

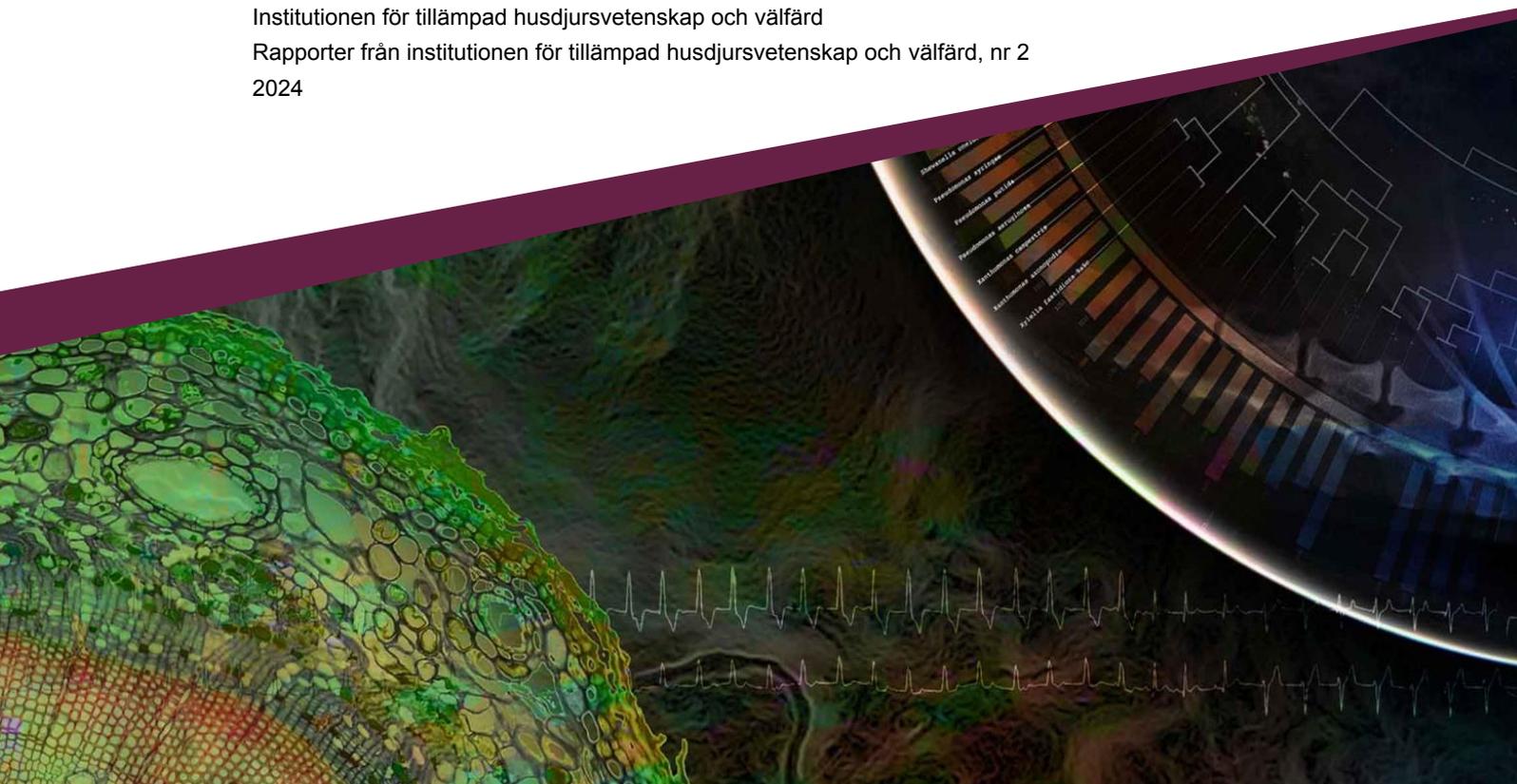


# Effekt av kvävegödslingsstrategi på gräsvallens avkastning och foderkvalitet vid olika utvecklingsstadier i första skörd

---

Elisabet Nadeau, Andrea von Essen, Anne Kjersti Bakken

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd  
Rapporter från institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, nr 2  
2024



# Effekt av kvävegödslingsstrategi på gräsvallens avkastning och foderkvalitet vid olika utvecklingsstadier i första skörd

Elisabet Nadeau, <https://orcid.org/0000-0001-7430-2122>, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd,

Andrea von Essen, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd,

Anne Kjersti Bakken, <https://orcid.org/0000-0001-9298-8779>, NIBIO, Divisjon for matproduksjon og samfunn,

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>Redaktör:</b>           | Dan-Axel Danielsson, Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd |
| <b>Utgivare:</b>           | Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd                      |
| <b>Utgivningsår:</b>       | 2024  |
| <b>Utgivningsort:</b>      | Skara   |
| <b>Upphovsrätt:</b>        | Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.   |
| <b>Serietitel:</b>         | Rapporter från institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd                                      |
| <b>Delnummer i serien:</b> | 2   |
| <b>DOI:</b>                | <a href="https://doi.org/10.54612/a.38e4a3v12l">https://doi.org/10.54612/a.38e4a3v12l</a>                     |
| <b>Nyckelord:</b>          | avkastning, kvävegödslingsstrategi, nitrat, protein, timotej, utvecklingsstadium vid skörd, ängssvingel       |

© 2024 Elisabet Nadeau, Andrea von Essen, Anne Kjersti Bakken

Detta verk är licenserat under CC BY NC 4.0, andra licenser eller upphovsrätt kan gälla för illustrationer.

## Sammanfattning

Syftet med projektet var att studera effekt av delad kväve(N)-giva och tidpunkt för den sena N-givan innan första skörd på avkastning, kvävebalans och fodervärde med speciellt fokus på råproteinhalt och råproteinets kvalitet i en timotej/ängssvingel vall. En vallfröblandning med 80 % timotej och 20 % ängssvingel såddes 2017 på NIBIO Kvithamar, Trondheim och 2018 på NIBIO Særheim, Stavanger, Norge och på Rådde gård, Länghem, Sverige (Hushållningssällskapet Sjuhärad). En yta av den sådda arealen skördades som förstaårsvall 2018 på NIBIO Kvithamar och som förstaårsvall 2019 på NIBIO Særheim och Rådde gård. En annan yta av den sådda arealen skördades som andraårsvall 2019 på NIBIO Kvithamar och som andraårsvall 2020 på NIBIO Særheim och Rådde. Försöksdesignen var randomiserat blockförsök med 3 fältblock, 4 gödslingsbehandlingar och 3 skördetidpunkter i första skörd. Gödslingsbehandlingarna var A) ingen N-gödsling, B) 110 kg N/ha på våren när grästillsvuxten började, C) 60 kg N/ha på våren när grästillsvuxten började och 50 kg N/ha när första noden känns på första timotejplantan, D) 60 kg N/ha på våren när grästillsvuxten började och 50 kg N/ha när två noder känns på största delen av timotejskotten. Samtliga försöksrutor gödslades med P och K på våren när grästillsvuxten började och mineralgödsel användes i samtliga led. Skördetidpunkterna var 1) vid början av stjälksträckning hos timotej då första noden var kännbar på första skotten, 2) när två noder var kännbara på största delen av timotejskotten och 3) vid begynnande axgång hos timotej när axet syntes på 10 % av skotten. Dessutom togs en skörd fyra veckor efter första skörd på de rutor som skördades vid skördetidpunkt 3, för att undersöka hur mycket kväve som var tillgänglig och kunde mobiliseras till återväxten. N-gödsling ökade råproteinhalten och den skördade avkastningen av torrsbstans (ts) och råprotein. Delad N-giva gav lika råproteinhalt som vid full giva på våren, men då andra givan gavs sent (ca 2 veckor innan skörd) var ofta ts-avkastningen oförändrad eller till och med lägre, vilket var fallet på Rådde och Kvithamar år 2. Tiden för den sena N-givan hade mindre betydelse för Særheim och Kvithamar i Norge, vilket kan bero på att gräsen tog upp mer N från jorden. Den sena N-givan som gavs ca 2 veckor innan skörd vid timotejens begynnande axgång visade sig ge effekt på ts-avkastningen i återväxten. Med tanke på att både väder och jordens N-innehåll kan påverka hur fort grödan tar upp N för att lagra in till sin tillväxt bör den andra givan ges 3-4 veckor innan skörd. Delad N-giva förbättrade inte proteinkvaliteten i form av större andel sant protein jämfört med full giva på våren, vilket kan bero på att en N-giva på 110 kg N/ha är en måttlig giva som gräsvallen hinner ta upp och lagra in som sant protein. Det var inga skillnader i nitrathalt mellan N-gödslingsstrategierna och nitralthalterna var låga, vilket visar på att växterna har omvandlat N från gödsel och jord till sant protein. Vi hittade få och små indikationer på att delad giva gav lägre N-förluster än en hel giva på våren. Med stigande gödselpriser och större svängningar i vädret kan det vara en fördel med delad giva, men det ger också en körning till i vallen.

Nyckelord: avkastning, kvävegödslingsstrategi, nitrat, protein, timotej, utvecklingsstadium vid skörd, ängssvingel

## Abstract

### Split nitrogen application effects on yield and feed value at different stage of maturity at first cut

Climate change with fluctuations in weather patterns, environmental concerns and increased costs of mineral fertilizers demand adjustment of nitrogen (N) used for forage production. The aim of the study was to investigate the effects of splitting N application in spring on dry-matter (DM) yield, crude protein (CP) content and protein quality of timothy-meadow fescue leys. The trial was conducted during two years at three locations (Kvithamar and Særheim, Norway and Länghem, Sweden). Split N application with 60 kg N /ha at onset of grass growth in April and 50 kg N/ha in May resulted in the same DM yields and CP concentrations as a single application of 110 kg N/ha in April. The exceptions were for Länghem both years and for Kvithamar in the second year, where a late application two weeks before first cut gave less DM yield than the single full application in April. Split application did not affect the contents of nonprotein N or nitrate.

