



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för växtproduktionsekologi  
Department of Crop Production Ecology

# Vallkonferens 2023







Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för växtproduktionsekologi  
Department of Crop Production Ecology

# Vallkonferens 2023

## Konferensrapport

7–8 februari 2023  
Uppsala, Sverige

*Publicerad av/Publisher:*

Organisationskommittén för Vallkonferens 2023  
Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtproduktionsekologi  
Box 7043, 750 07 Uppsala  
ISSN 1653-5375  
ISBN 978-91-8046-805-3 (tryckt version), 978-91-8046-806-0 (elektronisk version)  
<https://doi.org/10.54612/a.5150sdfpvh>

*Title in English:* Proceedings of Forage Conference 2023

*Referat:*

Rapporten presenterar resultat från aktuell forskning kring såväl vallens odling och konservering som dess utnyttjande hos olika djurslag samt som protein- och energiråvara. Odlingsmaterialets produktion och näringsvärde behandlas, olika strategier och metoder för bete presenteras och vallens betydelse för klimatet diskuteras. Konferensen arrangeras av institutionerna HUV och VPE vid SLU i samarbete med Växa, Hushållningssällskapet, Greppa Näringen via Jordbruksverket och LRF.

*Summary:*

This report presents the results of current research on grass production and conservation, and forage utilisation in farm animals and in biorefining. The production and nutritive value of different forage species are presented, as well as strategies and methods for grazing, and the value of grassland in the context of climate is discussed. The conference is organised by the Departments of Animal Nutrition and Management and Crop Production Ecology at SLU, in collaboration with Växa, the Swedish Rural Economy and Agricultural Society, Greppa Näringen (Swedish Board of Agriculture) and LRF.

*Ämnesord:* Vallodling, vallfoderkonservering, vallfoderutnyttjande, utfodring, näringsvärde, uthållighet, bete, skördestrategier, gödslingsstrategier, ekonomi, miljöeffekter, resiliens, idisslare, grisar, bioraffinering

*Keywords:* Forage production, forage conservation, forage utilisation, nutritive value, ley persistence, grazing, cutting regime, fertilisation regime, economics, environmental effects, resilience, ruminants, pigs, biorefining

*Organisationskommitté/Organising Committee:*

Gun Bernes, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV, Umeå)  
Rebecca Danielsson, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV, Uppsala)  
Ola Hallin, Hushållningssällskapet  
Pernilla Kvarmo, Greppa Näringen/Jordbruksverket  
Hans Lindberg, Växa  
Nilla Nilsson-Linde, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE, Uppsala)  
Rolf Spörndly, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV, Uppsala)  
Victoria Thuillier/Kjell Ivarsson, LRF

*Redaktörer/Editors:*

Nilla Nilsson-Linde och Gun Bernes

*Omslagsteckning/Cover illustration:* Ellinor Spörndly-Nees

*ORCID:* Nilla Nilsson-Linde <https://orcid.org/0000-0002-1868-7803>

Gun Bernes <http://orcid.org/0000-0002-3576-8752>

*Tryckt hos/Printer:*  
SLU Grafisk Service  
750 07 Uppsala, Sverige

Copyright ©2023 SLU.  
De enskilda bidragen i denna publikation och eventuella felaktigheter i dem är författarnas ansvar.

## Förord

Vi räknar in den fjärde vallkonferensen! När detta förord skrivs räknar vi också in 300 deltagare.

En viktig del av konferensen är mötet mellan olika yrkeskategorier som har ett gemensamt intresse för vall. Oavsett om du är utfodrings- eller växtodlingsrådgivare, vallodlare eller vallköpare, forskare eller produktleverantör så vill vi att konferensen ska vara mötesrummet där vi alla erbjuds möjlighet att hämta in kunskap och få en gemensam förståelse för vilka krav som ställs både i odling och utfodring för att vi optimalt ska kunna utnyttja den resurs som vallen utgör.

Strax efter konferensen 2020 bröt en pandemi ut som har skakat vår omvärld på många sätt. Fortfarande läser vi dagligen om covid, och i programgruppen har vi diskuterat alternativa planer för konferensen om det skulle vara aktuellt med restriktioner. Vi har kommit fram till att en digital vallkonferens inte är aktuell. Sedan vi startade har vi hållit fanan högt för det fysiska mötet och vi känner att det har varit rätt beslut när vi analyserar antalet anmälda till årets konferens.

Vi har, som vanligt, försökt göra ett så brett program som möjligt. Vi inleder med en belysning av de politiska ramarna för vallodling och säkerligen får vi en diskussion om varför vallstödet tas bort. Vi har också ett visst fokus på vallens betydelse för krisberedskap när det gäller vår livsmedelsförsörjning. Utnyttjande av vall som resurs för andra djurslag än idisslare är också med i programmet. Det ges plats åt nya användningar av vall som gör vallen intressant för odlare som inte håller djur. Precis som i förra konferensen lyfter vi också vallens och betets betydelse för klimat och biologisk mångfald.

Naturligtvis redovisar vi nya kunskaper och försöksresultat som har producerats sedan 2020 även från andra områden och vi hoppas att innehållet i konferensen kommer att uppskattas av er som deltar. Inramningen och upplägget känns igen sedan tidigare – givande föredrag varvas med efterföljande diskussioner, mingel över en kaffekopp och intressanta möten med likasinnade. Vi får möjlighet att diskutera allt från sorter och fröblandningar via odlings-, gödslings- och bevattningsstrategier till utfodring. Som en uppföljning av konferensen 2020 presenteras också nya försök med tekniker för att uppskatta mängden biomassa på bete samt fodervärde i vall. Konferensen avslutas med en diskussion om hur den nya prisbilden på både intäkts- och kostnadsidan påverkar vallens plats i foderstaten. Två lantbrukare med lite olika infallsvinklar diskuterar hur de hanterar den nya situationen.

Sist, men inte minst, så har vi en rad intressanta postrar. De får Ni inte missa!

Dessvärre får vi i år inte möjlighet att ta del av ny forskning inom hästnäringen. Resurserna för att ta fram material till konferensen har varit begränsade. Det är olyckligt men vi hoppas att ha desto mer med till nästa konferens.

Ni är alla varmt välkomna till Vallkonferens 2023. Vi hoppas att Ni ska uppleva att konferensen uppfyller era förväntningar och att Ni får nya kontakter som kan användas i ert dagliga arbete med att utnyttja vallen på bästa sätt.

Organisationskommittén vill också passa på att tacka alla organisationer och sponsorer som stöttar konferensen och medverkar som utställare.

Bollnäs den 18 januari 2023

Organisationskommittén genom Hans Lindberg



# Innehåll

## Föredrag

### Perspektiv på vallen

Grovfoderbaserad djurproduktion och CAP 2023–2027 <i>B. Johnsson och E.-M. Mejersjö</i>	7
Vallen – en framtidsgröda <i>V. Thuillier</i>	14
Samverkan näringsliv – forskning inom vall- och betesproduktion i Sverige <i>M. Emanuelson</i>	16
Vallens roll i hållbara livsmedelssystem – hur välintegrerad är vallen i växtodlingssystemen? <i>J.O. Karlsson, R. Einarsson och P. Tidåker</i>	18
Kolinlagring på mjölkgårdar och andra gårdstyper i Sverige <i>K.H.E. Meurer, K. Henryson, M.A. Boliner, T. Kätterer och P. Tidåker</i>	22
Performance of short-term leys in organic rotations – experiences from a long-term experiment <i>C.A. Watson, R.L. Walker och C.F.E. Topp</i>	26

### Krisberedskap

Klimatpåverkan och biologisk mångfald – en livscykelanalys av nöt- och lammköttproduktion <i>S. Ahlgren</i>	31
Verktyg för att räkna på gödsling till slättervall <i>P. Kvarmo</i>	35
Vallgrödor som foderproteinkälla <i>S.J. Krizsan, A. Guinguina och M. Vaga</i>	39

### Bete och biologisk mångfald

Hinder och möjligheter för ökad naturbeteshävd ur ett lantbrukarperspektiv <i>A. Jamieson och A. Hesse</i>	43
Näringsrikt bete med vårsådd höstråg <i>N. Andresen</i>	46
Utvärdering av betesstrategier vid heltidsbete – kornas produktion och beteende <i>E. Ternman, Q. Lardy, R. Danielsson och H. Gonda</i>	50
Hur många nötkreatur behövs för gynnsam bevarandestatus och hur stort blir metanutsläppet? <i>A. Hesse och R. Danielsson</i>	54
Multispectral drone imagery for pasture assessment <i>J. Morel, J. Oliveira, S. Bergqvist, J. Chagas, M. Ramin och G. Bernes</i>	58

## **Bevattning och gödsling**

Bevattning av vall <i>A. Joel, N. Nilsdotter-Linde och I. Wesström</i>	62
Delad kvävegiva på våren till timotej/ängssvingelvall <i>E. Nadeau, A. von Essen och A.K. Bakken</i>	66
Mineralämnen i klöver/gräsvall i Sverige <i>K. Lätt och M. Åkerlind</i>	70
Åtgärder för att öka kväveutnyttjandet från nötflytgödsel – resultat från gödslingsförsök <i>K. Andersson och S. Delin</i>	74

## **Etablering, blandningar och uthållighet**

Tidpunkt och art för sådd av vallbaljväxter på hösten <i>O. Hallin</i>	77
Effekt av inokulering på etablering och produktion av lusern i Sverige <i>D. Parsons, L. Öhlund och L. Tang</i>	81
Potentialen hos vilda baljväxter i norrländska vallar <i>B. Micke och D. Parsons</i>	85
Vallfröblandningar anpassade till antal vallskördar <i>O. Hallin, K. Holmström och E. Nadeau</i>	89
Importance and persistence in red clover varieties for permanent grasslands <i>S. Hejduk</i>	93
Hållbara vallbaljväxter <i>A.-C. Wallenhammar</i>	97

## **Utfodring av vallfoder**

VallOptimal: Skatning av kvaliteten på vall med fältspektrometer <i>S. Bergqvist, J. Peng, J. Oliveira, J. Morel, H. Lindberg, D. Parsons och A.H. Gustafsson</i>	101
Effects of grass species on cell wall components and milk production of dairy cows <i>D. Sousa, M. Murphy, A. Larsson, R. Hatfield, J. Takahashi och E. Nadeau</i>	105
Mikroflora från vallfoder till mjölk <i>L. Sun, G. Bernes, A.H. Gustafsson, M. Hetta, A. Höjer, Å. Lundh, K. Hallin Saedén och J. Dicksved</i>	109
Vallfoder till gris och dess effekt på produktion, beteende och hälsa samt reproduktion <i>E. Vu, J. Friman, E. Verbeek, Y. Sjunnesson, T. Lundh och M. Åkerfeldt</i>	113
Grön bioraffinering av vall – utfodring av presskaka och pressjuice till lantbrukets djur <i>E. Nadeau, D. Sousa, F. Dahlström och A. Wallenbeck</i>	117



## Hur påverkar den nya prisbilden vallens plats i foderstaten?

Martin Ivarsson, Stommen, Ullared – Så mycket mjölk som möjligt per hektar  
*H. Lindberg* 121

Ulf Winblad, Womtorp, Eskilstuna – Så mycket mjölk som möjligt per koplats  
*H. Lindberg* 123

## Postrar

Är det lönsamt att skapa större betesfällor?  
*K. Holmström, A. Hessle, H. Andersson och K.-I. Kumm* 125

Mjölkkobete i praktiken – data från sju norrländska gårdar  
*G. Bernes, J. Chagas, J. Morel, A.-S. Stark och M. Ramin* 129

Betesskötsel i norra Sverige – en enkätstudie inom SustAinimal  
*A.-K. Karlsson och N. Nilsson-Linde* 133

Virtuella stängsel: ett flexibelt verktyg för skötsel av naturbetesmarker?  
*M. Hiron och L. Wahlund* 136

Utveckling av en standardiserad metod för att inventera skador i gröda orsakade av vilt  
*P. Kjellander, J. Morel, J. Månsson, D. Parsons och F. Rumiano* 140

Så räddar vi sånglärkornas häckning i vallarna!  
*J. Sondell och S. Thorsell* 142

Forage grassland biomass estimation using Sentinel-2 imagery at high latitudes  
*J. Peng, J. Morel och D. Parsons* 146

Växtföljdens betydelse för rödklöverns uthållighet i blandvallar  
*S. Bergqvist, G. Bergqvist, J. Forkman, D. Parsons och N. Nilsson-Linde* 150

Vall i växtföljden för minskad klimatpåverkan – avkastning och markkol i långliggande försök  
*F.F. El Khosht, G. Bergqvist, J. Nilsson och I. Öborn* 154

Rödklöversortstypen mattenklee i hållbara vallväxtföljder  
*E. Edin och A.-C. Wallenhammar* 158

Vallodling på torvjord – skördenivåer och växthusgasavgång  
*Ö. Berglund, K. Berglund och S. Jordan* 161

Utvärdering av gul- och hybridlusern som vallbaljväxter i norra Sverige  
*D. Parsons, L. Tang och L. Öhlund* 165

Förläng vallens skördefönster genom att höja stubben  
*T. Eriksson, H. Gonda, N. Andresen och M. Höglind* 169

Stubbhöjdens betydelse för det mekaniska spillet vid vallskörd  
*F. Olsson och J. Gustafsson* 173

Foderstater för minskat utsläpp av växthusgaser – SustAinimal <i>M. Managos, C. Lindahl, S. Agenäs och M. Lindberg</i>	176
SustAinimal – ett kunskapscentrum för djurens framtida roll i hållbara livsmedelssystem <i>H. Oscarsson och S. Agenäs</i>	180
Grazing4AgroEcology – europeiskt projekt stödjer lantbrukare i betesbaserad djurhållning <i>L. af Geijersstam, A. Hessle och N. Nilsdotter-Linde</i>	182
Vall från ett nordiskt perspektiv <i>J. Wallsten och E. Nadeau</i>	184
Kunskapssammanställning om vallfoder för hästar ur ett utfodringsperspektiv <i>S. Ringmark, M. Connysson, A. Jansson, K. Arvidsson Segerkvist och C.E. Müller</i>	186
Finns det mervärden med biokol i nötgårdens foderkedja? Resultat från ensilering och utfodring <i>T. Eriksson, I. Milton, H. Gonda och B.O. Rustas</i>	188
Utveckling av avkastning och näringsinnehåll i kornhelsäd över odlings säsongen <i>B.O. Rustas, O. Hallin och E. Nadeau</i>	192
Fältsmaskiner i lantbruket – från bearbetning till skörd <i>L. Neuman och L. Sörkvist</i>	196
Green Valleys – system för produktion av bioenergi och högvärdigt protein genom grön bioraffinering <i>K. Bergström och A. Falkenberg Brolin</i>	200
ProRefine – Production and quality of forage legumes biorefined through juicing and leaf stripping <i>B. Micke, S.A. Adler och D. Parsons</i>	203
Hinder och möjligheter för vallodling i slättbygd <i>A. Drottberger, T. Prade, G. Carlsson, M. Magnusson, S.-E. Svensson och H. Schroeder</i>	207
En skörd, två fraktioner – ONETWO – nytt projekt om bioraffinering av vallväxter <i>H. Kismul, S.A. Adler, G. Bahr, J. Johansen, M. Koesling och M. Höglind</i>	211
Proteinutvinning för förbättrad värdekedja för vall till etanol och bioolja <i>L. Eliasson, E. Xanthakis, M. del Pilar Castillo och C. Gunnarsson</i>	215

## Grovfoderbaserad djurproduktion och CAP 2023–2027

B. Johnsson och E.-M. Mejersjö

Jordbruksverket, Jönköping

Korrespondens: else-marie.mejersjo@jordbruksverket.se

### Sammanfattning

Den nya jordbrukspolitiken omfattar stöd och ersättningar under perioden 2023–2027. Det blir ett flertal ändringar i stöden, bl.a. tas miljöersättningen till flerårig vall bort. Här redovisas en beräkning av hur stödutbetalningarna kan påverkas för ett typföretag med 125 mjölkkor och ett med 50 dikor. För företaget med mjölkkor visar resultatet att områden som ligger utanför de som berättigar till kompensationsstöd får något mindre stöd. Bland de områden som får kompensationsstöd är utfallet varierande, vissa områden får mer stöd medan andra får mindre. Motsvarande beräkning för dikoproduktion visar att stöden ökar i områden med kompensationsstöd medan övriga får något mindre stöd.

### Introduktion

EU har fattat beslut om inriktningen för den gemensamma jordbrukspolitiken (CAP) för perioden 2023–2027. Det tre huvudmålen för CAP är att:

- Främja en smart, konkurrenskraftig, motståndskraftig och diversifierad jordbrukssektor som garanterar livsmedelsförsörjningen.
- Stödja miljövard och klimatåtgärder och bidra till EU:s mål om miljö och klimat.
- Förbättra den socioekonomiska strukturen i landsbygdsområden.

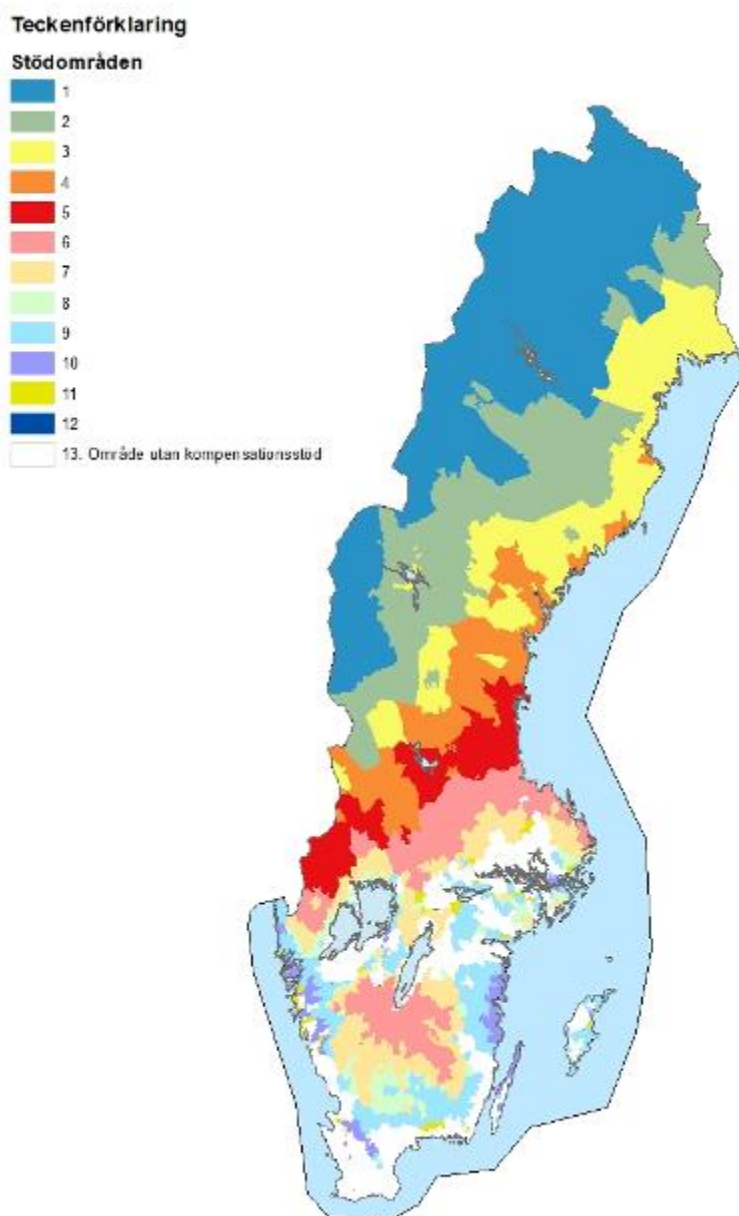
Jämfört med föregående programperiod är de stora förändringarna:

- Politiken ska styras mot de uppställda målen.
- Samtliga åtgärder ska samlas i en strategisk plan för varje medlemsland.
- Förgröningsstödet tas bort och ersätts av ettåriga miljöersättningar.
- Omfördelning av stöd från stora till små jordbrukare.

Med utgångspunkt i de nationella mål som finns i livsmedelsstrategin (2017) har regeringen tagit fram en strategisk plan som ska tillämpas för de kommande åren. De budgetmedel som finns tillgängliga fördelas så att ökad produktion gynnas, dock inte så att uppsatta mål för miljö och klimat inte kan uppnås. Det innebär att budgeten för investeringsstöd och kompetensutveckling utökas, liksom den för kompensationsstöd och miljöersättning till betesmarker. Förgröningsstödet och stödet till flerårig vallodling i slättbygd tas däremot bort. Som ettåriga miljö- och klimatåtgärder introduceras ersättning till ekologisk produktion, ersättning till precisionsjordbruk planering och ersättning till mellangröda för kolinlagring samt fånggröda och vårbearbetning för minskat kväveläckage.

Miljöersättningen för flerårig slätter-, betes- eller frövall i slättbygd har funnits från 2015 till 2022 inom landsbygdsprogrammet och har betalats ut för odling av vall på åkermark som har odlats under minst tre obrutna odlingsår. Lantbrukaren har varje år behövt skörda eller beta vallen. Ersättningen har varit 500 kr per hektar, vilket grundar sig på skillnaden i intäkter

mellan vallodling och de vanligast förekommande spannmålsgrödorna. Även under tidigare period fanns miljöersättning för vallodling. Det som ändrades till 2015 var att endast lantbrukare i slättbygd (figur 1 område 13) hade möjlighet att söka ersättningen. Inom kompensationsstödet går det att få ersättning för vallodling (figur 1 område 1–12) och det har varit oförändrat mellan perioderna. Det var ett skäl till att ändra området för vällersättningen till slättbygden.



Figur 1. Karta över stödområden för kompensationsstöd. Indelningen är samma som i tidigare programperiod. Länk till kartan över stödområden i färg på Jordbruksverkets webbplats: <https://jordbruksverket.se/stod/jordbrukarstoden-fran-2023/kompensationsstod>

## Material och metoder

### *Beräkningar för typföretag med grovfoderbaserad djurproduktion*

För att bedöma effekterna av de olika åtgärderna i den strategiska planen för jordbrukspolitiken i Sverige har beräkningar gjorts för olika typföretag med grovfoderbaserad djurproduktion.

Dessa ska representera företag som kommer att bidra till att livsmedelsstrategins mål uppfylls under den kommande budgetperioden. Mjölkföretaget har 125 mjölkkor med rekryteringsdjur och är självförsörjande på foderspannmål och grovfoder. Naturbetesmarker utnyttjas för rekryteringsdjuren. Dikoföretaget har 50 kor med rekrytering och är självförsörjande på foderspannmål grovfoder, allt bete sker på naturbetesmarker. Beräkningar har gjorts för olika delar av landet och regionindelningen motsvarar de olika stödområdena (figur 1).

De stöd och ersättningar som ingår i beräkningarna är:

- gårdsstöd
- kopplat stöd till nötkreatur
- ettårig miljöersättning för precisionsjordbruk planering
- kompensationsstöd
- miljöersättning till betesmark, allmänna värden
- djurvälståndersättning
- nationellt stöd

#### *Utredning om fortsatt vallstöd inom CAP*

Jordbruksverket fick 2020 i uppdrag av regeringskansliet att utreda vilka klimatåtgärder som skulle kunna ingå i den kommande strategiska planen. Enligt uppdraget skulle också betydelsen av vallstödet beskrivas. Jordbruksverket förordade då inte en miljöersättning för vallodling (Jordbruksverket, 2020). Vid beredningen inom regeringskansliet av den strategiska planen och i den beslutade planen för 2023–2027 ingår inte någon miljöersättning till vallodling.

## **Resultat och diskussion**

### *Beräkningar för typföretag med grovfoderbaserad djurproduktion*

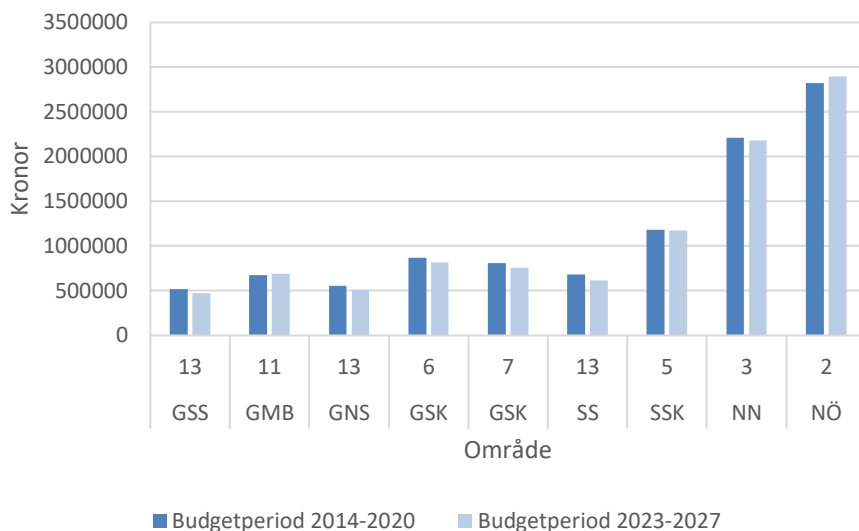
I figur 2 framgår beräknat stöd till mjölkföretaget i olika delar av landet och hur det ändras sedan föregående period. Skillnaden mellan perioderna är relativt liten. Regionerna som ligger utanför de områden som berättigar till kompensationsstöd får något mindre stöd. Bland de områden som får kompensationsstöd är utfallet varierande, vissa områden får mer stöd medan andra får mindre.

Motsvarande beräkning för dikoföretaget visar att stöden ökar i områden med kompensationsstöd (område 1–12) medan område 13 inte får något mindre stöd (figur 3).

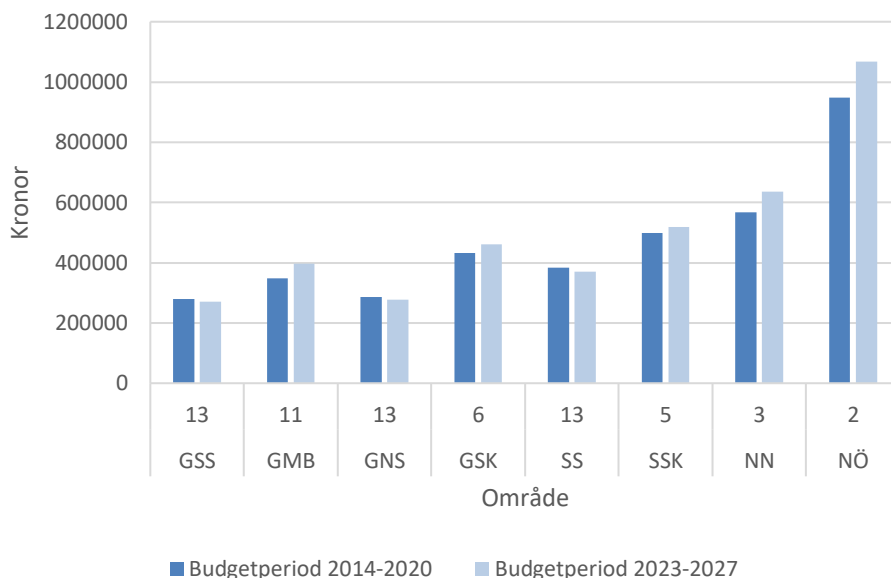
### *Miljöersättningen till flerårig vall 2015–2022*

För att vallodling skulle vara godkänd för ersättning skulle den bestå av vallgräs, vallbaljväxter eller en blandning av dessa och ha ett fodervärde. I tabell 1 framgår de olika typer av vall som har varit godkända för miljöersättning och ansökta arealer för respektive typ.

## Perspektiv på vallen



Figur 2. Stöd till ett typföretag med 125 mjölkkor och 40 rekryteringsdjur för föregående samt kommande budgetperiod, redovisat per stödområde (figur 1).

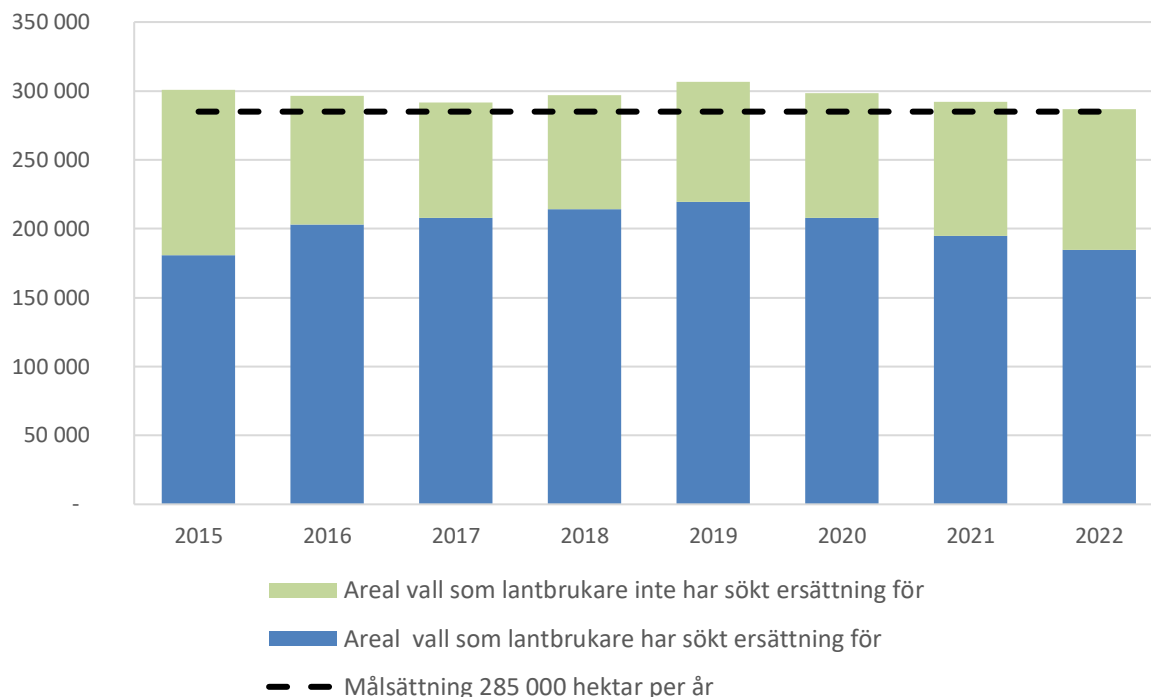


Figur 3. Stöd till ett typföretag med 50 dikor och 10 rekryteringsdjur för föregående samt kommande budgetperiod, redovisat per stödområde (figur 1).

Tabell 1. Fördelning av typer av vall som var godkända för miljöersättning till vallodling 2015–2022 och den totala vallarealen (hektar). Uppgifterna är hämtade ur Jordbruksverkets databas.

	År							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Baljväxter		67	52	140	177	144	92	160
Gräsfrövall	903	1 216	1 273	1 160	1 187	1 135	1 001	975
Klöverfrövall	46		23	71	37	1	21	3
Slätter- o betesvall	179 421	210 539	206 150	212 621	217 908	206 351	193 496	182 987
Vall till fodertork	230	212	243	236	385	255	297	317
<b>Totalt</b>	<b>180 599</b>	<b>203 035</b>	<b>207 742</b>	<b>214 228</b>	<b>219 695</b>	<b>207 885</b>	<b>194 908</b>	<b>184 442</b>

Arealen vall i slättbygd, dvs. i de områden där det har varit möjligt att söka ersättningen, har varit i storleksordningen 300 000 hektar. Arealen var som störst år 2019 (figur 4), troligen som en effekt av torkåret 2018. Anslutningen till ersättningen har varierat en del under åren, i medeltal har den varit 202 000 hektar. Nedgången på senare år kan förklaras av att det inte har varit möjligt med nyanslutning till ersättningen inför övergången till den nya programperioden. Måluppfyllelsen har varit ca 70 % (figur 4).



Figur 4. Areal vall godkänd för miljöersättning och areal vall (hektar) som lantbrukare inte har sökt ersättning för i område 13 dvs. slättbygdsområden utan kompensationsstöd (figur 1). Målet för anslutningen till vällersättningen i landsbygdsprogrammet redovisas med en streckad linje.

