

Slutrapport till Nötkreaturstiftelsen Skaraborg

Skördetidpunktens inverkan i andra skörd på fodervärdet hos rörsvingel och timotej till nötkreatur med baggar som modelldjur

Elisabet Nadeau, Dannylo Sousa och Frida Dahlström

Avdelningen för produktionssystem, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara

Bakgrund

Rörsvingelsorten Swaj och timotejsorten Switch såddes in i renbestånd på Nötcenter Viken 2013. Dessa vallar skördades i första skörd 2015 och i andra skörd 2016 och har använts i två utfodringsförsök med mjölkkor på Nötcenter Viken med finansiering från Lantmännen Lantbruk och Agroväst mjölkprogram. Ensilaget från första skörd 2015 utfodrades även till baggar på SLU Götala nöt- och lammköttforskning vintern 2015-2016 för utvärdering av fodervärdet hos rörsvingel i jämförelse med timotej både vad gäller smältbarhet och proteinutnyttjande hos nötkreatur och mjölkkor med baggarna som modelldjur. Även det projektet möjliggjordes genom finansiering från Nötkreaturstiftelsen Skaraborg och är slutredovisat. I det här redovisade projektet har ensilage från samma andra skörd 2016 som användes i det andra utfodringsförsöket på Nötcenter Viken använts. Eftersom rörsvingel har en stark återväxtförmåga är det speciellt viktigt att utvärdera rörsvingeln i en återväxtskörd. Resultaten på smältbarhet och proteinutnyttjande med baggar som modelldjur kommer till nytta för värdering av rörsvingelensilage och timotejensilage i foderstater till både mjölkkor och växande ungnöt.

Eftersom tillväxtrytmen och därmed foderkvaliteten hos rörsvingel och timotej i andra skörd skiljer sig från deras tillväxtrytm och foderegenskaper i första skörd var det relevant att genomföra ett produktionsförsök med mjölkkor utfodrade med ensilage från andra skörd. Fyrtioåtta kor, som var 109 dagar i laktation fördelades på fyra lika stora grupper som utfodrades med ett av de fyra ensilagen i en fullfoderblandning som bestod av 11 kg ts ensilage, 11 kg ts färdigfoder (Komplett Norm 180, Lantmännen Lantbruk) och 1,8 kg ts betfor samt mineraler/vitaminer. Foderstaten innehöll 320 g NDF, 182 g råprotein, 167 g stärkelse och 42 g råfett per kg ts. Varje grupp av kor utfodrades med samma foderstat under hela försöksperioden som var 7 veckor lång varav 3 st var registreringsveckor då konsumtion och mjölkavkastning registrerades och mjölkprov togs vid varje mjölkning under 3 dagar för analys av mjölksammansättning.

Kor som fick tidigt skördat timotejensilage konsumerade 3,8 kg ts mer fullfoder än kor som åt fullfoder med rörsvingelensilage från tidig skörd (23,8 vs. 20,0 kg ts/dag, $P < 0,001$) men konsumtionen av fullfoder med timotejensilage minskade till en nivå likt den hos rörsvingelensilage vid den senare skördetidpunkten (Nadeau et al., 2018). I medeltal över skördetidpunkter var avkastningen i kg mjölk 3,0 kg högre (35,5 vs. 32,5 kg, $P < 0,01$) och avkastningen i kg ECM 2,3 kg högre (36,2 vs. 33,9 kg, $P < 0,05$) för kor som fick fullfoder med timotejensilage jämfört med kor som fick fullfoder med rörsvingelensilage. Det var inga skillnader i mjölkens halter av fett och protein men mängden mjölkprotein i kg per dag var högre (1,26 vs. 1,16 kg, $P < 0,01$) och ureahalten var lägre (4,8 vs. 5,5 mmol/l, $P < 0,001$) för timotejensilage än för rörsvingelensilage i genomsnitt över skördetidpunkterna (Nadeau et al., 2018). Skillnader i konsumtion och produktion mellan kor som fick timotej och rörsvingel behöver utvärderas i relation till eventuella skillnader i smältbarhet mellan gräsensilagen. Dessutom kan vi utvärdera orsakerna till effekterna på mjölkens proteinavkastning och ureahalt genom att bestämma råproteinets smältbarhet samt utsöndring av kväve med urinen och mikrobproteinsyntesen genom att analysera purinderivat i urinen från baggarna.

Kastrerade baggar används som modelldjur eftersom de är lätta att handskas med som försöksdjur och har använts under lång tid i Sverige för att bestämma foders smältbarhet hos idisslare. Genom att samtidigt få kunskap om idisslarnas konsumtionskapacitet av de olika ensilagen och idisslarnas proteinförsörjning från gräsenkilagen genom totaluppsamling av urinen från baggarna kan vi på ett mer korrekt sätt kombinera olika grovfoder och veta vilken typ och vilken mängd kraftfoder som grovfodren behöver kompletteras med i foderstaten för att näringsförsörja djuren på ett miljömässigt och ekonomiskt optimalt sätt.

Syfte med projektet

Att studera effekt av rörsvingel- och timotejensilage skördade vid olika tidpunkter i andra skörd på fodrens smältbarhet och proteinutnyttjande hos nötkreatur med baggar som modelldjur.

Vi kommer att utifrån resultaten kunna optimera foderstater med ensilage av rörsvingel och timotej på ett mer resurseffektivt sätt till nötkreatur och mjölkkor.