*Keywords:* *Festuca pratensis*, maturity at harvest, N application strategy, nitrate, *Phleum pratense* L., protein, yield

# Innehållsförteckning

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>Tabellförteckning .....</b>       | <b>6</b>  |
| <b>Figurförteckning.....</b>         | <b>7</b>  |
| <b>Förkortningar.....</b>            | <b>8</b>  |
| <b>1. Bakgrund .....</b>             | <b>9</b>  |
| 1.1 Syfte .....                      | 11        |
| 1.2 Vår hypotes.....                 | 11        |
| <b>2. Material och metoder.....</b>  | <b>12</b> |
| 2.1 Försöksupplägg .....             | 12        |
| 2.2 Registreringar och analyser..... | 13        |
| 2.3 Statistisk analys .....          | 14        |
| <b>3. Resultat.....</b>              | <b>15</b> |
| <b>4. Diskussion.....</b>            | <b>27</b> |
| <b>Referenser .....</b>              | <b>30</b> |
| <b>Tack 32</b>                       |           |

# Tabellförteckning

|  |    |
|--|----|
| Tabell 1. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på skördad avkastning och stubbavkastning. ....  | 18 |
| Tabell 2. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på råprotein och nitrat. ....  | 19 |
| Tabell 3. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på råprotein-avkastning samt N-avkastning i stubben. ....  | 20 |
| Tabell 4. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på innehåll av fraktion A samt summan av B1 och B2 i % av råprotein. ....                                | 21 |
| Tabell 5. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på innehåll av fraktion B3 i % av råprotein. ....  | 22 |
| Tabell 6. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på innehåll av fraktion C samt RUP5 i % av råprotein. ....   | 23 |
| Tabell 7. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på innehåll av vattenlösliga kolhydrater i % av ts (NIRS) samt NDF i g/kg ts. ....                       | 24 |
| Tabell 8. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på innehåll av smältbarhet av ts och aska i % av ts. ....  | 25 |
| Tabell 9. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde i återväxten under åren 2018-2020 med avseende på skördad avkastning, råproteinhalt, råprotein-avkastning samt stubbmängd i ts och N. .... | 26 |

# Figurförteckning

|  |    |
|--|----|
| Figur 1. Försöksdesign .....   | 13 |
| Figur 2. Analyserade och beräknade värden för råproteinfraktioner enligt CNCPS med kommentarer om deras vomnedbrytbarhet hos kon. .... | 14 |

## Förkortningar

|       |  |
|-------|--|
| CNCPS | Cornell Net Carbohydrate and Protein System  |
| K     | kalium   |
| N     | kväve  |
| NDF   | neutral detergent fiber (växtcellväggar, i huvudsak cellulosa, hemicellulosa och lignin) |
| NIRS  | nära infraröd spektroskopi   |
| Rp    | Råprotein  |
| Ts    | Torrsubstans   |

# 1. Bakgrund

Vallen har en livsviktig funktion för ett hållbart lantbruk i ett globalt perspektiv både som foder till lantbrukets djur. Därigenom minskar avgången av koldioxid och nitrösa oxider till atmosfären, vilket bidrar till fördröjning av den globala uppvärmningen. Dessutom bidrar fleråriga vallar till mindre utlakning av kväve och större vattenhållande förmåga än ettåriga grödor eftersom jorden plöjs mer sällan. En högavkastande vall är mer resurseffektiv och miljövänlig än en lågavkastande vall under förutsättning att kvävegödsling sker vid en tidpunkt som är optimalt för vallväxterna och att kvävegödslingsnivån är optimal. Optimal kväve(N)-gödslingsstrategi efter växtens behov är primärt att utforska eftersom vallen är den viktigaste inhemska proteinkällan för idisslare i Sverige och i Norge. Även ettåriga baljväxter och oljeväxter är inhemska proteinkällor för idisslare men odlingen av dem är betydligt mer begränsad klimatmässigt jämfört med vall, vilket ökar behovet av import, som ger ett ökat klimatavtryck och försämrade konkurrenskraft för svensk och norsk livsmedelsproduktion.

Kvävegödslingsnivån påverkar vallgräsens torrsbstans (ts)-avkastning och råproteinhalt. Med ökad kvävegiva ökar den vegetativa tillväxten, vilket medför lägre ts-halt men högre råproteinhalt och ts-avkastning, vilket ger en större mängd skördat råprotein från gräsvallen (Bonesmo och Bélanger, 2002; Nadeau et al., 2018). Ökningen i ts-avkastningen hos gräsvall i första skörd är avtagande vid kvävegivor över 100 kg N/ha på våren (Nadeau et al., 2018) medan gränsen för avtagande ts-avkastningsökning är lägre för blandvallar (Hallin och Gustavsson, 2018) på grund av klöverns kvävefixerande förmåga. Vi saknar kunskap om en delad kvävegiva skulle innebära en förändrad avkastningskurva då den kan öka möjligheterna för växten att utnyttja kvävet mer effektivt då vi anpassar kvävegivan efter växtens behov jämfört med att lägga hela givan vid ett tillfälle tidigt på våren (Portz et al., 2017). Delad kvävegiva är också ett sätt att anpassa växtens utnyttjande av mineralgödsel till det som frigörs från organiskt material i jorden och stallgödsel som tillförs på våren (Gastal och Lemaire, 2002). Under 2017-2019 genomfördes ett projekt inom Sverigeförsöken där delad kvävegiva innan första skörd ingick som ett av sex försöksled med olika kvävegödslingsgivor inför varje delskörd i blandvall (Hallin och Gustavsson, 2019). Hel eller delad kvävegiva till första skörd i vall gav

samma skörd och samma proteinhalt i dessa försök. Det saknas dock försök i rena gräsvallar där tidpunkten för den andra kvävegivan varierar inför första skörd.

En frågeställning som kommer upp är vid vilket utvecklingsstadium som den sena kvävegivan ska läggas för att växten ska öka sitt upptag av kväve. En annan frågeställning är hur olika kvävegivor och tidpunkten för kvävegivan påverkar vallens kvalitet och då främst proteinets kvalitet. Analys av proteinets kvalitet för idisslare är inte helt enkelt och det finns olika system som bör beaktas. I NorFor fodervärderingssystem (Volden, 2011) beskrivs proteinvärdet för idisslare som lösligt protein, potentiellt vomnedbrytbart protein och nedbrytningshastigheten av potentiellt vomnedbrytbart protein med in situ metoden som kräver vomfistulerade kor. Vidare nyttjas koncentrationen av absorberade aminosyror i tunntarmen (AAT) och proteinbalansen i vommen (PBV). In situ metoden för protein-värdering enligt NorFor är arbetskrävande och dyr, vilket begränsar antalet prover som kan analyseras. Därför behövs kompletterande metoder, som är billigare, såsom ”Cornell Net Carbohydrate and Protein System ” (CNCPS, Sniffen et al., 1992). CNCPS används i många europeiska länder och i USA, vilket har resulterat i publicerade värden från vallväxter odlade i olika delar av världen. CNCPS baseras på kemisk fraktionering av råprotein utifrån dess löslighet och nedbrytbarhet (Licitra et al., 1996). Höga kvävegödslingnivåer har visat sig påverka proteinets kvalitet negativt, speciellt vid tidiga utvecklingsstadiet hos växten (Tremblay et al., 2005; Gustavsson, 2017). Nadeau et al. (2015) och Nadeau och Murphy (2017) fann att mjölkavkastning, fodereffektivitet och proteinutnyttjande hos mjölkkor påverkades av ensilagens innehåll av vomnedbrytbart råprotein, som analyserades enligt CNCPS. Dessutom kan nitrathalten i gräset öka vid torra väderleksförhållanden och det har i praktiken visat sig vara ett särskilt problem i gräs som har höga proteinhalter. Försök i Finland visade att nitralthalten i gräs, framförallt i ängssvingel, ökade vid andra och tredje skörd vid ökad N-gödsling (Termonen et al. 2020).

Det här projektet har ingått i ett större projekt med titeln ”IMPRESS – Improved precision in forage crop management” (<https://www.nibio.no/prosjekter/okt-precisjon-og-malretting-i-gjodsling-og-avlingsfremmende-tiltak-i-grovforproduksjonen-impress>) som har letts av NIBIO med finansiering från Matfondet, Norges Forskningsråd samt medfinansiering från företag (Felleskjøpet Agri SA, YARA Norge AS, YARA GmbH & Co. KG och Strand Unikorn AS). Lantmännens forskningsstiftelse har finansierat utökade analyser.

## 1.1 Syfte

Att studera effekt av delad kvävegiva och tidpunkten för den sena kvävegivan innan första skörd på avkastning, kvävebalans och fodervärde med speciellt fokus på råproteinhalt och råproteinets kvalitet i en timotej/ängssvingel vall.

## 1.2 Vår hypotes

Genom att fördela kvävegivan som normalt läggs tidigt på våren med en giva på våren och en under gräsens utveckling cirka två eller fyra veckor innan tidig axgång hos timotej anpassas kvävegödslingen efter gräsens behov, vilket ökar inlagringen av kväve i gräset och minskar kväveförluster till omgivande miljön. Detta medför en potentiellt högre avkastning och proteinhalt samtidigt som proteinets kvalitet beaktas.

## 2. Material och metoder

### 2.1 Försöksupplägg

En vallfröblandning med 80 % timotej och 20 % ängssvingel såddes 2017 på NIBIO Kvithamar, Trondheim och 2018 på NIBIO Særheim, Stavanger, Norge och Rådde Gård, Länghem, Sverige (Hushållningssällskapet Sjuhärad). En yta av den sådda arealen skördades som förstaårsvall 2018 på NIBIO Kvithamar och som förstaårsvall 2019 på NIBIO Særheim och Rådde Gård. En annan yta av den sådda arealen skördades som andraårsvall 2019 på NIBIO Kvithamar och som andraårsvall 2020 på NIBIO Særheim och Rådde Gård.

Försöksdesignen var randomiserat blockförsök med 3 fältblock, 4 gödslingsbehandlingar och 3 skördetidpunkter i första skörd (se figur 1).

Gödslingsbehandlingarna var följande:

- Ingen kvävegödsling (A)
- 110 kg N/ha på våren när grästillsväxten startade (B)
- 60 kg N/ha på våren när grästillsväxten startade och 50 kg N/ha när första noden känns på första timotejskottet (C)
- 60 kg N/ha på våren när grästillsväxten startade och 50 kg N/ha när två noder känns på största delen av timotejskotten (D)

Samtliga försöksrutor gödslades med P och K på våren och mineralgödsel användes i samtliga led.

Skördetidpunkterna var följande:

- Vid början av stjälksträckning hos timotej då första noden är kännbar på första skottet. (1)
- När två noder är kännbara på största delen av timotejskotten. (2)
- Vid begynnande axgång hos timotej när axet syns på 10 % av skotten. (3)

Dessutom togs en skörd fyra veckor efter första skörd på de rutor som skördades vid skördetidpunkt 3. Stubbhöjden var 7 cm. Stubbavkastningen registrerades på två av blocken efter varje skördetidpunkt.