Antalet lantbrukare som beviljades ersättningen var år 2020, sista året innan nyanslutning stängdes, 8 215 st med en ansluten medelareal på 25 hektar (tabell 2). Under de åtta åren betalades drygt 806 miljoner kr från landsbygdsprogrammet till vällersättningen (tabell 2).

Tabell 2. Antal sökanden inom miljöersättningen till vall, medelareal i beviljade åtaganden, utbetald ersättning i medeltal per sökanden och total utbetald ersättning från landsbygdsprogrammet under åren 2015–2022. Uppgifterna är hämtade ur Jordbruksverkets databas.

	År							
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Antal sökanden	8 137	8 823	8 965	9 008	9 018	8 215	7 462	6 880
Medelareal per ansökan, ha	22	23	23	24	24	25	26	27
Medelersättning, kr	11 100	11 500	11 600	11 900	12 200	12 700	13 100	13 400
Utbetalt belopp, milj kr	90	102	104	107	110	104	97	92

Ett skäl till att målet inte är uppnått kan enligt länsstyrelserna vara att ansökt areal för vallen inte har fått ändras med mer än 20 % under åtagandeperioden för då bryts det femåriga åtagandet och ett nytt femårigt åtagande krävs (Jordbruksverket, 2021). Enligt en sammanställning från 2020 var dock ca 90 % av de lantbrukare som hade ersättningen positiva till att söka den igen (Jordbruksverket, 2021).

En studie från 2018 visade att vall med ersättning inom det aktuella området i större utsträckning än spannmål odlas på skiften med oregelbunden form samt med större förekomst av odlingshinder (Jordbruksverket, 2021). Vall med miljöersättning är alltså vanligare på skiften som är mindre attraktiva för spannmålsodling.

### *Miljöersättning till vall i CAP 2023–2027 eller inte*

Miljöersättningarna inom jordbrukspolitiken ska stödja miljövard och klimatåtgärder och bidra till EU:s mål om miljö och klimat. Det är å andra sidan inte möjligt att skapa stöd för grödor i produktion. Det finns sådana möjligheter inom jordbrukspolitiken, s.k. kopplade stöd, men de omfattar inte vallodling.

Jordbruksverket utredde 2020 vilka klimatåtgärder som skulle vara lämpliga i kommande jordbrukspolitik. Enligt uppdraget skulle Jordbruksverket också beskriva betydelsen av vallstödet. Flerårig vall svarar i jämförelse med flera andra grödor för en stor kolinlagring vilket är positivt för möjligheten att minska utsläppen av växthusgaser. Flerårig vall har även positiva effekter när det gäller att begränsa växtnäring förlusterna.

De huvudsakliga slutsatserna om miljöersättning till vall var dock följande:

- Vallersättningen bedöms till stora delar gå till gårdar och marker där vall hade odlats även utan ersättningen. Djurgårdarnas odling av vall styrs av behovet av foder och animalieproduktionens ekonomiska förutsättningar. En ersättning på 500 kr per hektar har liten påverkan på arealen vall. Utväxlingen av medlen som skulle gå till miljöersättningen blir därmed begränsad eftersom det inte bedöms leda till någon betydande ökning av arealen vall.
- Det är angeläget att öka kolinlagringen och att upprätthålla kolförråden på jordbruksmark och där kan vallodlingen spela en viktig roll. Den huvudsakliga och enda långsiktigt hållbara strategin för att öka vallodlingen bör dock vara att främja de företag som behöver vall. Det innebär grovfoderbaserad mjölk- och köttproduktion och i framtiden biogas samt bioraffinaderier som producerar foder och andra produkter av vallen.

Möjligheten att öka arealen vall i slättbygd på växtodlingsföretag genom en vallersättning bedöms också som liten p.g.a. den större lönsamheten i spannmålsodlingen. För att öka kolinlagringen i områden med växtodlingsinriktade företag kan exempelvis miljöersättningar till mellangrödor vara ett bättre alternativ. De kan också bidra till minskat kväveläckage.

Mjolksektorn beräknas nyttja cirka 40 % av vallarealen medan häst- och nötköttssektorn står för ca 30 % respektive 25 % enligt en studie av Cederberg och Henriksson (2020). I den strategiska planen ingår ökade investeringsstöd, djurvälståndersättningar, betesmarksstöd, kompensationsstöd och bibehållet nötkreatursstöd till den grovfoderbaserade djurproduktionen. Detta bör indirekt gynna odlingen av vall framöver. I figur 2 och 3 framgår effekterna av de förändrade stöden och ersättningarna inom jordbrukspolitiken till typgårdar med grovfoderbaserad produktion exklusive det utökade investeringsstödet för ökad konkurrenskraft av stöden som nämns ovan. Områden som ligger utanför de stödområden som berättigar till kompensationsstöd får tillgång till totalt något mindre stöd. För typföretaget med mjölkkor är utfallet varierande för områdena med kompensationsstöd men för typföretaget med dikor visar



beräkningen på ökade stöd inom dessa områden. Satt i relation till företagets totala omsättning är förändringarna av stöden små jämfört med föregående programperiod.

### **Referenser**

Cederberg C. och Henriksson M. (2020) Gräsmarkernas användning. Institutionen för Rymd-, geo- och miljövetenskap, avd. fysisk resursteori. Chalmers tekniska Högskola, Göteborg.

En livsmedelsstrategi för Sverige – fler jobb och hållbar tillväxt i hela landet. (2017) Regeringens proposition 2016/17:104.

Jordbruksverket. (2020) Klimatåtgärder i strategisk plan. Del av skrivelse om regeringsuppdrag om att ta fram underlag till strategisk plan. Dnr 17 419/2020.

Jordbruksverket. (2021) Miljöersättning för vallodling i landsbygdsprogrammet. Uppföljningsrapport 6.

## **Vallen – en framtidsgröda**

*V. Thuillier, LRF Mjolk, Stockholm*

Kontaktperson: victoria.thuillier@lrf.se

Att satsa på utveckling av vallodlingen i Sverige är en viktig del av en cirkulär biobaserad ekonomi och i Sveriges klimatanpassning. Dessutom är det ett sätt att ta geopolitiskt ansvar i en orolig omvärld.

För ungefär ett år sedan lämnade expertrådet för klimatanpassning sin första rapport till den svenska regeringen. Samtidigt publicerade IPCC en delrapport om samma ämne. Båda konstaterade att arbetet med att begränsa klimatförändringarna och vår anpassning till dem går för sakta. Expertrådet skrev att livsmedelsförsörjning och jordbruk har blivit alltmer geopolitiskt relevant. Detta beror bl.a. på befolkningsökningen och klimatförändringen. Jordbruksmark, inte minst våra gräsmarker, står i centrum som en strategisk resurs för både livsmedel och en biobaserad ekonomi.

Sedan Ryssland angrep Ukraina har utvecklingen gått snabbt. Sanktioner och prisstegringar på samhällsviktiga insatsvaror som drivmedel, gödsel och foder är ett faktum. Det går att dra paralleller mellan konsekvenserna av kriget och klimatförändringarna. Medvetenheten om konsekvenserna av sårbara distributionskedjor, behovet av krisberedskap och riskerna för vår energi- och livsmedelsförsörjning har ökat.

Kan vi hantera både klimatomställning, klimatanpassning och råvarukris samtidigt? Ja, en del av lösningen är vallen och våra idisslare. Genom att försäkra oss om att vi även i fortsättningen har konkurrenskraftig, grovfoderbaserad mjölk- och köttproduktion i hela landet, stärker vi våra geopolitiska förutsättningar. Det strategiska värdet av att fortsätta att bruka och underhålla jordbruksmarken i Sverige är en nyckelåtgärd för vår klimatanpassning. Här har framtidens vallodling en avgörande betydelse, inte minst i skogs- och mellanbygd där konkurrensen troligen kommer att öka om marker som idag har tagits ur eller riskerar tas ur bruk. Även på slätten bidrar vallen med många nyttor, såsom kolinlagring, bättre markstruktur och minskat näringsläckage. Nya metoder som bioraffinering av vallgrödor kan öka avsättningen för vallen ytterligare. Konkurrenskraftiga grovfoderbaserade mjölk- och köttföretag är motorer i ett lokalt näringsliv, leverantörer av biologisk mångfald och många ekosystemtjänster som mat och frisk, bördig jord.

EU har stora ambitioner inom klimat- och miljöområdet. Inom den Gröna Given och livsmedelsstrategin Farm to Fork ska klimatpåverkan minskas och biologisk mångfald säkras. Detta påverkar förutsättningarna för gräsmarker i Sverige, långt utanför jordbrukspolitiken. Ett exempel är lagförslagen om att återställa och restaurera jordbruksmark som kan leda till ett kraftigt ökat behov av betande djur och grovfoder i Sverige. Utifrån de förslag som EU har presenterat hittills kan det handla om att restaurera upp till 1 miljon ha betesmark, enligt LRF:s beräkningar. Det är mer än dubbelt så stor areal som hela arealen naturbetesmark i Sverige idag.

Det finns stora möjligheter att producera mer näringstätta livsmedel och hållbar energi till fler i Sverige. Expertrådet för klimatanpassning menar att möjligheterna för livsmedelsexport lär öka i framtiden, samtidigt som konkurrensen om de livsmedelsprodukter Sverige importerar ökar. Flera av de stora livsmedelsexporterande länderna är troligen betydligt mer sårbara för ett förändrat klimat än vad Sverige är. Vårt beroende av importerande insatsvaror bidrar dock till vår sårbarhet.

Därför behöver vi kraftfulla satsningar på forskning, från molekyl- till systemnivå, där vällen står i centrum. Vi behöver se vällen som den pulsåder som den är i vår växtodling och djurhållning, och sprida kunskap om dess nyttor långt utanför livsmedelssystemet. Vi kan också bidra till att öka idisslarnas status och ge lantbrukarna ersättning för det miljöarbete som vallodling och betande djur innebär. Redan idag kan vi gå ut och köpa svenska livsmedel. Det är att ta ett geopolitiskt, klimatmässigt och socialt ansvar.

### **Referens**

Nationella expertrådet för klimatanpassning. (2022) Första rapporten från Nationella expertrådet för klimatanpassning. Klimatanpassningsrådet. <https://klimatanpassningsradet.se/publikationer/forsta-rapporten-fran-nationella-expertradet-for-klimatanpassning-1.180035>

## **Samverkan näringsliv – forskning inom vall- och betesproduktion i Sverige**

M. Emanuelson

*Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård / SLU Future Food, Uppsala*

Korrespondens: margareta.emanuelson@slu.se

### **Introduktion**

Samverkan mellan universitet och näringsliv är en förutsättning för att ny kunskap snabbt skall implementeras i praktiken, liksom att kunskapsluckor och smarta idéer från ”fältet” kanaliseras tillbaka till forskningen. SLU har en lång tradition av samverkan med näring, industri och myndigheter och av att vara ett nav för samverkan inom sina styrkeområden. Vall- och betesproduktion utgör inget undantag. Samverkan sker genom nätverk över hela Sverige. Detta är nödvändigt då odlingsförutsättningarna och strukturen för djurhållning skiljer mellan olika delar av landet.

### **Regional samverkan**

Forskningssamverkan kring vall- och betesproduktion är uppbyggd på olika sätt ute i landet. I södra Sverige sker mycket under paraplyet SLU Partnerskap Alnarp inom ämnesgrupperna Växtodling och Djur. I väst har SLU samarbeten med AgroVäst och genom en särskild överenskommelse mellan SLU och Västra Götalandsregionen. Inom ramen för dessa samarbeten är vall- och betesproduktion ett givet område. I norr finns Regional jordbruksforskning för norra Sverige (RJN), som är ett samarbete mellan SLU och näringslivet i Norrland. RJN har framförallt fokus på att tillsammans finansiera tillämpningsnära forskning som gynnar ett hållbart lantbruk i Sveriges norra delar. Slutligen finns AgroÖst och Vreta kluster, som sammanhållande nav för lantbruket i östra Sverige. I samtliga fall bidrar dessa regionala kluster till att stimulera till forskningssamarbeten också med andra lärosäten samt med RISE och näringslivets aktörer. De regionala samverkansnoderna är viktiga pusselbitar för att förankra och suga upp regionala behov och utmaningar liksom för att sprida kunskap.

### **Nationell samverkan**

Det måste också till en samordning av den regionala samverkan på nationell nivå. Det främsta skälet är att Sverige är ett litet jordbruksland, med begränsad forskningsbudget för livsmedelsproduktion och -konsumtion och vi har inte råd med för mycket parallella projekt. SLU är en viktig spelare i detta sammanhang, genom sin sektorsroll och det faktum att SLU har personal utspridd över hela landet. SLU kan erbjuda tillgång till de bästa kompetenserna, oavsett var dessa är placerade i landet, vilket är enkelt i dagens digitaliserade värld.

SLU Grogrund är ett exempel på en samverkansplattform mellan akademi och näringsliv, med fokus på forskning inom svensk växtförädling där också vallgrödor ingår. Ett annat exempel på en SLU-ledd samverkan är SLU Fältforsk. Det är ett nationellt samverkansorgan för fältforskning, där vallen har en egen avdelning. Här möts forskare och näring, och nya idéer föds för framtida forskningssamverkan.

En annan viktig spelare för samverkan inom vallområdet är förstås Svenska Vallföreningen. Här sker det mesta genom ideellt arbete.

### **Tankar för framtiden**

Vallen är en viktig gröda i Sverige och det finns goda förutsättningar att odla vall över hela landet. Det finns nya forskningsfält som behöver beforskas för att ytterligare utnyttja vall och bete som grund för foder, mat och som jordförbättrare m.m. Samverkan mellan akademi och näringsliv har varit fruktbar för områdets utveckling. Därför är det nödvändigt att forskningsfinansiärerna och näringen fortsätter avsätta medel för att stötta samverkansformer och mötesplatser som nämnts ovan. Det är genom dessa som mycket av forskningsresultaten kan förmedlas till praktiken och utrymme ges för diskussioner om vallens och betets roll i en framtida hållbar, svensk livsmedelsproduktion.

## Vallens roll i hållbara livsmedelssystem – hur välintegrerad är vallen i växtodlingssystemen?

J.O. Karlsson, R. Einarsson och P. Tidåker

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för energi och teknik, Uppsala

Korrespondens: johan.o.karlsson@slu.se

### Sammanfattning

Vallodling skapar flera nyttor i växtodlingssystemen, framförallt om vallen odlas i växtföljder med andra grödor. Idag odlas vall och bete på åker på drygt 40 % av Sveriges åkerareal, men det är inte känt hur välintegrerad denna areal är i övrig växtodling. För att undersöka detta beräknas här 1) andelen kontinuerlig vallodling (i minst fem eller sju år), 2) integreringen av vall i spannmålsväxtföljder, samt 3) en teoretisk potential för ökad integrering av vall i spannmålsväxtföljder. Beräkningarna baseras på ett stort dataunderlag över sjuåriga växtföljder som täcker in 82 % av Sveriges åkermark. Resultaten visar att 46 % av vallarealen 2019 fanns på skiften där vall odlats kontinuerligt i minst sju år samt att 23 % av den totala spannmålsarealen 2019 odlades på skiften med minst tre år vall i växtföljden. Teoretiskt skulle denna integrering kunna öka till 44 % utan förändringar i den totala andelen vall- och spannmålsodling på enskilda gårdar. Den verkliga potentialen är dock mindre p.g.a. platsspecifika faktorer. Sammantaget visar resultaten att vallodlingen idag inte är välintegrerad i växtodlingssystemen med stora arealer kontinuerlig vallodling och en begränsad andel spannmål som odlas i växtföljder med vall. Det finns dock potential att integrera mer vall i övrig växtodling vilket skulle kunna öka vallens bidrag till uthålliga livsmedels- och växtodlingssystem.

### Introduktion

Vallodling är en viktig resurs i växtodlingssystemen som kan ge skördeökningar i efterföljande grödor (Persson *et al.*, 2008; Tidåker *et al.*, 2016), öka kolinlagringen i matjorden (Persson *et al.*, 2008; Henryson *et al.*, 2022), motverka problem med ogräs, skadedjur och sjukdomar samt fixera kväve från luften (Martin *et al.*, 2020). I ekologisk produktion är kvävefixerande vall oundgänglig i växtföljden, men vallen kan ha positiva effekter på ekonomin genom skördeökande effekter och minskat behov av insatsmedel även i konventionella växtodlingssystem (Tidåker *et al.*, 2016). Detta blir extra relevant i dagens situation med skenande mineralgödselpriser.

Vallodlingen har ökat i Sverige över tid och 2022 var ca drygt 40 % av Sveriges åkerareal vall och bete på åker enligt Jordbruksverkets statistik, men det är inte känt hur väl denna vallareal är integrerad i växtföljder. I denna artikel ämnar vi undersöka detta samt diskutera vad det betyder för vallens roll i livsmedelssystemet. Projektet har finansierats av Stiftelsen Lantbruksforskning.

### Material och metoder

Baserat på en vidarebearbetning av data över växtföljder på svenska gårdar från Karlsson *et al.* (2022) beräknades i detta projekt finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning

1. *andelen kontinuerlig vallodling* som andelen av vallarealen år 2019 som odlades på skiften där vall odlats oavbrutet (dvs. utan andra grödor, undantaget träda, i växtföljden) minst fem (2015–2019) eller sju (2013–2019) år

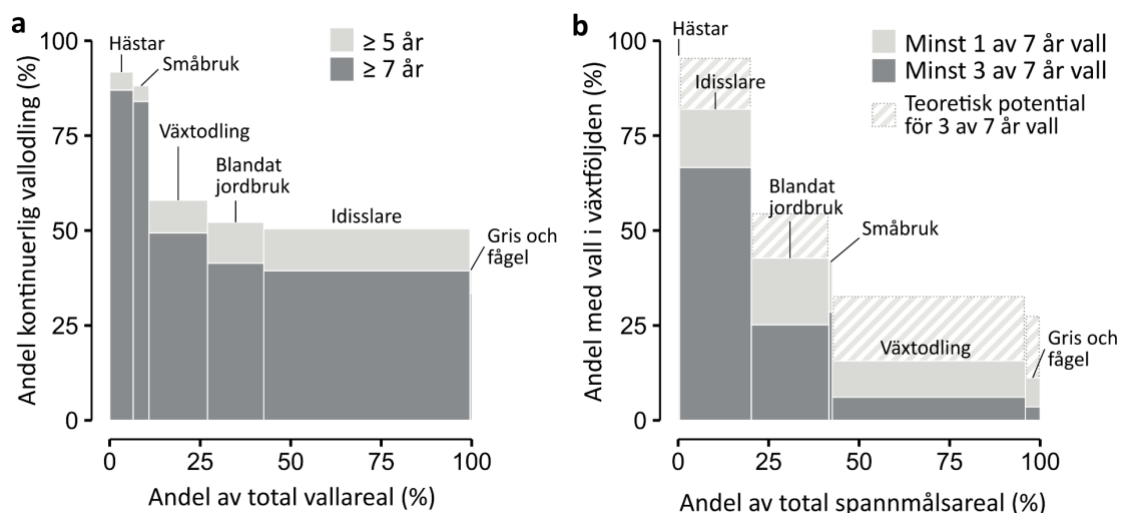
2. *integreringen av vall i spannmålsväxtföljder* genom att beräkna andelen av spannmålsarealen (exkl. majs och andra grönfoderväxter) år 2019 som odlades på skiften där vall odlats minst ett eller tre år under de föregående sex åren (2013–2018)
3. *teoretiskt maximal integrering av vall i spannmålsväxtföljder* utifrån förhållandet mellan vall- och spannmålsareal på varje enskild gård år 2019 (om detta förhållande var minst 3:4 antas att vall skulle kunna integreras i alla spannmålsväxtföljder minst tre av sju år).

Dataunderlaget bygger på en sammankoppling av blockdatabasen och lantbruksregistret och täcker in 82 % av Sveriges åkermark. För varje gård finns utöver växtföljder information om driftsinriktning och geografiskt läge. För ytterligare detaljer om dataunderlaget och definitioner av gårdstyperna se Karlsson *et al.* (2022) och Karlsson (2022).

## Resultat

Av den totala vallarealen 2019 odlades 56 % på skiften med kontinuerlig vallodling under minst fem år och 46 % på skiften med minst sju år vall (figur 1a). Andelen kontinuerlig vallodling var som störst på hästgårdar och småbruk medan skillnaderna var förvånansvärt små mellan övriga gårdstyper, även om gårdar specialiserade på idisslare hade en betydligt större vallareal totalt sett.

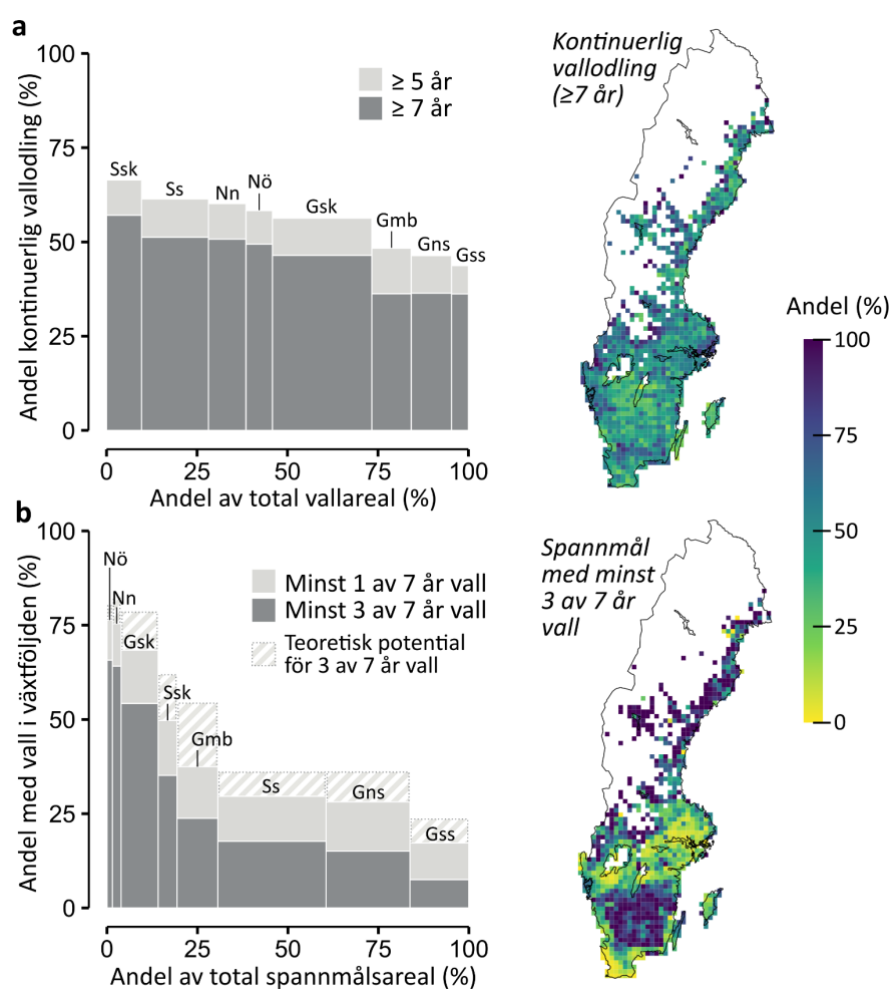
Av den totala spannmålsarealen 2019 odlades 35 % på skiften med minst ett år vall de föregående sex åren (figur 1b) och 23 % odlades på skiften med minst tre år vall i den sjuåriga växtföljden. Här skilde sig de olika gårdstyperna mer och hela 67 % av spannmålsarealen på gårdar specialiserade på idisslare hade minst tre år vall i växtföljden medan samma siffra för växtodlingsgårdarna var 6 %. På gårdar med blandat jordbruk hade 25 % av spannmålsarealen minst tre år vall i växtföljden.



Figur 1. a) Andel kontinuerlig vallodling under minst fem eller sju år av den totala vallarealen på olika gårdstyper. b) Andel av spannmålsarealen där vall ingår minst ett eller tre år i den sjuåriga växtföljden på olika gårdstyper samt den teoretiskt maximala andelen av spannmålsarealen som skulle kunna ha vall i växtföljden tre av sju år om all vallodling på varje gård integrerades i gårdens spannmålsväxtföljder. Bredden på staplarna är proportionell mot den totala arealen vall respektive spannmål på de olika gårdstyperna. Notera att staplarna för gårdstyperna 'Gris och fågel' respektive 'Hästar' är så smala att de inte syns i (a) respektive (b).

Beräkningen av den teoretiskt maximala integreringen av vall i spannmålväxtföljder visar en stor potential att integrera mer vall i växtföljderna. Totalt sett skulle andelen spannmål med minst tre år vall i de sjuåriga växtföljderna kunna öka från 23 % till 44 %.

Andelen kontinuerlig vallodling var som störst i Svealand och lägst i Götalands slätt- och mellanbygder, men skillnaderna var relativt små mellan de olika produktionsområdena (figur 2a). De största arealerna kontinuerlig vallodling återfinns i Götalands skogsbygder och Svealands slättbygder. Vad gäller andelen av spannmålsarealen som hade vall i växtföljden var resultaten mer differentierade med hög andel i norra Sverige och i Götalands skogsbygder och låg andel i slättbygdena (figur 2b).



Figur 2. a) Andel kontinuerlig vallodling under minst fem eller sju år av den totala vallarealen i Sveriges åtta produktionsområden b) Andel av spannmålsarealen där vall ingår minst ett eller tre år i den sjuåriga växtföljden i Sveriges åtta produktionsområden samt den teoretiskt maximala andelen av spannmålsarealen som skulle kunna ha vall i växtföljden tre av sju år om all vallodling på varje gård integrerades i gårdens spannmålväxtföljder. Bredden på staplarna är proportionell mot den totala arealen vall respektive spannmål i de olika produktionsområdena. Kartorna visar (a) andelen kontinuerlig vallodling ( $\geq 7$  år) samt (b) andelen av spannmålsarealen på skiften med minst tre år vall i den sjuåriga växtföljden. Rutorna är 15 km  $\times$  15 km och nyansen representerar det sammanvägda värdet för varje ruta. Förkortningarna för produktionsområdena är (från norr till söder): Övre Norrland (Nö), Nedre Norrland (Nn), Mellersta Sveriges skogsbygder (Ssk), Svealands slättbygder (Ss), Götalands norra slättbygder (Gns), Götalands skogsbygder (Gsk), Götalands mellanbygder (Gmb) och Götalands södra slättbygder (Gss).



## Diskussion

Resultaten från denna studie visar tydligt att vallodlingen idag inte kan sägas vara välintegrerad i alla växtodlingssystem, vilket medför att de många nyttorna med vall i växtföljden delvis går förlorade. En stor andel av Sveriges vallareal utgörs av kontinuerlig vallodling och en begränsad andel av spannmålsarealen odlas i växtföljder med vall. Spannmålsodlingen är dock tämligen väl integrerad med vallodling på de gårdar och i de regioner där vallodlingen är som mest utbredd. På gårdar specialiserade på idisslare var integreringen av vall i spannmålsväxtföljder nära den teoretiskt maximala integreringen medan det på växtodlingsgårdarna tycks finnas stor potential att integrera mer vall i växtföljderna utan att utöka vallarealen på gårdarna.

Det är dock viktigt att poängtera att den teoretiskt maximala integreringen av vall i spannmålsväxtföljder är just teoretisk och inte tar hänsyn till lokala förutsättningar som t.ex. arrondering eller olika skiftens lämplighet för olika grödor som gör det svårt att fullt ut uppnå denna potential. Dock ger beräkningen en fingervisning om potentialerna. Beräkningen bygger också på att enskilda gårdar inte gör förändringar i sin totala odling av olika grödor, så potentialen skulle kunna öka markant om exempelvis växtodlingsgårdar skulle införa mer vallodling, eller om gårdar specialiserade på idisslare skulle införa mer odling av spannmål.

En annan viktig sak att tänka på är att delar av den kontinuerliga vallodlingen utgörs av långliggande vallar som sköts extensivt utan plöjning. Under rätt naturbetingelser och skötsel kan dessa marker ha höga biologiska värden och utgöra en viktig del i den gröna infrastruktur som är viktig för att bevara arter knutna till naturbetesmarker och slätterängar (Bengtsson och Claesson, 2018). Det är också troligt att många av dessa skiften har dåliga förutsättningar för lönsam spannmålsodling, men att de ändå kan utgöra en strategisk resurs i krisberedskapen jämfört med om skiftena helt övergavs eller planterades med skog. Våra resultat visar dock att en stor del av den kontinuerliga vallarealen återfinns i landets södra delar där det sannolikt är möjligt att introducera mer spannmål och andra årliga grödor och därmed dra nytta av vallens positiva effekter i växtföljden.

## Referenser

- Bengtsson M. och Claesson I. (2018) Ängsvallsprojektet: Den långliggande vallens potential som ängsmark. Slutrapport 2017. Länsstyrelsen i Västra Götalands län. Rapport 21. <https://www.lansstyrelsen.se/vastragotaland>
- Henryson K., Meurer K.H.E., Bolinder M.A., Kätterer T. och Tidåker P. (2022) Higher carbon sequestration on Swedish dairy farms compared with other farm types as revealed by national soil inventories. *Carbon Management* 13(1), 266–278. <https://doi.org/10.1080/17583004.2022.2074315>
- Karlsson J.O. (2022) Livestock as resource users and landscape managers – A food systems perspective. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25926.14403>
- Karlsson J.O., Tidåker P. och Rööf E. (2022) Smaller farm size and ruminant animals are associated with increased supply of non-provisioning ecosystem services. *AMBIO* 51, 2025–2042. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01726-y>
- Martin G., Durand J.-L., Duru M., Gastal F., Julier B., Litrico I., Louarn G., Médiène S., Moreau D., Valentin-Morison M., Novak S., Parnaudeau V., Paschalidou F., Vertès F., Voisin A.-S., Cellier P. och Jeuffroy M.-H. (2020) Role of ley pastures in tomorrow's cropping systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 40(3), 17. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00620-9>
- Persson T., Bergkvist G. och Kätterer T. (2008) Long-term effects of crop rotations with and without perennial leys on soil carbon stocks and grain yields of winter wheat. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 81(2), 193–202.
- Tidåker P., Rosenqvist H., Gunnarsson C. och Bergkvist G. (2016) Räkna med vall: Hur påverkas ekonomi och miljö när vall införs i spannmålsdominerade växtföljder? *JTI rapport Lantbruk och industri* 445. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ri:diva-27744>

## Kolinlagring på mjölkgårdar och andra gårdstyper i Sverige

K.H.E. Meurer<sup>1</sup>, K. Henryson<sup>2</sup>, M.A. Boliner<sup>3</sup>, T. Kätterer<sup>3</sup> och P. Tidåker<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institution för mark & miljö, Uppsala, <sup>2</sup>SLU,

Institution för energi & teknik, Uppsala, <sup>3</sup>SLU, Institutionen för ekologi, Uppsala

Korrespondens: katharina.meurer@slu.se

### Sammanfattning

Förändringar i markens kolförråd påverkar jordbrukets klimatavtryck. I denna studie har vi kartlagt status och förändringar i åkermarkens kolförråd för olika driftsinriktningar över en tioårsperiod. Resultaten visar att kolhalterna ökade på såväl mjölk-, nötkötts- som växtodlingsgårdar i Sverige. Allra störst var ökningen på mjölkgårdar, där den positiva klimateffekten motsvarade 1,4 ton koldioxid (CO<sub>2</sub>) per hektar och år bara i matjorden.

### Introduktion

En ökning av mull, som till drygt hälften består av organiskt kol, är viktig för att motverka klimatförändringar och förbättra bördighet och markhälsa. Kolinlagring i åkermark är också en viktig aspekt att inkludera i beräkningar av jordbruksprodukters klimatavtryck. För enskilda gårdar kan det dock vara svårt, för att inte säga omöjligt, att följa upp förändringar över tid eftersom de årliga förändringarna är små jämfört med de stora kolförråden i marken. Dessutom är variationen inom och mellan fält ofta betydande. Osäkerheten om markkolförändringar inom olika produktionsgrenar har även inneburit att denna aspekt oftast inte inkluderas i beräkningar av klimatavtryck för olika livsmedel.