Material och metod

Projektet utfördes på SLU Götala nöt- och lammköttforskning, Skara. Utfodringsförsöket pågick från den 2 februari till den 8 juni 2018. Därefter följde provberedningar och analyser av foder, rester, träck och urin. Försöket var godkänt av Göteborgs djurförsöksetiska nämnd.

Djur och inhysning

Åtta 33-månader gamla kastrerade baggar (hamlar) av tvåraskorsning finull/texel delades in i två grupper med fyra baggar i varje grupp. Genomsnittlig levande vikt vid försöksstart var 84,4 kg (stdavv. 2,43) för den första gruppen och 90,0 kg (stdavv. 2,16) för den andra gruppen. Försöket omfattade fyra stycken 29 dagar långa perioder. Under de första 21 dagarna i varje period inhystes baggarna i individuella boxar (6 m²) med halm som strömedel. Under den fjärde veckan (dag 22-29) inhystes baggarna i metabolismburar med ytan 1,5 x 0,8 m² för att möjliggöra totaluppsamling av träck och urin (Tabell 3). Metabolismburarna hade nätgolv och en gummimatta i främre delen av buren.

Tabell 1. Inhysning och registreringar.

Vecka	Inhysning	Utfodring	Registreringar
1	Individuell box	<i>Ad libitum</i>	Tillvänjning till nytt ensilage i 2 veckor
2	Individuell box	<i>Ad libitum</i>	
3	Individuell box	<i>Ad libitum</i>	Konsumtion
4	Metabolismbur	80 % av <i>ad libitum</i>	Tillvänjning till begränsat intag i 3 dygn följt av totaluppsamling av träck och urin i 4 dygn

Försöksdesign

Försöksuppläggningsen var en duplicerad 4 x 4 romersk kvadrat med 4 baggar per kvadrat och 4 perioder. De åtta baggarna fick fyra olika ensilage med två baggar per ensilage. Efter varje period på 4 veckor bytte baggarna ensilage så att samtliga baggar hade fått samtliga ensilage vid försökets slut. Under de första två veckorna i varje period vandades baggarna till det nya ensilaget som utfodrades i fri tillgång (15 % rester). Under den tredje veckan fortsatte baggarna att utfodras i fri tillgång eftersom deras konsumtionsförmåga registrerades då. Under den fjärde veckan utfodrades baggarna vid 80 % av fri tillgång, varav de första tre

dagarna var tillvänjning till begränsad giva följt av fyra dagar med totaluppsamling av träck och urin.

Rörsvingelsorten Swaj och timotejsorten Switch skördades vid två olika skördetidpunkter i andra skörd 2016 på Lantmännens försöksgård Nötcenter Viken, Falköping. Eftersom rörsvingel har starkare återväxtförmåga än timotej skördades rörsvingeln tidigare än timotejen för att få jämförbara halter av NDF och råprotein i gräsarterna.

1. Rörsvingelsort Swaj skördad den 27/6, 32 dagar efter första skörd (R1)
2. Rörsvingelsort Swaj skördad den 8/7, 43 dagar efter första skörd (R2)
3. Timotejsort Switch skördad den 8/7, 43 dagar efter första skörd (T1)
4. Timotejsort Switch skördad den 25/7, 60 dagar efter första skörd (T2)

Tabell 2 och 3 visar försöksuppläggningsen.

Tabell 2. 4 x 4 romersk kvadrat med fyra perioder och fyra behandlingar (= fyra olika ensilage) utfodrade till baggar. Se ovan för förklaring av ensilageförkortningar.

	Bagge 1	Bagge 2	Bagge 3	Bagge 4
Period 1	T1	T2	R1	R2
Period 2	R1	T1	R2	T2
Period 3	T2	R2	T1	R1
Period 4	R2	R1	T2	T1

Tabell 3. 4 x 4 romersk kvadrat med fyra perioder och fyra behandlingar (= fyra olika ensilage) utfodrade till baggar. Se ovan för förklaring av ensilageförkortningar.

	Bagge 5	Bagge 6	Bagge 7	Bagge 8
Period 1	T1	R1	R2	T2
Period 2	T2	T1	R1	R2
Period 3	R1	R2	T2	T1
Period 4	R2	T2	T1	R1

Baggarna utfodrades med ensilage och mineralfoder individuellt en gång per dag i både boxen och i buren med undantag för de fyra sista dagarna i burarna då mineralfodret togs bort vid totaluppsamling av urin och träck. Baggarna hade fri tillgång på vatten och salt.

Skörd

Rörsvingelsorten Swaj och timotejsorten Switch odlades i renbestånd på Nötcenter Viken, Falköping. Rörsvingel var vid båda skördetidpunkterna (27/6 och 8/7) till 94 % i bladstadiet medan timotej var i blad-stjälksträckning-flaggbladsstadiet vid den första skördetidpunkten 8/7 och till övervägande del i stjäleksträckning men även i flaggblads-begynnande axgång i den sena skördetidpunkten 25/7. Gräsen förtorkades, hackades med tillsats av det flytande saltbaserade medlet Xtrasil Lp, 2 liter/ton (natriumnitrit, hexamin, natriumbensoat; Konsil Scandinavia, Tvååker) och rundbalades i en stationär Orkelpress med åtta lager sträckfilm. Allt ensilage frystes in i 15-kg portioner för att säkerställa god hygienisk kvalitet i ensilagen vid utfodring. Ensilagen tinades helt innan utfodring.

