	-	-	-	0,022	0,0031	-	-	-0,00000046	0,00076	-	-
	T×U	-	-	-	-	-0,077	0,0012	-6,59	<0,001	-	-	-	-
	K	2,84	0,53	5,31	0,001	-9,53	2,76	-	-	-2,75	0,96	-	-
	K×K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	T×K	-	-	-	-	0,0090	0,0013	6,94	<0,001	0,0099	0,0011	8,77	<0,001
	U×K	-	-	-	-	3,63	0,94	3,86	<0,001	-	-	-	-

¹ t-verdiar og sannsynlegheit (P-verdi) er ikkje teke med dersom effekten inngår i eit signifikant samspel

² SE standardfeilen til gjennomsnittet

³ Engår. Effekten av engår er teke med sjølv om den ikkje er signifikant. Det er gjort for å kunne teste effekt av slåttetid og kløverinnhald i 1.-3. slåttan. Estimater gjeld for 2. engår relativt til 4. engår som er sett lik 0, som er standard for statistikkprogrammet SAS

⁴ Effekt av slått. Estimater gjeld 2 slåttar relativt til 3 slåttar. Estimater for 3 slåttar er sett til 0, som er standard for statistikkprogrammet SAS

⁵ Utvikingssteg (U) = utvikingssteg (numerisk skala) for timotei ved 1. slått

⁶ Temperatursum (T) = temperatursum mellom første- og andreslått

⁷ Kløverdel (K)=kløverdel av totalavlinga

Vedlegg 3f. Parameterestimat for avling (kg TS/daa og Fem/daa) og avlingskvalitet i tredjeslått

Variabel	Effekt	Modell 3: 3. slått			
		Estimat	S.E.	t	P > t
Avling, kg TS/daa	Skjæringspunkt	-99,0	54,9	-	-
	Engår (E) ¹	-9,96	9,73	-1,02	0,881
	Temperatursum (T) ²	0,350	0,047	7,49	0,085
	Kløverdel (K) ³	2,97	61,13	0,05	0,963
Avling, FEm/daa	Skjæringspunkt	-71,29	42,3	-	-
	E	-3,69	8,50	0,33	0,665
	T	0,277	0,054	5,11	0,123
	K	8,49	51,19	0,17	0,874
FE/kg TS	Skjæringspunkt	0,97	0,024	-	-
	E	0,04	9,73	-1,02	0,881
	T	-0,00018	0,0	-	-
	K	0,287	0,0096	-	-
	K×K	-0,178	0,0000034	-	<0,001
	T×K	-0,00021	0	-	<0,001
RP, g/kg TS	Skjæringspunkt	18,6	1,86	-	-
	E	-2,28	0,41	-5,54	<0,001
	T	-0,00387	0,0025	-	-
	K	20,09	3,19	-	-
	T×K	-0,0156	0,0041	-3,76	<0,001
PBV, g/kg TS	Skjæringspunkt	23,3	19,1	-	-
	E	-22,17	4,76	-4,65	<0,001
	T	-0,0113	0,027	-	-
	K	20,09	3,19	-	-
	T×K	-0,0156	0,0041	-3,76	<0,001
AAT, g/kg TS	Skjæringspunkt	89,14	0,32	-	-
	E	2,23	0	-	-
	T	-0,0124	0	-	-
	K	26,14	0,769	-	-
	K×K	-11,89	0,0000037	-	<0,001
	T×K	-0,017	0	-	<0,001
NDF, g/kg TS	Skjæringspunkt	39,17	3,16	-	-
	E	-1,06	0,76	-1,4	0,162
	T	0,0147	0,0040	3,66	0,170
	K	-15,23	0,832	-18,30	<0,001
ADF, g/kg TS	Skjæringspunkt	22,98	2,23	-	-
	E	-1,33	0,53	-2,5	0,012
	T	0,0047	0,0031	-	-
	K	-13,18	3,50	-	-
	T×K	0,013	0,005	2,60	0,010
ADL, g/kg TS	Skjæringspunkt	1,96	0,28	-	-
	E	-0,67	-	-	-
	T	0,0008	0	-	-
	K	-0,63	0,144	-	-

Variabel	Effekt	Modell 3: 3. slått			
		Estimat	S.E.	t	P > t
	K×K	1,23	0,0000034	-	<0,001
	T×K	0,0023	0	-	<0,001
uNDF, g/kg TS	Skjæringspunkt	1,40	1,27	-	-
	E	-1,78	0,34	-	-
	T	0,0075	0,0014	5,53	0,114
	K	3,54	1,156	3,06	0,022

t-verdiar er ikkje teke med dersom effekten inngår i eit signifikant samspel

¹ Engår. Effekten av engår er teke med sjølv om den ikkje er signifikant. Det er gjort for å kunne teste effekt av slåttetid og kløverinnhald i 1.-3. slått. Estimaten gjelder for 2. engår relativt til 4. engår som er sett lik 0, som er standard for statistikkprogrammet SAS

² Temperatursum (T) = temperatursum mellom andre- og tredjeslått

³ Kløverdel (K)=kløverdel av totalavlinga

Bioforsk FOKUS

Mat, miljø og muligheter

Bioforsk er et forskningsinstitutt med spisskompetanse innen landbruk, matproduksjon, miljø og ressursforvaltning. Bioforsk har også fokus på forskningsbasert innovasjon og verdiskaping. Bærekraftig ressursbruk er en grunnleggende premiss.

Bioforsk skal levere faglig kunnskap som næring, forvaltning og samfunnet ellers etterspør og med relevans til store utfordringer, regionalt, nasjonalt og globalt, slik som klimaendringer, biomangfold, fattigdom og global handel. Bioforsk har som mål å være en regional, nasjonal og internasjonal konkurransedyktig produsent av kunnskap, tjenester og løsninger.

Bioforsk er representert i alle landsdeler.