Sedan mitten av 1990-talet analyseras halten organiskt kol i åkermark återkommande, på ca 2000 provplatser i Sverige genom Mark- och grödoinventeringen. Denna information utgör en ovärderlig källa till kunskap om förändringar i mullhalt. Syftet med vår studie var att kartlägga markens kolhalt för olika gårdstyper, uppskatta förändringen av mängden kol över en tioårsperiod, och bedöma effekten av kolförändringar på mjölkens klimatavtryck. Vi var särskilt intresserade av att analysera hur vallandelen på de olika gårdstyperna var kopplad till förändringar i markens kolkoncentration.

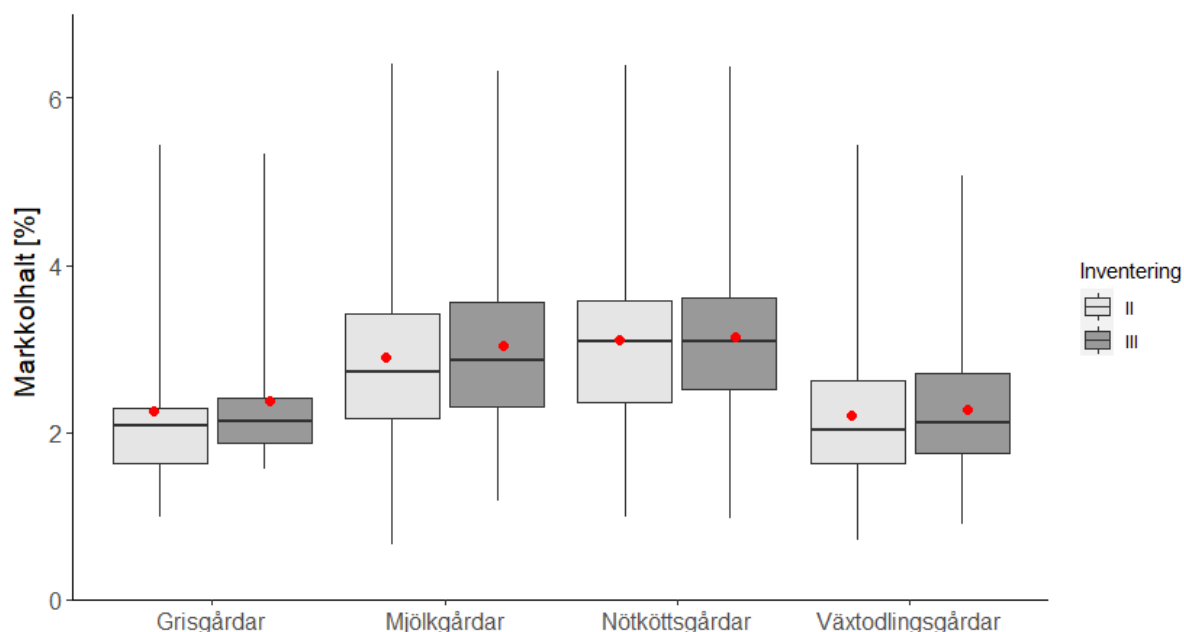
### Material och metoder

Vi kombinerade informationen från Mark- och grödoinventeringen med uppgifter från lantbruksregistret. Studien baserades på provtagningar i matjorden (0–20 cm) från de två senaste provtagningsomgångarna utförda år 2001–2007 (Inventering II) samt 2011–2017 (Inventering III). Endast kolkoncentrationer i mineraljordar och för gårdar med samma produktionsinriktning vid alla provtagningstidpunkter (mjölkproduktion, nötköttsproduktion, grisproduktion eller växtodling) från provtagningspunkter med identiska koordinater vid båda provtagningsomgångarna inkluderades. Totalt ingick slutligen 576 gårdar, varav 159 mjölkgårdar, 86 nötköttsgårdar, 13 grisgårdar och 318 växtodlingsgårdar.

Kolförråden på 0–20 cm djup räknades ut med hjälp av markens volymvikt. Denna mäts inte under inventeringen utan härleddes med hjälp av empiriska funktioner.

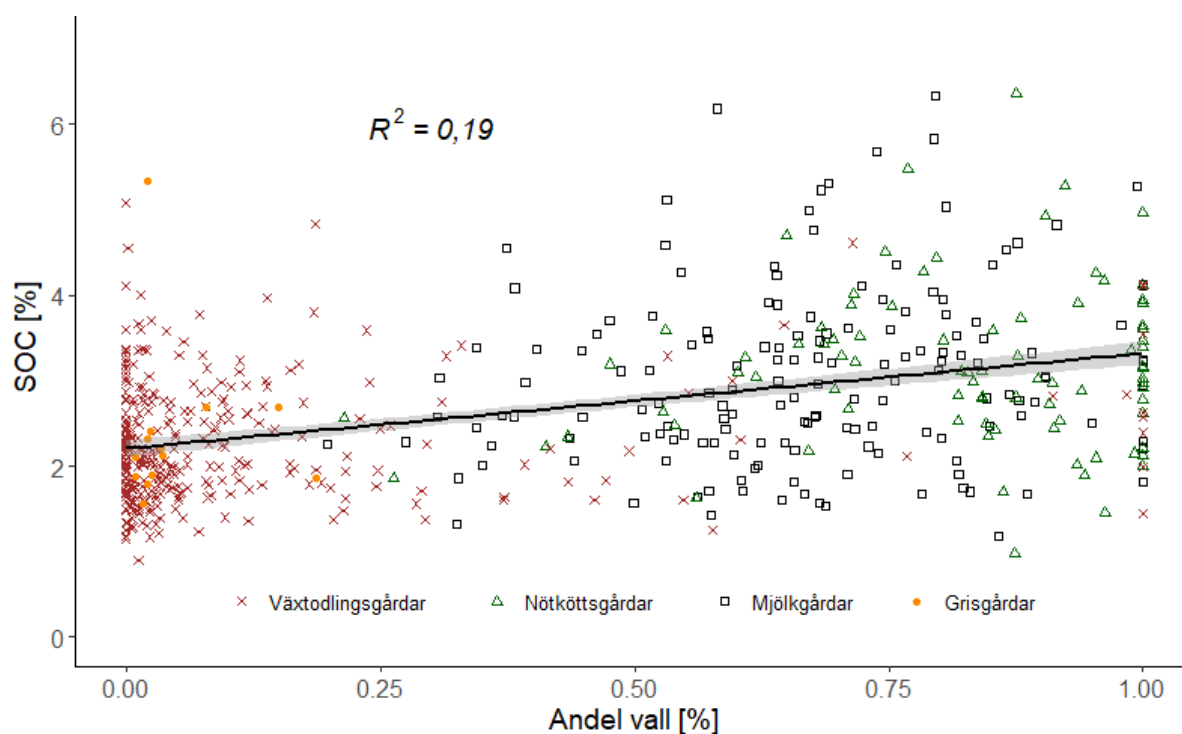
## Resultat och diskussion

Halten markkol vid den senaste inventeringen (III) var betydligt högre på nötköttsgårdar (3,1 %) och mjölkgårdar (3,0 %) jämfört med grisgårdar (2,4 %) och växtodlingsgårdar (2,3 %) (figur 1). Markkolhalten hade samband med andelen vall på gårdarna (figur 2). Mjölkgårdar och nötköttsgårdar hade den största andelen vall med i genomsnitt 67 och 82 % för respektive produktionsinriktning (tabell 1).



Figur 1. Halten markkol (% C) på olika gårdstyper i inventering II och III. De svarta horisontella linjerna visar medianen, den nedre linjen på boxen 25 %-percentilen och den övre linjen 75 %-percentilen. Medelvärdet indikeras av den röda punkten.

De stora kolförråden på mjölk- och nötköttsgårdarna kan förklaras med att en flerårig vall bidrar mer till ökad kolhalt jämfört med ettåriga grödor. Tidigare studier har visat att det i matjorden för en väletablerad vall kan finnas 5 ton kol i rötter medan det bara finns ca 0,5 ton i exempelvis spannmål och oljeväxter (Jacobs *et al.*, 2020). Även när halm och blast lämnas kvar i fält efter tröskning är det rötternas bidrag som är den dominerande faktorn för kolinlagring i marken. Resultat från långliggande fältförsök visar att varje ton kol från rötter på längre sikt kan bilda upp till 0,3 ton stabilt kol i marken. Motsvarande siffra för ovanjordiska växtrester är ungefär 0,1 ton eller mindre, beroende på jordart. Mängden kol från stallgödsel som sprids på vallrika gårdar är också större än på växtodlingsgårdar och andelen kol i stallgödsel som stabiliseras i marken är ungefär lika stor som den från rötter.



Figur 2. Regressionsanalys av halten organiskt kol i marken (SOC, % C) och andel vall på gårdarna vid inventering III.

Alla produktionsgrenar förutom de fåtal grisgårdar som ingick i studien uppvisade statistiskt signifikant ökade kolhalter över tioårsperioden. Omräknat till mängd kol i matjorden innebär detta att kolförråden årligen ökade med i genomsnitt 0,38 ton på mjölkgårdar, 0,14 ton på nötköttsgårdar och 0,21 ton på växtodlingsgårdarna (tabell 1).

Tabell 1. Genomsnittligt förråd av kol (C) (0–20 cm) vid inventering II och III (ton/ha), årlig förändring mellan omgångarna av markens kolförråd (ton/ha) samt genomsnittlig vallandel för de olika produktionsinriktningarna.

Driftsinriktning	C-förråd (II)	C-förråd (Inv III)	C-förändring/år	Antal gårdar (n)	Vallandel (%)
Mjolk	76,8	80,8	0,38	159	67
Nötkött	81,3	82,8	0,14	86	82
Växtodling	62,0	64,1	0,21	318	11
Gris	62,0	65,9	n.s.*	13	5

\*Ej signifikant.

Trots den höga vallandelen på nötköttsgårdarna var alltså förändringen i markens kolförråd över tio år mindre på dessa gårdar än för de övriga gårdstyperna. Vår studie kan inte påvisa orsaken till detta men tänkbara anledningar kan vara att gårdar med redan höga kolhalter har svårare att lagra in lika mycket kol som gårdar med lägre kolhalter, och att många nötköttsgårdar bedrivs mer extensivt än andra produktionsgrenar, dvs. mindre avkastning och mindre tillförsel av organiskt material med gödsling.

Kolinlagringen i matjorden minskade mjölkgårdarnas klimatpåverkan med 1,4 ton koldioxid (CO<sub>2</sub>) per hektar och år vilket motsvaras av en minskning på ca 0,22 kg CO<sub>2</sub> per kg mjolk när

klimatnyttan fördelades mellan mjölken och köttet från mjölkarna. I tidigare utförda livscykelanalyser har klimatavtrycket beräknats till omkring 1,27 kg CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per kg ECM (energy corrected milk) (Moberg *et al.*, 2019). Genom att inkludera kolinlagring som skett under den undersökta tioårsperioden minskar alltså mjölkens klimatavtryck väsentligt! Minskningen av mjölkens klimatavtryck p.g.a. uppmätt kolinlagring i matjorden är därtill större än vad många tidigare studier kommit fram till genom modellering.

Studien är en del av projektet *Den mångfunktionella mjölkgården: Indikatorer och verktyg för ekosystemtjänster och biodiversitet*. Projektet ingår i forskningsprogrammet ”Hållbar produktion och konsumtion av mjölk” som finansieras av Stiftelsen Lantbruksforskning och koordineras av SLU Future Food.

## Referenser

- Henryson K., Meurer K.H.E., Bolinder M.A., Kätterer T. och Tidåker P. (2022) Higher carbon sequestration on Swedish dairy farms compared with other farm types as revealed by national soil inventories. *Carbon Management* 13(1), 266–278.
- Jacobs A., Poeplau C., Weiser C., Fahrion-Nitschke A. och Don A. (2020) Exports and inputs of organic carbon on agricultural soils in Germany. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 118, 249–271.
- Moberg E., Walker Andersson M., Säll S., Hansson P.-A. och Rööf E. (2019) Determining the climate impact of food for use in a climate tax-design of a consistent and transparent model. *The International Journal of Life Cycle Assessment* 24, 1715–1728.

## Performance of short-term leys in organic rotations – experiences from a long-term experiment

C.A. Watson<sup>1,2</sup>, R.L. Walker<sup>1</sup> and C.F.E. Topp<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Scotland's Rural College (SRUC), Craibstone Estate, Aberdeen, UK <sup>2</sup>Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden <sup>3</sup>SRUC, Edinburgh, UK

Corresponding author: christine.watson@sruc.ac.uk

### Sammanfattning

Klöver/gräsvallar betraktas ofta som motorn i ekologiska jordbrukssystem tack vare sin förmåga att leverera kväve till efterkommande grödor. Detta gäller både i system med och utan betande djur. Långliggande försök gör det möjligt att studera förändringar i avkastning över tid vid oförändrade odlingsmetoder och -förhållanden. I ett långliggande försök i Skottland ingick vitklöver/gräsvallar som en del i sexåriga ekologiska växtföljder som även innehöll ettåriga grödor. Marken hade innan dess odlats konventionellt. Under en 30-årsperiod blev den skördade mängden ensilage som högst 15,8, 13,3 och 10,1 ton ts/ha i vallar som var 2, 3 respektive 4 år gamla. Avkastningen förblev stabil under de första tre växtföljds cyklerna men minskade under den fjärde och femte cykeln efter övergången till ekologisk odling. Markens fosforhalt minskade under denna period, vilket indikerar behovet av fosforgödsling för att balansera förlusten i ekologiska system.

### Introduction

Rotations supported by short-term leys with perennial legumes are common in many areas of Northern Europe. They also form the cornerstone of organic production because the N fixed by the legumes supports both livestock production and the following arable cropping phase (Kolbe, 2022). There is a current consumer interest in plant-based foods, that is, those that are produced in systems which do not rely on manure from farmed livestock. In stockless systems, perennial legumes are still required to provide N for following arable crops and are generally incorporated as short-term green manures. Much research has focused on the yield and maintenance of yield of human edible crops in organic farming (e.g., Willoughby *et al.*, 2022), far less has focused on how ley yields change over time since conversion to organic production. As both climate and weather becoming increasingly variable, the ability of a system to maintain yields over time becomes increasingly important.

In arable areas of Northern Europe where soil fertility is declining, producers and policy makers are increasingly interested in reintegration of crop and livestock through the introduction of short-term leys (Watson *et al.*, 2019). This creates further interest in addressing whether the yield of short-term grass/clover ley phases of the rotation is maintained over repeated crop cycles. In this paper we analyse the productivity of leguminous leys from a long-term experiment containing both stocked and stockless organic farming systems in Scotland over up to five complete rotations.

### Material and methods

Replicated rotational experiments comparing rotations with different ratios of ley to arable were established at Tulloch Organic Farm, Aberdeen (02°15'W, 57°11'N) in 1991. Each rotation is replicated twice at each site. The plots are 0.08 ha and thus large enough to allow for a core group of grazing animals allowing natural recycling of nutrients to pasture. This experiment is unique in having grazing animals rather than simulating grazing. The soil is a

sandy loam with approximately 8.3 % soil organic matter (loss on ignition) and pH 6. Long-term average (1992–2021) rainfall is 884 mm per year, and average daily temperature is 8.45°C. All courses of the rotation are present every year.

From 1991–2006, the experiment compared two rotations, the first with 3 years of grass/white clover ley and 3 years of arable cropping (T50) and the second with 4 years of grass/white clover ley and 2 years of arable crops (T67). These rotations are described in detail in Watson *et al.* (2011). In 2007, T67 was changed to a stockless or “plant based” rotation (T0), with a one-year grass/red clover green manure followed by 5 years of arable cropping. All arable crops except potatoes were undersown (u/s) with white clover. The stockless rotation is described further in Ball *et al.* (2014). The rotations are described in Table 1.

Table 1. Stocked and stockless rotations at Tulloch.

Year in rotation	Stocked rotations		Stockless rotation
	T50 (1991 to date) 5 complete cycles	T67 (1991–2006) 2 complete cycles	T0 (2007 to date) 2 complete cycles
1	Grass/white clover*	Grass/white clover	Grass/red clover**
2	Grass/white clover	Grass/white clover	Spring wheat
3	Grass/white clover	Grass/white clover	Potatoes
4	Spring cereal	Grass/white clover	Spring beans
5	Swedes	Spring oats	Spring barley
6	Spring oats (u/s)	Spring oats (u/s)	Spring oats

\*8.9 kg/ha Fornax PRG (perennial ryegrass) 28 %; 11.8 kg/ha Elgon PRG 37 %; 3.2 kg/ha Cooper PRG 10 %; 4 kg/ha Comtal Tim (timothy) 12.5 %; 3 kg/ha Alice WC (white clover) 9.5 %; 1 kg/ha Grasslands Demand WC 3 %. \*\*5 kg/ha Formax (PRG) (21.3 %); 10 kg/ha Elgon (PRG) (43.7 %) ;8 kg/ha Merviot (red clover) (35 %).

The annual manure applications were calculated based on 2.8 livestock units (LU)/ha before 1999 (Younie and Hermansen, 2000) and 1.7 LU/ha from 1999 onwards. The annual grassland management and N application in manure applied to the grass/white clover leys in T50 and T67 are outlined in Table 2. It has been assumed that the N content of the manure is 5.9 kg N/t fresh manure (Shepherd *et al.*, 2002).

Table 2. Grassland management and N application in manure in different years of grass/white clover leys at Tulloch.

Rotation	Year 1		Year 2		Year 3		Year 4	
	Managed	N kg ha <sup>-1</sup>	Managed	N kg ha <sup>-1</sup>	Managed	N kg ha <sup>-1</sup>	Managed	N kg ha <sup>-1</sup>
T50	Grazing	0	2 cuts silage	136* 95**	1 cut silage and aftermath grazing	86	Not applicable	
T67	Grazing	0	2 cuts silage	177* 136***	Grazing	0	1 cut silage and aftermath grazing	118* 89***

\*1991–1998, \*\* 1999 to date, \*\*\*1999–2006.

A second experiment (Old Rotation), located on the same soil association and within 3 km of Tulloch compared the impact of different fertiliser strategies on the yield of grass/white clover leys with a 6-course ley arable rotation (3 years grass/white clover, 3 years arable) from 1922–2020 (Cowie, 1945). The 1st year ley is cut for hay and was used in the analysis. The 2nd and 3rd year leys were cut and mulched to represent grazing. We include one treatment that received no mineral fertilisers (No\_fert) but 25 t/ha farmyard manure once every 6 years and

one treatment where the hay crop received an annual mineral fertiliser application of 80, 26 and 31 kg/ha N, phosphorus (P) and potassium (K) respectively (N\_SP\_K). The yields for the same period as the organic experiment are used here as a local conventional benchmark.

For grass-clover silage at Tulloch and the hay samples in the Old Rotation, a 5 m length mown section from each plot was weighed fresh using a calibrated spring balance. Five random grab samples from each cut were taken for dry matter (DM) yield. At Tulloch, soils were sampled annually in January, and a bulked sample (from 10 topsoil cores 0–15 cm) and extractable P and K measured in Modified Morgan's reagent (Lumsdon *et al.*, 2016). Soil organic matter was estimated through loss on ignition. Total DM yields for each plot were calculated and used for the analysis. Thus, the data from each replicate of the Tulloch trial is represented in the boxplots and has been presented per 6-year cycle. As the silage yields for the organic experiment were not reported for 1991, the cycles start from 1992.

## **Results and discussion**

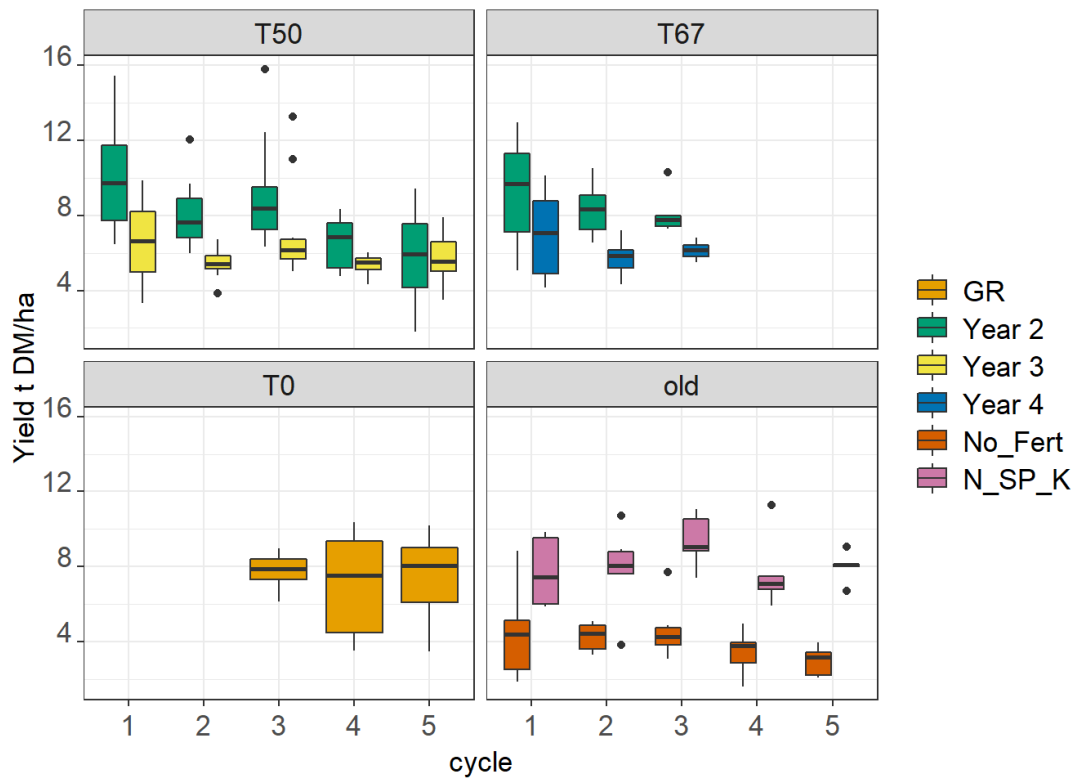
The median yields of organic grass/white clover year 2 in T50 and T67 tended to decline over time. Silage yields of the 4th and 5th cycles for T50 and hay in the Old Rotation for the treatment without annual fertiliser applications were lower than the median yields for cycles 1–3 (Figure 1a). Maximum yields for the organic grass/white clover leys were 15.8, 13.3 and 10.1 t DM/ha in swards aged 2, 3 and 4 years respectively. In the conventional Old Rotation, the maximum yields of hay were 11.3 and 8.8 t DM/ha in treatments with and without annual fertiliser applications. The maximum dry matter yield of grass/red clover was 10.4 t/ha and the median yields did not vary over time; however, this rotation has only been in place for three cycles. Notably, the soil P values have declined over time (Figure 1b) in all the organic rotations. This trend also applies to extractable K (data not shown). Maintaining soil P and K levels from acceptable sources is widely accepted as a challenge in systems reliant on biological N fixation (Reimer *et al.*, 2020). Soil organic matter has declined in the stockless (T0) system but there is no clear trend over 30 years in the stocked rotation (T50) (data not shown). This reflects the difficulties of maintaining soil organic matter in systems without grazing livestock or manure additions, as also noted by Krause *et al.* (2022) and is a major consideration for future production systems. Overall, the results suggest that yields of grass/clover leys can be maintained over time in livestock based organic systems provided due attention is paid to maintenance of soil nutrient levels.

## **Acknowledgments**

The long-term experiments receive support from the Scottish Government Strategic Research programme, currently under JHI-D3-1 Healthy Soils for a Green Recovery. Other support has come from SRUC, EU, BBSRC and Defra. We are grateful to staff past and present for maintenance of these trials.



a)



b)

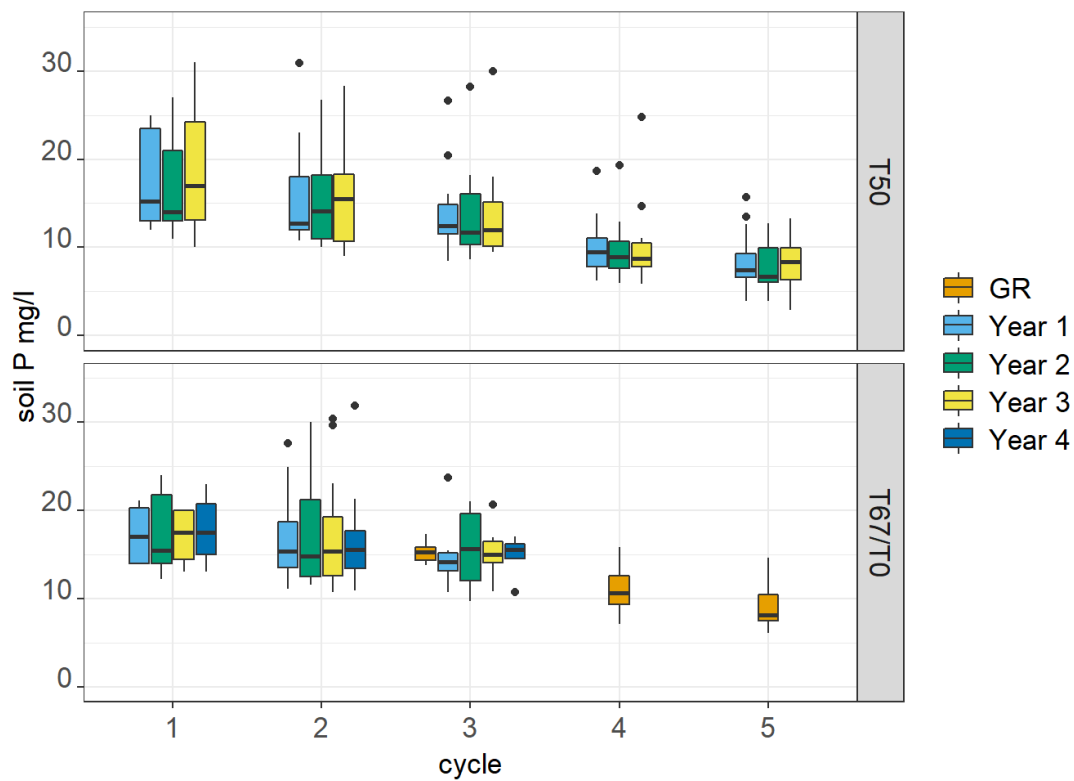


Figure 1a) Grass/white clover silage yields (t/ha) for Year 2, Year 3, and Year 4 in T50 and T67 rotations and the no fertiliser (No\_fert) and fully fertilised (N\_SP\_K) treatments in the conventional experiment (old). Grass/red clover yield (GR) in T0 rotation. b) Extractable soil P (mg/l) in the leys in the organic experiment. Box and whisker plots show median, min, max and interquartile range. Data is shown for up to five cycles of the experiments. The rotations T0, T50 and T67 are explained in Table 1.

## References

- Ball B.C., Griffiths B.S., Topp C.F.E., Wheatley R., Walker, R.L., Rees R.M., Watson C.A., Gordon H., Hallett P.D., McKenzie B.M. and Nevison I.M. (2014) Seasonal nitrous oxide emissions from field soils under reduced tillage, compost application or organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 189, 171–80.
- Cowie G.A. (1945) Study of the effects of fertilizers and rainfall on yields of crops grown in rotation. *The Journal of Agricultural Science* 35, 197–206.
- Kolbe H. (2022) Comparative analysis of soil fertility, productivity and sustainability of organic farming in Central Europe – Part 1: Effect of medium manifestations on conversion, fertilizer types and cropping systems. *Agronomy* 12, 2001.
- Krause H.M., Stehle B., Mayer J., Mayer M., Steffens M., Mäder P. and Fliessbach, A. (2022) Biological soil quality and soil organic carbon change in biodynamic, organic, and conventional farming systems after 42 years. *Agronomy for Sustainable Development* 42, 1–14.
- Lumsdon D.G., Shand C.A. Wendler R., Edwards A.C., Stutter M.I., Richards S. and Sinclair A.H. (2016) The relationship between water-soluble P and modified Morgan P: results based on data and chemical modelling. *Soil Use and Management* 32, 162–171.
- Reimer M., Hartmann T.E., Oelofse M., Magid J., Bünemann E.K. and Möller K. (2020) Reliance on biological nitrogen fixation depletes soil phosphorus and potassium reserves. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 118, 273–291.
- Shepherd M.A., Gibbs P. and Philipps L. (2002) Managing manures on organic farms. Booklet 4. ADAS, Mansfield.
- Watson C.A., Baddeley J.A., Edwards A.C., Rees R.M., Walker R.L. and Topp C.F.E. (2011) Influence of ley duration on the yield and quality of the subsequent cereal crop (spring oats) in an organically managed long-term crop rotation experiment. *Organic Agriculture* 1, 147–159.
- Watson C.A., Topp C.F. and Ryschawy J. (2019) Linking arable cropping and livestock production for efficient recycling of N and P. In: G. Lemaire, P. Carvalho, S. Kronberg and S. Recous. *Agroecosystem Diversity*. Academic Press, pp. 169–188.
- Willoughby C., Topp C.F., Hallett P.D., Stockdale E.A., Stoddard F.L., Walker R.L., Hilton A.J. and Watson C.A. (2022) New approach combining food value with nutrient budgeting provides insights into the value of alternative farming systems. *Food and Energy Security* 11, 427.
- Younie D. and Hermansen J. (2000) The role of grassland in organic farming. *Grassland Science in Europe* 5, 493–510.

## Klimatpåverkan och biologisk mångfald – en livscykelanalys av nöt- och lammköttproduktion

S. Ahlgren

*RISE Research Institutes of Sweden, Jordbruk & Livsmedel, Uppsala*

Korrespondens: serina.ahlgren@ri.se

### Sammanfattning

Syftet med denna studie har varit att beräkna påverkan på klimat och biologisk mångfald från olika svenska uppfödningssystem för nöt- och lammkött. Klimatpåverkan beräknades med gängse livscykelanalysmetodik, men för bedömning av biologisk mångfald har en ny poängskala utvecklats inom projektet. Resultaten visar att metan från fodermältning, metan och lustgas från lagring av stallgödsel, samt koldioxidutsläpp från mulljordar är de största källorna till klimatpåverkan i alla nöt- och lammuppfödningssystem. Vad gäller nötungdjuren, har mjölkkrastjur ett relativt litet klimatavtryck, jämfört med de andra uppfödningssystemmodellerna, men ett mycket mindre positivt bidrag till den biologiska mångfalden, vilket beror på att de inte betar. I de övriga uppfödningssystemmodellerna är det bete på natur- och kulturbetesmark som bidrar mest till positiva resultat för biologisk mångfald. Vad gäller lammen, medför vinterlammens höga slaktålder ett stort markbehov, vilket leder till stora klimatutsläpp men samtidigt högst poäng för biologisk mångfald.

### Introduktion

Kött från idisslare har en hög klimatpåverkan på grund av metanutsläpp från ämnesomsättningen. Idisslare bidrar dock också till inbindning av kol i marken i vall och bete, och kan bidra till att upprätthålla och förbättra den biologiska mångfalden, till exempel på naturbetesmarker.

I ett projekt finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning (projektnummer O-20-23-473) har miljöpåverkan beräknats för olika uppfödningssystem för nöt- och lammkött i produktionsområdena Götalands norra slättbygder, Götalands skogsbygder, Nedre Norrland samt Gotland. Inom nötköttproduktion har mjölkkrastjur, mjölkkrasstut, köttkrastjur, köttkrasstut och köttkrasstuderats. För lammkött har modeller med vårlamm, höstlamm och vinterlamm undersökts (uppkallade efter tidpunkten för slakt). En mer omfattande beskrivning av uppfödningssystemmodellerna och antaganden finns i Ahlgren *et al.* (2022).

### Material och metoder

För att beräkna klimatpåverkan har vi använt livscykelanalys (LCA), som är en metod för att kvantifiera miljöpåverkan av en tjänst eller produkt genom dess livscykel. För båda djurslagen har tillägg av föräldradjurens klimatpåverkan tagits med i beräkningarna. Ekonomisk allokering har använts, vilket är en metod för att fördela klimatpåverkan mellan olika produkter, t.ex. mellan kött och slaktbiprodukter baserat på dess ekonomiska värde. Det innebär att slaktbiprodukter får bära en viss del av klimatpåverkan från uppfödningen av djuret.