Gräs från samtliga gödslingsbehandlingar från varje block skördades vid varje skördetidpunkt.

|            |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |
|------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Ruta       | KANT | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | KANT |
| N-behandl. |      | B   | C   | A   | A   | D   | B   | D   | C   | A   | D   | B   | C   |      |
| Skördetid  |      | 2   | 1   | 1   | 3   | 3   | 1   | 2   | 3   | 2   | 1   | 3   | 2   |      |
| Block      |      | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   | I   |      |
| Ruta       | KANT | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | KANT |
| N-behandl. |      | D   | B   | C   | B   | A   | A   | D   | A   | D   | C   | C   | B   |      |
| Skördetid  |      | 3   | 1   | 3   | 2   | 2   | 3   | 1   | 1   | 2   | 2   | 1   | 3   |      |
| Block      |      | II  | II  | II  | II  | II  | II  | II  | II  | II  | II  | II  | II  |      |
| Ruta       | KANT | 301 | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 | KANT |
| N-behandl. |      | C   | D   | B   | C   | B   | A   | B   | D   | C   | A   | D   | A   |      |
| Skördetid  |      | 2   | 2   | 1   | 1   | 2   | 2   | 3   | 3   | 3   | 3   | 1   | 1   |      |
| Block      |      | III | III | III | III | III | III | III | III | III | III | III | III |      |

Figur 1. Försöksdesign

## 2.2 Registreringar och analyser

Registreringar och provtagning som utfördes vid varje skördetidpunkt:

- Torrsubstansavkastning på skördat gräs och stubbavkastning
- Analys av råprotein och proteinkvalitet enligt CNCPS och nitrathalt enligt Boehringer Mannheim / R-Biopharm på frystorkade prover av skördat gräs för analys av vid Landwirtschaftliche Kommunikations- und Servicegesellschaft (LKS) mbH, Lichtenwalde, Tyskland
- Bestämning av råprotein, aska, NDF, vattenlösliga kolhydrater, torrsubstansens smältbarhet med NIRS på torkade prover av skördat gräs samt för bestämning av N-innehållet med NIRS på torkade prover av stubb vid NIBIOs laboratorium i Løken.

Proteinkvaliteten bestämdes enligt ”Cornell Net Carbohydrate and Protein System” (CNCPS, Sniffen et al., 1992) där råproteinets (RP) fraktioner analyseras kemiskt enligt Licitra et al. (1996). De analyserade råproteinfraktionerna är sant (true) protein (TP), buffertolösligt TP, neutral-detergent (ND) olösligt TP och acid-detergent (AD) olösligt TP. ND-olösligt TP är det protein som finns i cellväggarna, som analyseras som NDF, i växten. AD-olösligt TP är det protein som är bundet till cellulosa och lignin i växtens cellväggar. Utifrån de analyserade värdena beräknas fraktionerna A, B1, B2 and B3 genom differens. AD-olösligt TP benämns fraktion C (se figur 2).

- $A = \text{icke-protein-N} = \text{nonprotein N} = \text{NPN} = \text{RP} - \text{TP}$
- $B1 = \text{Buffertlösligt TP} = \text{TP} - \text{Buffertolösligt TP}$
- $B2 = \text{ND-lösligt TP} = \text{Buffertolösligt TP} - \text{ND-olösligt TP}$
- $B3 = \text{AD-lösligt TP} = \text{ND-olösligt TP} - \text{AD-olösligt TP}$
- $C = \text{ADIN}$

Utifrån de analyserade värdena och de beräknade råproteinfraktionerna beräknades andelen vomstabil protein i vallen ut vid 5 % passagehastighet enligt Kirchhof et al. (2010).

|                         |                         |  |
|-------------------------|-------------------------|--|
| Råprotein               |                         |  |
| Sant protein            |                         | Icke protein-N (A)   |
| Buffertolösligt protein |                         | Buffertlösligt protein (B1)  |
| ND-olösligt protein     | ND-lösligt protein (B2) | A och B1 är lösliga i vommen<br>De kräver snabb energikälla i foderstatten.  |
| AD-olösligt protein (C) | AD-lösligt protein (B3) | B2 och B3 är mest värdefulla och därför önskvärda<br>B2 bryts ner i varierande grad i vommen<br>B3 bryts ner långsamt i vommen och en stor del är vomstabil<br>C anses som osmältbar |
| Analyserat              |                         |  |
| Beräknat                |                         |  |

Figur 2. Analyserade och beräknade värden för råproteinfraktioner enligt CNCPS med kommentarer om deras vomnedbrytbarhet hos kon.

## 2.3 Statistisk analys

Data från första skörd analyserades som ett två-faktoriellt försök i PROC GLIMMIX (SAS version 9.4) med effekt av skördetidpunkt ( $n = 3$ ) och N-strategi ( $n = 4$ ) som fixa effekter och block ( $n = 3$ ) som slumpmässig effekt. Analysen utfördes separat för varje år och varje plats eftersom det var signifikanta samspel mellan dessa två faktorer med år och plats. Data från återväxten analyserades som ett ett-faktoriellt försök i PROC GLIMMIX (SAS version 9.4) med effekt av N-strategi som fix effekt och block ( $n = 3$ ) som slumpmässig effekt. Data på stubbavkastning analyserades på två av de tre blocken. När det globala  $P$ -värdet var signifikant ( $P < 0,05$ ) eller tenderade att vara signifikant ( $0,05 < P < 0,10$ ) genomfördes parvisa jämförelser mellan enskilda behandlingsmedelvärden med hjälp av Tukey's test.

### 3. Resultat

Resultaten från studien presenteras i tabell 1-9. I tabell 1 presenteras skördad avkastning och stubbavkastning i kg ts/ha fördelat på plats, år, N-strategi och skördetidpunkt. Försöksleden utan N-gödsling hade lägre ts-avkastning av den skördade grödan än de N-gödslade leden vid andra och tredje skördetidpunkten. På Rådde var det skillnad i ts-avkastning i andra skördetidpunkten mellan 110 kg N och 60 kg N men inte för de andra orterna. Resultaten på Rådde och på ett av åren i Kvithamar visade att vid delad N-giva behövde andra givan ges 3-4 veckor innan skörd för att ge effekt på ts-avkastningen. Vid samtliga platser, år och gödslingsbehandlingar ökade ts-avkastningen med senare skördetidpunkt och ökningen var störst mellan de två sista skördetidpunkterna (Tabell 1).

Det fanns inte några signifikanta skillnader mellan N-strategier inom samma skördetidpunkt och mellan skördetidpunkter inom samma N-strategi med avseende på stubbavkastningen. Stubbavkastningen var generellt hög i förhållande till skördad avkastning. Vid första skördetillfället var stubbavkastningen i flera fall högre än den skördade avkastningen och det var först vid tredje skördetillfället som stubbavkastningen var betydligt lägre än skördad avkastning (Tabell 1).

I tabell 2 presenteras innehåll av råprotein och nitrat i g/kg ts fördelat på plats, år, N-strategi och skördetidpunkt. Försöksleden utan N-gödsling hade lägre innehåll av råprotein än de N-gödslade leden. Full N-giva på våren (strategi 2) gav ofta högst råprotein-innehåll vid det tidigaste skördetillfället. Vid andra skördetidpunkten var det högre råproteinhalt för de leden som fått 110 kg N/ha (strategi 2 och 3) jämfört med det ledet som enbart hunnit få 60 kg N (strategi 4) i Kvithamar och Rådde. Vid tredje skördetidpunkten var det ingen skillnad mellan de gödslade leden. Råproteinhalten sjönk generellt sett med senare skördetidpunkt men när sänkningen skedde varierade något mellan platserna (Tabell 2).

Det var generellt inga skillnader i nitrathalt mellan N-gödslingsstrategierna inom samma skördetidpunkt med undantag av något enstaka fall (Tabell 2). Det var heller ingen generell skillnad i nitrathalt mellan skördetidpunkterna inom samma N-gödslingsnivå.

Samtliga orter och år förutom Særheim 2019 hade signifikanta samspel mellan effekt av N-gödslingsstrategi och effekt av skördetidpunkt med avseende på råprotein (Rp)-avkastning (Tabell 3). Försöksledet utan N-gödsling hade lägre råprotein-avkastning än de N-gödslade leden för samtliga skördetidpunkter. Det var inga effekter av delad N-giva och N-gödslingsnivå på Rp-avkastningen vid andra skördetidpunkten förutom på Rådde där en ökad N-gödslingsnivå ökade Rp-avkastningen. Vid den tredje skördetidpunkten då samtliga försöksled hade fått full N-giva var det generellt ingen effekt av delad N-giva på Rp-avkastningen och därmed ingen effekt på N-balansen.

Det var signifikant samspel mellan skördetidpunkt och N-gödslingsstrategi med avseende på N-mängd i stubben i Kvithamar 2019 och under båda åren på Rådde (Tabell 3). Vid första skördetidpunkten var det lägre N-mängd i stubben i det ogödslade ledet än i de gödslade leden men skillnaden utjämnades vid de senare skördetidpunkterna. Generellt minskade N-mängden i stubben med senare skördetidpunkt på Rådde men däremot kunde inte liknande minskning påvisas i Kvithamar.

Det fanns inga signifikanta samspel mellan skördetidpunkt och N-gödslingsstrategi med avseende på fraktion A (icke-protein N) och summan av de sanna lösliga proteinfraktionerna B1 och B2 (Tabell 4). Generellt sett var det heller ingen effekt av N-gödslingsstrategi på fraktion A samt B1+B2 oavsett skördetidpunkt. Däremot var det vissa små skillnader i fraktion A mellan sista skördetidpunkten och genomsnittet av de två föregående skördetidpunkterna i Særheim 2020 (29,2 % jmf med 23,9 % av Rp,  $P = 0,005$ ), på Rådde 2020 (24,8 jmf med 16,0 % av Rp,  $P < 0,001$ ) och i Kvithamar 2019 (20,9 jmf med 18,8 % av Rp,  $P = 0,021$ ) när värdena presenteras som ett genomsnitt över N-gödslingsstrategi.

Gödslingsstrategin påverkade inte råproteinfraktion B3 inom en och samma skördetidpunkt (Tabell 5). När N-gödslingsstrategin analyserades som ett genomsnitt över skördetidpunkterna hade det ogödslade ledet större B3 fraktion än de gödslade leden i Kvithamar 2019 (19,5% jmf med 14,9 % av Rp,  $P = 0,002$ ) och på Rådde 2020 (22,9 % jmf. med 17,7 % av Rp,  $P < 0,001$ ).

Som framgår av tabell 6 var C-fraktionen, som inte kan utnyttjas av djuren, låg i gräsvallen (1,0-3,5 % av Rp) men var högre i det ogödslade än i de gödslade leden vid den tredje skördetidpunkten under båda åren i Kvithamar. De ogödslade leden hade generellt en högre andel av vomstabil protein, RUP5, jämfört med de gödslade leden men den skillnaden minskade med senare skördetidpunkt så att det enbart var ett par enstaka skillnader kvar vid timotejens begynnande axgång.

De ogödslade leden hade en högre koncentration av vattenlösliga kolhydrater och de led som fick full N-giva på våren hade ofta lägst innehåll av vattenlösliga kolhydrater (Tabell 7). Andelen vattenlösliga kolhydrater minskade generellt med senare skördetidpunkt.

Det var signifikant samspel mellan N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt med avseende på gräsets NDF-halt i Særheim 2020 samt i Rådde 2019 och 2020, där effekt av skördetidpunkt hade störst inverkan (Tabell 7). NDF-innehållet ökade med senare skördetidpunkt och var högst vid det senaste skördetillfället.