Registreringar

Baggarna vägdes strax innan försöksstart, mellan perioderna och när de flyttades till metabolisburarna. Baggarnas foderintag mättes i 7 dagar under den tredje veckan i varje period. *In vivo* smältbarhet av fodret och proteinutnyttjande hos fåren från de olika ensilagen mättes vid begränsat foderintag på 80 % av fri tillgång under de 4 sista dagarna i den fjärde veckan.

Insamling och provtagning av foder och rester

Foder och rester vägdes dagligen från varje bagge under vecka 3 och 4 i varje period. Ensilagen provtogs dagligen under dagarna 15 till 21 och 25 till 28. Dessutom provtogs rester från varje bagge under dag 16 till 22. Fanns det rester under de sista 4 dagarna i perioden samlades de in, vägdes och provtogs. Prover på ensilage och rester frystes direkt efter provtagning.

Insamling och provtagning av träck och urin

Totaluppsamling av träck och urin från varje bagge skedde dag 26 till 29 i varje period. Urin samlades i rostfria behållare på golvet under burarna. Varje morgon när behållarna hade tömts tillsattes 300 ml av 10 % svavelsyra till behållaren för att sänka urinens pH, som motverkar mikrobiell tillväxt och kväveförluster. Vid insamlingen varje dag vispades urinen väl och silades för att rengöra den från eventuella foderrester och ull. Urinvolymen mättes och därefter uttogs ett 200-ml prov av urinen i en provkopp, som frystes direkt efter provtagning. Träck från varje bagge samlades in i plastbehållare på golvet under varje bur dag 26 till 29 i varje period. Varje morgon borstades träck ner från burgolvet till behållaren. Efter borttagning av små foderrester och ull vägdes träcken. Ett 1-kg prov togs av träcken från varje bagge och förvarades fryst i dubbel plastpåse.

Analys

Näringsinnehåll i ensilagen visas i tabell 6 och ensilagens fermenteringskvalitet i tabell 7. Dagliga foderprover och rester analyserades för innehåll av torrsubstans genom torkning av 150-g prov i torkskåp vid 60° C i 20 timmar. Återstående foder sammanslogs till ett prov per foder och vecka och återstående restprover sammanslogs till ett prov per vecka och bagge. 200 g av de sammanslagna proven av foder och rester skickades till LKS mbH, Lichtenwalde, Tyskland för analys av neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL), råprotein och proteinfraktioner. Ensilagen analyserades för smältbarhet av organisk substans *in vitro* enligt VOS-metoden, vattenlösliga kolhydrater (WSC) och fermenteringskvalitet (organiska syror, alkoholer, pH och ammoniak-kväve) vid institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU Uppsala.

Torrsubstanshalten i träcken från varje bagge bestämdes genom att väga in ett 150-g prov som torkades i 60° C i 48 timmar. Resterande träck sammanslogs över de fyra dagarna till ett prov per bagge och period. Från det sammanslagna provet togs ett 200-g träckprov ut som skickades till LKS mbH, Lichtenwalde, Tyskland för analys av näringsinnehåll.

Råprotein analyserades genom analys av totala N innehållet enligt Kjeldahl och råproteinet bestämdes genom att multiplicera total-N med 6,25. NDF, ADF och ADL analyserades enligt Van Soest et al. (1991). Aska bestämdes vid 525° C i 16 timmar. Genom att beräkna skillnaden mellan mängd intag och träck av ts och näring dividerat med intaget av ts och näring erhöles värden för *in vivo* smältbarhet av ts, organisk substans, råprotein, NDF och ADF. Eftersom det endogena kvävet från tarmen som återfinns i träcken inte togs hänsyn till i beräkningarna är smältbarheten skenbar.

Organisk substans beräknades som differensen mellan ts och aska. Vid laboratoriet på institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU Uppsala, analyserades vomvätskelöslig organisk substans (VOS) (*in vitro* smältbarhet av organisk substans) i ensilagen genom inkubering av 0,5 g torkat och malet prov i 38° C i 96 h i 49 ml buffert and 1 ml vomvätska (Lindgren, 1979; Lindgren 1983). Råproteinet delades kemiskt in i fraktioner enligt Cornell Net Carbohydrate System (CNCPS; Sniffen et al., 1992) och analyserades för sant protein, buffertolösligt sant protein, NDF-bundet protein och ADF-bundet protein enligt Licitra et al. (1996). Från dessa analyser kan följande fraktioner beräknas genom differens.

- A. Icke-proteinkväve (NPN) = råprotein – sant protein (aminosyraprotein)
- B1. Buffertlösligt sant protein = sant protein – buffertolösligt sant protein
- B2. ND-lösligt sant protein = buffertolösligt sant protein – ND-olösligt protein (NDF-kväve)
- B3. AD-lösligt sant protein = ND-olösligt protein (NDF-kväve) – AD-olösligt protein (ADIN eller ADF-kväve)
- C. ADIN eller ADF-N

Vattenlösliga kolhydrater (WSC) analyserades med en enkel enzymatisk metod enligt Larsson och Bengtsson (1983). Organiska syror och etanol analyserades enligt Ericson och André (2010). pH bestämdes med pH-meter Metrohm 654 (Herisau, Schweiz) i extrakt utpressad från ensilaget. Ammoniak-N bestämdes liksom total-N enligt Kjeldahl i en Tecator Auto Sampler 1035 Analyser (Tecator Inc, Höganäs, Sverige).