Uppfödningssystemmodellerna definierades (foderstater, bete, slaktålder, slaktvikt etc.) genom en interaktiv process mellan projektdeltagare och olika experter inom aktuella områden, med understöd av statistik och riktade intervjuer. Det har alltså inte skett någon datainsamling på specifika gårdar, utan det är typiska/representativa system som har modellerats.

Inbindning av kol i mineraljordar (baserat på Henrysson *et al.*, 2022) och utsläpp från mulljordar (baserat på Lindgren och Lundblad, 2014) har ingått i beräkningarna. Dessa faktorer har ofta inte inkluderats i tidigare livscykelanalysstudier, men enligt nya riktlinjer ska de räknas med (en genomgång av olika LCA-standarder finns i Ahlgren *et al.*, 2022).

För biologisk mångfald har ett nytt ramverk för bedömning och kvantifiering utvecklats, baserat på tidigare arbete av Kvarnäck och Emanuelsson (2001). En expertgrupp inom projektet har tagit fram en poängskala (tabell 1) baserat på datasammanställningar från bl.a. Jordbruksverket samt länsstyrelsernas regionala miljöövervakning inom projektet REMIIL (Lundin *et al.*, 2016). De mest mångfaldsrika naturbetesmarkerna kan få 10 000 poäng per hektar, medan en asfalterad yta får 0 poäng. Tillägg görs även för ekologisk odling och för fältstorlek, där mindre fält antas ha ett större biologiskt värde; i landskap med mindre fält finns oftast fler blommande fältkanter, häckar, gräsremсор och bryn, jämfört med stora fält.

Tabell 1. Poäng för bedömning av biologisk mångfald som utvecklats i projektet.

	Bidrag till biologisk mångfald (poäng/ha)
Naturbetesmark (betesmark med särskilda värden) <sup>a</sup>	8 000
Kulturbetesmark (betesmark med allmänna värden)	4 000
Slåttervall med baljväxter, sen skörd (efter midsommar)	3 000
Betesvall på åker, gräsvall	2 000
Betesvall gräs + baljväxter	2 500
Slåttervall med baljväxter, tidig skörd	2 000
Baljväxter, åkerböna	2 000
Baljväxter, ärter	1 500
Oljeväxter (raps)	2 000
Spannmål (korn, havre, vete, helsädesensilage)	1 000
Majs	1 000
Socketbeta	1 000

<sup>a</sup>De finaste naturbetesmarkerna kan få maximalt 10 000 poäng per hektar. För Götalands skogsbygder har ett medeltal för olika värdefulla naturbeten beräknats till 8 000 poäng per hektar.

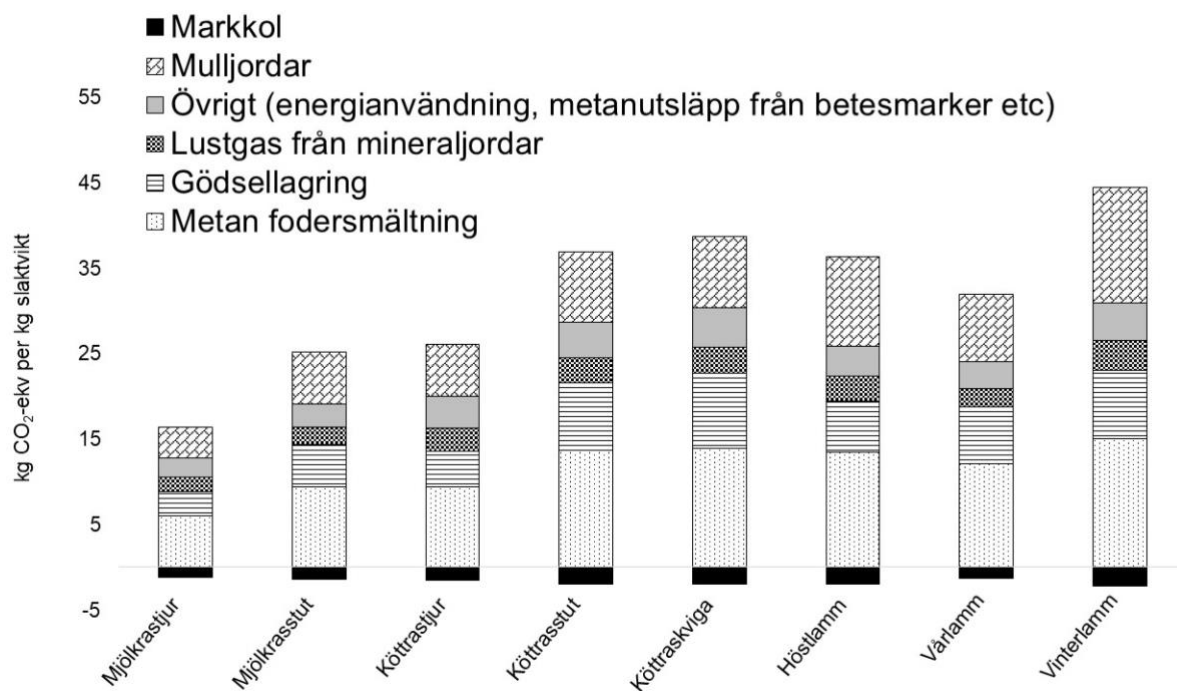
## Resultat och diskussion

Resultat för klimatpåverkan visas i figur 1. Vi presenterar här resultaten för Götalands skogsbygder, där en stor andel av djuren befinner sig (ca 67 % av nötdjuret och 64 % av alla får i Sverige).

Vi kan se att metan från fodermältning, lagring av stallgödsel och utsläpp från mulljordar är de största källorna till klimatpåverkan i alla system. Mjölkrastjur har ett litet klimatavtryck jämfört med de andra uppfödningssystemen.

Som nämntes i introduktionen, beräknades även resultat för fler produktionsområden i Sverige. Skillnaderna mellan områdena visade sig dock inte vara särskilt stora, utom för uppfödning av höstlamm på Gotland som får ett mindre klimatavtryck då skinnen antas ha ett ekonomiskt värde och alltså kan bära en del av klimatutsläppen.

Resultaten för klimatpåverkan ligger i samma storleksordning som tidigare LCA-studier, om man bortser från inbindning av kol i mineraljordar och utsläpp av växthusgaser från mulljordar. Riktlinjerna för livscykelanalys anger nu att dessa utsläpp ska inkluderas, men implementeringen är långsam. Det är viktigt att ha detta i åtanke när man jämför olika livsmedels klimatavtryck, särskilt de som är gjorda enligt äldre beräkningar.

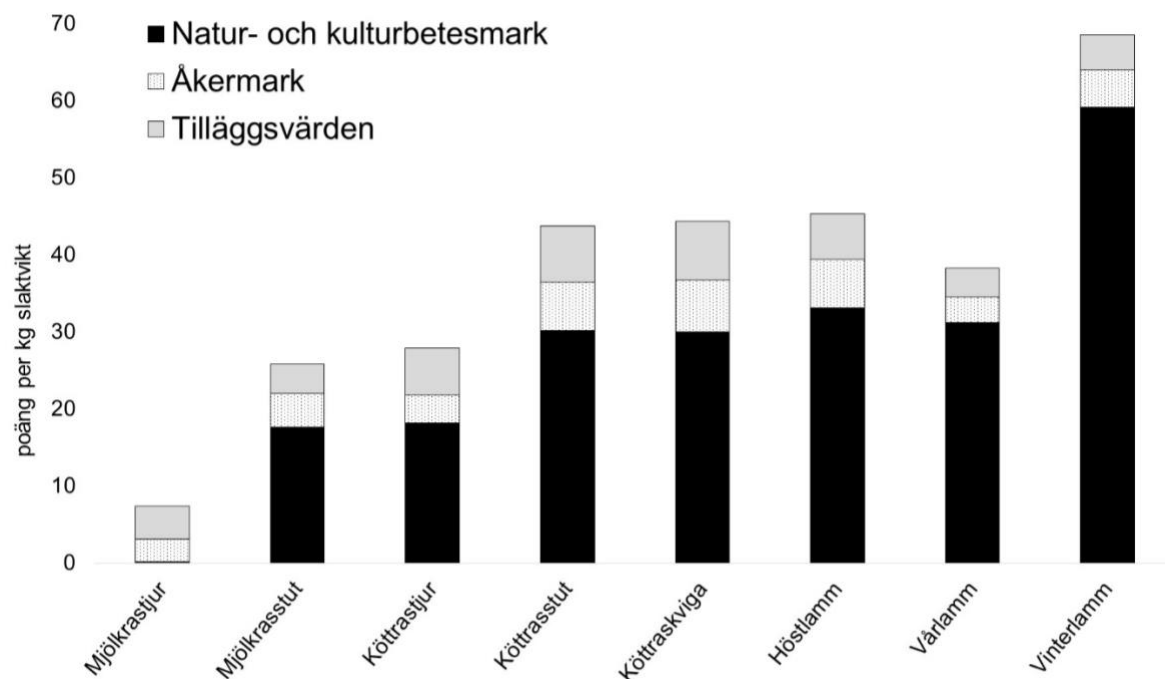


Figur 1. Resultat för klimatpåverkan uttryckt som koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>-ekv) för de studerade uppfödningssystemmodellerna i Götalands skogsbygder. Negativa värden betyder att kol binds in från atmosfären, dvs. har en kylande effekt på klimatet.

Resultat för bidrag till den biologiska mångfalden visas i figur 2. Mjölkrästjur har ett mycket mindre positivt bidrag till den biologiska mångfalden, vilket beror på att vi antagit att den inte alls betar. I de övriga uppfödningssystemmodellerna är det bete på natur- och kulturbetesmark som bidrar mest till positiva resultat för biologisk mångfald. Vad gäller lammen medför vinterlammens höga slaktålder ett stort markbehov, vilket leder till högst poäng för biologisk mångfald.

Vår metod för biologisk mångfald utgår från att all markanvändning bidrar positivt till biologisk mångfald jämfört med en referensyta med liten biologisk mångfald (motsvarande en hårdgjord eller asfalterad yta). Detta görs p.g.a. att vi ville återspegla och värdera naturbetesmarkernas avgörande bidrag till bevarandet av biologisk mångfald då dessa marker har minskat kraftigt under de senaste decennierna. Nackdelen med att använda en omvänd skala är att det är svårt att jämföra våra resultat med andra LCA-studier. Utfallet blir också att ju mer mark du använder, desto bättre blir det för den biologiska mångfalden. Detta kan vara sant för naturbetesmarkerna; ju mer mark som hävdas desto bättre. För spannmålsodling är det dock inte lika självklart att uppfödningssystem som upptar större arealer är fördelaktiga för den biologiska mångfalden. Det metoden säger är att det är fördelaktigt jämfört med asfalt. Att sätta en rimlig referenssituation är med andra ord en mycket svår uppgift.

Vår metod för biologisk mångfald har också ett antal andra antaganden och tillkortakommanden. Framtida utvecklingsmöjligheter kan vara att inkludera fler parametrar som påverkar den biologiska mångfalden, exempelvis växtföljd. Vidare betar nötkreatur och lamm på väldigt olika sätt vilket påverkar förekomsten av djur och växter i betesmarken. Sambanden mellan typ av betesdjur, marktyp och tidpunkt för betessläpp skulle bättre behöva redas ut och reflekteras över. Slutligen, fler fallstudier där modellberäkningar jämförs med verkliga gårdar vore i framtida projekt önskvärt för att ytterligare verifiera modellen och poängskalan.



Figur 2. Resultat för biologisk mångfald för de studerade uppfödningmodellerna i Götalands skogsbygder. Högre poäng innebär ett större bidrag till den biologiska mångfalden.

### Medverkande

Projektet har haft en stor arbetsgrupp, några viktiga bidrag nämns nedan:

Definition av uppfödning modeller nöt- och lammkött: Anna Hessle (SLU), Annelie Carlsson (SLU), Anett Seeman (Gård & Djurhälsan), Theo den Braver (Gård & Djurhälsan)

Klimatberäkningar: Stefan Wirsenius (Chalmers)

Växtodlingsberäkningar: Danira Behaderovic (RISE)

Utveckling av ramverk för bedömning av biologisk mångfald: Per Toräng (SLU), Olle Kvarnbäck (Naturvisaren), Anna Hessle (SLU), Serina Ahlgren (RISE)

Projektledning: Serina Ahlgren (RISE)

### Referenser

Ahlgren S., Behaderovic D., Wirsenius S., Carlsson A., Hessle A., Toräng P., Seeman A., den Braver T. och Kvarnbäck O. (2022) Miljöpåverkan av svensk nöt- och lammköttproduktion. *RISE Rapport* 143.

Henryson K., Meurer K.H., Bolinder M.A., Kätterer T. och Tidåker P. (2022) Higher carbon sequestration on Swedish dairy farms compared with other farm types as revealed by national soil inventories. *Carbon Management* 13(1), 266–278.

Kvarnbäck O. och Emanuelsson U. (2001) Miljönyckeltal: Biologisk mångfald på gårdsnivå. Sveriges lantbruksuniversitet. Fakta Jordbruk 5.

Lindgren A. och Lundblad M. (2014) Towards new reporting of drained organic soils under the UNFCCC assessment of emission factors and areas in Sweden. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för mark och miljö. *Rapport* 14.

Lundin A., Kindström M. och Glimskär A. (2016) Metodik för regional miljöövervakning av gräsmarker och våtmarker 2015–2020. Länsstyrelsen i Örebro län. Publikationsnummer 21.

## Verktyg för att räkna på gödsling till slåttervall

P. Kvarmo

Statens Jordbruksverk, Linköping

Korrespondens: pernila.kvarmo@jordbruksverket.se

### Sammanfattning

Kvävegödsla vällen utifrån platsgivna förhållanden och insatsmedlens egenskaper. Vi har beräknat scenarier för rekommenderad kvävegiva under olika förutsättningar. Om både kvävepriset och vallpriset stiger förändras inte rekommenderad kvävegiva. Om kvävepriset stiger men vallpriset är oförändrat lönar det sig att minska gödslingen jämfört med rekommendationerna. Våra beräkningar utgår från optimal kvävegiva baserad på vallens och kvävetets kostnad. Börja gödslingsplaneringen med stallgödseln och se till att förlusterna av näring och markpackning blir så små som möjligt.

### Introduktion

I det turbulenta läge som råder med höga energipriser och dyra kvävegödselmedel är det viktigt att använda de befintliga resurserna effektivt. Vi har beräknat olika scenarier över vad som händer med rekommenderad kvävegiva om vallkostnaden eller kvävekostnaden ökar eller minskar (Andersson *et al.*, 2022). Vi har också använt vårt verktyg ”Gödselkalkylen” för att visa hur du kan få så stor nytta av stallgödseln som möjligt när kostnaderna för insatsvarorna ökar (Jordbruksverket, 2022).

### Bakgrund till rekommenderade kvävegivor till slåttervall

När du gödslar vall bör du utgå från kostnader för vall och näring, förväntad avkastning, antal skördar, baljväxthalt i vällen, hur mycket kväve marken levererar och vilka djurslag som ska äta vallfodret. Vi har använt ett kvävepris på 9,71 kr/kg vilket är samma som vi använder i skriften ”Rekommendationer för gödsling och kalkning 2023” (Andersson *et al.*, 2022). Priset grundar sig på ett femårsmedelvärde för kvävepriset i juli inför odlingsäsongerna 2017–2021.

Kostnaden för vall har vi uppskattat till 0,80 kr/kg torrsubstans (ts) på rot eftersom det inte finns någon reguljär marknad för vall samt att kostnaderna för skörd och lagring varierar kraftigt. Kostnaden är uppskattad till att motsvara halva spannmålspriset för foderveve och foderkorn, som ett femårsmedelvärde (2017–2021).

Med gräsvall avser vi både vallar med arter som ängssvingel och timotej, och nyare arter som rörsvingelhybrider. Riktgivorna för slåttervall för två, tre eller fyra skördar visas i tabell 1.

Tabell 1. Riktgivor för kvävegödsling i kg N/ha till slåttervall vid två, tre eller fyra skördar per år. Givorna är beräknade utifrån 9,71 kr/kg kväve och 0,80 kr/kg ts för vall på rot. Skördenivån avser bärgad skörd efter 15 % fältförluster och klöverandelen anges för växande vall.

Gröda	Bärgad skörd (ton ts/ha)						
	6	7	8	9	10	11	12
<b>Två skördar</b>							
Gräsvall	130	150	170	190			
Blandvall, 10 % klöver	115	135	155	170			
Blandvall, 20 % klöver	90	105	120	135			
Blandvall, 40 % klöver	40	45	50	55			
<b>Tre skördar</b>							
Gräsvall		170	190	210	230	250	
Blandvall, 10 % klöver		150	170	185	205	225	
Blandvall, 20 % klöver		125	140	155	170	185	
Blandvall, 40 % klöver		75	85	95	105	110	
<b>Fyra skördar</b>							
Gräsvall		220	240	260	280	300	320
Blandvall, 10 % klöver		195	215	230	250	270	285
Blandvall, 20 % klöver		165	180	195	210	225	240
Blandvall, 40 % klöver		100	110	115	125	135	145

I exemplen nedan redovisar vi resultat från fem olika scenarier med förändrade kostnader för kväve och vall. Optimal kvävegiva och beräknad nettoavkastning vid optimum redovisas först för gräsvall med traditionella arter och sedan med rörsvingelhybrider, båda med tre skördar.

**Exempel 1.** Om kvävepriset ökar till 20 kr/kg och vallkostnaden är 0,80 kr/kg ts (samma som i tabell 1), minskar optimal kvävegiva till 160–180 kg/ha och nettoavkastning vid optimum beräknas till 8 900–10 300 kg ts/ha. Det betyder att rekommenderad kvävegiva till gräsvall med en avkastning på 9 000 kg ts/ha minskar med ca 50 kg kväve/ha vid tre skördar.

**Exempel 2.** Om kvävepriset ökar till 20 kr/kg och vallkostnaden till ca 1,50 kr/kg ts, blir de rekommenderade givorna samma som i tabell 1 för gräsvall vid tre skördar.

**Exempel 3.** Om kvävepriset ökar till 30 kr/kg och vallkostnaden till 1,50 kr/kg ts minskar optimal kvävegiva till 190–210 kg/ha och beräknad nettoavkastning vid optimum till 9 500–10 900 kg ts/ha. Det betyder att rekommendationerna minskar med ca 30 kg kväve/ha till gräsvall vid tre skördar.

**Exempel 4.** Om kvävepriset ökar till 30 kr/kg och vallkostnaden till 2,00 kr/kg ts blir rekommenderad giva samma som i tabell 1.

**Exempel 5.** Om kvävepriset ökar till 40 kr/kg och vallkostnaden till 1,50 kr/kg ts minskar optimal kvävegiva till 150–170 kg/ha och beräknad nettoavkastning vid optimum till 8 700–10 100 kg ts/ha. Det betyder att rekommendationerna till gräsvall vid tre skördar minskar med ca 55 kg kväve/ha.

När gödslingen förändras påverkas även foderkvaliteten då artsammansättning, proteinhalt m.m. påverkas av kvävegödsling.



## Planera först in stallgödseln i din gödslingsstrategi

När du planerar gödslingen börja med en strategi för stallgödseln och fyll sedan på med mineralgödsel. När du sprider stallgödsel är det viktigt att se till att förlusterna av näring blir så små som möjligt och att du undviker markpackning. Den ekonomiska betydelsen av dessa två faktorer och det ekonomiska värdet före och efter spridning av organisk gödsel kan du beräkna i Gödselkalkylen (Jordbruksverket, 2022). För att jämföra det ekonomiska värdet efter spridning vid olika alternativ kan du välja stallgödsel från flera djurslag, fasta eller flytande biprodukter, en eller flera grödor, spridare, tidpunkter för spridning och nedbruknings-tider. Du får också ett värde på kväveeffektiviteten, kostnad för markpackning och ett miljö-index, beroende på de kombinationer du väljer.

## Sprid flytgödseln med matarslang för att minska markpackningen

Om du sprider med matarslang i vårbruket, istället för med traktor och gödselspridare med två axlar i vårbruket, kan du förbättra lönsamheten för att sprida flytgödsel från mjölkkor i vall. Skillnaden är drygt 8 kr/ton flytgödsel vilket betyder 170 kr/ha om du sprider 20 ton gödsel/ha (tabell 2). Den största skillnaden är att kostnaden för markpackningen minskar när man sprider med matarslang, särskilt under fuktiga förhållanden i jorden. Jordarten och antal axlar på spridaren har också stor betydelse för markpackningen.

Myllarens arbetsbredd är hälften så stor som bredden med matarslang eller tankvagn, men lassvikten är lika stor och dessutom med två axlar. Det förklarar det lägre ekonomiska värdet efter spridning då markpackningskostnaden blir större.

Tabell 2. Räkneexempel från Gödselkalkylen över spridning av flytgödsel från mjölkkor till vall i vårbruk. Spridningen sker med myllare, traktor och tankvagn med släpslangar eller matarslang med släpslangar (Jordbruksverket 2022).

	Kväve- effektivitet %	Kostnad för markpackning kr/ton	Gödselns värde efter spridning kr/ton	Skillnad mot bästa alternativ kr/ha
Matarslang släpslang	70	7,90	63,50	
Tankvagn släpslang	70	20,30	55,10	-170
Tankvagn myllare	70	40,60	27,80	-710

Förutsättningar i beräkningarna i tabell 2 och 3: I beräkningen är kvävet värderat till 30 kr/kg, fosfor 20 kr/kg och kalium 7,70 kr/kg. Vallen avkastar 7 000 kg ts/ha och den är värderad till 1,50 kr/kg ts för vall på rot. Gödselns värde före spridning är 119 kr/ton. Spridningen sker på mellanlera. Tankvagn med bandspridning (släpslang, band) har två axlar, 12 m arbetsbredd, lassvikt 18 ton och spridningskostnad 23 kr/ton. Tankvagn med myllare har två axlar, 6 m arbetsbredd, lassvikt 18 ton och spridningskostnad 30 kr/ton. Matarslang med band har 12 m arbetsbredd, lassvikt 7 ton (egentligen traktorns vikt) och spridningskostnad 27 kr/ton.

Vid spridning under försommar och sommar blir oftast kväveeffektiviteten som lägst. Lönsamheten ökar då om du sprider med myllningsaggregat, trots att arbetsbredden ofta är mindre jämfört med tankvagn. Genom att sprida med myllningsaggregat i växande vall ökar lönsamheten med 170 kr/ha jämfört med om man sprider med tankvagn med släpslangspridare (tabell 3).

Tabell 3. Räkneexempel från Gödselkalkylen över spridning av flytgödsel från mjölkkor till vall försommar eller sommar. Spridningen sker med myllare, traktor och tankvagn med släpslangar eller matarslang med släpslangar. Förutsättningar framgår i noten till tabell 2.

	Kväve- effektivitet %	Kostnad för markpackning kr/ton	Värde efter spridning kr/ton	Skillnad mot bästa alternativ kr/ha
Tankvagn myllare	60	10,20	55,10	
Tankvagn släpslang	30	5,10	46,70	-170
Matarslang släpslang	30	2,00	45,90	-180

### Resultat och diskussion

Om både kvävepriset och vallpriset ökar i motsvarande grad förändras inte rekommenderad kvävegiva. I beräkningarna har vi inte tagit hänsyn till annat än kvävet och vallens kostnad vilket är en svaghet. Om gödningen förändras påverkas även vallens näringsvärde och det behöver man ta med i övervägandena när man planerar.

Svavel behövs också till vall, beroende på jordart och förhållanden. Detta är inte heller med i beräkningarna eftersom de bara rör kväve. Vid en förändrad marknad för mineralgödsel är detta extra viktigt att ha i åtanke eftersom vissa kvävegödselmedel inte innehåller något svavel.

När du planerar gödningen av vallen bör du börja med att ta hänsyn till stallgödseln. Försök se till att förluster av näring och markpackning blir så små som möjligt genom att göra beräkningar i Gödselkalkylen. Det är mest lönsamt att sprida flytgödsel till vall i samband med vårbruket med matarslang eftersom markpackningen är minst med denna metod. Under försommar eller sommar har spridning med myllningsaggregat högst lönsamhet eftersom en betydligt större andel av kvävet kan tas upp av vallen då förlusterna är mindre.

I Gödselkalkylen går många parametrar att ändra. Om exempelvis maskinkostnaderna har blivit större påverkas också skillnaderna mellan de olika alternativen i tabell 2 och 3.

### Referenser

Andersson E., Frostgård G., Hjelm E., Kvarmo P., Listh U. och Malgeryd J. (2022) Rekommendationer för gödning och kalkning 2023. Jordbruksverket, Jordbruksinformation JO22:15. 128 s.

Arvidsson J. (2008) Jordpackning vid stallgödselspridning – en beräkningsmodell till stallgödselprogrammet STANK, Sveriges lantbruksuniversitet.

<https://adm.greppa.nu/download/18.65a4f8231844bfa9cb1c7fde/1667918354001/Jordpackning%20vid%20stallg%C3%B6dselspridning%20-%20en%20ber%C3%A4kningsmodell.pdf>

Jordbruksverket (2022) Gödselkalkylen. Greppa Näringen. <https://greppa.nu/vara-tjanster/rakna-sjalv/godselkalkylen> [2023-01-09]

## Vallgrödor som foderproteinkälla

S.J. Krizsan<sup>1</sup>, A. Guinguina<sup>1</sup> och M. Vaga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

<sup>2</sup>Estonian University of Life Sciences, Institute of Veterinary Medicine and Animal Sciences, Tartu, Estland

Korrespondens: sophie.krizsan@slu.se

## Sammanfattning

Proteinhalten i vallfoder varierar med gödslingsnivå, mineralisering från jord, artsammansättning och mognad vid skörd. Att utfodra proteintillskott är fördelaktigt då det ger en positiv effekt på mjölkavkastningen. Rapsmjöl kan ge större mjölkavkastning än sojamjöl, men utbudet är inte tillräckligt för att möta efterfrågan från mjölkproduktionen. Rödklöver i vallen är ett hållbart alternativ för att minska behovet av proteintillskott i foderstaten till mjölkkor. Effektiviteten av nedbrutet kväve i vommen är hög med rödklöver p.g.a. polyfenoloxidas (enzymssystem) som främjar komplexbildning av växtproteinet i rödklöver. Det finns teorier om att en obalans i absorptionen av aminosyror i tunntarmen kan begränsa omvandlingen av kväve i rödklöver till mjölkprotein hos kor som utfodrats med rödklöverensilage. Det bör dock vara möjligt att välja ut och förädla rödklöversorter där nivån av polyfenoloxidas optimerar både nedbrytbarheten i vommen och smältbarheten i tunntarmen så att tillgången på aminosyror för mjölksyntes maximeras. Att dessutom arbeta långsiktigt och undersöka förutsättningarna för en aktiv selektion mot kor med större förmåga att omvandla proteinet i foder skulle kunna öka kväveeffektiviteten ytterligare i en framtida hållbar mjölkproduktion.

## Introduktion

Eftersom proteinfoder länge kännetecknats av att vara den dyraste komponenten i mjölk Kors foderstat och dessutom oftast ger ett lågt utbyte i form av protein i mjölken har forskningen haft intresse av att försöka hitta andra alternativ. Protein i mjölk Kors foderstater kan förenklat delas in i protein från spannmål och grovfoder, där majoriteten kommer från grovfodret och kompletterande proteinfodermedel.

Mycket forskning har fokuserat på att ersätta sojamjöl som kompletterande proteinfodermedel, och på huruvida rapsmjöl är ett fullgott alternativ till sojamjöl. Vi vet från ett flertal vetenskapliga studier (6 studier och 17 jämförelser sammanställda av Huhtanen *et al.*, 2019) att rapsmjöl fungerar lika bra som sojamjöl, eller till och med lite bättre, när det används till mjölkkor som utfodras med en stor andel gräsensilage. Forskningen visar att rapsmjöl jämfört med sojamjöl ökar avkastningen och ger mer mjölkprotein när man räknar per kilogram tillfört protein (Gidlund *et al.*, 2015). År 2019 användes totalt 522 404 ton agroindustriella biprodukter i kommersiellt foder för lantbruksdjur i Sverige. Rapsmjöl till idisslare utgjorde 61 % av detta, varav 23 % av den totala mängden biprodukter var importerat rapsmjöl. I jämförelse utgjorde sojamjöl som importerats av foderföretag 75 % av den totala mängden sojamjöl som användes i Sverige (Jordbruksverket, 2019). Vi använder fortfarande en stor andel sojamjöl i mjölkproduktionen i Sverige (framförallt i ekologisk mjölkproduktion) och i strävan mot en ökad självförsörjandegrad inom landet verkar tillgången på svensk raps/rybs vara begränsande.

Priserna på proteintillskott är redan höga i ekologisk mjölkproduktion och förutspås öka i framtiden även i konventionell produktion. Höga priser på proteinfoder har gjort att det är intressant att titta på möjligheten att producera eget protein på gården. Relativt vanligt är tillskottsprotein från grödor med hög proteinhalt, såsom ärter och åkerböna. I jämförelse med

rapsmjöl i produktionsförsök med mjölkkor har dock mjölkavkastningen varit mindre från kor som utfodrats med ärter och åkerböna (Gidlund *et al.*, 2018). Vall är den mest odlade grödan i Sverige och därmed kanske också den viktigaste framtida proteinresursen till mjölkkor, som ensilage och även i form av bete.

### Mer protein från vallfodret

Kväveeffektiviteten mätt som gram mjölkprotein relaterat till kilogram konsumerat råprotein är generellt låg i mjölkproduktionen. Vanligtvis ligger den kring 25 %, men kan variera mellan 14 och 45 % (Huhtanen och Hristov, 2009). Utsöndring av ett överskott av protein sker huvudsakligen via urinen och har visat sig bidra till ökade kväveutsläpp till miljön ju mer protein som utfodras. För en framtida hållbar svensk mjölkproduktion skulle det därför vara av intresse att minska mängden protein som utfodras till våra mjölkkor. En minskad proteingiva kan dock innebära mindre mjölkproduktion, speciellt om vommikrobernas proteinbehov inte blir tillgodosett. I vissa situationer där en mindre foderkostnad blir större än förlusten av mjölkinkomst kan det vara lönsamt att utesluta proteinfodermedel i foderstaten. Vallfodrets roll blir då än viktigare.

Att utfodra mer protein från grovfoder eller öka grovfodrets proteinvärde kan göras på flera olika sätt. I en gräsvall kan koncentrationen av protein höjas genom att öka mängden kvävegödsling. Shingfield *et al.* (2001) visade att det inte var någon skillnad i mjölkproduktion (mjölkavkastning och mjölkprotein) mellan kor som åt ensilage från vall som var gödslad med antingen 52 eller 104 kg N/ha och där foderstaten kompletterades med rapsmjöl. Vid ökad kvävegödsling förlorades det extra proteinet redan i vommen i form av ammoniak.

Ett annat alternativ för gräsdominerad vall är att öka koncentrationen av protein i vallfodret genom att skörda tidigt. Det är väl etablerat att ett tidigt skördat energirikt ensilage ökar konsumtionen och gör att mer mikrobiellt protein bildas hos högproducerande mjölkkor. Täta skördar i flerskordesystem ger möjlighet till mer vallfoder med högt energi- och proteinvärde till mjölkkor (Gunnarsson *et al.*, 2014). Tidiga skördar, kortare skördeintervall till andra skörden och en efterföljande tredje skörd visade sig vara ett konkurrenskraftigt och ekonomiskt alternativ i mjölkproduktionen i norra Sverige (Pang *et al.*, 2021). Tredje skörden kan variera mest i avkastning, men har i gengäld det bredaste skördefönstret och kan ges bättre förutsättningar genom en tidigare andra skörd (Hyrkäs *et al.*, 2016).

Ensilagekvaliteten kan också påverka vallfodrets proteinvärde. Genom att begränsa jäsning i silon med syrabaserat tillsatsmedel bildas mindre mjölksyra. Ensilaget förutsätts fortfarande vara väl konserverat och med mindre lösligt protein som ammoniumkväve finns det generellt sett mer lättlösliga kolhydrater kvar till vommikrobernas tillväxt och därmed bättre utnyttjande av vallens protein. Mer jäsning, men även en dålig jäsning av vallensilaget försämrar proteinvärdet till mjölkproduktion genom att det totalt sett blir mindre protein (foderprotein + mikrobiellt protein) som når tunntarmen (Jaakkola *et al.*, 2006).