Det ogödslade ledet hade en högre smältbarhet av ts vid de två senare skördetillfällena och då speciellt vid den sista skördetidpunkten. Vid det tidigaste skördetillfället var det däremot inga skillnader mellan N-strategierna (Tabell 8). Smältbarheten minskade med senare skördetidpunkt på samtliga orter. Generellt sett var askhalten högre i de gödslade leden än i det ogödslade ledet (Tabell 8). Det var enbart marginella skillnader i askhalt mellan skördetidpunkterna.

Även i återväxten hade försöksledet utan N-gödsling lägre ts-avkastning än de N-gödslade leden (Tabell 9). Delad N-giva med sen andra giva (strategi 4) gav på vissa platser och år högst avkastning av ts och Rp. Rp-avkastningen i återväxten var generellt lägre i det ogödslade ledet än i de gödslade leden. Det var inga tydliga effekter av N-gödslingsstrategi på Rp-halten i återväxten. Det var inga skillnader mellan gödslingsstrategierna på mängden ts och N samt N-halt i stubben i återväxten (Tabell 9).

Tabell 1. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Råde under åren 2018-2020 med avseende på skördad avkastning och stubbavkastning.

| Plats, år och N-strategi* | Skördad avkastning, kg ts/ha   |                     |                      | Stubbavkastning, kg ts/ha      |                     |                       |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                           | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                       |
|                           | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnand<br>e axgång |
| K2018 – 1                 | 1106B b                        | 1543B b             | 3243B a              | 1600                           | 1320                | 1960                  |
| K2018 – 2                 | 1934A c                        | 2896A b             | 5617A a              | 1720                           | 1200                | 1600                  |
| K2018 – 3                 | 1547AB c                       | 2375A b             | 5928A a              | 1400                           | 1320                | 1360                  |
| K2018 – 4                 | 1663AB c                       | 2540A b             | 5444A a              | 1400                           | 1320                | 1360                  |
| P - värde (SEM)           |                                | < 0,001 (138,0)     |                      |                                | 0,384 (199,7)       |                       |
| K2019 – 1                 | 783A b                         | 1215B b             | 2592C a              | 1330                           | 1520                | 1890                  |
| K2019 – 2                 | 1335A c                        | 2063A b             | 5298A a              | 1340                           | 1410                | 1710                  |
| K2019 – 3                 | 1218A c                        | 1902A b             | 5306A a              | 1460                           | 1670                | 1650                  |
| K2019 – 4                 | 1424A b                        | 1972A b             | 4637B a              | 1460                           | 1570                | 1760                  |
| P - värde (SEM)           |                                | < 0,001 (134,8)     |                      |                                | 0,628 (113,8)       |                       |
| S2019 – 1                 | 693(A b)                       | 1670(A b)           | 4273(B a)            | 2886                           | 1922                | 3424                  |
| S2019 – 2                 | 920(A c)                       | 2469(A b)           | 6486(A a)            | 2552                           | 2232                | 3674                  |
| S2019 – 3                 | 905(A c)                       | 2355(A b)           | 6052(A a)            | 3048                           | 2078                | 3244                  |
| S2019 – 4                 | 1402(A b)                      | 2835(A b)           | 6476(A a)            | 3048                           | 2218                | 2678                  |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,051 (283,3)       |                      |                                | 0,253 (274,4)       |                       |
| S2020 – 1                 | 1272A b                        | 1749B b             | 3079B a              | 1410                           | 2300                | 2700                  |
| S2020 – 2                 | 1752A c                        | 2804A b             | 5615A a              | 1240                           | 2080                | 2980                  |
| S2020 – 3                 | 1456A c                        | 2750A b             | 5458A a              | 890                            | 2190                | 2710                  |
| S2020 – 4                 | 1397A c                        | 2623A b             | 4938A a              | 1060                           | 2210                | 2900                  |
| P - värde (SEM)           |                                | < 0,001 (166,6)     |                      |                                | 0,993 (576,7)       |                       |
| R2019 – 1                 | 232A b                         | 747C b              | 1681C a              | 1190                           | 1100                | 1240                  |
| R2019 – 2                 | 958A c                         | 2667A b             | 5295A a              | 1180                           | 1020                | 1130                  |
| R2019 – 3                 | 773A c                         | 2224B b             | 5245A a              | 1090                           | 1020                | 1080                  |
| R2019 – 4                 | 805A c                         | 2052B b             | 4786B a              | 1120                           | 1150                | 1110                  |
| P - värde (SEM)           |                                | < 0,001 (77,7)      |                      |                                | 0,637 (73,3)        |                       |
| R2020 – 1                 | 283B c                         | 864C b              | 2281C a              | 1560                           | 1720                | 1800                  |
| R2020 – 2                 | 940A c                         | 2645A b             | 4955A a              | 1700                           | 1640                | 1820                  |
| R2020 – 3                 | 666AB c                        | 2085B b             | 4769A a              | 1510                           | 1670                | 1870                  |
| R2020 – 4                 | 669AB c                        | 1900B b             | 4232B a              | 1680                           | 1880                | 1810                  |
| P - värde (SEM)           |                                | < 0,001 (100,2)     |                      |                                | 0,500 (121,8)       |                       |

\*Plats: K = Kvithamar, Norge, S = Særheim, Norge och R = Råde, Sverige. N-strategi: 1) 0 kg N/ha, 2) 110 kg N/ha på våren, 3) 60 kg N på våren + 50 kg N när första noden är kännbar på första timotejplantan, 4) 60 kg N på våren + 50 kg N när två noder är kännbara på största delen av timotejskotten.

P – värde och SEM från samspel mellan skördetillfälle och N-strategi.

LS-medel med olika bokstäver inom kolumner och inom rader för varje plats och år skiljer sig åt signifikant enligt Tukeys test ( $P < 0,05$ ). Bokstäver inom parentes med tendens till signifikans ( $0,05 < P < 0,10$ )

Versaler: jämförelse mellan LS-medelvärden inom kolumn för varje plats och år. Gemener: jämförelse mellan LS-medelvärden inom rad för varje plats och år.

Tabell 2. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på råprotein och nitrat.

| Plats, år och N-strategi* | Råprotein, g/kg ts             |                     |                      | Nitrat, g/kg ts                |                     |                       |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                           | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                       |
|                           | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnand<br>e axgång |
| K2018 – 1                 |                                |                     | 74B                  |                                |                     | 0,13B                 |
| K2018 – 2                 |                                |                     | 129A                 |                                |                     | 0,44AB                |
| K2018 – 3                 |                                |                     | 125A                 |                                |                     | 0,47AB                |
| K2018 – 4                 |                                |                     | 136A                 |                                |                     | 0,89A                 |
| P - värde (SEM)           |                                |                     |                      |                                |                     |                       |
| K2019 – 1                 | 113C a                         | 108C a              | 72B b                | 0,12A a                        | 0,06B a             | 0,16A a               |
| K2019 – 2                 | 219A a                         | 209A a              | 111A b               | 0,33A a                        | 0,26A a             | 0,13A a               |
| K2019 – 3                 | 181B b                         | 224A a              | 128A c               | 0,30A a                        | 0,69A a             | 0,55A a               |
| K2019 – 4                 | 185B a                         | 170B a              | 120A b               | 0,24A a                        | 0,25A a             | 0,55A a               |
| P - värde (SEM)           |                                | <0,001 (5,1)        |                      |                                | 0,038 (0,095)       |                       |
| S2019 – 1                 | 122C a                         | 101B a              | 86B a                | 0,33                           | 0,23                | 0,14                  |
| S2019 – 2                 | 227A a                         | 178A b              | 110AB c              | 0,55                           | 0,48                | 0,37                  |
| S2019 – 3                 | 192AB a                        | 188A a              | 132A b               | 0,38                           | 0,59                | 0,34                  |
| S2019 – 4                 | 181B a                         | 152A a              | 97AB b               | 0,40                           | 0,39                | 0,26                  |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,003 (8,6)         |                      |                                | 0,847 (0,108)       |                       |
| S2020 – 1                 | 125C a                         | 117C a              | 80B b                | 0,16(A a)                      | 0,1(B a)            | 0,20(A a)             |
| S2020 – 2                 | 206A a                         | 160AB b             | 115AB c              | 0,43(A a)                      | 0,28(AB a)          | 0,43(A a)             |
| S2020 – 3                 | 163BC a                        | 172A a              | 121A b               | 0,25(A a)                      | 0,57(A a)           | 0,51(A a)             |
| S2020 – 4                 | 174AB a                        | 154ABC ab           | 124A b               | 0,31(A a)                      | 0,22(B a)           | 0,35(A a)             |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,0182 (7,8)        |                      |                                | 0,059 (0,069)       |                       |
| R2019 – 1                 | 137C a                         | 107C b              | 78B c                | 0,18B a                        | 0,18AB a            | 0,15B a               |
| R2019 – 2                 | 258A a                         | 185A b              | 124A c               | 0,72A a                        | 0,39AB a            | 0,44AB a              |
| R2019 – 3                 | 202B a                         | 195A a              | 118A b               | 0,19B a                        | 0,49A a             | 0,17B a               |
| R2019 – 4                 | 205B a                         | 138B b              | 137A b               | 0,13B b                        | 0,15B b             | 0,56A a               |
| P - värde (SEM)           |                                | <0,001 (4,8)        |                      |                                | <0,001 (0,066)      |                       |
| R2020 – 1                 | 148C a                         | 101B b              | 74B b                | 0,29                           | 0,16                | 0,16                  |
| R2020 – 2                 | 225A a                         | 152A b              | 111A c               | 0,25                           | 0,21                | 0,31                  |
| R2020 – 3                 | 194B a                         | 157A b              | 113A c               | 0,19                           | 0,18                | 0,27                  |
| R2020 – 4                 | 183B a                         | 125B b              | 123A b               | 0,22                           | 0,16                | 0,21                  |
| P - värde (SEM)           |                                | <0,001 (5,4)        |                      |                                | 0,528 (0,051)       |                       |

\*Plats: K = Kvithamar, Norge, S = Særheim, Norge och R = Rådde, Sverige. N-strategi: 1) 0 kg N/ha, 2) 110 kg N/ha på våren, 3) 60 kg N på våren + 50 kg N när första noden är kännbar på första timotejplantan, 4) 60 kg N på våren + 50 kg N när två noder är kännbara på största delen av timotejskotten.

P – värde och SEM från samspel mellan skördetillfälle och N-strategi.

LS-medel med olika bokstäver inom kolumner och inom rader för varje plats och år skiljer sig signifikant enligt Tukeys test ( $P < 0,05$ ). Bokstäver inom parentes med tendens till signifikans ( $0,05 < P < 0,10$ )

Versaler: jämförelse mellan LS-medelvärden inom kolumn för varje plats och år. Gemener: jämförelse mellan LS-medelvärden inom rad för varje plats och år.