Urinprover slogs samman per bagge och period innan analys av total N, urea, purinderivatet allantoin och urinsyra samt kreatinin och hippurinsyra vid LKS mbH Lichtenwalde, Tyskland. Innehållet av N i urinen analyserades enligt Kjeldahl. Urinens innehåll av kreatinin, hippurinsyra, allantoin och urinsyra (spädning 1 till 50) analyserades med HPLC enligt Shingfield och Offer (1999), men med användande av ytterligare en mobil fas innehållande metanol, acetonitril och destillerat vatten (45/45/10) och en Kinetex XB-C18 kolumn (150 x 4,6 mm, 5 µm). Analys av urea (spädning 1 till 50) utfördes med spektrofotometri enligt LKS (2006). Utsöndring av purinderivat användes för att utvärdera vomutflödet av mikroprotein till tarmen. Differensen mellan intaget av N och N förlust i urin och träck användes för att beräkna N-balansen.

Statistisk analys

Data med avseende på ensilagens näringsinnehåll analyserades som ett randomiserat blockförsök i PROC MIXED i SAS (ver. 9.3.) där period i den romerska kvadraten ($n = 4$) behandlades som block samt gräsart och skördetidpunkt som behandlingsfaktorer. Data för foderintag, smältbarhet och proteinutnyttjande analyserades i PROC MIXED i SAS (ver. 9.3.) Den statistiska modellen för den duplicerade 4 x 4 romerska kvadraten var:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + S_j + (AS)_{ij} + P_k + K_l + B_{m(l)} + e_{ijklm}$$

där Y_{ijkl} = observerad respons, μ = medelvärde, A_i = effekt av gräsart ($i = 1$ till 2), S_j = effekt av skördetidpunkt ($j = 1$ till 2), P_k = effekt av period ($k = 1$ till 4), K_l = slumpmässig effekt av kvadrat ($l = 1$ till 2), $B_{m(l)}$ = slumpmässig effekt av bagge nästad inom kvadrat ($l = 1$ till 8), och e_{ijklm} = residualen.

När signifikanta effekter vid $P \leq 0.05$ visades i F - test utfördes parvisa jämförelser mellan least square (LS) means enligt Tukey's test. Signifikansnivåer $P < 0,001$, $P < 0,01$, $P < 0,05$ och tendens till signifikans; $0,05 < P < 0,10$ användes. NS = non significance = ej signifikant.

Resultat

Ensilagens näringsinnehåll

Timotejensilage ökade sitt innehåll av fiber (NDF och ADF) och lignin (ADL) med senare skördetidpunkt medan NDF, ADF och ADL inte påverkades av skördetidpunkten i rörsvingel (tabell 4). Sent skördat timotejensilage hade högst halter av NDF, ADF och ADL medan tidigt skördat timotejensilage hade lägst NDF och ADF bland ensilagen. Tidigt skördat rörsvingelensilage och timotejensilage skilde sig inte åt i *in vitro* smältbarhet av organisk substans (OS) men med senare skördetidpunkt minskade smältbarheten av OS enbart i timotejensilaget, vilket ledde till att sent skördat timotejensilage hade den lägsta smältbarheten av OS bland ensilagen.

Råproteinhalten var högre i rörsvingelensilage än i timotejensilage och den minskade med senare skördetidpunkt i båda gräsenkilagen (tabell 4). Däremot minskade andelen ickeprotein-kväve av råproteinet med senare skördetidpunkt endast i timotejensilage och rörsvingel hade högre halt ickeprotein-kväve än timotej vid båda skördetidpunkterna. Fraktion B2, som representerar det vomnedbrytbara proteinet och fraktion B3, som till största delen är vomstabil, var större i timotejensilage än i rörsvingelensilage oavsett skördetidpunkt. Andelen vomstabil protein vid 5 % passagehastighet (RUP5) var betydligt större i timotejensilage än i rörsvingelensilage vid båda skördetidpunkterna och andelen ökade med senare skördetidpunkt i båda gräsenkilagen (tabell 4).

Tabell 4. Ensilagens näringsinnehåll.

Item	Ensilage ¹				SEM ²	P- värde		
	R1	T1	R2	T2		S	A	S x A
Ts, %	30,9 ^a	28,7 ^a	25,6 ^b	26,1 ^b	0,63	<0,001	0,16	0,040
Aska, g/kg ts	81,2 ^a	74,7 ^b	84,5 ^a	69,0 ^c	0,92	0,19	<0,001	<0,001
NDF, g/kg ts ³	532 ^b	486 ^c	538 ^b	572 ^a	5,4	<0,001	0,20	<0,001
ADF, g/kg ts ⁴	308 ^b	284 ^c	320 ^b	341 ^a	3,3	<0,001	0,68	<0,001
ADL, g/kg ts ⁵	26,1 ^b	25,5 ^b	24,5 ^b	41,9 ^a	4,65	0,057	0,036	0,027
VOS, % ⁶	83,4 ^{ab}	85,4 ^a	82,0 ^b	78,9 ^c	0,56	<0,001	0,32	0,003
Råprotein, g/kg ts	234 ^a	209 ^b	203 ^b	149 ^c	2,7	<0,001	<0,001	<0,001
Proteinfraktioner, % av Rp ⁷								
A	69,9 ^a	55,2 ^b	68,3 ^a	50,0 ^c	0,83	0,001	<0,001	0,048
B1	1,67	1,69	1,70	2,18	0,63	0,56	0,58	0,61
B2	23,0	29,0	23,7	28,7	0,70	0,69	<0,001	0,32
B3	3,42 ^(c)	11,2 ^(b)	3,85 ^(c)	13,7 ^(a)	0,60	0,014	<0,001	0,061
C	2,05 ^c	2,91 ^b	2,45 ^{bc}	5,44 ^a	0,174	<0,001	<0,001	<0,001
RUP5 ⁸	1,67 ^d	12,8 ^b	7,65 ^c	25,4 ^a	0,619	<0,001	<0,001	<0,001

¹R1 = tidigt skördat rörsvingelensilage, T1 = tidigt skördat timotejensilage, R2 = sent skördat rörsvingelensilage, T2 = sent skördat timotejensilage.