Mer klöver i vallfodret har gett lite olika resultat i olika studier. Vi vet att rödklöver upp till en viss nivå stimulerar konsumtionen, har en lägre nedbrytbarhet i vommen än protein i gräs och bidrar till en mer effektiv mikrobiell proteinsyntes hos mjölkkor (Vanhatalo *et al.*, 2006; Vanhatalo *et al.*, 2009; Halmemies *et al.*, 2014). Trots detta har inte mjölkavkastningen alltid konsekvent ökat med mer klöver i vallen. Det kan bl.a. bero på en lägre smältbarhet av rödklöverprotein i tunntarmen hos korna (Vanhatalo *et al.*, 2009; Halmemies *et al.*, 2014). Rödklöver i vallen är ändå positivt och ett relevant alternativ för ökad hållbarhet i mjölkproduktionen eftersom det minskar behovet av kvävegödsling av vallen. I praktiken omtalas också

nyttan av mer baljväxtrika vallar eller även s.k. rena proteinvallar i både mjölk- och nötköttsproduktionen. Det finns exempel på samodling av olika gräsarter med lusern, rödklöver och vitklöver för att sprida riskerna med hänsyn till baljväxternas avkastning och också för att spara in på kvävegödsling på delar av gårdens vallareal (LRF, 2013).

### Förbättra proteinutnyttjandet i rödklöver

Rödklöver är ett hållbart alternativ som skulle kunna vidareutvecklas för att minska behovet av tillskottsprotein i foderstaten till mjölkkor. Rödklövern är unik eftersom det är den enda vallbaljväxt som har både hög polyfenoloxidas-aktivitet och hög koncentration av fenoliska substrat (Lee, 2014). Polyfenoloxidas i rödklöver är användbart för att minska nedbrytbarheten av protein i vommen, men det kan också begränsa smältbarheten i tarmen av protein genom att producera svårsmälta fenol-protein-föreningar. Vanhatalo *et al.* (2009) och Halmemies *et al.* (2014) föreslog att den här processen kan verka selektivt på olika aminosyror. Ett obalanserat upptag av aminosyror i tunntarmen kan begränsa omvandlingen av foderprotein till mjölkprotein hos kor som utfodrats med rödklöver med resultat att det blir en potentiell brist på de begränsande aminosyrorna metionin och cystein. Det har föreslagits att svavelinnehållande aminosyror är polyfenoloxidas-inducerade fenolsubstratbindningspunkter och därmed blir begränsande (Lee, 2014). Om man förstår begränsningarna med rödklöver kan det vara möjligt att välja ut och förädla sorter med optimal nivå av polyfenoloxidas som optimerar både nedbrytbarheten i vommen och smältbarheten i tunntarmen för att maximera tillgången på aminosyror för mjölksyntes.

### Bättre utnyttjande av foderprotein hos en del kor än andra?

Att långsiktigt förbättra mjölkornas fodereffektivitet genom att realisera det som en mätegenskap i avelsprogram innebär en selektion mot kor som har stor förmåga att omvandla foder till mjölk. Liu och VandeHaar (2020) påpekade att vissa kor har mindre krav på protein eftersom de producerar mindre mjölk, även när de utfodras med bra foder, medan andra (och mer önskvärda) kor klarar av att upprätthålla en stor produktion trots att de utfodras med mindre protein. Kor som kan tolerera foder med lägre proteinhalt och fortfarande bibehålla produktionen av protein i mjölken kännetecknas som ”having low dietary protein resilience (LPR)”. För att en egenskap ska inkluderas i genetiskt urval, måste ett djurs rangordning för egenskapen vara repeterbar över tid, för olika foderstater (litet eller stort innehåll av protein) och mellan olika produktionssystem. För att veta om det är möjligt att selektera mjölkkor med avseende på LPR och långsiktigt förbättra utnyttjandet av foderprotein behövs först och främst en kartläggning av egenskapens variation mellan kor.

### Referenser

- Gidlund H., Hetta M., Krizsan S.J., Lemosquet S. och Huhtanen P. (2015) Effects of soybean meal or canola meal on milk production and methane emissions in lactating dairy cows fed grass silage-based diets. *Journal of Dairy Science* 98, 8093–8106.
- Gidlund H., Gustavsson A.-M., Huhtanen P., Krizsan S., Olsson E., Parsons D. och Wallsten J. (2018) Lönsam produktion och användning av proteinfoder till mjölkkor i norra Sverige. Slutrapport Regional jordbruksforskning för norra Sverige.
- Gunnarsson C., Nilsson-Linde N. och Spörndly R. (2014) Två, tre eller fyra skördar av vallfoder per år – kostnader och fodervärde till kor. *JTI-rapport, Lantbruk & Industri* 419.

- Halmemies-Beauchet-Filleau A., Vanhatalo A., Toivonen V., Heikkilä T., Lee M.R.F. och Shingfield K.J. (2014) Effect of replacing grass silage with red clover silage in nutrient digestion, nitrogen metabolism, and milk fat composition in lactating cows fed diets containing a 60:40 forage-to-concentrate ratio. *Journal of Dairy Science* 97, 3761–3776.
- Huhtanen P. och Hristov A.N. (2009) A meta-analysis of the effects of protein concentration and degradability on milk protein yield and milk N efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92, 3222–3232.
- Huhtanen P. Krizsan S.J. och Ramin M. (2019) Proteinutfodring till mjölkkor. *NYTT från Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap* 4.
- Hyrkäs M., Sairanen A., Virkajärvi P., Toivakka M. och Suomela R. (2016) The development of yield and digestibility of the third cut of grass silage in Finland. *Grassland Science in Europe* 21, 498–500.
- Jaakkola S., Rinne M. och Heikkilä T. (2006) Effects of restriction of silage fermentation with formic acid on milk production. *Agricultural and Food Science* 15, 200–218.
- Jordbruksverket (2019) Foderstatistik – 2019, daterad 2020-05-07.
- Lee M.R.F. (2014) Forage polyphenol oxidase and ruminant livestock nutrition. *Frontiers in Plant Science* 5, 1–9.
- Liu E. och VandeHaar M.J. (2020) Low dietary protein resilience is an indicator of the relative protein efficiency of individual dairy cows. *Journal of Dairy Science* 103, 11401–11412.
- LRF (2013) 101 Proteintips. Böndernas tips till mer svenskt proteinfoder. Printfabriken.
- Pang D., Yan T. och Krizsan S.J. (2021) Effect of strategy for harvesting regrowth grass silage on performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 104, 367–380.
- Shingfield K., Jaakkola S. och Huhtanen P. (2001) Effects of level of nitrogen fertilizer application and various nitrogenous supplements on milk production and nitrogen utilization of dairy cows given grass silage-based diets. *Animal Science* 73, 541–554.
- Vanhatalo A., Gäddnäs T. och Heikkilä T. (2006) Microbial protein synthesis, digestion and lactation responses of cows to grass or grass-red clover silage diet supplemented with barley or oats. *Agricultural and Food Science* 15, 252–267.
- Vanhatalo A., Kuoppala K., Ahvenjärvi S. och Rinne M. (2009) Effects of feeding grass or red clover silage cut at two maturity stages in dairy cows. 1. Nitrogen metabolism and supply of amino acids. *Journal of Dairy Science* 92, 5620–5633.

## **Hinder och möjligheter för ökad naturbeteshävd ur ett lantbrukarperspektiv**

A. Jamieson<sup>1</sup> och A. Hessle<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Naturbeteskött i Sverige, Glimåkra <sup>2</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

Korrespondens: anna@naturbete.se

### **Sammanfattning**

För att uppnå ökad hävd av svenska naturbetesmarker krävs att många faktorer samverkar i positiv riktning. Lantbrukaren måste se en långsiktig lönsamhet på gården som helhet och också känna att livet fungerar på landsbygden för hela familjen. Ny teknik såsom virtuella stängsel och digital övervakning av djur kommer att kunna underlätta det dagliga arbetet och därmed skapa förutsättningar för nyrekrytering av unga lantbrukare. Vinterhållning av betesdjuren har den enskilt största påverkan på kalkylen och att hitta kollektiva modeller för vinterhållning skulle kunna öppna upp för fler betesdjur. Mjölkföretagen betar stora arealer naturbetesmark och för att behålla eller öka den arealen skulle en större andel kontrakterad kviguppfödning med betessläpp vid lägre ålder vara positivt. Hästar mår bra på naturbetesmarker där betets näringsinnehåll och den kuperade marken passar dem men hästägarna kan av olika skäl vara tveksamma till sådant bete. Naturbetesdjuren är en integrerad del i hela animaliesektorn varför tillgången på betesdjur påverkas av det allmänna läget i hela branschen. Tillgång till slakterier, veterinärer och andra till lantbruket knutna serviceyrken är också viktiga faktorer. Det största hindret för hävd av naturbetesmarker är bristande lönsamhet. Lönsamheten kan förbättras genom ökade intäkter i form av adekvata priser på animalieprodukter och en ökning av relevanta stöd, men också genom att byggnads-, vinterfoder- och arbetskostnader kopplade till betesdjuren minskas.

### **Introduktion**

Den kunskapsöversikt som detta konferensbidrag baseras på är ett uppdrag från myndighets-samarbetet CAP & hållbarhet i syfte att ur ett lantbrukarperspektiv belysa hinder och möjligheter för ökad djurhållning med nötkreatur, får och hästar på svenska naturbetesmarker. Medverkan på Vallkonferens 2023 har delvis betalats av medel från Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling. Begreppet naturbetesmark avser alla typer av naturliga och tidigare kultiverade fodermarker som kan betas, inklusive utmarks- och skogsbete. Rön från vetenskaplig och populärvetenskaplig litteratur har sammanställts, uppgifter från ett antal intressenter har inhämtats och egen kompetens och erfarenhet använts. Utformningen och tillämpningen av EUs stödsystem har och har haft stor påverkan på hävden av naturbetesmarker. Att kontrollanter och lantbrukare känner förtroende för varandra och det system de verkar i är viktigt.

### **Många olika faktorer påverkar**

Naturbetesdrift är en verksamhet som påverkas av många faktorer på flera plan och av komplexa samband – vissa nära den faktiska betesmarken, såsom stängsling, möjligheter till vatten-tillförsel och daglig tillsyn eller närvaro av rovdjur. Andra faktorer påverkar betesdriften mer indirekt, såsom tillgång till vinterhållning, lantbrukarens totalekonomi, hur samhället i övrigt ser ut kring lantbruksföretaget, myndigheters regelverk m.m.

Sett ur det betesmarksnära perspektivet gäller det att genom goda betesrutiner upprätthålla djurproduktion och djurvälstånd i kombination med en effektiv drift avseende stängsel, vatten och tillsyn. Skapande av stora sammanhängande betesfällor, eventuellt i kombination med

kollektiv vinterhållning och användning av befintlig och kommande teknik är några av de möjligheter som kan rationalisera driften och göra den ekonomiskt hållbar. Det finns möjlighet att få stöd till restaurering av betesmarker med potentiella särskilda värden. Ett godkännande av virtuella stängsel skulle göra det möjligt att beta naturbetesmarker som idag bedöms vara alltför dyra att stängsla in. Annan teknik för övervakning av stängsel och djur är under utveckling. Naturbetesmark är fodermässigt lämplig för många hästar, men avståndet till betesmarkerna kan ibland vara ett hinder. Lösspringande hundar, rovdjursangrepp och skador på betet orsakade av klövvilt utgör betydande hinder för betesdrift i vissa trakter.

### **Lönsamhet**

För ett hållbart företagande krävs långsiktig lönsamhet. I naturbetesbaserad nöt- och lammköttproduktion utgörs ca 10 % av intäkterna av miljöersättningar för betesmarker, 30–45 % av andra stöd och 45–60 % av försäljning av kött och skinn. Kostnaderna fördelar sig på 50–60 % vinterhållning (investeringsstöd borträknade), 15–30 % betesdrift och 15–30 % gemensamma kostnader. En välmående animaliesektor är en förutsättning för en hållbar naturbetesdrift, eftersom naturbetesdjuren inte är isolerade från övrig djurproduktion utan existerar i ett flöde mellan olika typer av djurhållande lantbrukare. Mängden potentiella betesdjur är inte heller konstant, utan en effekt av hur goda förutsättningarna för djurhållning är. En systemsyn behövs, inte bara för djuren utan även för betesmarkerna. En enskild värdefull naturbetesmark kan således inte betraktas isolerat, utan i ett företagssammanhang, där t.ex. stora rationella betesmarker med mindre biologiska värden och vallåterväxt på gårdens övriga arealer kan möjliggöra djurhållning och därmed bete även av små men biologiskt mångfaldsrika markområden som annars riskerar att överges. Det är också av största vikt att de stöd som betalas ut för hävd av värdefulla betesmarker kommer den betesbaserade djurägaren tillgodo och inte låses in i högre markpriser och arrenden.

### **Vinterhållning**

Störst förbättring i den kortsiktiga kalkylen erhålls om befintliga byggnader utan lönsam alternativ användning kan utnyttjas för djurhållningen, men på sikt behöver produktionen kunna bära kostnaderna för nybyggnation för att vara hållbar. Ofta finns ett motsatsförhållande mellan en billig byggnad och liten arbetsåtgång. Vinterfoderkostnaden beror mycket på arronderingen som orsakar dyrare foder i skogsbygd. Med många djur i företaget uppnås skalfördelar med en mindre kostnad per uppfött djur. Intäkterna kan ökas ytterligare genom effektivisering av produktionen och att produkterna laddas med realiserbara mervärden kopplade till naturbetesmarker. Rekryteringsdjur i mjölkbesättningar betar redan idag många naturbetesmarker. Med större andel kontrakterad kviguppfödning samt betessläppning vid en lägre ålder än idag skulle större arealer naturbetesmark kunna hävdas av mjölkkraskvigor.

### **Landsbygdsutveckling**

En annan förutsättning för naturbetesdrift är att marken ligger i en livskraftig bygd med möjligheter att bo och verka i och där omgivningen har förståelse för djurproduktion och en positiv attityd till lantbruk. I trakter med en livskraftig lantbrukssektor finns goda möjligheter till samverkan, kompetensförsörjning, service samt inköp och försäljning av varor och tjänster. Hinder kan vara både den urbana befolkningens och lantbrukarnas egen attityd till lantbruk och landsbygd,



som t.ex. bidrar till att landsbygdens ungdomar flyttar till tätorter. Detta försvårar kompetensförsörjning samt generations- och ägarskiften. Attityden inom det egna skräet till naturvård som etablerad produktionsgren varierar också.

Produktion av kollektiva nyttigheter, såsom hävd av naturbetesmarker, kräver att kunden, dvs. samhället, är beredd att betala för tjänsten. Trots det stora samhällsliga intresset för bevarande av naturbetesmarker kommer, som ovan anförts, idag endast cirka 10 % av intäkterna i naturbetesbaserad nöt- och lammköttproduktion från miljöersättningar för betesmarker. Därmed är naturbetesdriften även beroende av svenska konsumenters betalningsvilja för inhemskt kött. Även hästägare behöver ekonomiska incitament för att hävda naturbetesmarker.

### **EU:s stödsystem**

Osäkerheten och bristen på långsiktighet i stödsystemet avskräcker många från investeringar och nystart av djurhållning, då till synes små förändringar i stödsystemet kan slå hårt på företagsnivå. Förändringar i stödsystemets struktur och regelverk bör därför minimeras medan en ökning av stödbeloppen inom nuvarande regelsystem skulle inverka positivt. Omfattande och svåröverskådligt regelverk och oproportionerliga sanktioner för djurhållande lantbrukare leder till att produktion avvecklas. En önskvärd förändring är att utforma stöden så att de blir mer flexibla och att kontrollsystemen tillåts ta hänsyn till biologiska förhållanden som t.ex. årsmånsvariation till följd av väderlek.

Kunskap om lantbruk och djurhållning hos personal som utför kontrollerna efterfrågas. Attityden hos en del myndighetspersoner liksom djurrättsaktivisters agerande minskar lantbrukarnas motivation att hålla djur. Större förståelse för naturbetesmarker och markägande hos myndigheter som hanterar jord- och skogsbruksfastigheter, t.ex. vid fastighetsbildningar, skulle gagna naturbetesdriften.

### **Lönsamheten avgör**

Vår slutsats är att ökad naturbetesdrift är beroende av att det är möjligt att verka som lantbrukare med betesdjur. Livet på gården måste fungera i stort med allt vad det innebär, men det största hindret för naturbeteshävd är en bristande lönsamhet. Lönsamheten kan förbättras genom ökade intäkter i form av adekvata priser på animalieprodukter och en ökning av relevanta stöd, men också genom att byggnads-, vinterfoder- och arbetskostnader kopplade till betesdjuren minskas. Samtliga dessa faktorer behöver förbättras parallellt för att på ett märkbart sätt öka intresset för hävden av naturbetesmarkerna.

### **Referens**

Hessle A. och Jamieson A. (2021) Hinder och möjligheter för ökad naturbetesdrift ur ett lantbrukarperspektiv – en kunskapsöversikt. *SustAnimal Rapport 1*.

## **Näringsrikt bete med vårsådd höstråg**

N. Andresen

*HIR Skåne, Kristianstad och SLU EPOK, Uppsala*

Korrespondens: niels.andresen@hushallningssallskapet.se

### **Sammanfattning**

Höstråg etablerad på våren med insådd av italienskt rajgräs ger ett smakligt och näringsrikt bete med stort innehåll av energi, råprotein och socker. Kor som betade arealen intensivt ökade i mjölkavkastning. I södra Sverige går det att beta arealen från cirka 50 dagar efter sådd. Mjölkgården får tillgång till ett bete som kan nyttjas samma år som det anläggs och rågen i kombination med italienskt rajgräs har en gynnsam effekt på ogräsförekomsten.

### **Introduktion**

Ett välskött produktionsbete ökar möjligheten att minska foderkostnaderna i mjölkproduktionen. Under betessäsongen kommer vanligen torrperiod, den s.k. ”betessvackan”. Betes-tillväxten minskar vilket ökar behovet av betesareal. Arealen som är lämplig för kobete är ofta begränsad på gårdar med mjölkproduktion, vilket minskar möjligheterna för omläggning av betesvallar med traditionell insådd av betesvall i helsäd till slätter. Det finns därför ett behov av att komplettera traditionell anläggning av betesvall med nya grödor och metoder som kan leda till mer produktiva betesvallar nära ladugården.

Vårsådd höstråg med insådd av italienskt rajgräs har testats under danska förhållanden (Lund och Forsom, 2020). Bakgrunden var att flera gårdar hade fått problem med sjukdomar i vitklövern på långliggande åkermarksbeten. Höstråg sådd på våren var det bästa alternativet när man provade olika arter av ettåriga betesväxter. Grödan kan betas samma år som den anläggs och minskar därmed inte betesarealen för de mjölkande korna.

### **Material och metoder**

På tre ekologiska mjölkgårdar i Skåne etablerades demonstrationsodlingar av höstråg med insådd av italienskt rajgräs, under växtsäsongen 2020. På två av gårdarna var storleken på skiftet 2 ha och på den tredje gården 10 ha. Utsädesmängden var 100 kg höstråg och 20 kg italienskt rajgräs per ha. Rågen var av sorten Herakles (syntetisk hybrid) och rajgräset var en diploid sort, EF 486 Dasas. Sådden genomfördes från 15 till 25 april. På gård 1 och 3 etablerades grödan med en Rapid-såmaskin. På gård 2 användes en traditionell såmaskin med släpbillar och separat sådd av råg och rajgräs. Innan sådd gödslades med nötflytgödsel (30 ton/ha).

Provytor på 0,25 m<sup>2</sup> klipptes varje månad med en klipphöjd på 5 cm under växtsäsongen för näringsanalys med NIR och kvantifiering av den botaniska sammansättningen i färskvikt för de olika grödfraktionerna. Under augusti var grödan mycket torkstressad, vilket medförde att det inte var möjligt med provtagning på två av gårdarna. Enklare observationer av kornas betesbeteende genomfördes vid ett tillfälle på varje gård.

## Resultat och diskussion

Rågen var bladrik och hade mycket bra marktäckning cirka 50 dagar efter sådd och en första avbetning kunde genomföras kring den 10 juni på alla gårdarna. Den kalla våren medförde att grödan växte långsamt under början av maj, men med värme och nederbörd i slutet av maj tog tillväxten fart. Torra från mitten av juli och in i augusti minskade tillväxten, men när nederbörden kom var återväxten av italienskt rajgräs kraftig. Nederbörden avgör hur snabb återväxten är men korna betade rågbetet ca varje 14 dag (se texttrutan).

Tidpunkter för avbetning på rågen med italienskt rajgräs

Gård 1: 11/6, 23/6, 9/7, 25/7

Gård 2: 8/6, 18/6, 26/6, 10/7, 21/7

Gård 3: 17/6, 25/6, 13/7, 30/7

Under augusti och september 2 avbetningar per månad. Sinkor betade grödan fram till 1 december på gård 3.

Tabell 1 visar näringsvärdet på betet under växtsäsongen. Det är höga energivärden som i början av säsongen är i nivå med spannmål. Råproteininnehållet är i nivå med värden som är vanliga för proteinfoder. Hög sockerhalt ökar smakligheten och skapar potential för hög energiförsörjning till vommen och ett bra proteinutnyttjande av fodret. Under september och oktober togs samlingsprov för alla gårdar och då dominerade det italienska rajgräset. Även om fördelningen mellan rajgräs och råg förändrades var näringsvärdet högt under höstmånaderna.

Tabell 1. Näringsvärde i vårsådd höstråg med insått italienskt rajgräs på tre platser i Skåne under 2020.

	Energi (MJ ME/kg ts)	Råprotein (g/kg ts)	NDF (g/kg ts)	Socker (g/kg ts)
Gård 1				
Juni	12,7	300	310	142
Juli	11,3	220	450	105
Augusti	10,3	200	540	32
Gård 2				
Juni	12,4	220	350	169
Juli	11,4	210	380	115
Gård 3				
Juni	12,8	250	310	188
Juli	11,8	208	490	38
Samlingsprov höst (huvudsakligen italienskt rajgräs)				
September	10,7	210	480	83
Oktober	11,3	250	410	107

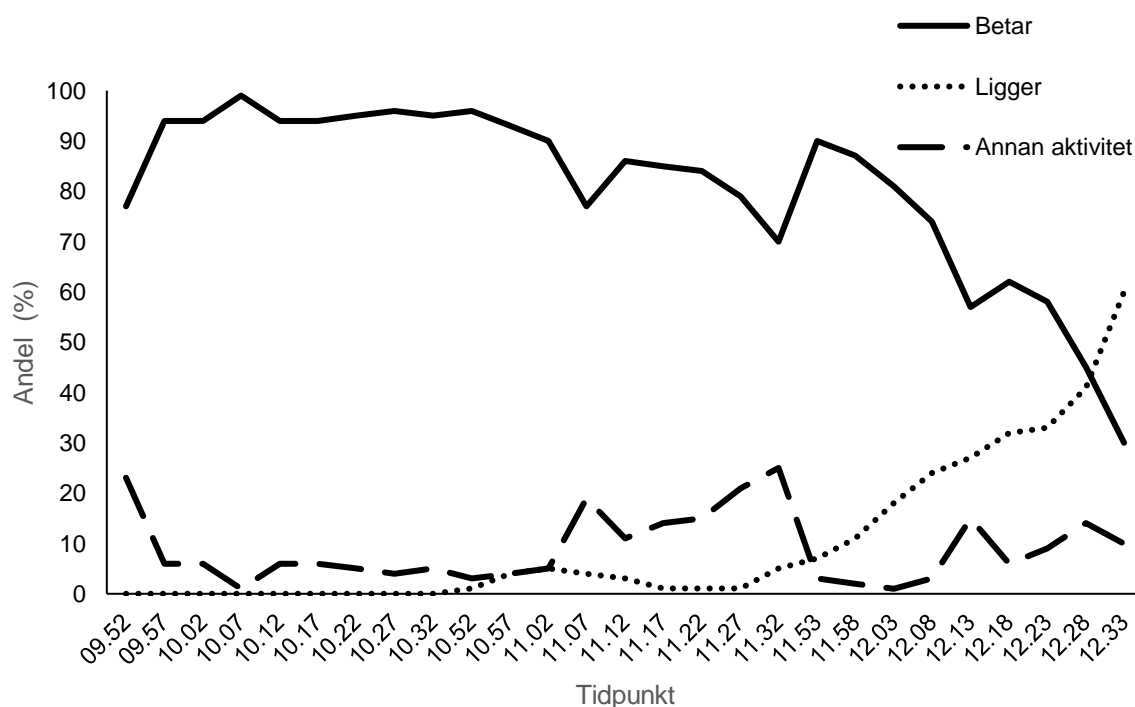
Tabell 2 visar fördelningen mellan råg, vallväxter och ogräs i rågbetet i juni och juli. Rågen dominerar men vallväxterna i form av italienskt rajgräs ökar med tiden. Det är anmärkningsvärt hur lite ogräs som finns. På gård 2 och 3 putsades rågbetet efter andra avbetningen vilket minskade ogräsförekomsten. Gård 1 hade en lågmjolkargrupp som betade ner rågen hårt vid första avbetningen.

Tabell 2. Andel råg, vallväxter och ogräs baserat på färsk vikt vid två tillfällen under växtsäsongen.

	Råg	Vallväxter <sup>1</sup>	Ogräs
Juni			
Gård 1	66 %	28 %	6 %
Gård 2	85 %	12 %	3 %
Gård 3	69 %	26 %	5 %
Juli			
Gård 1	76 %	23 %	1 %
Gård 2	77 %	22 %	1 %
Gård 3	39 %	60 %	1 %

<sup>1</sup>Vallväxter är huvudsakligen italienskt rajgräs men gård 3 hade insådd med betesblandning, vilket gjorde att även klöver och andra vallgräs fanns i rågbetet på det skiftet.

Korna betade rågen med hög intensitet – speciellt de första 2–3 timmarna på betet (figur 1). Betet bör kompletteras med passande foder för att balansera de låga fibernivåerna. På gård 1 och 3 åt korna en del foder å stall med passande fiber från vallensilage och halm i mixen. På gård 2 fick korna tillgång till ett vanligt åkermarksbete vid nästa betestillfälle efter betet på rågen. På samtliga gårdar ökade mjölkavkastningen när korna betade på rågen i juni och juli. Ökningen uppskattades till 1–2 kg mjölk per ko och dag utifrån mjölkleveranserna till mejeriet.



Figur 1. Kornas beteende på rågbete första dagen på skiftet en förmiddag i juli på gård 2.

Utsädeskostnad för rågen var 550 kr/ha och kostnaden för det italienska rajgräset var 680 kr/ha, sammanlagt 1 230 kr/ha. Anläggningskostnaden för såbädden är i samma storleksordning som för vanliga spannmålsgrödor och har uppskattats till 3 000 kr/ha. Mängden bete uppskattades till 600–1 000 kg ts/ha per avbetning. Vid en avkastning på 4 000 kg ts per ha per säsong blir den samlade produktionskostnaden ungefär 1 kr/kg ts.

Konceptet med höstråg sådd på våren med inblandning av italienskt rajgräs är nu en integrerad del av betesrotationen på många gårdar. Många lyckas även väl med att ha insådd av betesblandning i rågen och får då ett nytt åkermarksbete nästkommande år. Det skulle behövas flera försök som belyser hur olika rågsorter lämpar sig för bete och vilken utsädesmängd som är optimal under olika odlingsförhållanden.

Projektet finansierades med FoU-medel från Jordbruksverket inom ramen för den svenska livsmedelsstrategin.

### **Referens**

Lund H. och Forsom K. (2020) Dyrkning og afgræsning af forårssaet vinterrug. Økologisk landsforening. [https://okologi.dk/media/a21ncryd/foraarssaet\\_vinterrug.pdf](https://okologi.dk/media/a21ncryd/foraarssaet_vinterrug.pdf)

## Utvärdering av betesstrategier vid heltidsbete – kornas produktion och beteende

E. Ternman<sup>1</sup>, Q. Lardy<sup>2,3</sup>, R. Danielsson<sup>4</sup> och H. Gonda<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Nord universitet, Fakulteten för biovetenskap och akvakultur, Steinkjer, Norge <sup>2</sup>NIBIO, Divisionen för matproduktion och samhälle, Steinkjer, Norge <sup>3</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Umeå <sup>4</sup>SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: emma.m.ternman@nord.no

### Sammanfattning

Sextio mjölkkor delades upp i två grupper där en grupp fick tillgång till nytt bete efter morgonmjölkningen (Morgon) och den andra gruppen fick nytt bete efter eftermiddagsmjölkningen (Eftermiddag). Syftet var att utvärdera om tillgång till nytt bete vid olika tidpunkter påverkar mjölkproduktion, mjölkens sammansättning och kornas betesbeteende. Under två veckor vandes korna vid försöksupplägget, därefter följde fem dagars datainsamling. Mjölkavkastning och kroppsvikt registrerades manuellt. Bete, idissling och inaktivitet registrerades automatiskt med hjälp av Nedap SmartTag aktivitetsmätare. Även om båda grupperna gick på 24-timmarsbete resulterade den enkla förändringen i skötselpraxis i att korna i eftermiddagsgruppen producerade mer energikorrigerad mjölk (28,5 ECM kg/dag) jämfört med de kor som fick nytt bete på morgonen (26,0 ECM kg/dag). Det var ingen skillnad i mjölkavkastning eller viktförändring. Morgongruppen spenderade mer tid på att idissla (450 min/dag) jämfört med eftermiddagsgruppen (406 min/dag;  $P = 0,0087$ ), men det var ingen skillnad i betestid eller inaktivitet.

### Introduktion

Betet är en viktig del av foderstaten på många mjölkgårdar, inte minst inom KRAV-certifierad produktion där betet ska utgöra minst 50 % av foderstaten samt att kor ska ha tillgång till bete minst 12 timmar dagligen under betesperioden. Ett stort betesintag under betessäsongen är därför en viktig resurs. En välskött betesmark kan vara fördelaktig både ekonomiskt (Wilkinson *et al.*, 2020) och ur ett djurvälståndsperspektiv (von Keyserlingk *et al.*, 2017). Att få till ett välfungerande betessystem kan dock vara en utmaning eftersom kor inte alltid är motiverade att själva söka bete (Charlton *et al.*, 2013). Genom att ta hänsyn till kornas dagliga betesmönster och erbjuda bete när de är som mest motiverade att beta kan bidra till att främja betesbeteendet och intaget. Flera tidigare studier har rapporterat att bete runt skymningen ger längst och mest intensivt betande (Orr *et al.*, 1997; Kismul *et al.*, 2017).

Torrsubstanshalten och andelen lösliga kolhydrater i betet ökar under dagen, medan halten av strukturella kolhydrater och råprotein minskar. Detta tyder på att näringsvärdet är högre under eftermiddagen än på morgonen p.g.a. ett bättre balanserat förhållande mellan kol och kväve. Foderstater med en balanserad kol/kvävekvot kan förbättra konsumtionen, mjölkavkastningen och effektiviteten i utnyttjandet av kväve (Cosgrove *et al.*, 2007). Syftet med denna studie var att jämföra om tidsaspekten vid tilldelning av nytt bete påverkar mjölkavkastning och betesbeteende.

### Material och metoder

Ett tre veckor långt betesförsök genomfördes från 9 maj till 28 maj 2022 på en mjölkgård med ekologisk produktion i sydvästra Sverige. Sextio mjölkkor delades in i två behandlingsgrupper. Den ena gruppen fick tillgång till nytt bete efter morgonmjölkningen (Morgon) och den andra

fick tillgång till nytt bete efter eftermiddagsmjölkningen (Eftermiddag). Båda grupperna gick på 24 timmarsbete. Korna fick vänja sig vid försöksupplägget under två veckor innan försöksdata samlades in under fem dagar. Korna indelades i likvärdiga grupper utifrån genomsnittliga värden ( $\pm$  standardavvikelse) för dagar i mjölk (DIM), mjölmängd och om de var förstakalvare eller äldre (paritet). Precis innan betesförsöket startade vägde korna i morgongruppen  $637 \pm 76,1$  kg och i eftermiddagsgruppen  $596 \pm 134,5$  kg, och mjölkade  $29,0 \pm 5,0$  respektive  $29,6 \pm 5,4$  kg. Morgongruppen var i genomsnitt  $1,6 \pm 0,50$  i paritet och  $153 \pm 58,3$  DIM, medan eftermiddagsgruppen var i paritet  $1,5 \pm 0,50$  och var  $155 \pm 56$  DIM.