Tabell 3. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på råprotein-avkastning samt N-avkastning i stubben.

| Plats, år och N-strategi* | Råproteinavkastning kg/ha      |                     |                      | N-mängd stubb, kg/ha           |                     |                      |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|
|                           | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      |
|                           | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång |
| K2018 – 1                 |                                |                     | 241B                 | 33,6                           | 20,0                | 28,8                 |
| K2018 – 2                 |                                |                     | 723A                 | 23,9                           | 15,8                | 18,7                 |
| K2018 – 3                 |                                |                     | 741A                 | 29,4                           | 20,8                | 26,5                 |
| K2018 – 4                 |                                |                     | 742A                 | 29,4                           | 28,3                | 21,5                 |
| P - värde (SEM)           |                                | <0,001 (36,2)       |                      |                                | 0,9663 (8,03)       |                      |
| K2019 – 1                 | 89B a                          | 132B a              | 188C a               | 17,5B a                        | 20,2B a             | 19,2A a              |
| K2019 – 2                 | 293A c                         | 430A b              | 591AB a              | 28,8A a                        | 26,4B a             | 22,8A a              |
| K2019 – 3                 | 220A c                         | 426A b              | 676A a               | 25,0A b                        | 33,7A a             | 22,5A b              |
| K2019 – 4                 | 263A b                         | 334A b              | 558B a               | 25,0A a                        | 24,7B a             | 24,8A a              |
| P - värde (SEM)           |                                | <0,001 (23,1)       |                      |                                | 0,0033 (1,26)       |                      |
| S2019 – 1                 | 84                             | 168                 | 382                  | 45,6                           | 30,3                | 41,0                 |
| S2019 – 2                 | 209                            | 441                 | 716                  | 63,8                           | 48,0                | 52,3                 |
| S2019 – 3                 | 172                            | 439                 | 799                  | 61,2                           | 46,8                | 41,2                 |
| S2019 – 4                 | 253                            | 429                 | 625                  | 61,2                           | 39,6                | 35,6                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,173 (57,7)        |                      |                                | 0,2421 (4,05)       |                      |
| S2020 – 1                 | 157B a                         | 203B a              | 246B a               | 23,5                           | 37,6                | 31,7                 |
| S2020 – 2                 | 360A b                         | 448A b              | 641A a               | 28,1                           | 33,6                | 33,7                 |
| S2020 – 3                 | 237AB c                        | 474A b              | 656A a               | 17,9                           | 32,4                | 32,1                 |
| S2020 – 4                 | 244AB c                        | 403A b              | 615A a               | 19,9                           | 31,8                | 35,0                 |
| P - värde (SEM)           |                                | <0,001 (25,9)       |                      |                                | 0,9911 (9,622)      |                      |
| R2019 – 1                 | 32B b                          | 80C ab              | 131B a               | 18,0C a                        | 13,1A ab            | 10,9A b              |
| R2019 – 2                 | 247A c                         | 494A b              | 656A a               | 39,1A a                        | 18,9A b             | 11,4A c              |
| R2019 – 3                 | 156A c                         | 433A b              | 618A a               | 28,1B a                        | 18,3A b             | 12,3A b              |
| R2019 – 4                 | 165A c                         | 284B b              | 657A a               | 26,5B a                        | 15,6A b             | 13,0A b              |
| P - värde (SEM)           |                                | <0,001 (18,8)       |                      |                                | <0,001 (1,35)       |                      |
| R2020 – 1                 | 42C b                          | 88D b               | 168B a               | 25,3C a                        | 22,8B ab            | 17,3A b              |
| R2020 – 2                 | 211A c                         | 402A b              | 548A a               | 39,1A a                        | 28,4AB b            | 19,5A c              |
| R2020 – 3                 | 129B c                         | 326B b              | 540A a               | 29,4 BC a                      | 30,7A a             | 21,4A b              |
| R2020 – 4                 | 122B c                         | 237C b              | 519A a               | 33,6AB a                       | 27,3AB ab           | 20,8A b              |
| P - värde (SEM)           |                                | <0,001 (13,9)       |                      |                                | 0,0021 (1,17)       |                      |

\*Plats: K = Kvithamar, Norge, S = Særheim, Norge och R = Rådde, Sverige. N-strategi: 1) 0 kg N/ha, 2) 110 kg N/ha på våren, 3) 60 kg N på våren + 50 kg N när första noden är kännbar på första timotejplantan, 4) 60 kg N på våren + 50 kg N när två noder är kännbara på största delen av timotejskotten.

P – värde och SEM från samspel mellan skördetillfälle och N-strategi.

LS-medel med olika bokstäver inom kolumner och inom rader för varje plats och år skiljer sig signifikant enligt Tukeys test ( $P < 0,05$ ). Bokstäver inom parentes med tendens till signifikans ( $0,05 < P < 0,10$ )

Versaler: jämförelse mellan LS-medelvärden inom kolumn för varje plats och år. Gemener: jämförelse mellan LS-medelvärden inom rad för varje plats och år.

Tabell 4. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på innehåll av fraktion A samt summan av B1 och B2 i % av råprotein.

| Plats, år och N-strategi* | A, % av råprotein              |                     |                      | B1 + B2, % av råprotein        |                     |                      |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|
|                           | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      |
|                           | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång |
| K2018 – 1                 |                                |                     | 22,1                 |                                |                     | 65,8                 |
| K2018 – 2                 |                                |                     | 19,7                 |                                |                     | 70,7                 |
| K2018 – 3                 |                                |                     | 13,9                 |                                |                     | 76,5                 |
| K2018 – 4                 |                                |                     | 20,1                 |                                |                     | 71,0                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,439 (3,91)        |                      |                                | 0,217 (3,58)        |                      |
| K2019 – 1                 | 14,9                           | 21,1                | 23,4                 | 57,0                           | 59,4                | 58,4                 |
| K2019 – 2                 | 16,9                           | 20,4                | 19,7                 | 64,4                           | 63,6                | 66,3                 |
| K2019 – 3                 | 19,5                           | 24,3                | 19,6                 | 62,4                           | 60,4                | 64,9                 |
| K2019 – 4                 | 17,0                           | 16,1                | 20,8                 | 62,8                           | 67,4                | 63,5                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,179 (1,96)        |                      |                                | 0,846 (3,20)        |                      |
| S2019 – 1                 | 25,3                           | 29,0                | 25,9                 | 49,3                           | 49,7                | 54,0                 |
| S2019 – 2                 | 28,9                           | 26,4                | 28,9                 | 54,7                           | 56,9                | 51,9                 |
| S2019 – 3                 | 25,1                           | 31,8                | 32,9                 | 53,6                           | 46,8                | 50,1                 |
| S2019 – 4                 | 24,0                           | 30,6                | 26,9                 | 57,7                           | 48,5                | 54,5                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,477 (2,66)        |                      |                                | 0,294 (3,59)        |                      |
| S2020 – 1                 | 24,4                           | 30,2                | 31,0                 | 44,1                           | 49,5                | 49,4                 |
| S2020 – 2                 | 23,9                           | 25,3                | 25,4                 | 52,4                           | 55,3                | 57,5                 |
| S2020 – 3                 | 22,8                           | 24,7                | 30,3                 | 48,9                           | 56,9                | 51,3                 |
| S2020 – 4                 | 22,2                           | 17,6                | 30,0                 | 52,0                           | 63,0                | 53,1                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,152 (2,38)        |                      |                                | 0,458 (2,80)        |                      |
| R2019 – 1                 | 20,8                           | 22,2                | 26,5                 | 62,3                           | 60,8                | 56,2                 |
| R2019 – 2                 | 25,2                           | 23,9                | 26,4                 | 58,0                           | 59,8                | 59,4                 |
| R2019 – 3                 | 17,4                           | 19,1                | 22,9                 | 66,4                           | 67,3                | 61,7                 |
| R2019 – 4                 | 19,8                           | 20,3                | 21,0                 | 64,8                           | 64,7                | 64,8                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,947 (2,60)        |                      |                                | 0,884 (3,20)        |                      |
| R2020 – 1                 | 16,8                           | 14,5                | 27,4                 | 54,4                           | 56,6                | 54,3                 |
| R2020 – 2                 | 15,1                           | 18,8                | 23,4                 | 66,6                           | 61,0                | 61,1                 |
| R2020 – 3                 | 16,0                           | 12,1                | 23,1                 | 62,8                           | 64,7                | 60,5                 |
| R2020 – 4                 | 18,9                           | 15,7                | 25,5                 | 58,1                           | 61,9                | 59,1                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,627 (2,59)        |                      |                                | 0,687 (2,92)        |                      |

\*Plats: K = Kvithamar, Norge, S = Særheim, Norge och R = Rådde, Sverige. N-strategi: 1) 0 kg N/ha, 2) 110 kg N/ha på våren, 3) 60 kg N på våren + 50 kg N när första noden är kännbar på första timotejplantan, 4) 60 kg N på våren + 50 kg N när två noder är kännbara på största delen av timotejskotten.

P – värde och SEM från samspel mellan skördetillfälle och N-strategi.

LS-medel med olika bokstäver inom kolumner och inom rader för varje plats och år skiljer sig signifikant enligt Tukeys test ( $P < 0,05$ ). Bokstäver inom parentes med tendens till signifikans ( $0,05 < P < 0,10$ )

Versaler: jämförelse mellan LS-medelvärden inom kolumn för varje plats och år. Gemener: jämförelse mellan LS-medelvärden inom rad för varje plats och år.

Tabell 5 Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på innehåll av fraktion B3 i % av råprotein.

| Plats, år och N-strategi* | B3, % av råprotein             |                     |                      |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|
|                           | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      |
|                           | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång |
| K2018 – 1                 |                                |                     | 8,8(A)               |
| K2018 – 2                 |                                |                     | 7,3(A)               |
| K2018 – 3                 |                                |                     | 7,2(A)               |
| K2018 – 4                 |                                |                     | 6,8(A)               |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,056 (0,53)        |                      |
| K2019 – 1                 | 26,0                           | 17,6                | 14,9                 |
| K2019 – 2                 | 17,5                           | 14,3                | 11,7                 |
| K2019 – 3                 | 16,4                           | 13,9                | 13,4                 |
| K2019 – 4                 | 18,8                           | 14,7                | 13,4                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,234 (1,67)        |                      |
| S2019 – 1                 | 23,1                           | 19,3                | 17,5                 |
| S2019 – 2                 | 15,1                           | 14,9                | 16,6                 |
| S2019 – 3                 | 19,6                           | 19,6                | 14,7                 |
| S2019 – 4                 | 16,7                           | 19,1                | 15,7                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,418 (2,52)        |                      |
| S2020 – 1                 | 29,3                           | 18,3                | 16,5                 |
| S2020 – 2                 | 22,0                           | 17,5                | 14,5                 |
| S2020 – 3                 | 26,2                           | 16,6                | 16,4                 |
| S2020 – 4                 | 23,6                           | 17,9                | 14,8                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,543 (1,81)        |                      |
| R2019 – 1                 | 14,7                           | 14,4                | 14,4                 |
| R2019 – 2                 | 15,8                           | 14,7                | 12,1                 |
| R2019 – 3                 | 14,9                           | 11,9                | 13,1                 |
| R2019 – 4                 | 14,1                           | 12,9                | 12,5                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,474 (1,00)        |                      |
| R2020 – 1                 | 26,7                           | 26,4                | 15,6                 |
| R2020 – 2                 | 16,7                           | 18,5                | 13,3                 |
| R2020 – 3                 | 19,4                           | 21,3                | 14,4                 |
| R2020 – 4                 | 21,4                           | 20,5                | 13,5                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,168 (1,63)        |                      |

\*Plats: K = Kvithamar, Norge, S = Særheim, Norge och R = Rådde, Sverige. N-strategi: 1) 0 kg N/ha, 2) 110 kg N/ha på våren, 3) 60 kg N på våren + 50 kg N när första noden är kännbar på första timotejplantan, 4) 60 kg N på våren + 50 kg N när två noder är kännbara på största delen av timotejskotten.