²SEM = standard error of the mean = standardiserad avvikelse kring medelvärdet, ³NDF = neutral detergent fibre, ⁴ADF = acid detergent fibre, ⁵ADL = acid detergent lignin, ⁶VOS = vomvätskelöslig organisk substans (vomsmältbarhet av organisk substans *in vitro*), ⁷Råproteinets fraktioner: A = Icke-proteinkväve (NPN); B1 = Buffertlösligt sant protein; B2 = Neutral detergent (ND)-lösligt sant protein; B3 = acid-detergent (AD)-lösligt sant protein; C = ADF- kväve. ⁸RUP5 = rumen undegradable protein (vomstabil råprotein) vid 5 % passagehastighet.

^{a,b,c}LS means med olika bokstäver inom samma rad skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).

Samtliga ensilage var välensilerade med bra mjölksyra/ättiksyraförhållande, mycket låg etanolhalt och tillräckligt med socker kvar efter fermenteringen av socker till mjölksyra och

ättiksyra (tabell 5). Proteolysen var begränsad under ensileringen, vilket framgår av relativt låga ammonium-N halter.

Tabell 5. Fermenteringsprofil i ensilagen¹.

	R1	T1	R2	T2
Socket, % av ts	4,10	7,40	5,10	7,70
pH	4,63	4,19	4,34	3,98
Mjölksyra, % av ts	5,73	5,29	7,19	7,00
Ättiksyra, % av ts	3,04	1,67	2,50	1,56
Etanol, % av ts	0,44	0,22	0,19	0,21
Ammonium-N, % av total-N ²	8,8	5,7	8,0	7,8

¹R1 = tidigt skördat rörsvingelensilage, T1 = tidigt skördat timotejensilage, R2 = sent skördat rörsvingelensilage, T2 = sent skördat timotejensilage.

²Ammonium-N innehåller även N från tillsatsmedlet.

Foderintag

Intag av ts, OS, råprotein och av det vomlösliga och vomnedbrytbara proteinet (AB1B2) var störst för tidigt skördat timotejensilage (tabell 6). Avseende NDF-intaget var det större för timotejensilage än för rörsvingelensilage oavsett skördetidpunkt. Intaget av ts, OS, råprotein och AB1B2 minskade med senare skördetidpunkt hos baggar som utfodrades med timotejensilage medan intagen inte påverkades av rörsvingelns skördetidpunkt (tabell 6).

Tabell 6. Levande vikt och konsumtion hos baggar utfodrade med ensilage av rörsvingel eller timotej i fri tillgång.

	Ensilage ¹				SEM ²	P- värde		
	R1	T1	R2	T2		S	A	S x A
Levande vikt, kg	98,9	100,1	99,5	98,6	1,91	0,60	0,82	0,17
Intag								
Ts, kg/dag	2,00 ^b	2,74 ^a	1,99 ^b	2,34 ^b	0,143	0,033	<0,001	0,049
OS, kg/dag ³	1,84 ^(bc)	2,53 ^(a)	1,82 ^(c)	2,18 ^(b)	0,143	0,035	<0,001	0,060
NDF, kg/dag ⁴	1,07	1,33	1,07	1,34	0,079	0,92	<0,001	0,92
Ts, % av LV ⁵	2,02 ^{bc}	2,73 ^a	1,99 ^c	2,36 ^b	0,122	0,027	<0,001	0,050
NDF, % av LV	1,08	1,33	1,07	1,35	0,066	0,82	<0,001	0,76
Råprotein, g/dag	477 ^b	574 ^a	408 ^{bc}	346 ^c	30,1	<0,001	0,42	0,001
AB ₁ B ₂ , g/dag ⁶	190 ^b	235 ^a	186 ^b	189 ^b	13,2	0,009	0,016	0,020

¹R1 = tidigt skördat rörsvingelensilage, T1 = tidigt skördat timotejensilage, R2 = sent skördat rörsvingelensilage, T2 = sent skördat timotejensilage.

²SEM = standard error of the mean = standardiserad avvikelse kring medelvärdet, ³OS = organisk substans, ⁴NDF = neutral detergent fibre, ⁵LV = levande vikt, ⁶AB₁B₂ = summan av fraktion A, B1 och B2, vilket representerar lösligt och vomnedbrytbart protein.

^{a,b,c}LS means med olika bokstäver inom samma rad skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).

In vivo smältbarhet

Det var ingen skillnad i *in vivo* smältbarhet av ts, OS, råprotein, NDF och ADF mellan rörsvingelensilage och timotejensilage vid den tidiga skördetidpunkten men smältbarheten minskade med senare skördetidpunkt hos timotejensilage medan den inte påverkades av skördetidpunkten hos rörsvingelensilage (tabell 7). De olika smältbarhetsförändringarna med senare skördetidpunkt mellan gräsenilagen ledde till att sent skördat timotejensilage hade den lägsta smältbarheten bland ensilagen.