Korna mjölkades kl. 05.30 och 15.30 varje dag i ett  $2 \times 10$  fiskbensstall (SAC, S.A. Christensen and Co. Ltd., Kolding, Danmark), och gick därefter direkt tillbaka till betet. Varje grupp erbjöds stripbete med fri tillgång till bete ( $>35$  kg torrsustans/ko/dag). Under mjölkningen tilldelades korna 2 kg spannmål, totalt 4 kg per dag. Näringsinnehållet i bete och spannmål redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Genomsnittligt näringsvärde i bete och spannmål (standardavvikelse inom parentes), g/kg torrsustans (ts) om inte annat anges.

	Bete	Spannmål
Torrsustans, g/kg	178 (18,4)	947 (0,29)
Aska	9,3 (0,74)	3,7 (0,47)
Råprotein	16,3 (2,70)	11,5 (0,06)
Vattenlösliga kolhydrater	14,4 (2,70)	
Stärkelse		59,5 (0,15)
aNDFom <sup>1</sup>	35,4 (3,51)	16,6 (0,51)

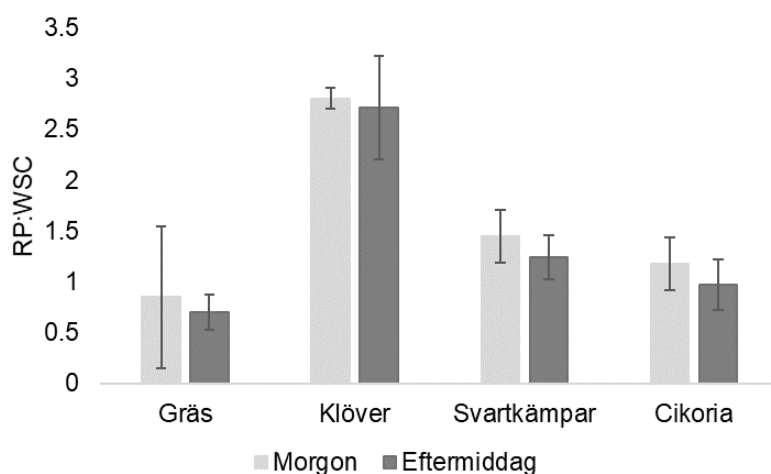
<sup>1</sup>aNDFom = fiber extraherade med neutrala detergener.

Mjölkkavkastningen registrerades med en Tru-Test-provtagare (Tru-Test Datamars, Nya Zeeland) vid varje mjölkning under datainsamlingsdagarna. Korna vägdes två dagar i följd direkt efter morgonmjölkningen i slutet av veckan med datainsamling. Vi uppskattade betestillgången genom att mäta beteshöjden på omkring 100 jämt fördelade platser i fällan före avbetning och tog prover för beteskvalitet i varje betesfälla direkt innan nytt bete tilldelades. Gräsprover handplockades genom att dra av gräset för hand, för att efterlikna det gräs som betas av korna, från ca 10 platser jämnt spridda över betesarealen. Dessutom plockade vi de vanligast förekommande växtslagen (gräs, vitklöver, svartkämpar och cikoria) i betet separat. Alla prover frystes i flytande kväve direkt efter insamlandet. Därefter torkades och maldes de före analys. Förhållandet mellan råprotein och vattenlösliga kolhydrater och WSC i de olika växtslagen visas i figur 1. Betesbeteende, idissling och inaktivitet registrerades automatiskt med hjälp av Nedap smarttag aktivitetsmätare (Nedap Livestock Management, DC Groenlo, Nederländerna). Effekten av försöksbehandling på mjölmängd och kroppsvikt analyserades med variansanalys i SAS 9.4 (2016) med behandling som fast effekt, och med kovariat inkluderat i modellen när det fanns tillgängligt (mjölmängd). Effekten av behandling på varaktighet av betesbeteende, idissling och inaktivitet analyserades i en variansanalys i R Studio ([www.r-project.org](http://www.r-project.org), version 3.2.3). Behandling och dagar i mjölk inkluderades som fixa faktorer och ko inkluderades som slumpmässig variansfaktor.

## Resultat och diskussion

Det var ingen skillnad i mjölmängd i kg mjölk mellan behandlingsgrupperna, men korna i eftermiddagsgruppen producerade en större mängd energikorrigerad mjölk (ECM) jämfört med korna i morgongruppen (tabell 2). Korna som fick nytt bete på eftermiddagen hade en större

total proteinproduktion jämfört med de i morgongruppen (tabell 2), vilket är i linje med tidigare studier där en ökning av fett- och proteinavkastningen har observerats hos kor som betar på eftermiddagen jämfört med morgonen (Orr *et al.*, 2001; Vibart *et al.*, 2017).



Figur 1. Kvot mellan medelvärden ( $n = 5$ ) av råprotein (RP) och vattenlösliga kolhydrater (WSC) för gräs, klöver, svartkämpar och cikoria vid två olika tidpunkter; morgon och eftermiddag.

Tabell 2. Mjölkmängd och förändring i levande vikt för kor med tillgång till nytt bete efter morgonmjölkning (Morgon) eller tillgång till nytt bete efter eftermiddagsmjölkning (Eftermiddag).

	Morgon	Eftermiddag	SEM <sup>1</sup>	<i>P</i> -värde
Mjölkmängd, kg/dag	26,7	27,7	0,622	0,1035
ECM <sup>2</sup> , kg/dag	26,0	28,6	0,966	0,0094
Mjölksammansättning				
Fett, kg/dag	1,15	1,23	0,047	0,0816
Protein, kg/dag	0,89	0,96	0,087	0,0194
Laktos, kg/dag	1,24	1,33	0,048	0,0876
Förändring i levande vikt, kg/dag	-0,71	-0,59	0,198	0,5607

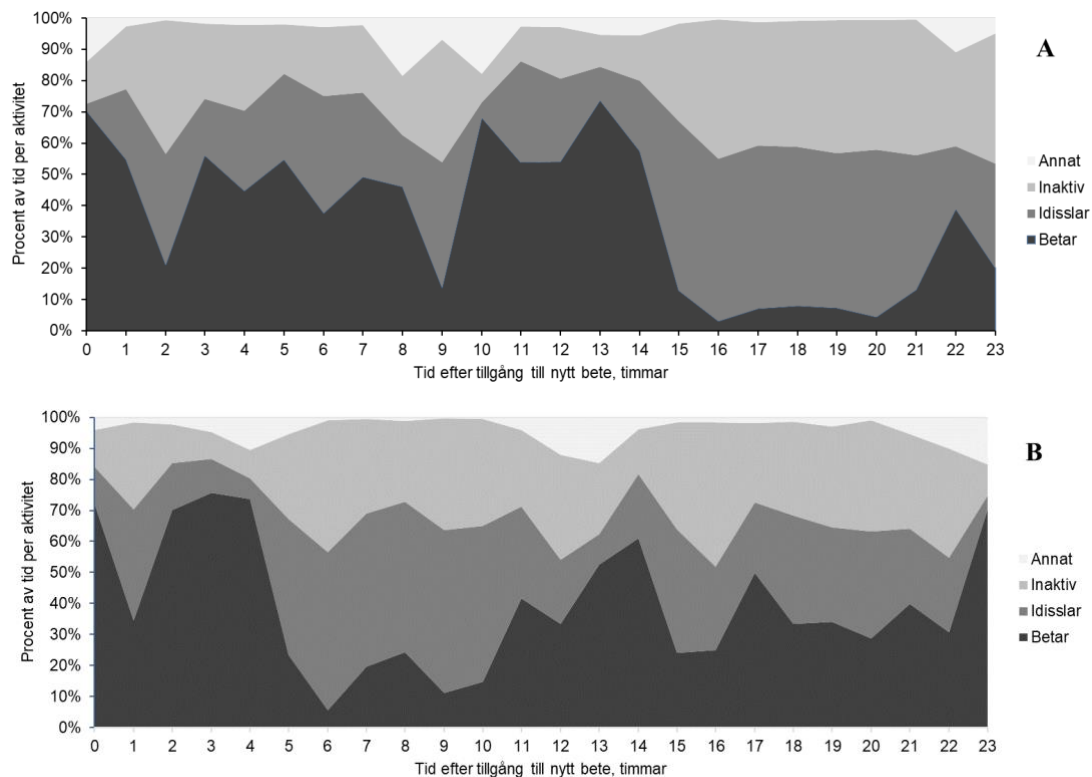
<sup>1</sup>SEM standardfel av medel. <sup>2</sup>ECM, energikorrigerad mjölk.

Korna som fick nytt bete på morgonen spenderade mer tid med att idissla (467 min/dag) jämfört med de som fick nytt bete på eftermiddagen (404 min/dag;  $P < 0,001$ ). Det var dock ingen skillnad i tiden som de betade per dag, morgongruppen betade 520 min/dag och eftermiddagsgruppen 556 min/dag ( $P = 0,07$ ), eller hur lång tid de var inaktiva, 365 min/dag för morgongruppen och 340 min/dag för eftermiddagsgruppen ( $P = 0,52$ ). Figur 2 visar aktivitetsfördelningen under 24 timmar. Man kan se att korna i morgongruppen tillbringade något mer tid med att beta mitt på dagen samt att andelen idissling var högre under natten för denna grupp, jämfört med korna som fick nytt bete på eftermiddagen.

De skillnader vi såg i mängd ECM och proteinproduktion mellan grupperna skulle kunna vara kopplade till förändringen i betesväxternas kemiska sammansättning mellan dag och natt. En djupare analys av samspelet mellan kornas betesbeteende och den dagliga variationen i betesmarkens kemiska sammansättning behövs dock för att kunna svara säkert på detta. Att ge tillgång till nytt bete fler gånger på dygnet skulle även vara intressant att studera vidare.



Vi vill tacka mjölkproducenten som ställde upp i försöket med sin tid och sina djur, och finansiären SLU Ekoforsk. Medverkan på Vallkonferens 2023 har delvis bekostats av medel från Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling.



Figur 2. Beteendemönster för mjölkkor i procent av tillbringade minuter per aktivitet under två behandlingar, tillgång till nytt bete efter morgonmjölkning (A) eller tillgång till nytt bete efter eftermiddagsmjölkning (B).

## Referenser

- Charlton G.L., Rutter S.M., East M. och Sinclair L.A. (2013) The motivation of dairy cows for access to pasture. *Journal of Dairy Science* 96, 4387–4396. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6421>.
- Cosgrove G.P., Burke J.L., Death A.F., Hickey M.J., Pacheco D och Lane G.A (2007) Ryegrasses with increased water soluble carbohydrate: evaluating the potential for grazing dairy cows in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 69:179–185.
- Kismul H, Eriksson T, Höglind M, Naess G och Spörndly E. (2017) Grassland resources for extensive farming systems in marginal lands: major drivers and future scenarios: *Grassland Science in Europe* 22, 173–175.
- Orr R.J., Penning P.D., Harvey A. och Champion R.A. (1997) Diurnal patterns of intake rate by sheep grazing monocultures of ryegrass or white clover. *Applied Animal Behaviour Science* 52, 65–77.
- Vibart R.E., Tavendale M., Otter D., Schwendel B.H., Lowe K., Gregorini P. och Pacheco D. (2017) Milk production and composition, nitrogen utilization, and grazing behavior of late-lactation dairy cows as affected by time of allocation of a fresh strip of pasture. *Journal of Dairy Science* 100, 5305–5318.
- von Keyserlingk M.A.G., Amorim Cestari A., Franks B., Fregonesi J.A. och Weary D.M. (2017) Dairy cows value access to pasture as highly as fresh feed. *Scientific Reports* 7, 44953. doi: 10.1038/srep44953.
- Wilkinson J.M., Lee M.R.F., Rivero M.J. och Chamberlain A.T. (2020) Some challenges and opportunities for grazing dairy cows on temperate pastures. *Grass and Forage Science* 75, 1–17. <https://doi.org/10.1111/gfs.12458>.

## **Hur många nötkreatur behövs för gynnsam bevarandestatus och hur stort blir metanutsläppet?**

A. Hessle<sup>1</sup> och R. Danielsson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

<sup>2</sup>SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: anna.hessle@slu.se

### **Sammanfattning**

Att öka arealen hävdad naturbetesmark är en av de viktigaste åtgärderna för att på svensk mark bromsa förlusten av biologisk mångfald och bidra till en hållbar livsmedelsproduktion. För att uppnå gynnsam bevarandestatus behöver ytterligare 2,2 miljoner hektar naturbetesmarker restaureras. I denna studie undersöktes behovet av betande nötkreatur för att hävda dessa arealer i fyra olika scenarier, med olika andel av mjölkkor och dikor och deras avkommor med olika uppfödning. Samtidigt skattades ökningen av metanutsläppen från fodersmältningen. Det scenario som uppfyllde betesbehovet med minst antal djur och minst metanproduktion var alternativet med en ökning av enbart dikor och deras avkommor. Beräkningarna visar att det krävs bete av 150 000–510 000 fler dikor samt alla deras ungnöt för att beta. Den stora variationen i skattningen beror på att det på olika sätt kan behövas färre djur. Ökningen skulle innebära mellan 30 och 100 % större metanproduktion jämfört med de 105 000 ton som produceras från dagens svenska nötkreatur.

### **Introduktion**

Tillståndet för den biologiska mångfalden inom EU är kritiskt. Bara 15 % av de bedömda naturtyperna inom EU:s art- och habitatdirektiv har gynnsam bevarandestatus (Europeiska miljöbyrå, 2020). För att vända utvecklingen har EU-kommissionen (2022) lagt ett förslag om en ny restaureringslag. Genom förslaget vill EU-kommissionen bidra till ”kontinuerlig, långsiktig och varaktig återhämtning av biologisk mångfald och resilient natur på land och till havs i hela EU genom restaurering av ekosystem”. Enligt lagförslaget ska alla medlemsländer ta fram nationella restaureringsplaner utifrån juridiskt bindande mål. Enligt den senaste rapporten om tillståndet för Sveriges arter och naturtyper upptagna i EU:s art- och habitatdirektiv är tillståndet allra sämst för gräsmarkerna, dvs. artrika naturbetesmarker och slätterängar. Igenväxning och upphörd hävd är de största hoten.

I Sverige finns 22 olika naturtyper av gräsmark, där nästan alla är naturbetesmarker och slätterängar. För att en naturtyp ska ha en s.k. gynnsam bevarandestatus behöver minst 20 % av dess ursprungsareal finnas kvar. För de svenska gräsmarkerna innebär detta att beteshävd eller slätter behöver återupptas på stora ytor så att minst 20 % av varje naturtyps areal, som sköttes med bete och slätter år 1850, hävdas igen. Detta innebär att hävden behöver återupptas på 2,2 miljoner hektar naturbetesmarker och slätterängar. De marker som räknas in i habitatdirektivet och restaureringslagen motsvarar ungefär naturbetesmark och slätteräng med särskilda värden i dagens miljöersättningsystem, alltså historiska fodermarker som inte har utsatts för gödsling eller andra produktionshöjande åtgärder.

Mot bakgrund av detta är det angeläget att uppskatta behovet av betande nötkreatur för att Sveriges gräsmarker ska kunna nå gynnsam bevarandestatus. Naturbetesbaserad djurhållning är en av få produktionsformer i jordbruket som kan öka den biologiska mångfalden. Det är samtidigt välkänt att idisslare producerar metan som bidrar till växthusgasutsläppen. Det arbete som presenteras här gjordes på uppdrag av Världsnaturfonden med syftet att utifrån bästa

tillgängliga kunskap uppskatta behovet av betande nötkreatur samt beräkna hur metanutsläppen skulle påverkas med ett ökat djurantal.

## Material och metoder

Utgångspunkten för att beräkna antalet djur som krävs för att nå gynnsam bevarandestatus i gräsmarker är de referensarealer som senast rapporterats till EU (Toräng och Jacobson, 2019). Befintligt hävdad betesareal och befintligt antal betesdjur av olika djurslag hanteras inte i sammanställningen. Detta arbete fokuserar istället på den ytterligare areal gräsmarker (naturbetesmarker med särskilda värden inklusive tidigare slåtterängar) som skulle behöva hävdas för att nå en gynnsam bevarandestatus på samtliga 22 naturtyper i den kontinentala, boreala respektive alpina biogeografiska regionen i Sverige. Hela skötselbehovet förutsätts täckas av betande nötkreatur. Hur många nötkreatur som skulle krävas beräknades i fyra olika alternativa scenarier (tabell 1).

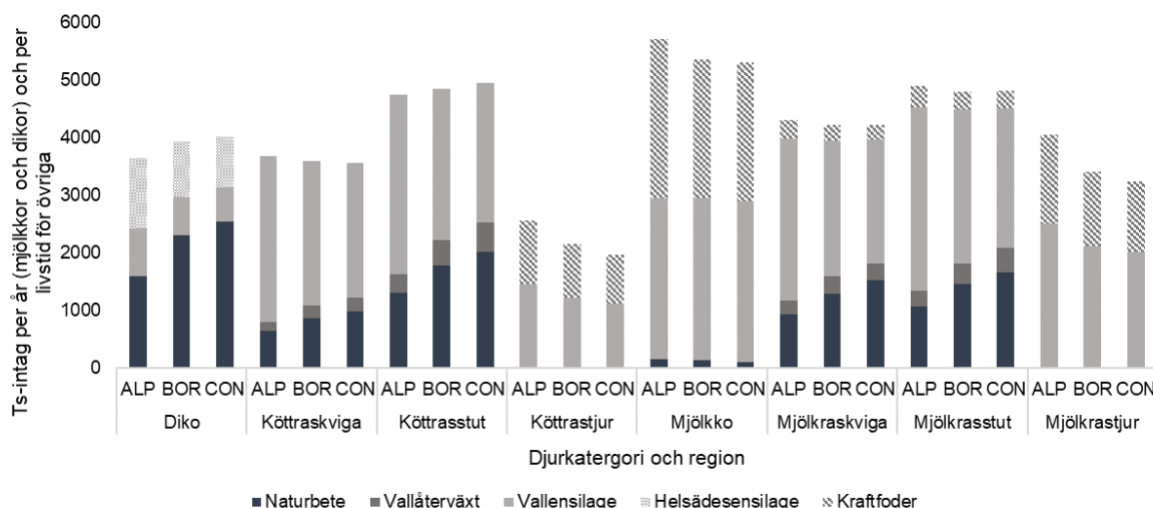
Tabell 1. Beskrivning av fyra alternativa (Alt.) scenarier för att uppnå kapacitet att beta tillkommande gräsmarksarealer. Beteskapaciteten kan uppnås genom nytillskott av enbart dikor (Alt. 1 och 2) eller genom en kombination av mjölkkor (59 %) och dikor (41 %) motsvarande dagens förhållanden (Alt. 3 och 4). I Alt. 2 och 4 kastreras samtliga tjurkalvar och föds upp som stutar på bete. I Alt. 1 och 3 motsvarar andelen kastrerade tjurkalvar dagens förhållanden, d.v.s. 9 % av kötrastjurarna och 18 % av mjölkrastjurarna kastreras.

Alt.	Kor	Handjur
1	Enbart dikor med ungnöt	Dagens andel stutar respektive tjurar
2	Enbart dikor med ungnöt	Alla handjur föds upp som stutar
3	Dagens andel mjölkkor respektive dikor, båda med ungnöt	Dagens andel stutar respektive tjurar
4	Dagens andel mjölkkor respektive dikor, båda med ungnöt	Alla handjur föds upp som stutar

De öppna gräsmarkernas bruttoproduktion av betesvegetation i den dominerande boreala regionen sattes i de flesta fall till 2 500 kg torrsbstans (ts) per hektar på torra/friska marker och 5 000 kg ts på fuktiga marker medan mindre betesproduktion har antagits på alvar, hållmark och i skog. Avkastningen i de kontinentala och alpina regionerna har satts till 110 % respektive 70 % av avkastningen i den boreala regionen, utifrån vegetationsperiodens längd. Då gräsmarkernas ytor inte enbart består av ätbar betesvegetation korrigerades ytan med en faktor 0,88. Betesutnyttjandet sattes till 45 % eller lägre, varvid betets nettoavkastning erhöles. Konsumtionen av naturbete, vallåterväxt, vallensilage och kraftfoder beräknades utifrån Bertilsson (2016), uppdaterat enligt Jordbruksverket (2022), Hessle *et al.* (2011) och Ahlgren *et al.* (2022) och modererat till boreal, kontinental och alpin biogeografisk region (figur 1).

Alla kor beräknades föda 0,5 kvigkalvar och 0,5 tjurkalvar per år. Kvigorna betade lika mycket oavsett om de föddes upp till rekrytering eller slakt. Mjölkorna beräknades kalva året runt, där de som var sinlagda under betesperioden kunde beta naturbetesmark. Dikorna beräknades beta enbart naturbete medan ungnöten beräknades beta 80 % av sin ts-konsumtion på naturbete och de återstående 20 % av ts från vallåterväxt. Kötrastjurkalvar antogs beta med modern under dipperioden, men därutöver föddes ungtjurarna upp på stall.

För att beräkna den ökade metanproduktionen från de olika scenarierna användes ekvationer som används i Norfor (Nielsen, 2012; Nielsen *et al.*, 2015).



Figur 1. Torrsubstans (ts)-intag för de olika djurkategorierna i alpin (ALP), boreal (BOR) och kontinental (CON) region. För mjölkkor och dikor är ts-intaget per år och för övriga djurkategorier är det per livstid.

### Resultat och diskussion

För att svenska gräsmarker ska få en gynnsam bevarandestatus behöver landets areal betad naturbetesmark öka från knappt 0,4 miljoner hektar till knappt 2,6 miljoner hektar (tabell 2).

För att hävda det tillskott av nyrestaurerade gräsmarker på ca 2,2 miljoner hektar skulle det utöver dagens betesdjur enligt beräkningen ovan krävas 510 000 dikor, där dessutom alla deras ungnöt föds upp på bete. Detta gäller alltså om hela beteskapaciteten ska täckas av nytillkomna dikor och deras avkomma. Ytterligare 510 000 dikor innebär en kraftig utökning av dagens dikopopulation som ligger på 213 000 djur (år 2022). Övriga tre scenarier innebär en ännu större ökning av antalet djur (tabell 3).

Tabell 2. Areal gräsmarker och mängd biomassa, uttryckt som nettoavkastning, som betas idag respektive som skulle behöva betas för att en gynnsam bevarandestatus ska uppnås i tre biogeografiska regioner (alpin, ALP; boreal, BOR; kontinental, CON). Ha är hektar och ts är torrsubstans.

Areal gräsmark	ALP	BOR	CON	Riket
Areal som betas idag, ha	17 670	275 981	64 066	357 717
Areal som skulle behöva tillkomma, ha	66 530	1 968 182	172 964	2 207 676
Nettoavkastning som betas idag, ton ts	1 629	244 551	65 291	311 417
Nettoavkastning tillkommande bete, ton ts	30 203	1 603 673	221 013	1 854 889

Tabell 3. Antalet kor som skulle behövas för att återta betesdriften på den tillkommande areal gräsmarker som skulle behöva betas för att uppnå en gynnsam bevarandestatus i tre biogeografiska regioner (alpin, ALP; boreal, BOR; kontinental, CON) samt i hela landet. Fyra alternativa (Alt.) scenarier, dels om ökningen sker enbart med dikor eller om den sker med en ökning kor som motsvarar dagens proportion av mjölkko och diko (59 respektive 41 %) och där antingen dagens proportion av tjurkalvar som kastreras används (9 % av köttstjurarna och 18 % av mjölkrastjurarna) eller att samtliga tjurkalvar kastreras och föds upp som stutar. I totala antalet nötkreatur är även ungnöt inkluderade. Metanproduktionen för totala antalet nötkreatur.

Alt.	Kor	Stutar	ALP	BOR	CON	Totalt antal nötkreatur	Total metanproduktion, 1000 ton
1	Dikor	Som idag	15 321	569 934	70 629	1 311 766	114 000
2	Dikor	Alla handjur	11 771	442 441	54 596	1 017 616	109 000
3	Mjölkkor och dikor	Som idag	24 471	948 875	117 415	2 181 523	227 000
4	Mjölkkor och dikor	Alla handjur	17 394	675 256	83 055	1 551 409	179 000

Skattning av antal nötkreatur är förenat med några anledningar till att färre djur behövs. Följande faktorer kan minska betesbehovet (antal djur): a) Gräsmarker med återupptagen hävd har mindre betesavkastning än dagens hävdade gräsmarker (-25 %); b) Sänkta avbetningskrav inom miljöersättningarna för betesmarker med åtföljande ökad tillåten mellanårsvariation (-10 %); c) Viltbete (-5 %); d) Tidigare slåtterängar sköts med slåtter i stället för bete där så är lämpligt (-30 %); e) Nuvarande ungtjurar som föds upp på stall kastreras och får beta som stutar (-15 %). Med hänsyn taget till samtliga dessa faktorer blir behovet enligt scenario 2 väsentligt mindre, då enbart 150 000 ytterligare dikor med ungnöt behövs för att hävda den areal som behöver restaureras. Det är dock tydligt att det i vilket fall krävs fler betande nötkreatur, vilket kommer att leda till ökad metanproduktion. Det alternativ som kräver minst antal djur för att hävda de nyrestaurerade gräsmarkerna, dvs. alternativet som innebär en ökning med 510 000 dikor och att alla deras ungnöt föds upp på bete, ger minst ökning av metanutsläppen, 109 000 ton per år (tabell 3), vilket ändå är en avsevärd ökning från dagens metanproduktion från Sveriges alla nötkreatur på 105 000 ton per år.

Eftersom betesavkastningen från olika slags gräsmarker varierar, varierar även mängden metan från de betesdjur som krävs för att beta dem, från upp till 16 kg/hektar för lågavkastande torra och/eller skuggiga marker till upp till 117 kg/hektar för högavkastande våta marker, medan skillnaden i metanproduktion per hektar mellan de tre biogeografiska regionerna är minimal. Den årliga metanbelastningen för att uppnå gynnsam bevarandestatus är högst för naturtypen fuktängar (upp till 51 000 ton) åtföljd av silikatgräsmarker (upp till 26 000 ton) och trädklädd betesmark (upp till 17 000 ton).

Om alla osäkerhetsfaktorer beaktas och dikopopulationen enbart behöver öka med 150 000 djur innebär det att metanproduktionen ökar med ca 33 000 ton per år. Att rädda den biologiska mångfalden i naturbetesmarkerna med hjälp av dikor och deras ungnöt förutsätter således en ökning av metanutsläppen på mellan 30 och 100 %.

## Referenser

- Ahlgren S., Behaderovic D., Wirsenius S., Carlsson A., Hessle A., Toräng P., Seeman A., den Braver T. och Kvarnäck O. (2022) Miljöpåverkan av svensk nöt- och lammköttproduktion. *RISE rapport* 143.
- Bertilsson J. (2016) Updating Swedish emission factors for cattle to be used for calculations of greenhouse gases on commission of the Swedish Environmental Protection Agency 2016, Uppsala, Sweden.
- EU-kommissionen. (2022) Nature Restoration Law. Förslag till Europaparlamentets och rådets förordning om restaurering av natur. Bryssel den 22.6.2022 COM (2022) 304 final 2022/0195 (COD)  
<https://environment.ec.europa.eu/publications/nature-restoration-law>
- Europeiska miljöbyrån. (2020). State of the Nature in EU. *Europeiska miljöbyråns rapport* 10.
- Hessle A., Dahlström F. och Wallin K. (2011) Alternative production systems for male Charolais cross-bred cattle using semi-natural grasslands. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 61, 21–33.
- Jordbruksverket. (2022) Jordbruksverkets statistikdatabas. Tillgänglig den 22 mars 2022 på  
[https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas\\_\\_Skordar/JO0601J02.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625](https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/Jordbruksverkets%20statistikdatabas__Skordar/JO0601J02.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625)
- Nielsen N. (2012) Ny AAT-norm og model for mobilisering/deponering samt metanmodel i NorFor. I: Temadag om aktuelle fodringsspørgsmål – Fodringsdag i Herning.
- Nielsen N.I., Volden H., Åkerlind M., Brask M., Hellwing A.L.F., Storlien T. och Bertilsson J. (2015) A prediction equation for enteric methane emission from dairy cows for use in NorFor. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 63:3, 126–130.
- Toräng P. och Jacobson A. (2019) An assessment of favourable reference areas for grassland habitat types in the 2019 reporting under Article 17 of the Habitats Directive. PM SLU.dha.2019.5.5-16, Swedish Species information Centre.

## Multispectral drone imagery for pasture assessment

J. Morel<sup>1,2</sup>, J. Oliveira<sup>1</sup>, S. Bergqvist<sup>1</sup>, J. Chagas<sup>1</sup>, M. Ramin<sup>3</sup> och G. Bernes<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtproduktionsekologi, Umeå

<sup>2</sup>European Commission, Joint Research Center, Ispra, Italien <sup>3</sup>SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Umeå

Corresponding author: julien.morel@ec.europa.eu

## Sammanfattning

Drönare är mångsidiga verktyg som bl.a. kan ge detaljerade fältkartor. På marknaden finns nu drönare utrustade med multispektrala sensorer, som kan användas för beslutsstöd. Vi har testat en drönare av typ DJI P4 multispectral för att uppskatta mängden biomassa på beten på sex gårdar i norra Sverige. Registreringar utfördes på varje gård vid ett tillfälle i juni, ett i juli och ett i augusti 2021. NDVI (normalised difference vegetation index) och NDRE (normalised difference red edge index) beräknades och kartor över reflektansen i de blå, gröna och röda våglängdsbanden skapades. Positionen på 12 ytor à 0,25 m<sup>2</sup> på varje gård bestämdes och fältprover samlades in för att bestämma mängden torrs substans. Enkla linjära regressioner mellan vegetationsindex och torrs substansmängd testades, liksom multivariata regressioner där de enskilda spektralbanden och indexen användes som förklarande variabler. Resultaten visade ingen korrelation mellan NDVI eller NDRE med mängden biomassa uppmätt i fält. Multivariata modeller visade olika användbarhet, bäst resultat erhöles med s.k. stödvektormaskin ( $R^2 = 0,88$ ,  $RMSE = 315,1$  kg/ha). Om resultaten kan bekräftas med oberoende data skulle en relativt enkel drönare alltså kunna användas för att kartlägga tillgången på biomassa på ett fält, vilket skulle göra den till ett relevant verktyg för beslutsstöd.

## Introduction

Drones have been demonstrated to provide accurate supportive information for plant monitoring (Radoglou-Grammatikis *et al.*, 2020). In recent years, there has been a shift from expensive academic-grade drones to consumer-grade ones, making them available for use in e.g. practical farming applications. Multispectral sensors capture light information of a few discrete spectral bands (usually 4 to 10) that can further be combined into vegetation indices or be used for multivariate regression. Vegetation indices, such as the normalised difference vegetation index (NDVI) or the normalised difference red edge index (NDRE) are widely used for vegetative biomass monitoring, as they show a positive correlation with leaf area. However, their accuracy can be hampered by the so-called saturation effect, i.e. when an increase in leaf area does not translate into an increase of the vegetation index. On the other hand, multivariate regression models, including machine learning, allow the use of the full spectral information provided by multispectral sensors, but require fine-tuning of parameters to yield accurate and robust results.

Grasslands are at the heart of Nordic agricultural systems, both for harvesting and grazing. Both activities require timely information to support management. With grazing, the information acquisition is complicated by the interaction of cows. This represents a very good case study for the use of drones, as the within-field heterogeneity could easily be captured. In this study, we tested the use of a consumer-grade drone equipped with a multispectral camera to evaluate the biomass of grazing fields, by adjusting both univariate and multivariate regression models with field measured dry matter yield.