P – värde och SEM från samspel mellan skördetillfälle och N-strategi.

LS-medel med olika bokstäver inom kolumner och inom rader för varje plats och år skiljer sig signifikant enligt Tukeys test ( $P < 0,05$ ). Bokstäver inom parentes med tendens till signifikans ( $0,05 < P < 0,10$ )

Versaler: jämförelse mellan LS-medelvärden inom kolumn för varje plats och år. Gemener: jämförelse mellan LS-medelvärden inom rad för varje plats och år.

Tabell 6. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Råde under åren 2018-2020 med avseende på innehåll av fraktion C samt RUP5 i % av råprotein.

| Plats, år och N-strategi* | C, % av råprotein              |                     |                      | RUP5 % av råprotein            |                     |                      |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|
|                           | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      |
|                           | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång |
| K2018 – 1                 |                                |                     | 3,3(A)               |                                |                     | 34,0(A)              |
| K2018 – 2                 |                                |                     | 2,4(B)               |                                |                     | 25,0(B)              |
| K2018 – 3                 |                                |                     | 2,5(B)               |                                |                     | 27,4(B)              |
| K2018 – 4                 |                                |                     | 2,1(B)               |                                |                     | 26,2(B)              |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,006 (0,18)        |                      |                                | 0,002 (0,01)        |                      |
| K2019 – 1                 | 2,1A b                         | 1,9A b              | 3,3A a               | 28,3A b                        | 29,0A b             | 33,4A a              |
| K2019 – 2                 | 1,3A c                         | 1,6A b              | 2,3B a               | 18,7C c                        | 22,1B b             | 31,0AB a             |
| K2019 – 3                 | 1,7A a                         | 1,3A a              | 2,1B a               | 22,8B b                        | 20,0B b             | 29,5B a              |
| K2019 – 4                 | 1,4A a                         | 1,7A a              | 2,3B a               | 22,2B c                        | 26,1A b             | 30,3B a              |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,042 (0,20)        |                      |                                | <0,001 (0,60)       |                      |
| S2019 – 1                 | 2,3                            | 2,0                 | 2,6                  | 27,6A a                        | 28,4A a             | 32,4A a              |
| S2019 – 2                 | 1,3                            | 1,8                 | 2,6                  | 14,3B c                        | 21,8B b             | 30,5A a              |
| S2019 – 3                 | 1,8                            | 1,8                 | 2,3                  | 20,1B b                        | 19,2B b             | 27,9A a              |
| S2019 – 4                 | 1,6                            | 1,8                 | 2,9                  | 22,6ABb                        | 23,9AB b            | 32,4A a              |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,476 (0,29)        |                      |                                | 0,003 (1,26)        |                      |
| S2020 – 1                 | 2,2(A a)                       | 2,1(A a)            | 3,2(A a)             | 26,0A b                        | 26,6A b             | 31,4A a              |
| S2020 – 2                 | 1,7(A a)                       | 1,9(A a)            | 2,5(A a)             | 17,4C c                        | 23,5AB b            | 29,9AB a             |
| S2020 – 3                 | 2,1(A a)                       | 1,8(A a)            | 2,0(A a)             | 22,7B b                        | 22,0B b             | 28,6AB a             |
| S2020 – 4                 | 2,2(A a)                       | 1,5(A a)            | 2,1(A a)             | 21,2BC b                       | 23,3AB a            | 27,0B a              |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,097 (0,22)        |                      |                                | <0,001 (0,76)       |                      |
| R2019 – 1                 | 2,2                            | 2,6                 | 2,9                  | 25,9A b                        | 28,4A ab            | 31,9A a              |
| R2019 – 2                 | 1,1                            | 1,6                 | 2,1                  | 12,2C c                        | 23,8BC b            | 28,6AB a             |
| R2019 – 3                 | 1,3                            | 1,7                 | 2,3                  | 18,9B c                        | 22,9C b             | 29,3AB a             |
| R2019 – 4                 | 1,3                            | 2,1                 | 1,7                  | 18,6B b                        | 26,7AB a            | 27,1B a              |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,424 (0,24)        |                      |                                | <0,001 (0,71)       |                      |
| R2020 – 1                 | 2,2                            | 2,6                 | 2,8                  | 22,8                           | 27,9                | 30,7                 |
| R2020 – 2                 | 1,6                            | 1,6                 | 2,2                  | 16                             | 23,3                | 29,1                 |
| R2020 – 3                 | 1,8                            | 1,9                 | 2,1                  | 18,3                           | 24                  | 29                   |
| R2020 – 4                 | 1,6                            | 1,8                 | 1,9                  | 19                             | 26,4                | 27,9                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,822 (0,22)        |                      |                                | 0,255 (1,11)        |                      |

\*Plats: K = Kvithamar, Norge, S = Særheim, Norge och R = Råde, Sverige. N-strategi: 1) 0 kg N/ha, 2) 110 kg N/ha på våren, 3) 60 kg N på våren + 50 kg N när första noden är kännbar på första timotejplantan, 4) 60 kg N på våren + 50 kg N när två noder är kännbara på största delen av timotejskotten.

P – värde och SEM från samspel mellan skördetillfälle och N-strategi.

LS-medel med olika bokstäver inom kolumner och inom rader för varje plats och år skiljer sig signifikant enligt Tukeys test ( $P < 0,05$ ). Bokstäver inom parentes med tendens till signifikans ( $0,05 < P < 0,10$ )

Versaler: jämförelse mellan LS-medelvärden inom kolumn för varje plats och år. Gemener: jämförelse mellan LS-medelvärden inom rad för varje plats och år.

Tabell 7. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på innehåll av vattenlösliga kolhydrater i % av ts (NIRS) samt NDF i g/kg ts.

| Plats, år och N-strategi* | Vattenlösliga kolhydrater, % av ts |                     |                      | NDF, g/kg ts                   |                     |                      |
|---------------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|
|                           | Utvecklingsstadium hos timotej     |                     |                      | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      |
|                           | 1 nod<br>kännbar                   | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång |
| K2018 – 1                 |                                    |                     | 16,4A                |                                |                     | 487                  |
| K2018 – 2                 |                                    |                     | 13,2B                |                                |                     | 519                  |
| K2018 – 3                 |                                    |                     | 12,1B                |                                |                     | 518                  |
| K2018 – 4                 |                                    |                     | 11,7B                |                                |                     | 526                  |
| P - värde (SEM)           |                                    | 0,006 (0,62)        |                      |                                | 0,757 (27,7)        |                      |
| K2019 – 1                 | 32,7A a                            | 28,8A b             | 22,7A c              | 421                            | 467                 | 573                  |
| K2019 – 2                 | 19,5C a                            | 10,6C b             | 8,4B b               | 433                            | 495                 | 628                  |
| K2019 – 3                 | 23,5B a                            | 11,0C b             | 7,8B b               | 433                            | 494                 | 627                  |
| K2019 – 4                 | 24,0B a                            | 14,7B b             | 6,6B c               | 435                            | 513                 | 632                  |
| P - värde (SEM)           |                                    | <0,001 (0,64)       |                      |                                | 0,165 (9,5)         |                      |
| S2019 – 1                 | 32,4A a                            | 35,3A a             | 19,2A b              | 426                            | 421                 | 596                  |
| S2019 – 2                 | 20,5B a                            | 23,7C a             | 8,7B b               | 408                            | 440                 | 630                  |
| S2019 – 3                 | 23,0B a                            | 24,2BC a            | 8,5B b               | 422                            | 453                 | 620                  |
| S2019 – 4                 | 23,2B b                            | 27,3B a             | 7,9B c               | 435                            | 441                 | 640                  |
| P - värde (SEM)           |                                    | 0,02 (0,67)         |                      |                                | 0,418 (13,6)        |                      |
| S2020 – 1                 | 39,9A a                            | 31,9A b             | 27,3A c              | 417A b                         | 450AB b             | 554A a               |
| S2020 – 2                 | 30,0C a                            | 20,7C b             | 15,6B c              | 406A c                         | 491A b              | 594A a               |
| S2020 – 3                 | 33,9B a                            | 19,2C b             | 14,9B c              | 414A c                         | 500A b              | 584A a               |
| S2020 – 4                 | 35,2B a                            | 26,5B b             | 16,2B c              | 409A b                         | 416B b              | 605A a               |
| P - värde (SEM)           |                                    | <0,001 (0,71)       |                      |                                | 0,005 (13,3)        |                      |
| R2019 – 1                 | 28,3A a                            | 26,4A a             | 23,6A b              | 409A b                         | 458A b              | 547A a               |
| R2019 – 2                 | 19,5C a                            | 10,4C b             | 11,9B b              | 340B c                         | 502A b              | 576A a               |
| R2019 – 3                 | 25,7B a                            | 7,5D c              | 11,2B b              | 337B c                         | 484A b              | 567A a               |
| R2019 – 4                 | 25,2B a                            | 15,6B b             | 11,4B c              | 349B c                         | 482A b              | 586A a               |
| P - värde (SEM)           |                                    | <0,001 (0,50)       |                      |                                | <0,001 (11,0)       |                      |
| R2020 – 1                 | 31,2A bc                           | 35,3A a             | 28,3A c              | 404A b                         | 416A b              | 524A a               |
| R2020 – 2                 | 22,8C a                            | 26,6B a             | 18,8B b              | 370A c                         | 423A b              | 553A a               |
| R2020 – 3                 | 26,4BC a                           | 25,4B a             | 19,0B b              | 375A c                         | 433A b              | 562A a               |
| R2020 – 4                 | 27,6AB b                           | 32,5A a             | 19,2B c              | 380A b                         | 418A b              | 535A a               |
| P - värde (SEM)           |                                    | 0,0003 (0,79)       |                      |                                | 0,014 (8,5)         |                      |

\*Plats: K = Kvithamar, Norge, S = Særheim, Norge och R = Rådde, Sverige. N-strategi: 1) 0 kg N/ha, 2) 110 kg N/ha på våren, 3) 60 kg N på våren + 50 kg N när första noden är kännbar på första timotejplantan, 4) 60 kg N på våren + 50 kg N när två noder är kännbara på största delen av timotejskotten.