Tabell 7. *In vivo* smältbarhet av ts och dess näringsämnen i ensilage av rörsvingel och timotej utfodrade till baggar vid 80 % av fri tillgång.

Smältbarhet ²	Ensilage ¹				SEM ³	P- värde		
	R1	T1	R2	T2		S	A	S x A
Ts, %	68,9 ^a	69,5 ^a	68,0 ^a	63,4 ^b	0,95	<0,001	0,003	<0,001
OS, %	70,2 ^a	70,3 ^a	69,3 ^a	64,2 ^b	0,86	<0,001	<0,001	<0,001
Rp, %	77,2 ^(a)	73,5 ^(b)	74,9 ^(ab)	68,4 ^(c)	0,76	<0,001	<0,001	0,066
NDF, %	68,5 ^a	67,4 ^a	66,7 ^a	61,1 ^b	0,92	<0,001	<0,001	0,02
ADF, %	69,1 ^a	66,9 ^a	68,9 ^a	60,5 ^b	1,43	0,003	<0,001	0,004

¹R1 = tidigt skördat rörsvingelensilage, T1 = tidigt skördat timotejensilage, R2 = sent skördat rörsvingelensilage, T2 = sent skördat timotejensilage.

²Ts = torrs substans, OS = organisk substans, Rp = råprotein, NDF = neutral detergent fibre, ADF = acid detergent fibre

³SEM = standard error of the mean = standardiserad avvikelse kring medelvärdet.

^{a,b,c}LS means med olika bokstäver inom samma rad skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).

Proteinutnyttjande

Konsumtion av kväve och smältbar OS var störst hos baggar som åt tidigt skördat timotejensilage (tabell 8). Intaget av kväve och smältbar organisk substans minskade med senare skördetidpunkt hos baggar som åt timotejensilage medan dessa intag inte påverkades av skördetidpunkten när baggarna utfodrades med rörsvingelensilage. Kväveutsöndringen i urinen uttryckt i gram per dag var störst hos baggar som åt tidigt skördat gränsilage och den minskade med senare skördetidpunkt för båda gränsilagen. Likaså minskade utsöndringen av urea-N i urinen med senare skördetidpunkt hos ensilagen. Kväveutsöndringen med träcken uttryckt i gram per dag var större hos baggar som åt timotejensilage och utsöndringen tenderade att minska med senare skördetidpunkt i timotejensilage. När kväveutsöndringen sattes i relation till kväve-intaget var utsöndringen i urinen större för baggar som åt rörsvingelensilage än för baggar som åt timotejensilage medan det motsatta var sant för kväveutsöndringen i träcken. Kväveutsöndringen i urinen i relation till kväve-intaget minskade med senare skördetidpunkt för båda gränsilagen.

Utsöndringen av allantoin i urinen och mikrobproteinsyntesen var störst hos baggar utfodrade med tidigt skördat timotejensilage och de övriga ensilagen skilde sig inte åt (tabell 8). Uttrycktes utsöndringen av allantoin i urinen och mikrob-kväve i relation till intaget av smältbar OS var det inte längre någon skillnad mellan ensilagen. Utsöndringen av hippurinsyra i urinen var störst hos tidigt skördat timotejensilage och utsöndringen av hippurinsyra minskade med senare skördetidpunkt av timotejensilage medan den var opåverkad av skördetidpunkten i rörsvingelensilage. Utsöndringen av kreatinin i urinen minskade med senare skördetidpunkt hos gränsilagen (tabell 8).

Tabell 8. Intag av kväve (N) och smältbar organisk substans (OS), utsöndring och upptag av N, utsöndring av purinderivat¹ i urinen, mikrobproteinsyntes, utsöndring av hippurinsyra och kreatinin i urinen vid 80 % av fri tillgång.

	Ensilage ²				SEM ³	P- värde		
	R1	T1	R2	T2		S	A	S x A
N intag, g/dag ⁴	59,9 ^b	72,2 ^a	51,1 ^{bc}	43,9 ^c	3,12	<0,001	0,27	0,001
Smältbar OS intag, kg/dag ⁵	1,04 ^b	1,41 ^a	1,04 ^b	1,11 ^b	0,068	0,004	<0,001	0,003
Urin, liter/dag	4,23	4,72	4,80	4,30	0,476	0,71	0,97	0,026
N i urin, g/dag	39,3 ^a	41,3 ^a	29,2 ^{bc}	21,5 ^c	2,36	<0,001	0,18	0,028
N i träck, g/dag	13,8 ^(b)	19,0 ^(a)	11,3 ^(b)	13,8 ^(b)	0,93	<0,001	<0,001	0,088
N i urin, % av N intag	66,2	57,2	58,4	49,2	3,10	0,017	0,007	0,97
N i träck, % av N intag	22,8 ^(b)	26,5 ^(ab)	22,4 ^(b)	31,6 ^(a)	1,61	0,107	<0,001	0,057
N upptag, g/dag	8,45	12,61	10,50	9,93	2,095	0,87	0,37	0,24
N upptag, % av N intag	14,2	17,4	20,4	22,0	4,09	0,20	0,57	0,84
Urea-N i urin, g/dag	27,7	28,4	20,0	15,0	2,06	<0,001	0,28	0,15
Urinsyra, mmol/d	5,71	6,25	5,03	4,54	0,549	0,004	0,95	0,18
Allantoin, mmol/d	42,5 ^b	57,5 ^a	40,9 ^b	42,0 ^b	3,60	0,009	0,013	0,028
Mikrob N, g/dag	41,7 ^b	55,2 ^a	39,8 ^b	40,3 ^b	3,50	0,006	0,018	0,026
Allantoin, mmol/kg Smb OS intag ⁶	11,3	9,7	11,0	9,6	1,58	0,86	0,18	0,88
Mikrob N, g/kg Smb OS intag	41,4	39,5	40,4	37,4	3,02	0,60	0,41	0,83
Hippurinsyra, mmol/dag	176 ^(b)	258 ^(a)	163 ^(b)	160 ^(b)	23,7	0,014	0,071	0,053
Kreatinin, mmol/dag	33,1	36,4	31,1	32,1	1,64	0,021	0,10	0,35
Kreatinin, mg/kg LV ⁷	37,3	41,0	34,9	36,6	1,63	0,018	0,051	0,46