## Material and methods

Data were collected in 2021 from fields at six farms located in Northern Sweden. For each field monitored, three areas, each with four sampling spots, were marked with sticks. This was done on three occasions, in June, July and August. Spatial coordinates were recorded for each stick using a centimetre-precise GPS (Geo 7X, Trimble, Sunnyvale, USA). A P4 multispectral drone (DJI, Shenzhen, China) was flown over the field of study to acquire multispectral images at altitudes from 75 to 120 m above ground, with front and side overlap of 80 % and 70 %, respectively. The sensor mounted on this drone captures light information in five discrete colour bands (blue, green, red, red edge and near infrared) in addition to a regular camera sensor. Five ground control points and one radiometric calibration panel were used for further geometric and radiometric calibrations. Samples were delimited using a quadrat with sides measuring 50 cm and cut at approximately 3 cm above ground. In total, 192 samples were collected. The harvested material was placed in plastic bags and carried back to the laboratory for botanical separation into grass, clover, weeds and dead material, drying at 60°C for 48 hours, and then calculating dry matter yield. Acquired images were processed using Pix4D Mapper (Prilly, Switzerland) to generate blue, green, red, NDRE and NDVI orthomosaics (Figure 1). Spatial coordinates of the sampling areas were used to create polygons (using the R language *terra* package), and the median value of each spectral band was extracted polygon-wise and stored for further analysis.

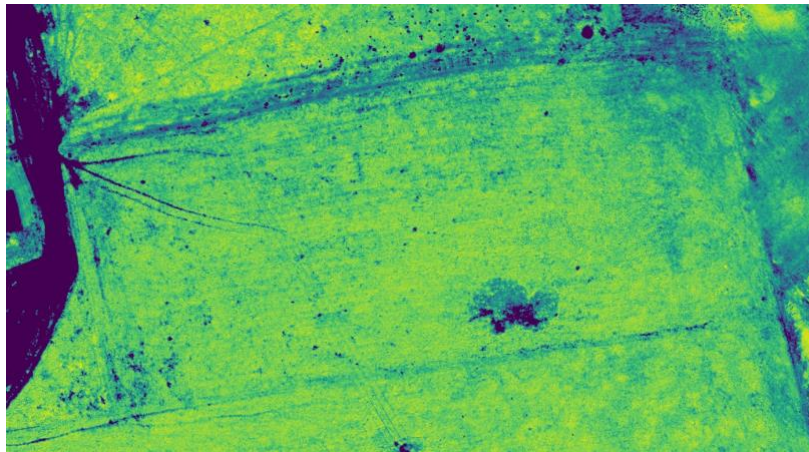


Figure 1. A NDVI orthomosaic obtained from images acquired on the 30th of August 2021 over farm E. Light tones indicate high levels of vegetation while dark tones indicate low levels of vegetation.

Model adjustments and evaluation were performed using R language (version 4.2.1.). Sampling location accuracies were manually checked against NDVI orthomosaics, and samples with unsatisfactory precision were discarded, resulting in a total of 138 samples available for regression tests. A 10-fold cross validation was used to adjust regression models, with the dry matter yield as the response variable and the blue, green, red, NDRE and NDVI raster data as the explanatory variables. Regression included the models partial least squares (*pls* package, PLS), support vector machine (*e1071* package, SVM), multivariate adaptive regression spline (MARS), artificial neural network and random forest (*caret* package, RF). Linear regression models were adjusted between the dry matter yield and the NDVI and NDRE, respectively, using the “lm” function of the *stats* package. The performances of the models were evaluated with root mean square error (*RMSE*) and coefficient of determination ( $R^2$ ).

## Results and discussion

Regression results are summarised in Table 1. Univariate regression models were systematically outperformed by multivariate models. NDVI and NDRE did not capture the variability of dry matter yields, with  $R^2$  of 0.01 and 0.09, respectively. The poor performances of the NDVI and NDRE are most probably related to the saturation effect. Further data control and filtering will be applied and should result in more accurate results.

Table 1. Summary of regressions performances.

Model	$R^2$	RMSE (kg/ha)
Linear regression (NDVI)	0.01	879.5
Linear regression (NDRE)	0.09	840.0
MARS	0.67	497.5
NNET	0.52	602.3
PLS	0.37	693.0
RF	0.54	594.6
<b>SVM</b>	<b>0.88</b>	<b>315.1</b>

Best results were obtained with the support vector machine model, SVM, with a  $RMSE$  of 315.1 kg/ha and a  $R^2$  of 0.88. Figure 2 shows the scatterplot of the SVM-estimated vs. laboratory-measured dry matter yield. Overall, most of the points fall close to the 1:1 line, indicating a good fit of the modelled data with the laboratory measurements. However, some samples have high residual values, and it will be necessary to further investigate why the SVM model did not manage to correctly estimate their values.

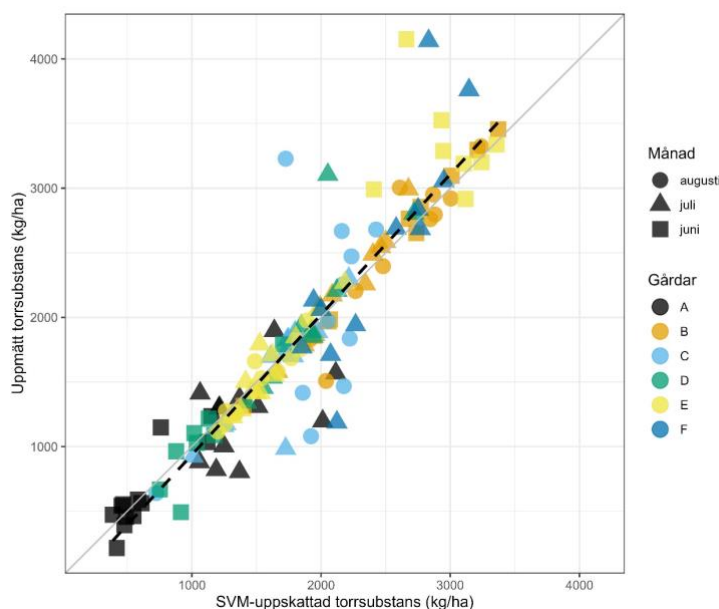


Figure 2. SVM-estimated vs laboratory-measured dry matter yield, including grass, clover and weeds. The black line indicates the 1:1 line.

Support vector machine is part of the nonlinear machine learning algorithms family, and as such, can unravel relationships between predictors and predicted variables. However, as any statistic-based method, it relies strongly on a large and comprehensive training dataset. In this



case study, the model was built using 138 samples, which is not enough to formally validate the accuracy and robustness of the model, especially since no independent dataset was available for a proper evaluation procedure. We tried to mitigate the small sample size by using the 10-fold cross validation process for model calibration and accuracy analysis. However, a more robust approach will be implemented in the coming months, as a dataset collected over 2022 is currently being processed and will be used for validating the current results.

In this study, we used a multispectral drone-mounted sensor to evaluate the biomass production of grazing fields. Although multispectral imagery is a standard for such a task, other drone-based alternatives are available. The structure from motion approach would be interesting to test, as it derives the height of features (such as vegetation) from RGB images, which could be then linked to the dry matter yield (e.g. Grüner *et al.*, 2019).

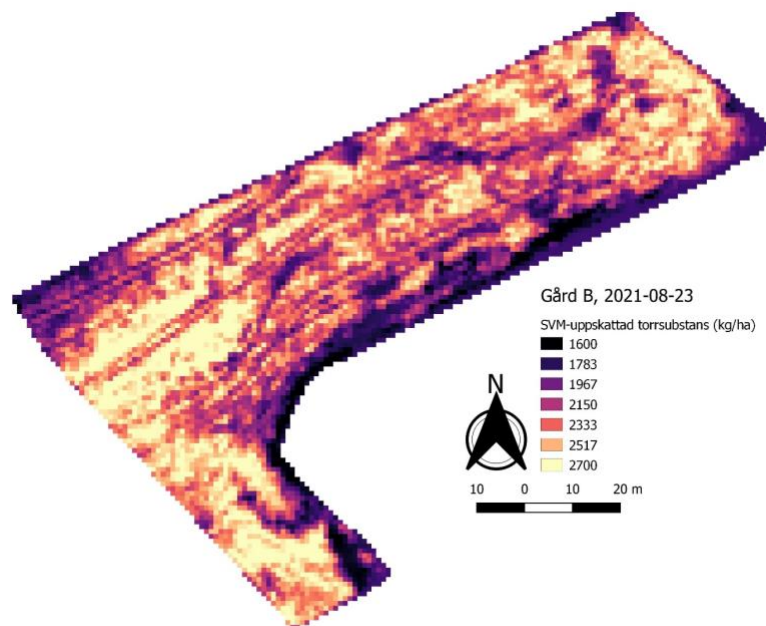


Figure 3. Map of SVM-estimated dry matter yield, expressed in kg/ha, for farm B on the 2021-08-23.

With a *RMSE* of 315.1 (corresponding to an error rate of 18.8 %), there is a need for improvement before the P4 multispectral drone can be used to provide an absolute dry matter yield value. One way to overcome this could be to adapt the pre-processing workflow so that the risk of including errors from field measurements or spectral data would be reduced. Nevertheless, this work, in its current state, is good enough to generate maps of biomass levels that can help the farmer to evaluate whether enough feed is still available in the paddock (Figure 3).

The study was financed by Stiftelsen Lantbruksforskning. The presentation was partly funded by the European Agricultural Fund for Rural Development.

## References

- Grüner E., Astor T. and Wachendorf M. (2019) Biomass prediction of heterogeneous temperate grasslands using an SfM approach based on UAV imaging. *Agronomy* 9. <https://doi.org/10.3390/agronomy9020054>
- Radoglou-Grammatikis P., Sarigiannidis P., Lagkas T. and Moscholios I. (2020) A compilation of UAV applications for precision agriculture. *Computer Networks* 172, 107148. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107148>

## Bevattning av vall

A. Joel<sup>1</sup>, N. Nilsson-Linde<sup>2</sup> och I. Wesström<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för mark och miljö, Uppsala <sup>2</sup>SLU,

Institutionen för växtproduktionsökologi, Uppsala

Korrespondens: ingrid.wesstrom@slu.se

## Sammanfattning

Lagom med vatten och växtnäring är en grundförutsättning för goda skördar. Syftet med detta projekt är att belysa de positiva effekter som kan uppnås med bevattning av vall. I projektet ingår två försök som består av fyra randomiserade block med fyra bevattningsled; obevattnat, bevattning hela säsongen, bevattning fram till första skörd och bevattning fram till andra skörd. Bevattningsbehovet beräknas från en vattenbalans där underskottet av vatten är skillnaden mellan nederbörd och evapotranspiration. Resultaten från två försöksår i fyra vallar visar tydligt att en merskörd kan uppnås med bevattning under perioder med nederbördsunderskott. De positiva effekterna är direkt kopplade till hur lång tid in på säsongen som bevattningen utförs. Bevattning fram till andraskörd gav det bästa skördeutbytet vilket innebär att en relativt god avkastning kan uppnås med mindre mängd bevattningsvatten. Vad som är bäst ur ekonomisk synpunkt bör bedömas efter de platspecifika förutsättningarna på gården och tillgången på vatten för bevattning.

## Introduktion

De senaste årens nederbördsfattiga odlingsår har lett till brist på grovfoder i Sverige. År 2021 odlades vall på 44 % av Sveriges åkermark (Jordbruksverket, 2021). Vallen är en vattenkrävande gröda och för att kunna producera grovfoder av önskad mängd och kvalitet kan det vara aktuellt för djurgårdar att använda bevattning. Många har redan i dag införskaffat system för att kunna bevattna, men det behövs mer kunskap om hur effekterna blir av olika bevattningsstrategier.

Huvudmålet med projektet är att bedöma effekterna av olika bevattningsstrategier på avkastning och kvalitet i en vall med torktålig artsammansättning och en traditionell slåttervall vad gäller tidpunkt och bevattningsmängd utifrån klimat, grödans utvecklingsstadium, jordart och markvattenhalt.

## Material och metoder

Försöken ingår i två treåriga försöksserier L1-268 och L1-269 ”Bevattning till vall”. Serien L1-268 är insådd med en torktålig sortblandning Indus 21 (50 % blåusern Nexus + 50 % hundäxing Swante) och serien L1-269 med en traditionell sortblandning Mira (20 % rödklöver SW Ares + 50 % timotej Grindstad/Ragnar + 30 % ängssvingel SW Minto). Ett försök i varje serie är utlagt i Torslunda, Öland, där odlingen sker konventionellt och ett i varje serie i Lövsta, Gotland, med ekologisk odling.

De försök som redovisas här bestod av fyra randomiserade block med fyra bevattningsled. Totalt hade försöken 16 försöksrutor. Alla behandlingar slumpades inom varje block. Följande fyra försöksled ingick för att representera olika nivåer av vattenstress; A. Obevattnat led, kontroll; B. Bevattning när 45 % av det växttillgängliga vattenförrådet har förbrukats; C. Samma bevattningsstrategi som B fram till första skörd, därefter upphör bevattningen; D. Samma bevattningsstrategi som B fram till andra skörd, därefter upphör bevattningen.

Avkastningen mättes i skörderutor i varje försöksled och block. Försöken skördades tre gånger år 2021 och fyra gånger år 2022. I samband med skörd utfördes rutvisa observationer av utvecklingsstadium och analyser av botanisk artsammansättning (redovisas ej här). Rutvisa provtagningar har utförts för analys av skördens kvalitet (redovisas ej här).

Bevattningsbehovet har beräknats med klimatdata från försöksplatserna. Tidpunkt för bevattning har bestämts utifrån vattenbalansberäkning för ledet med bevattning under hela säsongen (led B). Bevattningen utfördes med en bevattningsramp.

## Resultat

I tabellerna 1 och 2 finns en sammanställning av uppmätt nederbörd och beräknad evapotranspiration under april till september samt utförd bevattning. Nederbördsunderskottet är redovisat som mängden nederbörd minus mängden evapotranspiration.

Tabell 1. Klimat- och bevattningsdata i mm från Torslunda, Öland och Lövsta, Gotland under odlingsåret 2021 med nederbörd (P), evapotranspiration (ET<sub>0</sub>), underskott av nederbörd (P<sub>def</sub>) och bevattningsmängd (Bev) för varje behandling (B, C och D) i försöken L1-268 och L1-269. Medelnederbörd (P) under åren 1991–2020 kommer från SMHI:s stationer i Mörbylånga och Roma.

Försöksplats	Mängd (mm)	Månad						Summa
		April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	
Öland	P	8	58	10	48	131	70	325
	P, 1991–2020	23	36	44	57	52	45	257
	ET <sub>0</sub>	54	69	118	105	72	44	461
	P <sub>def</sub>	46	11	107	57	-60	-26	136
	Bev B	0	20	60	40	20	0	140
	Bev C	0	20	0	0	0	0	20
	Bev D	0	20	60	0	0	0	80
Gotland	P	9	34	16	87	96	21	263
	P, 1991–2020	27	31	42	62	60	50	272
	ET <sub>0</sub>	54	87	146	131	73	44	535
	P <sub>def</sub>	45	53	130	44	-23	23	272
	Bev B	0	25	80	55	0	0	160
	Bev C	0	25	0	0	0	0	25
	Bev D	0	25	80	25	0	0	130

Tabell 2. Klimat- och bevattningsdata i mm från Torslunda, Öland och Lövsta, Gotland under odlingsåret 2022 med nederbörd (P), evapotranspiration (ET<sub>0</sub>), underskott av nederbörd (P<sub>def</sub>) och bevattningsmängd (Bev) för varje behandling (B, C och D) i försöken L1-268 och L1-269. Medelnederbörd (P) under åren 1991–2020 kommer från SMHI:s stationer i Mörbylånga och Roma.

Försöksplats	Mängd (mm)	Månad						Summa
		April	Maj	Juni	Juli	Aug	Sep	
Öland	P	23	24	22	32	70	51	221
	P, 1991–2020	23	36	44	57	52	45	257
	ET <sub>0</sub>	50	81	106	110	89	43	479
	P <sub>def</sub>	27	57	84	78	19	-7	258
	Bev B	0	23	46	69	46	0	184
	Bev C	0	23	0	0	0	0	23
	Bev D	0	23	46	23	0	0	92
Gotland	P	40	31	17	49	38	41	216
	P, 1991–2020	27	31	42	62	60	50	272
	ET <sub>0</sub>	55	86	122	123	95	39	520
	P <sub>def</sub>	15	55	105	75	57	-2	304
	Bev B	0	55	60	60	60	30	265
	Bev C	0	55	0	0	0	0	55
	Bev D	0	55	60	0	0	0	115

I tabellerna 3 till 6 redovisas avkastningen vid varje skördetillfälle samt totalt över säsongerna år 2021 och 2022 i de olika behandlingarna på de två försöksplatserna.

Tabell 3. Avkastning odlingsåret 2021 i Torslunda, Öland, i försöken L1-268 med en torktålig blandning och L1-269 med en normal vallfröblandning, med tre vallskördar i kg torrsbstans (ts) per hektar för behandlingarna A, B, C och D (n = 4) samt totalskörden under säsongen. Olika bokstäver (a, b och c) bredvid skörde-resultat visar statistisk signifikans mellan behandlingarna ( $P < 0,05$ ).

Skörd Behandling	L1-268-01. Avkastning (kg ts ha <sup>-1</sup> )				L1-269-01. Avkastning (kg ts ha <sup>-1</sup> )			
	1	2	3	Total	1	2	3	Total
A	4669	2185 <sup>a</sup>	3050 <sup>a</sup>	9904 <sup>a</sup>	5156	1990 <sup>a</sup>	1809 <sup>a</sup>	8955
B	4527	3638 <sup>b</sup>	4248 <sup>b</sup>	12414 <sup>b</sup>	5382	3780 <sup>b</sup>	3029 <sup>b</sup>	12191
C	4415	1927 <sup>a</sup>	2988 <sup>a</sup>	9330 <sup>a</sup>	5168	2387 <sup>ab</sup>	2200 <sup>a</sup>	9755
D	4670	3595 <sup>b</sup>	3034 <sup>a</sup>	11299 <sup>ab</sup>	5712	3654 <sup>b</sup>	2211 <sup>a</sup>	11578
Medel	4570	2836	3340	10740	5355	2953	2312	10620
P-värde	0,8275	0,0008	0,0000	0,0071	0,6266	0,0168	0,0307	0,0813

Tabell 4. Avkastning odlingsåret 2021 i Lövsta, Gotland, i försöken L1-268 med en torktålig blandning och L1-269 med en normal vallfröblandning, med tre vallskördar i kg torrsbstans (ts) per hektar för behandlingarna A, B, C och D (n = 4) samt totalskörden under säsongen. Olika bokstäver (a, b och c) bredvid skörderesultat visar statistisk signifikans mellan behandlingarna ( $P < 0,05$ ).

Skörd Behandling	L1-268-01. Avkastning (kg ts ha <sup>-1</sup> )				L1-269-01. Avkastning (kg ts ha <sup>-1</sup> )			
	1	2	3	Total	1	2	3	Total
A	4578 <sup>a</sup>	1575 <sup>a</sup>	2253 <sup>a</sup>	8407 <sup>a</sup>	4556	1411 <sup>a</sup>	1572 <sup>a</sup>	7539 <sup>a</sup>
B	5208 <sup>b</sup>	5124 <sup>b</sup>	3399 <sup>b</sup>	13731 <sup>b</sup>	4816	5297 <sup>b</sup>	2727 <sup>b</sup>	12841 <sup>b</sup>
C	4915 <sup>ab</sup>	1948 <sup>a</sup>	2617 <sup>a</sup>	9480 <sup>a</sup>	5062	1752 <sup>a</sup>	1421 <sup>a</sup>	8235 <sup>a</sup>
D	5186 <sup>b</sup>	5171 <sup>b</sup>	2959 <sup>a</sup>	13317 <sup>b</sup>	4452	5274 <sup>b</sup>	2053 <sup>c</sup>	11788 <sup>b</sup>
Medel	4972	3454	2807	11234	4721	3434	1943	10098
P-värde	0,0148	0,0000	0,0248	0,0000	0,1090	0,0000	0,0000	0,0000

Tabell 5. Avkastning odlingsåret 2022 i Torslunda, Öland, i försöken L1-268 med en torktålig blandning och L1-269 med en normal vallfröblandning, med fyra vallskördar i kg torrsbstans (ts) per hektar för behandlingarna A, B, C och D (n = 4) samt totalskörden under säsongen. Olika bokstäver (a, b och c) bredvid skörde-resultat visar statistisk signifikans mellan behandlingarna ( $P < 0,05$ ).

Skörd Behandling	L1-268-01. Avkastning (kg ts ha <sup>-1</sup> )					L1-269-01. Avkastning (kg ts ha <sup>-1</sup> )				
	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total
A	3651	1650 <sup>a</sup>	1837 <sup>a</sup>	1255 <sup>a</sup>	8392 <sup>a</sup>	3451	2163 <sup>a</sup>	509 <sup>a</sup>	370 <sup>a</sup>	6574 <sup>a</sup>
B	3678	2595 <sup>b</sup>	3676 <sup>b</sup>	2546 <sup>b</sup>	12495 <sup>b</sup>	4225	3916 <sup>b</sup>	2396 <sup>b</sup>	1115 <sup>b</sup>	11651 <sup>b</sup>
C	3768	1634 <sup>a</sup>	1456 <sup>a</sup>	1270 <sup>a</sup>	8128 <sup>a</sup>	4383	2243 <sup>a</sup>	944 <sup>a</sup>	516 <sup>a</sup>	8086 <sup>ac</sup>
D	3575	2665 <sup>b</sup>	1866 <sup>a</sup>	1253 <sup>a</sup>	9658 <sup>a</sup>	4732	4178 <sup>b</sup>	762 <sup>a</sup>	490 <sup>a</sup>	10163 <sup>bc</sup>
Medel	3743	2136	2208	1581	9668	4198	3125	1173	623	9118
P-värde	0,5993	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0800	0,0012	0,0001	0,0001	0,0036

Tabell 6. Avkastning odlingsåret 2022 i Lövsta, Gotland, i försöken L1-268 med en torktålig blandning och L1-269 med en normal vallfröblandning, med fyra vallskördar i kg torrsbstans (ts) per hektar för behandlingarna A, B, C och D (n = 4) samt totalskörden under säsongen. Olika bokstäver (a, b, c och d) bredvid skörderesultat visar statistisk signifikans mellan behandlingarna ( $P < 0,05$ ).

Skörd Behandling	L1-268-01. Avkastning (kg ts ha <sup>-1</sup> )					L1-269-01. Avkastning (kg ts ha <sup>-1</sup> )				
	1	2	3	4	Total	1	2	3	4	Total
A	6235 <sup>a</sup>	1673 <sup>a</sup>	359 <sup>a</sup>	757 <sup>a</sup>	9024 <sup>a</sup>	6057 <sup>a</sup>	837 <sup>a</sup>	218 <sup>a</sup>	265 <sup>a</sup>	7377 <sup>a</sup>
B	7165 <sup>b</sup>	3348 <sup>b</sup>	2840 <sup>b</sup>	1898 <sup>b</sup>	15251 <sup>b</sup>	7029 <sup>b</sup>	2917 <sup>b</sup>	2786 <sup>b</sup>	1821 <sup>b</sup>	14553 <sup>b</sup>
C	7060 <sup>b</sup>	2356 <sup>c</sup>	382 <sup>a</sup>	737 <sup>a</sup>	10536 <sup>c</sup>	6864 <sup>b</sup>	1455 <sup>c</sup>	305 <sup>a</sup>	314 <sup>a</sup>	8939 <sup>c</sup>
D	7218 <sup>b</sup>	3234 <sup>b</sup>	1129 <sup>c</sup>	1081 <sup>c</sup>	12661 <sup>d</sup>	7064 <sup>b</sup>	2830 <sup>b</sup>	813 <sup>c</sup>	804 <sup>c</sup>	11511 <sup>d</sup>
Medel	6919	2653	1177	1118	11868	6754	2010	1030	801	10595
P-värde	0,0006	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0042	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

## Diskussion

Nederbördsunderskottet var båda åren störst under juni, på båda försöksplatserna. Det lagrade vattnet i marken var tillräckligt för att ge samma avkastningsnivåer i första skörd i alla behandlingarna på Öland. På Gotland gav bevattning större avkastning i första skörd i försöket med en torktålig sortblandning år 2021. År 2022 gav bevattnade led större första skörd i båda försöken. Förutsättningarna blev sämre i obevattnade led (A och C) inför andra skörden eftersom mindre vatten fanns kvar i markvattenmagasinen för att stödja återväxten. Likartad respons fanns inför tredje och fjärde skörden med mindre avkastning i obevattnade led (A, C och D) i samtliga försök. Vid andra, tredje och fjärde skörd hade samtliga bevattnade led signifikant större avkastning jämfört med de obevattnade leden på båda försöksplatserna. Den mer torkkänsliga artsammansättningen (L1-269) gav ett något större skördeutbyte vid bevattning på båda försöksplatserna.

På Öland var nederbörden större än den normala i maj, augusti och september 2021. Totalt var nederbörden 26 % större än normalnederbörden under odlingssäsongen. På Gotland var nederbörden större än den normala under juli och augusti 2021 med en total nederbörd nära normal under odlingssäsongen. År 2022 var den totala nederbörden betydligt mindre på både Öland och Gotland. Total nederbörd var 14 % mindre än normal på Öland och 20 % mindre än normal på Gotland. På Öland var nederbörden år 2022 större än den normala i augusti och september och på Gotland i april.

År 2021 på Öland täcktes nederbördsunderskottet med bevattning i led B (140 mm). På Gotland täckte bevattning i led B (160 mm) 60 % av nederbördsunderskottet. År 2022 på Öland täcktes 70 % nederbördsunderskottet med bevattning i led B (184 mm). På Gotland täckte bevattning i led B (265 mm) 90 % av nederbördsunderskottet.

År 2021 var merskörden per mm bevattning för den torktåliga sortblandningen på Öland i led B och led D, 18 respektive 17 kg mm<sup>-1</sup> och mer för den torkkänsliga i led B och led D, 23 respektive 32 kg mm<sup>-1</sup>. På Gotland var motsvarande merskörd för torktålig i led B och led D, 33 respektive 38 kg mm<sup>-1</sup> och för den mer torkkänsliga i led B och led D, 33 respektive 33 kg mm<sup>-1</sup>. År 2022 var merskörden per mm bevattning för torktålig blandning i led B och led D, 22 respektive 11 kg mm<sup>-1</sup> och mer torkkänslig i led B och led D, 28 respektive 41 kg mm<sup>-1</sup>. På Gotland var motsvarande merskörd för torktålig i led B och led D, 23 respektive 32 kg mm<sup>-1</sup> och mer torkkänslig i led B och led D, 27 respektive 36 kg mm<sup>-1</sup>.

Överlag gav led D (bevattning fram till andraskörd) det bästa skördeutbytet (kg mm<sup>-1</sup>) dvs. att en relativt god avkastning kan uppnås med mindre mängd bevattningsvatten. Vad som är bäst ur ekonomisk synpunkt bör bedömas efter de specifika förutsättningarna på gården och tillgången på vatten för bevattning.

Projektet finansieras av Stiftelsen Lantbruksforskning och Sverigeförsöken.

## Referens

Jordbruksverket. 2021. Sveriges officiella statistik, 2021. Jordbruksmarkens användning 2021. Slutlig statistik. JO0104.

## Delad kvävegiva på våren till timotej/ängssvingelvall

E. Nadeau<sup>1,2</sup>, A. von Essen<sup>1</sup> och A.K. Bakken<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

<sup>2</sup>Hushållningssällskapet Sjuhärads, Länghem <sup>3</sup>Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO),

Divisjon for matproduksjon og samfunn, Ås, Norge

Korrespondens: elisabet.nadeau@slu.se

## Sammanfattning

Syftet var att studera effekterna av kväve (N)-gödslingsstrategi innan första skörd på torrsubstansavkastning, råproteinhalt och proteinkvalitet i en timotej/ängssvingelvall. Försöket utfördes under två vallår på Særheim och Kvithamar, Norge samt på Rådde, Sverige. Delad kvävegiva med 60 kg N/ha på våren och 50 kg N/ha i maj månad gav lika torrsubstansavkastning och råproteinhalt som full giva på 110 kg N/ha på våren, med undantag för Rådde båda vallåren och Kvithamar andra vallåret där sen andra giva (ca 2 veckor innan skörd) gav mindre torrsubstansavkastning än full giva på våren. Tiden för den andra kvävegivan hade mindre betydelse på Særheim, vilket kan bero på att gräsen tog upp mer kväve från jorden. Med tanke på att både väder och jordens kväveinnehåll påverkar hur fort grödan tar upp kväve för att lagra in till sin tillväxt rekommenderar vi att den andra kvävegivan vid delad giva ges 3–4 veckor innan skörd. Delad kvävegiva ökade varken icke-protein-kvävehalten eller nitrathalten vilket kan bero på att en full kvävegiva på 110 kg N/ha anses som en måttlig giva som gräsvallen hinner ta upp och lagra in som sant protein. Vi fann få och små indikationer på att delad giva gav mindre kväveförluster än en hel giva på våren. Med stigande gödselpriser och större svängningar i vädret kan det dock vara en fördel med delad giva, men det ger också en körning till i vallen.

## Introduktion

Det är viktigt att studera optimal kvävegödslingsstrategi (N) utifrån växtens behov eftersom vallen är den viktigaste inhemska proteinkällan för idisslare i Sverige och Norge. Under 2017–2019 genomfördes ett projekt inom Sverigeförsöken där delad N-giva innan första skörd i blandvall ingick som ett av flera försöksled (Hallin och Gustavsson, 2019). Det saknas dock försök i rena gräsvallar där tidpunkten för den andra N-givan inför första skörd varierar. Syftet med det här projektet var att studera effekterna av delad N-giva och tidpunkten för den andra N-givan innan första skörd på avkastning, N-balans, råprotein (rp)-halt och rp-kvalitet i en timotej/ängssvingelvall.

## Material och metoder

En vallfröblandning med 80 % timotej och 20 % ängssvingel såddes 2017 på NIBIO Kvithamar, Trondheim samt 2018 på NIBIO Særheim, Stavanger, Norge och Rådde Gård, Länghem, Sverige. En yta av den sådda arealen skördades som förstaårsvall 2018 på Kvithamar och som förstaårsvall 2019 på Særheim och på Rådde. En annan yta av den sådda arealen skördades som andraårsvall 2019 på Kvithamar och som andraårsvall 2020 på Særheim och på Rådde. Försöksdesignen var randomiserat blockförsök med tre block, fyra gödslingsbehandlingar och tre skördetidpunkter i första skörd. Behandlingarna var **A**) ingen N-gödsling, **B**) 110 kg N/ha på våren, **C**) 60 kg N/ha på våren och 50 kg N/ha när första noden kändes på första timotejskottet och **D**) 60 kg N/ha på våren och 50 kg N/ha när två noder kändes på största andelen av timotejskotten. Samtliga försöksrutor gödslades med fosfor och kalium på våren

och mineralgödsel användes i samtliga led. Skördetidpunkterna var 1) vid början av stjälksträckning hos timotej samtidigt som spridning av den tidiga andra N-givan (led C) i oskördade rutor, 2) när två noder var kännbara på största delen av timotejskotten samtidigt som den sena N-givan spreds (led D) i oskördade rutor och 3) vid begynnande axgång hos timotej när axet syntes på 10 % av skotten. Stubbhöjden var 70 mm och stubbavkastningen till markytan registrerades i två av blocken vid varje skördetidpunkt. Rp-kvaliteten bestämdes genom våtkemisk fraktionering av rp och nitrathalten analyserades enligt Boehringer Mannheim / R-Biopharm. Data från första skörd analyserades i PROC GLIMMIX (SAS). När det globala  $P$ -värdet var signifikant ( $P < 0,05$ ) eller tenderade att vara signifikant ( $0,05 < P < 0,10$ ) jämfördes medelvärdena (LS means) med Tukey's test.