P – värde och SEM från samspel mellan skördetillfälle och N-strategi.

LS-medel med olika bokstäver inom kolumner och inom rader för varje plats och år skiljer sig signifikant enligt Tukeys test ( $P < 0,05$ ). Bokstäver inom parentes med tendens till signifikans ( $0,05 < P < 0,10$ )

Versaler: jämförelse mellan LS-medelvärden inom kolumn för varje plats och år. Gemener: jämförelse mellan LS-medelvärden inom rad för varje plats och år.

Tabell 8. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde under åren 2018-2020 med avseende på innehåll av smältbarhet av ts och aska i % av ts.

| Plats, år och N-strategi* | Smältbarhet, % av ts (NIRS)    |                     |                      | Aska, % av ts (NIRS)           |                     |                      |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|
|                           | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      | Utvecklingsstadium hos timotej |                     |                      |
|                           | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång | 1 nod<br>kännbar               | 2 noder<br>kännbara | Begynnande<br>axgång |
| K2018 – 1                 |                                |                     | 69,5(A)              |                                |                     | 5,01B                |
| K2018 – 2                 |                                |                     | 69,0(A)              |                                |                     | 5,98A                |
| K2018 – 3                 |                                |                     | 68,4(A)              |                                |                     | 5,90AB               |
| K2018 – 4                 |                                |                     | 68,0(A)              |                                |                     | 5,99A                |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,069 (0,65)        |                      |                                | 0,03 (0,22)         |                      |
| K2019 – 1                 | 85,0A a                        | 81,7A b             | 72,1A c              | 4,66C a                        | 4,85C a             | 4,69B a              |
| K2019 – 2                 | 83,9A a                        | 78,0B b             | 64,8B c              | 6,83A ab                       | 7,53A a             | 6,36A b              |
| K2019 – 3                 | 83,5A a                        | 78,1B b             | 66,2B c              | 5,93B b                        | 7,09AB a            | 6,50A a              |
| K2019 – 4                 | 83,8A a                        | 78,2B b             | 64,3B c              | 5,96B b                        | 6,57B a             | 6,50A a              |
| P - värde (SEM)           |                                | <0,001 (0,49)       |                      |                                | 0,003 (0,15)        |                      |
| S2019 – 1                 | 86,3A a                        | 85,3A a             | 70,3A b              | 4,45                           | 3,84                | 4,26                 |
| S2019 – 2                 | 86,5A a                        | 83,0A b             | 66,3B c              | 6,18                           | 5,58                | 6,05                 |
| S2019 – 3                 | 86,3A a                        | 83,8A a             | 65,8B b              | 5,90                           | 5,24                | 6,08                 |
| S2019 – 4                 | 85,3A a                        | 83,2A a             | 67,4AB b             | 5,80                           | 5,07                | 6,07                 |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,02 (0,62)         |                      |                                | 0,31 (0,17)         |                      |
| S2020 – 1                 | 87,1A a                        | 82,6A b             | 74,1A c              | 3,81C a                        | 3,99B a             | 3,83B a              |
| S2020 – 2                 | 87,4A a                        | 79,2B b             | 69,3B c              | 5,23A a                        | 5,16A a             | 4,52A b              |
| S2020 – 3                 | 86,8A a                        | 79,6B b             | 70,1B c              | 4,52B b                        | 5,27A a             | 4,78A ab             |
| S2020 – 4                 | 87,3A a                        | 81,1AB b            | 70,0B c              | 4,39B a                        | 4,42B a             | 4,58A a              |
| P - värde (SEM)           |                                | <0,001 (0,48)       |                      |                                | <0,001 (0,13)       |                      |
| R2019 – 1                 | 82,1B a                        | 79,8A b             | 75,0A c              | 4,86C a                        | 4,62C a             | 4,52B a              |
| R2019 – 2                 | 85,4A a                        | 75,9B b             | 68,4B c              | 7,27A a                        | 6,90A a             | 5,50A b              |
| R2019 – 3                 | 86,0A a                        | 75,7B b             | 68,4B c              | 6,49B b                        | 7,49A a             | 5,67A c              |
| R2019 – 4                 | 85,0A a                        | 77,0B b             | 70,1B c              | 6,28B a                        | 6,04B a             | 5,63A a              |
| P - värde (SEM)           |                                | <0,001 (0,47)       |                      |                                | <0,001 (0,15)       |                      |
| R2020 – 1                 | 87,0A a                        | 86,4A a             | 76,6A b              | 4,79B a                        | 4,26B ab            | 3,85B b              |
| R2020 – 2                 | 87,0A a                        | 83,1B b             | 72,8B c              | 6,07A a                        | 5,02A b             | 4,69A b              |
| R2020 – 3                 | 86,8A a                        | 83,4B b             | 73,3B c              | 5,39AB a                       | 5,14A a             | 4,69A b              |
| R2020 – 4                 | 87,4A a                        | 85,0AB a            | 73,4B b              | 5,20B a                        | 4,34B b             | 4,61A ab             |
| P - värde (SEM)           |                                | 0,006 (0,49)        |                      |                                | 0,012 (0,22)        |                      |

\*Plats: K = Kvithamar, Norge, S = Særheim, Norge och R = Rådde, Sverige. N-strategi: 1) 0 kg N/ha, 2) 110 kg N/ha på våren, 3) 60 kg N på våren + 50 kg N när första noden är kännbar på första timotejplantan, 4) 60 kg N på våren + 50 kg N när två noder är kännbara på största delen av timotejskotten.

P – värde och SEM från samspel mellan skördetillfälle och N-strategi.

LS-medel med olika bokstäver inom kolumner och inom rader för varje plats och år skiljer sig signifikant enligt Tukeys test ( $P < 0,05$ ). Bokstäver inom parentes med tendens till signifikans ( $0,05 < P < 0,10$ )

Versaler: jämförelse mellan LS-medelvärden inom kolumn för varje plats och år. Gemener: jämförelse mellan LS-medelvärden inom rad för varje plats och år.

Tabell 9. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt för försök på Kvithamar, Særheim och Rådde i återväxten under åren 2018-2020 med avseende på skördad avkastning, råproteinhalt, råprotein-avkastning samt stubbmängd i ts och N.

| Plats, år och skördestrategi* | Skördad avkastning kg/ha | Råprotein, g/kg ts | Råprotein-avkastning kg/ha | Stubb-mängd kg/ha | N-mängd stubb kg/ha |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|
| K2018 – 1                     | 590 b                    | 70,3 ab            | 41 b                       | 2000              | 16,                 |
| K2018 – 2                     | 1517 a                   | 64,1 ab            | 97 a                       | 2000              | 18,7                |
| K2018 – 3                     | 1436 a                   | 70,7 a             | 101 a                      | 2160              | 17,3                |
| K2018 – 4                     | 1730 a                   | 63,9 b             | 111 a                      | 2120              | 16,4                |
| P - värde (SEM)               | 0,009 (198,4)            | 0,016 (0,149)      | 0,0118 (13,8)              | 0,382 (91,7)      | 0,683 (1,40)        |
| K2019 – 1                     | 455 c                    | 115                | 53 c                       | 1660              | 16,1                |
| K2019 – 2                     | 757 b                    | 110                | 82 b                       | 1610              | 19,1                |
| K2019 – 3                     | 877 b                    | 111                | 97 b                       | 1600              | 18,5                |
| K2019 – 4                     | 1132 a                   | 106                | 120 a                      | 1710              | 19,3                |
| P - värde (SEM)               | 0,0002 (46,3)            | 0,751 (0,56)       | <0,0001 (4,7)              | 0,612 (72,5)      | 0,417 (1,35)        |
| S2019 – 1                     | 197                      | 157                | 31 (a)                     | 2294              | 31,1                |
| S2019 – 2                     | 392                      | 166                | 65 (a)                     | 1896              | 29,5                |
| S2019 – 3                     | 508                      | 164                | 82 (a)                     | 1822              | 31,4                |
| S2019 – 4                     | 440                      | 160                | 70 (a)                     | 2336              | 37,3                |
| P - värde (SEM)               | 0,156 (92,6)             | 0,672 (0,57)       | 0,097 (14,5)               | 0,587 (311,7)     | 0,763 (5,43)        |
| S2020 – 1                     | 650 b                    | 138 b              | 89 b                       | 1220              | 15,4                |
| S2020 – 2                     | 713 b                    | 163 a              | 116 ab                     | 1330              | 18,6                |
| S2020 – 3                     | 890 ab                   | 152 ab             | 137 ab                     | 1290              | 16,0                |
| S2020 – 4                     | 1105 a                   | 153 ab             | 168 a                      | 1200              | 15,8                |
| P - värde (SEM)               | 0,010 (75,0)             | 0,016 (0,41)       | 0,011 (11,4)               | 0,988 (419,6)     | 0,901 (5,05)        |
| R2019 – 1                     | 231 c                    | 118 a              | 27 c                       | 1260 (a)          | 12,5                |
| R2019 – 2                     | 550 b                    | 103 b              | 56 b                       | 1620 (a)          | 15,9                |
| R2019 – 3                     | 594 b                    | 102 b              | 61 b                       | 1670 (a)          | 16,1                |
| R2019 – 4                     | 977 a                    | 98,5 b             | 96 a                       | 1700 (a)          | 16,2                |
| P - värde (SEM)               | <0,001 (20,1)            | <0,001 (0,21)      | <0,001 (2,4)               | 0,065 (100,6)     | 0,226 (1,19)        |
| R2020 – 1                     | 336 b                    | 122                | 41 b                       | 1060              | 1,20                |
| R2020 – 2                     | 664 a                    | 123                | 82 a                       | 1200              | 12,4                |
| R2020 – 3                     | 714 a                    | 122                | 87 a                       | 1150              | 12,9                |
| R2020 – 4                     | 833 a                    | 123                | 103 a                      | 1290              | 13,0                |
| P - värde (SEM)               | <0,001 (87,4)            | 0,784 (0,19)       | <0,001 (11,8)              | 0,572 (110,2)     | 0,975 (1,44)        |

\*Plats: K = Kvithamar, Norge, S = Særheim, Norge och R = Rådde, Sverige. N-strategi: 1) 0 kg N/ha, 2) 110 kg N/ha på våren, 3) 60 kg N på våren + 50 kg N när första noden är kännbar på första timotejplantan, 4) 60 kg N på våren + 50 kg N när två noder är kännbara på största delen av timotejskotten.

P – värde och SEM från effekt av N-strategi.