¹Purinderivat = allantoin + urinsyra

²R1 = tidigt skördat rörsvingelensilage, T1 = tidigt skördat timotejensilage, R2 = sent skördat rörsvingelensilage, T2 = sent skördat timotejensilage.

³SEM = standard error of the mean = standardiserad avvikelse kring medelvärdet, ⁴N = kväve, ⁵OS = organisk substans, ⁶Smb OS = smältbar organisk substans, ⁷LV = levande vikt

^{a,b,c}LS means med olika bokstäver inom samma rad skiljer sig signifikant åt ($P < 0,05$).

Diskussion

Foderintag och smältbarhet

Det större intaget av ts och råprotein hos baggar utfodrade med tidigt skördat timotejensilage stämmer väl överens med intaget hos mjölkorna i försöket på Nötcenter Viken som utfodrades med samma ensilage som baggarna (Nadeau et al., 2018). Eftersom NDF-halten i grovfoder begränsar foderintaget kan den större ts-konsumtionen relateras till den lägre NDF-halten i tidigt skördat timotejensilage jämfört med de övriga ensilagen (Mertens, 2007).

Dessutom kan den högre nedbrytningshastigheten av potentiellt nedbrytbar NDF i timotejensilage jämfört med rörsvingelensilage som skördats tidigt (6,8 % per timme jämfört med 5,5 % per timme) kan ha haft positiv inverkan på ts-intaget då en snabbare nedbrytning av smältbar fiber per tidsenhet ger utrymme för mer foder i vommen (Mertens, 2007; Nadeau et al., 2018). Det högre foderintaget hos timotejensilage kan också delvis på bero på att timotejensilaget var ett smakligare foder, vilket kan relateras till den högre sockerhalten i timotejensilage än i rörsvingelensilage skördat tidigt (7,4 % jämfört med 4,1 % av ts). Den ökande NDF-halten med senare skördetidpunkt av timotejensilaget ledde till minskad konsumtion av sent skördat timotejensilage. Konsumtionsnivån hos baggarna som fick sent skördat timotejensilage var dock minst lika hög som hos baggar som utfodrades med

rörsvingelensilage. De högre halterna av lignin (ADL) och osmältbar NDF (iNDF; 245 g per kg NDF jämfört med 138 g per kg NDF) orsakade lägre *in vitro* smältbarhet av OS och *in vivo* smältbarhet av ts, OS, råprotein, NDF och ADF för timotejensilage än för rörsvingelensilage vid den sena skördetidpunkten (Nadeau et al., 2018). Trots skillnaderna i smältbarhet var intagen av ts, OS, råprotein och NDF lika mellan gräsensilagen eller till och med större för timotejensilaget vid den sena skördetidpunkten, vilket kan bero på att det fanns skillnader i passagehastighet som kompenserade för skillnader i smältbarhet mellan ensilagen. Även här kan smakligheten hos fodret spela en roll med en högre sockerhalt i timotejensilage än i rörsvingelensilage skördat sent (7,7 % jämfört med 5,1 % av ts).

Utsöndringen av hippurinsyra i urinen var större i tidigt skördat jämfört med sent skördat timotejensilage, vilket kan relateras till den högre ligninhalten (ADL) i sent skördat än i tidigt skördat timotejensilage eftersom hippurinsyra bildas vid nedbrytning av fenoliska föreningar som minskar vid ökad lignifiering i växten (Dijkstra et al., 2013) och dess utsöndring i urinen är positivt relaterad till fodrets smältbarhet (Nadeau et al., 2019). Avsaknad av motsvarande ökning av hippurinsyra utsöndring i urinen hos baggar utfodrade med rörsvingelensilage kan relateras till liknande ADL koncentrationer i tidigt och sent skördat rörsvingelensilage.

Proteinutnyttjande

Utsöndringen av kväve och urea-N var större i tidigt skördat än i sent skördat gräsensilage, vilket till stor del beror på ett större intag av total-kväve, som innehåller en större andel lösligt icke-proteinkväve, vilket till stor del kan försvinna genom vomväggen och utsöndras med urinen om inte lätt tillgänglig energi finns tillgänglig för att bygga upp mikrobprotein (Jardstedt et al., 2017). Den större kväveutsöndringen hos baggar som utfodrades med tidigt skördat gräsensilage kan relateras till den högre halten av mjölkurea hos mjölkkor som utfodrades med samma gräsensilage vid tidig jämfört med sen skörd (Nadeau et al., 2018). Den lägre utsöndringen av kväve i urinen i förhållande till kväve-intaget hos baggar som åt timotejensilage jämfört med baggar som fick rörsvingelensilage visar på en mer kväve-effektiv produktion hos idisslare som utfodras med timotejensilage jämfört med rörsvingelensilage då det även har visat sig att mjölkavkastningen och mängden mjölkprotein är större hos kor som utfodras med timotejensilage (Nadeau et al., 2018). Den lägre *in vivo* smältbarheten av råprotein hos timotejensilage jämfört med rörsvingelensilage gav en större andel kväve i träcken hos baggar utfodrade med timotejensilage men andelen av kväve-intaget som utsöndras som kväve i urinen är betydligt större än den andel kväve som utsöndras i träcken och har därför störst inflytande på den omgivande miljön och produktionens lönsamhet.

Den större utsöndringen av allantoin i urinen och den större mikrobproteinsyntesen hos baggar utfodrade med tidigt skördat timotejensilage beror på det större intaget av smältbar OS av tidigt jämfört med sent skördat timotejensilage, eftersom mikrobproteinsyntesen är en energikrävande process, som kräver smältbar näring (Volden, 2011). Detta bekräftas av att skillnaderna mellan ensilagebehandlingarna försvann när allantoin och mikrobprotein uttrycktes per enhet smältbar OS intag.

Slutsats

Tidigt skördat timotejensilage gav större konsumtion av ts och smältbar näring, vilket troligtvis beror på en lägre NDF-halt och en högre nedbrytningshastighet av den smältbara fibern jämfört med tidigt skördat rörsvingelensilage. Trots lägre smältbarhet hos sent skördat timotejensilage var intagen av ts, OS, råprotein och NDF lika mellan gräsensilagen eller till och med större för timotejensilaget vid den sena skördetidpunkten. Det högre intaget av

smältbar organisk substans hos baggar som åt tidigt skördat timotejensilage ökade mikrobproteinsyntesen i vommen och generellt gav timotejensilage en mer kväve-effektiv produktion med mindre kväveförluster till den omgivande miljön. Dessutom blir det en mer lönsam produktion för lantbrukaren, förutsatt att gårdsarealen inte är begränsande, eftersom det har visat sig att mjölkavkastning och mängd mjölkprotein ökar hos mjölkkor utfodrade med timotejensilage jämfört med rörsvingelensilage.

Referenser

- Dijkstra, J., Oenema, O., van Groenigen, J.W. Spek, J.W., van Vuuren, A.M. and Bannink, A. 2013. Diet effects on urine composition of cattle and N₂O emissions. *Animal* 7:292-302. <https://doi.org/10.1017/s1751731113000578>.
- Ericson, B. and André, J. 2010. HPLC – applications for agricultural and animal science. Proc. 1 st Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden 2010. Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of Animal Nutrition and Management, 274, 23-26.
- Jardstedt, M., Hessle, A., Nørgaard, P., Richardt, W. and Nadeau, E. 2017. Feed intake and urinary excretion of nitrogen and purine derivatives in pregnant suckler cows fed alternative roughage-based diets. *Livestock Science* 202, 82-88.
- Larsson, K. och Bengtsson, S., 1983. Bestämning av lättillgängliga kolhydrater i växtmaterial. National Laboratory for Agricultural Chemistry, Uppsala, Sweden. (In Swedish).
- Licitra, G., Hernandez, T.M., VanSoest, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57, 347–358.
- Lindgren, E. 1979. The nutritional value of roughages determined *in vivo* and by laboratory methods. Report 45. Department of Animal Nutrition Management, Swedish University of Agricultural Science, Sweden (in Swedish with English summary). 66 p.
- Lindgren, E. 1983. Nykalibrering av VOS-metoden för bestämning av energivärde hos vallfoder. Working paper. Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden (in Swedish). 4 p.
- LKS - Landwirtschaftliche Kommunikationsund Servicegesellschaft mbH. 2006. Qualitätsmanagementhandbuch. Titel: Bestimmung des Harnstoff – Gehaltes. 2006-09-18.
- Mertens, D.R. 2007. Digestibility and intake. Pages 487-507 in *Forages, The Science of Grassland Agriculture*, Vol. II, 6th edition. R.F. Barnes, C.J. Nelson, K.J. Moore, and M. Collins (eds.), Blackwell Publishing, Ames, IA, USA.
- Nadeau, E., Murphy, M. och Nyemad, C. 2018. Timotej eller rörsvingel till mjölkkor. *Svenska Vallbrev* Nr. 4, sid 3-4.
- Nadeau, E., de Sousa, D.O., Magnusson, A., Hedlund, S., Richardt, W. and Norgaard, P. 2019. Digestibility and protein utilization in wethers fed whole-crop barley or grass silages harvested at different maturity stages, with or without protein supplementation. *J. Anim. Sci.* 97 (5):2188-2201. <https://doi.org/10.1093/jas/skz076>.
- Shingfield, K.J., Offer, N.W., 1999. Simultaneous determination of purine metabolites, creatinine and pseudouridine in ruminant urine by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr. B.* 723, 81–94.
- Sniffen, C.J., Oconnor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G., Russell, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets .2. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 3562–3577.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B. and Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597.
- Volden, H. 2011. Feed fraction characteristics. In: *Norfor - the Nordic Feed Evaluation System*, edited by H. Volden, 33-40. Wageningen: Wageningen Acad Publ.