LS-medel med olika bokstäver inom kolumner för varje plats och år skiljer sig signifikant enligt Tukeys test (P < 0,05). Bokstäver inom parentes med tendens till signifikans (0,05 < P < 0,10)

## 4. Diskussion

Kvävegödsling ökade råproteinhalten och den skördade avkastningen av torrsbstans och råprotein, vilket bekräftar tidigare resultat i gräsvall (Nadeau et al., 2018; Gustavsson, 2020). Delad kvävegiva gav lika råproteinhalt som vid full giva på våren, men då andragivan gavs sent (ca 2 v innan skörd) var ofta ts-avkastningen oförändrad eller till och med lägre, vilket var fallet på Rådde och på Kvithamar 2019. Tiden för den sena N-givan hade mindre betydelse för Særheim och Kvithamar i Norge, vilket skulle kunna bero på att gräsen tog upp mer N från jorden jämfört med Rådde. Cirka 80 % av det tillförda kvävet på 110 kg återfanns i den skördade mängden på Rådde och siffran ökade till över 90 % när kvävet i stubben inkluderades. I Kvithamar och i Særheim var kvävebalansen cirka noll (skördat N – tillfört N med gödsel). Den sena N-givan som gavs ca 2 veckor innan skörd vid timotejens begynnande axgång visade sig ge effekt på ts-avkastningen i återväxten då den hade högre ts-avkastning jämfört med full N-giva på våren för samtliga orter under ett av åren. Med tanke på att både väder och jordens N-innehåll kan påverka hur fort grödan tar upp N för att lagra in till sin tillväxt rekommenderar vi att den andra givan vid delad N-giva ges 3-4 veckor innan skörd. Resultaten från ett projekt inom Sverigeförsöken 2017-2019, där delad kvävegiva innan första skörd ingick som ett av sex försöksled i blandvallar, gav delad N-giva ingen effekt på ts-avkastning och råproteinhalt i förstaskörd i medeltal över samtliga platser (Hallin och Gustavsson, 2017). Under 2018 och 2019 gav delad giva med 40 kg N/ha vid tillväxtstart och 40 kg N/ha vid cirka 15 cm beståndshöjd inga signifikanta skillnader i ts-avkastning och råproteinhalt i första skörd jämfört med när hela givan med 80 kg N/ha gavs vid tillväxtstart (Hallin och Gustavsson, 2018, 2019). Den andra N-givan gavs ca 4 veckor innan skörd.

Den relativt höga N-mängden i stubben vid gräsens första skördetidpunkt visar på att stubben är en bra reservoar för senare mobilisering in till mer produktiva organ. Råproteinet i stubben var inte fraktionerat så därför vet vi inte om kvävet var lagrat som nitrat eller som organiska föreningar i stubben.

Kvävegödsling ökade som tidigare nämnts råproteinhalten i gräsvallen. Däremot påverkades inte proteinets kvalitet av N-gödslingsstrategi. I motsats till vår hypotes gav inte delad N-giva förbättrad proteinkvalitet i form av större andel sant protein

och lägre andel icke-proteinkväve jämfört med full giva på våren. Det kan bero på att en full N-giva på 110 kg N/ha anses som en moderat giva som gräsvallen hinner ta upp och lagra in som sant protein. Ökning av N-gödslingsnivån från 0 till 180 kg/ha inför första skörd har tidigare visat sig att öka andelen icke-protein N och ammoniak-N i timotej ensilage (Tremblay et al., 2005). I det redovisade projektet var det en större andel vomstabil protein i det ogödslade jämfört med de gödslade leden men skillnaden avtog markant med senare skördetidpunkt beroende på att andelen vomstabil protein ökade mer i de gödslade leden än i det ogödslade ledet med senare skördetidpunkt. I vår tidigare studie när gräsvall som innehöll en stor andel engelskt rajgräs gödslades med 0, 100 eller 200 kg N/ha inför första skörd var leden med 0 och 100 kg N/ha lika medan ledet med 200 kg N/ha hade lägre andel vomstabil protein jämfört med 0 och 100 kg N/ha (Nadeau et al., 2018). I den studien ökade ts-avkastningen från 2 200 kg/ha till 5 000 vid 100 kg N/ha men ökningen avtog därefter till 5 500 kg/ha vid 200 kg N/ha. Detta visar på att en giva på 110 kg N/ha är rimlig att använda inför första skörd vid begynnande axgång av en gräsvall med tanke på ts-avkastning och proteinets kvalitet. För att få en något högre råproteinhalt vid timotejens begynnande axgång i början på juni hade till och med en något högre N-giva än 110 kg N/ha varit optimalt.

Det var generellt inga skillnader i nitrathalt mellan kväve-gödslingsstrategierna och nitralthalterna var låga på samtliga platser, vilket visar på att växterna har tagit upp kvävet från gödsel och jord och omvandlat det till sant protein. Försök i Finland har visat att nitralthalterna i gräs ökar vid ökad N-gödsling (Termonen et al., 2020). I de finska försöken ökade nitralthalterna i alla testade sorter med högre N-giva, men halterna var lägre i timotej än i ängssvingel. Nitralthalterna var under 11 g nitrat/kg ts i första skörd, men ökade i andra och tredje skörd med ökande N-giva. Ökningen var störst i ängssvingel, särskilt i andra och tredje skörd. Den högsta nitrathalten som uppmättes i försöken var 16,8 g nitrat/kg ts i andra skörd och 17,7 g nitrat/kg ts i tredje skörd med en N-giva på 450 kg/ha och år fördelat på tre skördar (198+162+90). Halter upp till 2,4 g/kg ts i vallfoder är säkra att utfodra, medan vallfoder med halter över 4,5 g/kg ts är giftigt för nötkreatur (Spörndly, 2003). Vallfoder med halter däremellan kräver försiktighet och anpassning av foderstaten.

När det gäller övrigt näringsvärde i gräsvallen visade det sig att andelen vattenlösliga kolhydrater minskade med ökad Rp-halt, vilket stämmer överens med resultaten från vår tidigare studie (Nadeau et al., 2018). Dessutom var det ett positivt samband mellan halten vattenlösliga kolhydrater och smältbarheten av ts i vallgräsen.

Vi måste tolka resultaten i sammanhanget att 110 kg N var en måttlig gödsling för gräs med så hög skördepotential. Upptaget av kväve hos gräset speglade till stor del

utbudets förlopp. Gräset verkade vara i behov av att ta upp kväve, och det visade sig att endast små mängder av det som direkt togs upp ackumulerades som nitrat. Vi hittade få och små indikationer på att delad giva gav lägre kväveförlust än en hel giva på våren. Med stigande gödselpriser och större svängningar i vädret kan det vara en fördel med delad giva, men det ger också en körning till i vallen.

## Referenser

- Bonesmo, H. och Bélanger, G., 2002. Timothy yield and nutritive value by the CATIMO model. I. Growth and nitrogen. *Agron. J.* 94, 337–345.
- Gastal, F. och Lemaire, G. 2002. N uptake and distribution in crops: an agronomical and ecophysiological perspective. *J. Exp. Botany* 53 (370), 789-799, Inorganic Nitrogen Assimilation Special Issue.
- Gustavsson, O. 2017. Inverkan av kvävegödsling på proteinkvalitet i färsk och förtorkad grönmassa och ensilage samt effekt av syrapreparat på proteinkvalitet och fermentering i ensilage vid olika kvävegivor. Examensarbete. Biologiska Yrkeshögskolan, Skara.
- Gustavsson, A-M. 2020. Fördelning av kvävegivan mellan delskördar i gräsvall. Vallkonferens 2020. Rapport nr 30, Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet. Nilsson-Linde, N. och Bernes, G. (red.) sid 51-54.
- Hallin, O. och Gustavsson, A-M. 2017. Kvävegödsling och strategi i vall. Sverigeförsöken. sid. 95-100.
- Hallin, O. och Gustavsson, A-M. 2018. Kvävegödsling och strategi i vall. Sverigeförsöken. sid. 109-115.
- Hallin, O. och Gustavsson, A-M. 2019. Kvävegödsling och strategi i vall. Sverigeförsöken. sid. 105-112.
- Kirchhof, S., Eisner, I., Gierus, M. och Südekum, K.-H. 2010. Variation in the contents of crude protein fractions of different forage legumes during the spring growth. *Grass Forage Sci.* 65, 376-382.
- Licitra, G., Hernandez, T.M. och Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractions of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 347-358
- Nadeau, E., Hallin, O. och Bataillard, L. 2018. Kan man gödsla sig till proteinet i en gräsvall? Svenska Vallbrev nr. 7. 2 sidor. Svenska Vallföreningen.
- Nadeau, E., Johansson, B., Richardt, W. och Murphy, M. 2015. Protein quality of grass silage as affected by silage additives and its effects on dairy cow performance. *J. Anim. Sci.* Vol. 93, Suppl. s3/J. Dairy Sci. Vol. 98, Suppl. 2.
- Nadeau, E. och Murphy, M. 2017. Utnyttja vallensilagens protein till mjölkarna med hjälp av tillsatsmedel. Vallkonferens 2017, Rapport nr. 22, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, 7-8 februari, Uppsala, Sverige. N. Nilsson-Linde och G. Bernes (Red.) sid 94-97.
- Portz, G., Gnyp, M. L. och Jasper, J. 2017. Capability of crop canopy sensing to predict crop parameters of cut grass swards aiming at early season variable rate nitrogen top dressings. *Adv. Anim. Biosci.* 8(2), 792-795.

- Sniffen C. J., O'Connor, J. D., Van Soest, P.J., Fox, D.G. och Russel, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562-3577.
- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare. Rapport 257. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Termonen, M. Korhonen, P., Kykkänen, S., Kärkönen, A., Toivakka, M., Kauppila, R. och Virkajärvi, P. 2020. Effects of nitrogen application rate on productivity, nutritive value and winter tolerance of timothy and meadow fescue cultivars. *Grass Forage Sci.* 75, 111-126.
- Tremblay, G.F., Bélanger, G. och Drapeau, R. 2005. Nitrogen fertilizer application and developmental stage affect silage quality of timothy. *Grass Forage Sci.* 60, 337-355.
- Volden, H. (ed.) 2011. Norfor – the Nordic feed evaluation system pp. 41-54. Wageningen, The Netherlands: Wageningen Academic Publishers.

# Tack

Tack till Matfondet, Norges Forskningsråd samt medfinansierade företag inom IMPRESS, Fellekjøpet Agri SA, YARA Norge AS, YARA GmbH & Co. KG och Strand Unikorn AS. Tack också Lantmännens forskningsstiftelse som studien fått finansiering från.

Tack även till övriga organisationer och personer som varit involverade i projektet i stort och smått.

---

**DISTRIBUTION:**

Sveriges lantbruksuniversitet  
Institutionen för tillämpad  
husdjursvetenskap och välfärd  
Box 234  
532 23 Skara

**[www.slu.se/thv](http://www.slu.se/thv)**

---