## Resultat och diskussion

N-gödsling ökade rp-halten och den skördade avkastningen av ts och rp, vilket bekräftar tidigare resultat i gräsvall (tabell 1 och 2; Nadeau *et al.*, 2018; Gustavsson, 2020). Delad N-giva gav lika ts-avkastning och rp-halt som vid full giva på våren, med undantag för Rådde båda vallåren och Kvithamar andra vallåret där sen andra giva (ca 2 v innan skörd) gav mindre ts-avkastning än full giva på våren. Tiden för den andra N-givan hade mindre betydelse på Saerheim, vilket kan bero på att gräsen där tog upp mer N från jorden (tabell 2). Cirka 64 % av tillfört N återfanns i nettomängden i medeltal för led B–D på Rådde. På Kvithamar och Saerheim var motsvarande värden 66 % respektive 52 %. Med tanke på att både väder och jordens N-innehåll påverkar hur fort grödan tar upp N för att lagra in till sin tillväxt rekommenderar vi utifrån dessa och tidigare resultat (Hallin och Gustavsson, 2019) att den andra givan vid delad N-giva ges 3–4 veckor innan skörd. Den relativt stora N-mängden i stubben vid gräsens första skördetidpunkt visar att stubb är en bra reservoar för senare mobilisering till mer produktiva organ (tabell 2).

Delad N-giva ökade inte icke-protein-N-halten (23,5 % av rp för delad giva *vs.* 23,5 % av rp för enkel giva) och nitrathalten (0,43 g/kg ts för delad giva *vs.* 0,34 g/kg ts för enkel giva), vilket kan bero på att en full N-giva på 110 kg N/ha anses som en måttlig giva som gräsvallen hinner ta upp och lagra in som sant protein. Det var en större andel vomstabil protein i det ogödslade jämfört med de gödslade leden vid första skördetidpunkten (26 % av rp *vs.* 19 % av rp) men skillnaden utjämnades vid timotejens axgång (32 % av rp *vs.* 29 % av rp). I vår tidigare studie med rajräsdominerad vall minskade andelen vomstabil protein när N-givan ökade från 100 kg till 200 kg/ha inför första skörd (Nadeau *et al.*, 2018). I den studien ökade ts-avkastningen från 2 200 kg/ha till 5 000 kg/ha från 0 kg N/ha till 100 kg N/ha men ökningen avtog därefter till 5 500 kg/ha vid 200 kg N/ha. Detta visar att en giva på 110 kg N/ha är rimlig att använda inför första skörd av en gräsvall med tanke på ts-avkastning och proteinets kvalitet. För att få något högre rp-halt vid timotejens tidiga axgång i början av juni hade till och med en något större giva än 110 kg N/ha varit optimalt (Gustavsson, 2020). Vi fann få och små indikationer på att delad giva gav mindre N-förluster än en hel giva på våren. Med stigande gödselpriser och större svängningar i vädret kan det dock vara en fördel med delad giva, men det ger också en körning till i vallen.

**Tack** till försöksledare och personal på stationerna. Projektet har ingått i projektet "IMPRESS – Improved precision in forage crop management" som har letts av NIBIO med finansiering från Matfondet, Norges Forskningsråd, Lantmännens forskningsstiftelse, Felleskjøpet Agri SA, YARA Norge AS, YARA GmbH & Co. KG och Strand Unikorn AS.

Tabell 1. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt på skördad torrsbstansavkastning (ts) och råproteinhalt i timotej/ängssvingelvall i försök på Kvithamar (K) och Saerheim (S), Norge samt Råde (R), Sverige.

Plats, år och N-strategi*	Skördad avkastning, kg ts/ha			Råprotein, g/kg ts		
	Utvecklingsstadium hos timotej			Utvecklingsstadium hos timotej		
	1 nod kännbar, 6-18/5	2 noder kännbara, 15-23/5	Tidig axgång, 3-9/6	1 nod kännbar, 6-18/5	2 noder kännbara, 15-23/5	Tidig axgång, 3- 9/6
K2018 – A	1106 <sup>Bb</sup>	1543 <sup>Bb</sup>	3243 <sup>Ba</sup>			74 <sup>B</sup>
K2018 – B	1934 <sup>Ac</sup>	2896 <sup>Ab</sup>	5617 <sup>Aa</sup>			129 <sup>A</sup>
K2018 – C	1547 <sup>ABc</sup>	2375 <sup>Ab</sup>	5928 <sup>Aa</sup>			125 <sup>A</sup>
K2018 – D	1663 <sup>ABc</sup>	2540 <sup>Ab</sup>	5444 <sup>Aa</sup>			136 <sup>A</sup>
<i>P</i> -värde (SEM)		<0,001 (138,0)				
K2019 – A	783 <sup>Ab</sup>	1215 <sup>Bb</sup>	2592 <sup>Ca</sup>	113 <sup>Ca</sup>	108 <sup>Ca</sup>	72 <sup>Bb</sup>
K2019 – B	1335 <sup>Ac</sup>	2063 <sup>Ab</sup>	5298 <sup>Aa</sup>	219 <sup>Aa</sup>	209 <sup>Aa</sup>	111 <sup>Ab</sup>
K2019 – C	1218 <sup>Ac</sup>	1902 <sup>Ab</sup>	5306 <sup>Aa</sup>	181 <sup>Bb</sup>	224 <sup>Aa</sup>	128 <sup>Ac</sup>
K2019 – D	1424 <sup>Ab</sup>	1972 <sup>Ab</sup>	4637 <sup>Ba</sup>	185 <sup>Ba</sup>	170 <sup>Ba</sup>	120 <sup>Ab</sup>
<i>P</i> -värde (SEM)		<0,001 (134,8)			<0,001 (5,1)	
S2019 – A	693 <sup>(Ab)</sup>	1670 <sup>(Ab)</sup>	4273 <sup>(Ba)</sup>	122 <sup>Ca</sup>	101 <sup>Ba</sup>	86 <sup>Ba</sup>
S2019 – B	920 <sup>(Ac)</sup>	2469 <sup>(Ab)</sup>	6486 <sup>(Aa)</sup>	227 <sup>Aa</sup>	178 <sup>Ab</sup>	110 <sup>ABc</sup>
S2019 – C	905 <sup>(Ac)</sup>	2355 <sup>(Ab)</sup>	6052 <sup>(Aa)</sup>	192 <sup>ABa</sup>	188 <sup>Aa</sup>	132 <sup>Ab</sup>
S2019 – D	1402 <sup>(Ab)</sup>	2835 <sup>(Ab)</sup>	6476 <sup>(Aa)</sup>	181 <sup>Ba</sup>	152 <sup>Aa</sup>	97 <sup>ABb</sup>
<i>P</i> -värde (SEM)		0,051 (283,3)			<0,003 (8,6)	
S2020 – A	1272 <sup>Ab</sup>	1749 <sup>Bb</sup>	3079 <sup>Ba</sup>	125 <sup>Ca</sup>	117 <sup>Ba</sup>	80 <sup>Bb</sup>
S2020 – B	1752 <sup>Ac</sup>	2804 <sup>Ab</sup>	5615 <sup>Aa</sup>	206 <sup>Aa</sup>	160 <sup>Ab</sup>	115 <sup>ABc</sup>
S2020 – C	1456 <sup>Ac</sup>	2750 <sup>Ab</sup>	5458 <sup>Aa</sup>	163 <sup>BCa</sup>	172 <sup>Aa</sup>	121 <sup>Ab</sup>
S2020 – D	1397 <sup>Ac</sup>	2623 <sup>Ab</sup>	4938 <sup>Aa</sup>	174 <sup>ABa</sup>	154 <sup>Aab</sup>	124 <sup>Ab</sup>
<i>P</i> -värde (SEM)		<0,001 (166,6)			<0,0182 (7,8)	
R2019 – A	232 <sup>Bb</sup>	747 <sup>Cb</sup>	1681 <sup>Ca</sup>	137 <sup>Ca</sup>	107 <sup>Cb</sup>	78 <sup>Bc</sup>
R2019 – B	958 <sup>Ac</sup>	2667 <sup>Ab</sup>	5295 <sup>Aa</sup>	258 <sup>Aa</sup>	185 <sup>Ab</sup>	124 <sup>Ac</sup>
R2019 – C	773 <sup>Ac</sup>	2224 <sup>Bb</sup>	5245 <sup>Aa</sup>	202 <sup>Ba</sup>	195 <sup>Aa</sup>	118 <sup>Ab</sup>
R2019 – D	805 <sup>Ac</sup>	2052 <sup>Bb</sup>	4786 <sup>Ba</sup>	205 <sup>Ba</sup>	138 <sup>Bb</sup>	137 <sup>Ab</sup>
<i>P</i> -värde (SEM)		<0,001 (77,7)			<0,001 (4,8)	
R2020 – A	283 <sup>Bc</sup>	864 <sup>Cb</sup>	2281 <sup>Ca</sup>	148 <sup>Ca</sup>	101 <sup>Bb</sup>	74 <sup>Bb</sup>
R2020 – B	940 <sup>Ac</sup>	2645 <sup>Ab</sup>	4955 <sup>Aa</sup>	225 <sup>Aa</sup>	152 <sup>Ab</sup>	111 <sup>Ac</sup>
R2020 – C	666 <sup>ABc</sup>	2085 <sup>Bb</sup>	4769 <sup>Aa</sup>	194 <sup>Ba</sup>	157 <sup>Ab</sup>	113 <sup>Ac</sup>
R2020 – D	669 <sup>ABc</sup>	1900 <sup>Bb</sup>	4232 <sup>Ba</sup>	183 <sup>Ba</sup>	125 <sup>Bb</sup>	123 <sup>Ab</sup>
<i>P</i> -värde (SEM)		<0,001 (100,2)			<0,001 (5,4)	

\*N-strategi: A) 0 kg N/ha, B) 110 kg N/ha på våren, C) 60 kg N på våren + 50 kg N när första noden är kännbar på första timotejplantan, D) 60 kg N på våren + 50 kg N när två noder är kännbara på största delen av timotej-skotten. *P*-värde och standard error of the mean (SEM) från samspel mellan skördetillfälle och N-strategi. <sup>A,B,C</sup>Medelvärden med olika versaler inom kolumn för varje plats och år skiljer sig signifikant ( $P < 0,05$ ) eller tendens till signifikans ( $0,05 < P < 0,10$ ). <sup>a,b,c</sup>Medelvärden med olika gemener inom rad för varje plats och år skiljer sig signifikant ( $P < 0,05$ ) eller tendens till signifikans ( $0,05 < P < 0,10$ ).



Tabell 2. Effekt av N-gödslingsstrategi och skördetidpunkt på skördad råproteinavkastning och råproteinmängd i stubb i timotej/ängssvingelvall i försök på Kvithamar (K) och Saerheim (S), Norge samt Rådde (R), Sverige.

Plats, år och N-strategi*	Råproteinavkastning, kg/ha			Råproteinmängd i stubb, kg/ha		
	Utvecklingsstadium hos timotej			Utvecklingsstadium hos timotej		
	1 nod kännbar, 6-18/5	2 noder kännbara, 15-23/5	Tidig axgång, 3-9/6	1 nod kännbar, 6-18/5	2 noder kännbara, 15-23/5	Tidig axgång, 3-9/6
K2018 – A			241 <sup>B</sup>	210	125	180
K2018 – B			723 <sup>A</sup>	149	99	117
K2018 – C			741 <sup>A</sup>	184	130	166
K2018 – D			742 <sup>A</sup>	184	177	134
<i>P</i> -värde (SEM)				0,966 (8,0)		
K2019 – A	89 <sup>Ba</sup>	132 <sup>Ba</sup>	188 <sup>Ca</sup>	109 <sup>Ba</sup>	126 <sup>Ba</sup>	120 <sup>Aa</sup>
K2019 – B	293 <sup>Ac</sup>	430 <sup>Ab</sup>	591 <sup>ABa</sup>	180 <sup>Aa</sup>	165 <sup>Ba</sup>	142 <sup>Aa</sup>
K2019 – C	220 <sup>Ac</sup>	426 <sup>Ab</sup>	676 <sup>Aa</sup>	156 <sup>Ab</sup>	211 <sup>Aa</sup>	141 <sup>Ab</sup>
K2019 – D	263 <sup>Ab</sup>	334 <sup>Ab</sup>	558 <sup>Ba</sup>	156 <sup>Aa</sup>	154 <sup>Ba</sup>	155 <sup>Aa</sup>
<i>P</i> -värde (SEM)		<0,001 (23,1)		0,003 (1,3)		
S2019 – A	84	168	382	285	189	256
S2019 – B	209	441	716	399	300	327
S2019 – C	172	439	799	382	292	257
S2019 – D	253	429	625	382	247	222
<i>P</i> -värde (SEM)		<0,173 (57,7)		0,242 (4,0)		
S2020 – A	157 <sup>Ba</sup>	203 <sup>Ba</sup>	246 <sup>Ba</sup>	147	235	198
S2020 – B	360 <sup>Ab</sup>	448 <sup>Ab</sup>	641 <sup>Aa</sup>	176	210	211
S2020 – C	237 <sup>ABc</sup>	474 <sup>Ab</sup>	656 <sup>Aa</sup>	112	202	201
S2020 – D	244 <sup>ABc</sup>	403 <sup>Ab</sup>	615 <sup>Aa</sup>	124	199	219
<i>P</i> -värde (SEM)		<0,001 (25,9)		0,991 (9,6)		
R2019 – A	32 <sup>Bb</sup>	80 <sup>Cab</sup>	131 <sup>Ba</sup>	112 <sup>Ca</sup>	82 <sup>Aab</sup>	68 <sup>Ab</sup>
R2019 – B	247 <sup>Ac</sup>	494 <sup>Ab</sup>	656 <sup>Aa</sup>	244 <sup>Aa</sup>	118 <sup>Ab</sup>	71 <sup>Ac</sup>
R2019 – C	156 <sup>Ac</sup>	433 <sup>Ab</sup>	618 <sup>Aa</sup>	176 <sup>Ba</sup>	114 <sup>Ab</sup>	77 <sup>Ab</sup>
R2019 – D	165 <sup>Ac</sup>	284 <sup>Bb</sup>	657 <sup>Aa</sup>	166 <sup>Ba</sup>	98 <sup>Ab</sup>	81 <sup>Ab</sup>
<i>P</i> -värde (SEM)		<0,001 (18,8)		<0,001 (1,3)		
R2020 – A	42 <sup>Cb</sup>	88 <sup>Db</sup>	168 <sup>Ba</sup>	158 <sup>Ca</sup>	142 <sup>Bab</sup>	108 <sup>Ab</sup>
R2020 – B	211 <sup>Ac</sup>	402 <sup>Ab</sup>	548 <sup>Aa</sup>	244 <sup>Aa</sup>	177 <sup>ABb</sup>	122 <sup>Ac</sup>
R2020 – C	129 <sup>Bc</sup>	326 <sup>Bb</sup>	540 <sup>Aa</sup>	184 <sup>BCa</sup>	192 <sup>Aa</sup>	134 <sup>Ab</sup>
R2020 – D	122 <sup>Bc</sup>	237 <sup>Cb</sup>	519 <sup>Aa</sup>	210 <sup>ABa</sup>	171 <sup>ABab</sup>	130 <sup>Ab</sup>
<i>P</i> -värde (SEM)		<0,001 (13,9)		0,002 (1,2)		

\*N-strategi: A) 0 kg N/ha, B) 110 kg N/ha på våren, C) 60 kg N på våren + 50 kg N när första noden är kännbar på första timotejplantan, D) 60 kg N på våren + 50 kg N när två noder är kännbara på största delen av timotej-skotten. *P*-värde och standard error of the mean (SEM) från samspel mellan skördetillfälle och N-strategi. <sup>A,B,C,D</sup>Medelvärden med olika versaler inom kolumn för varje plats och år skiljer sig signifikant ( $P < 0,05$ ). <sup>a,b,c</sup>Medelvärden med olika gemener inom rad för varje plats och år skiljer sig signifikant ( $P < 0,05$ ).

## Referenser

- Gustavsson A.-M. (2020) Fördelning av kvävegivan mellan delskördar i gräsvall. I: N. Nilsdotter-Linde och G. Bernes. (reds.). Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. *Rapport* 30, 51–54.
- Hallin O. och Gustavsson A.-M. (2019) Kvävegödsling och strategi i vall. *Sverigeförsöken*, 105–112.
- Nadeau E., Hallin O. och Bataillard L. (2018) Kan man gödsla sig till proteinet i en gräsvall? Svenska Vallföreningen. *Svenska Vallbrev* 7, 1–2.

## Mineralämnen i klöver/gräsvall i Sverige

K. Lätt<sup>1</sup> och M. Åkerlind<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hushållningssällskapet Västra, Skara <sup>2</sup>Växa, Kunskap och utveckling, Uppsala

Korrespondens: kajsa.latt@hushallningssallskapet.se; maria.akerlind@vxa.se

### Sammanfattning

Cirka 80 % av näringsanalyserna av svenska vallfoderprover innefattar resultat på mineralämnen. Detta är viktigt för att säkerställa att djuren får tillräcklig mängd av mineralämnen i foderplaneringen. Här presenterar vi förekomsten av 15 olika mineralämnen i vallfoder från svenska mjölk- och nötköttsgårdar. Vi ger exempel på hur mineralhalterna kan presenteras i form av kartor. Kartorna kan användas för att få en uppfattning om mineralstatusen i olika geografiska områden. Dessutom visar vi exempel på samband mellan jordens mineralinnehåll och innehållet i vallfoder. Vi ser behov av ökad samverkan mellan rådgivning inom växtodling och utfodring till gård för att ge lantbrukaren en helhetsbild från jord till mule och därmed en bättre ekonomi.

### Introduktion

Djur och växter behöver mineralämnen för att kunna upprätthålla en normal biologisk funktion. Mineraler har sitt ursprung i berggrund och jord där de är grunden för växternas näringsinnehåll och via fodret vidare till djuren. De mineralämnen som konsumeras men inte absorberas cirkulerar tillbaka till jorden via stallgödseln.

Vallen är den viktigaste grödan till våra nötkreatur i Sverige. Att ha kunskap om vallens mineralinnehåll är viktigt för att kunna undvika brister och förgiftningar hos djuren. En god kännedom om gårdens mineralbalans bidrar också till att undvika övergödning.

Beroende på behovets storlek hos växter eller djur delas mineralämnen vanligen in i makromineraler vilka anges i gram per kg torrs substans (ts) och mikromineraler med enheten milligram per kg ts. Till makromineralerna räknas kalcium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na), klorid (Cl) och svavel (S). Till mikromineralerna räknas järn (Fe), mangan (Mn), zink (Zn), koppar (Cu), kobolt (Co), jod (I), selen (Se) och molybden (Mo). I detta arbete tar vi inte upp bor, då den endast är livsnödvändig för växter. Tabellvärden för mineralämnen i vallfoder har traditionellt tagits från Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003), medan uppdaterad foderanalysstatistik presenteras publikt för de fem senaste åren på Växas hemsida (Växa, 2022).

Syftet med denna studie var att kartlägga innehållet av Ca, P, Mg, K, Na, Cl, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Co, I, Se och Mo i svenska vallfoderprover samt korrelera dessa data med motsvarande mineralhalter i jord. Studien utfördes som examensarbete (Lätt, 2019) på uppdrag av Växa.

### Material och metoder

För denna studie erhöles analysresultat på vallprover från svenska mjölk- och nötköttsproducenter via NorFors foderanalyssystem och Växa. De flesta vallproverna bestod av gräs/klöverblandningar, men det fanns också rena gräsblandningar och rena baljväxtprover. Proverna var uttagna antingen på grönmassa eller ensilerat foder. Materialet omfattar totalt 48 775 analysresultat med mineraler på vallfoder under skördeåren 2010–2017 härstammande från 4 698 unika gårdar. Mineralämnena analyserades av kommersiella laboratorier med ICP,

utom för klorid som utfördes med NIR. Den beskrivande statistiken beräknades i Excel (Microsoft Office, 2016). För beräkningen av medelvärde exkluderades extremvärden.

Kartor för foderanalyserna gjordes i programmet QGIS, Bonn 3.2.3. Varje mineral hanterades separat och en interpolering gjordes med en s.k. avståndsviktning (SAGA GIS 2.3.2.). Sökradien för interpoleringen sattes till 15 km, så varje cell blev 15 km × 15 km stor.

Värden på jordens mineralinnehåll erhöles i form av genomsnittliga analysvärden per kommun från SLU:s Miljödata (Miljödata-MVM, 2019) vilka ingick i ett nationellt miljöövervakningsprogram (Eriksson *et al.*, 2010). Jordproverna hade analyserats på innehåll av Ca (utbytbar), P<sub>AL</sub>, Mg (utbytbar), K (utbytbar), Na (utbytbar), S, Fe<sub>AL</sub>, Mn, Zn, Cu, Co, Se och Mo. Medelvärdena för mineralerna valdes mellan åren 1988–2018 från de kommuner som hade flest mjölkföretag per län (Holmström, 2017). I större län valdes flera kommuner ut för att få stor geografisk spridning. Totalt användes data från 26 kommuner. För att studera korrelationen mellan vallfoder och jord för varje mineral, räknades motsvarande genomsnitt på mineralinnehållet i vallfoderprover från de valda kommunerna åren 2010–2017. En linjär regressionsmodell användes för genomsnittliga analysresultat för foder- och jordprover i de valda kommunerna. Determinationskoefficienten ( $R^2$ ) användes för att bedöma hur mycket av mineralinnehållet i vallfoder som kunde förklaras av jordens mineralinnehåll.

## Resultat och diskussion

Beskrivande statistik för makromineralerna visas i tabell 1 och för mikromineralerna i tabell 2. Medelvärdena för Ca, P, Mg, K, S och Cu är jämförbara med tabellvärdena för vallfoder i Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003), medan innehållen av Zn, Mn och Se var högre i vår sammanställning.

Tabell 1. Beskrivande statistik för makromineraler i svenska vallfoder 2010–2017 (Lätt, 2019).

	Makromineraler g/kg torrs substans						
	Ca	P	Mg	K	Na	Cl	S
Antal prover	48775	48774	48773	48775	48621	25965	48743
Medeltal	6,4	2,8	2,0	23,0	0,9	4,1	2,1
Median	6,0	2,8	2,0	23,0	0,7	3,6	2,1
Typvärde	5,0	2,8	1,8	25,0	0,5	0,4	2,0
Standardavvikelse	2,4	0,6	0,6	5,2	0,7	3,3	0,5
Percentil 25	4,7	2,6	1,6	19,2	0,5	1,2	1,8
Percentil 75	7,5	3,2	2,4	26,4	1,2	6,0	2,4

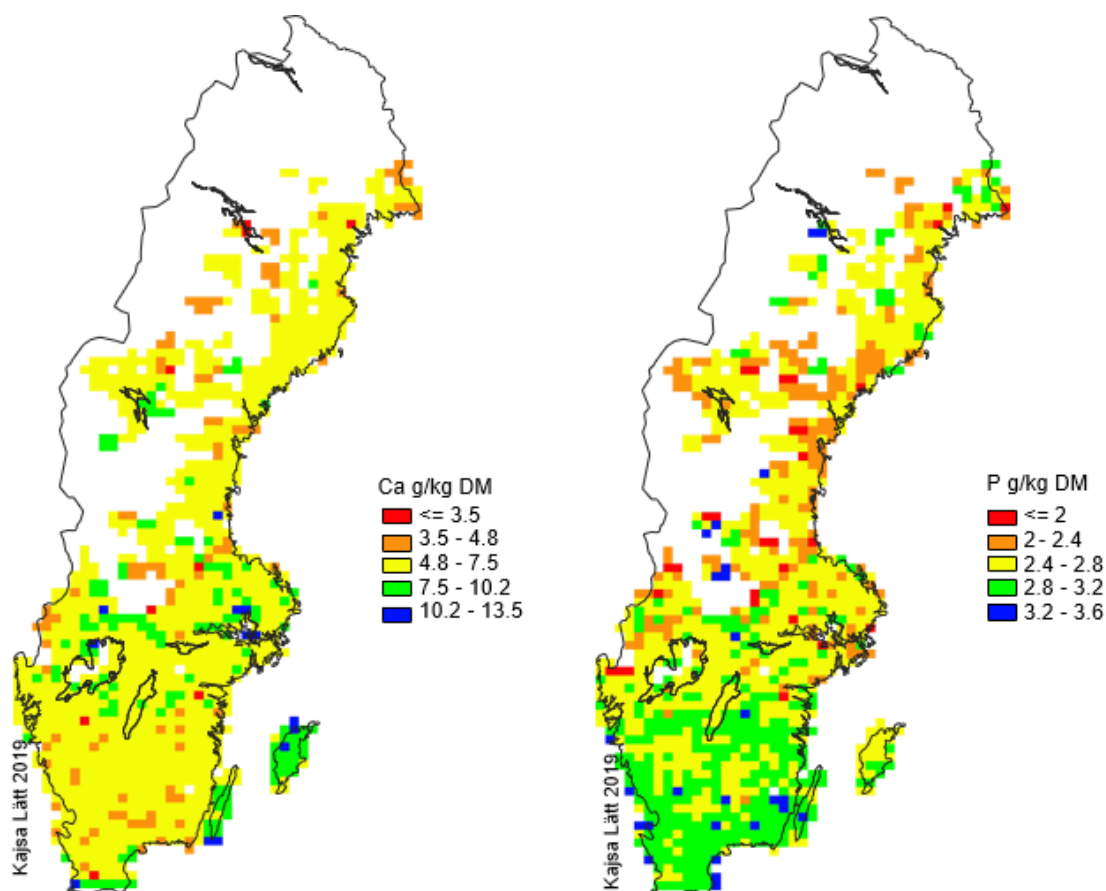
Tabell 2. Beskrivande statistik över mikromineraler i svenska vallfoder 2010–2017 (Lätt, 2019).

	Mikromineral mg/kg torrs substans							
	Fe	Mn	Zn	Cu	Co	Se	I	Mo
Antal prover	48348	48347	48341	48347	3631	37667	3631	3748
Medeltal	190	66	34	7,0	0,09	0,04	0,2	1,9
Median	131	60	30	6,6	0,07	0,02	0,2	1,3
Typvärde	110	56	28	5,1	0,04	0,02	0,1	0,8
Standardavvikelse	332	34	45	8,0	0,08	0,06	0,4	2,0
Percentil 25	93	46	25	5,6	0,04	0,01	0,1	0,9
Percentil 75	201	80	35	7,8	0,1	0,04	0,3	2,3

Vår studie visade att en del av foderproverna hade högre koncentration av Mo än den högsta tolererbara nivån på 5 mg/kg ts enligt NRC (2005). Det ska nämnas att EU har en gräns på

2,5 mg Mo per kg ts till får, men ingen gräns för nötkreatur (EU, 2019). Nötkreatur har inget behov av Mo, men Mo motverkar upptag av Cu vilket kan leda till Cu-brist och därmed stora ekonomiska produktionsbortfall (NASEM, 2021).

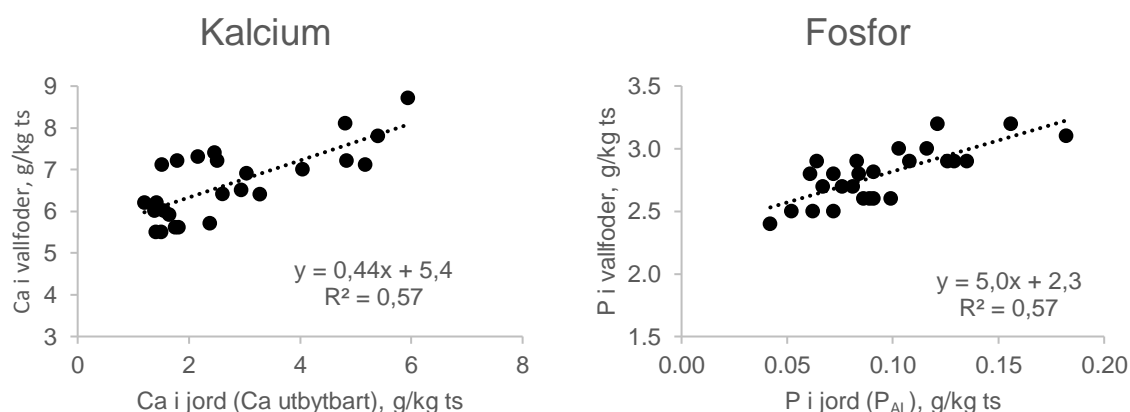
Sverigekartor med genomsnittliga värden för Ca och P i vallfoder i arealer om 15 km × 15 km visas i figur 1. Kalciumkartan visar att vallfoder vanligen innehåller 4,8–7,5 g Ca/kg ts. De nivåerna bekräftas av tabell 1 där medelvärdet för Ca är 6,4 g/kg ts och typvärdet, dvs. värdet som förekommer flest gånger, är 5,0 g/kg ts. Områden med högre nivåer av Ca i vallfodret är också kända för högt Ca-innehåll i jorden, vilket speglar den geologiska inverkan på jorden. Behovet för en högproducerande mjölkko är 6 till 6,5 g Ca/kg ts (NASEM, 2021), vilket tyder på att grovfodret täcker Ca-behovet till en relativt stor del, men en viss komplettering med mineralfoder behövs oftast. Studien visade lägre koncentrationer av P i vallfoder från norra jämfört med det från södra Sverige, vilket tidigare också visats av Johansson och Åkerlind (2016), men det framgår inte i Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003). Innehållet av  $P_{AL}$  i jorden påverkas dels av egenskaperna i jorden, dels av gödselstrategin på gården (Whitehead, 2000; Eriksson *et al.*, 2010). Kartor för fler mineralämnen finns presenterade i ett examensarbete (Lätt, 2019).



Figur 1 Karta över medelkoncentrationen av kalcium (Ca) och fosfor (P) i svenska vallfoder i arealer om 15 km × 15 km (Lätt, 2019).

Data från de 26 utvalda kommunerna visade att jordens innehåll hade den högsta förklaringsgraden ( $R^2$ ) för vallfodrets innehåll av motsvarande mineral för Ca, P, Cu och Mo, med 57 %, 57 %, 65 % respektive 50 %. Figur 2 visar sambandet mellan Ca i vallfoder och utbytbar Ca

i jorden respektive P i vallfoder och P<sub>AL</sub> i jorden på kommunnivå. Samband mellan jord och vallfoder för fler mineralämnen finns presenterade i examensarbetet av Lätt (2019).



Figur 2. Samband mellan vallfoder och jord för kalcium (Ca) och fosfor (P) i 26 utvalda kommuner i Sverige. En punkt representerar en kommun med genomsnittligt värde av foderanalyser och jordanalyser (Lätt, 2019).

## Referenser

Eriksson J., Mattsson L. och Söderström M. (2010) Tillståndet i svensk åkermark och gröda, data från 2001–2007. Naturvårdsverket.

EU. (2019) Commission implementing regulation (EU) 2019/1965 of 26 November 2019 concerning the authorisation of sodium molybdate dihydrate as feed additive for sheep. *Official Journal of the European Union* L307/12. [28.11.2019].

Holmström L. (2017) Antal mjölkföretag. LRF Mjolk. <https://www.lrf.se/sok/?query=antal+mj%C3%B6lkf%C3%B6retag> [2019-02-26].

Johansson B. och Åkerlind M. (2016) Minerals in forage for dairy cows. Poster. 67<sup>th</sup> Annual Meeting of the European Federation of Animal Science EAAP 29 August–1 September 2016. Belfast, Ireland.

Lätt K. (2019) Mineral elements in clover and grass forage in Sweden. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Uppsala. [https://stud.epsilon.slu.se/14647/7/\\_ad.slu.se\\_common\\_bibul\\_slub\\_Arkiv\\_AVD\\_Vet\\_Kom\\_Publicering\\_epsilon\\_examensarbeten\\_examensarbeten19\\_Latt\\_K\\_190620.pdf](https://stud.epsilon.slu.se/14647/7/_ad.slu.se_common_bibul_slub_Arkiv_AVD_Vet_Kom_Publicering_epsilon_examensarbeten_examensarbeten19_Latt_K_190620.pdf) [2022-11-14].

Miljödata-MVM. (2019) Sveriges lantbruksuniversitet. Datavårdskap sjöar och vattendrag, samt Datavårdskap jordbruksmark, <https://miljodata.slu.se/mvm/> [2019-02-26].

NASEM (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine) (2021) Nutrient requirements of dairy cattle: Eighth Revised Edition. The National Academies Press. Washington DC, USA. <https://doi.org/10.17226/25806>.

NRC (National Research Council) (2005) Mineral tolerance of animals. 2nd revised edition. The National Academic Press. Washington DC, USA.

QGIS Development Team (2018) QGIS Geographic information system. Open-Source Geospatial Foundation Project <https://www.qgis.org/> [2019-02-26].

Spörndly R. (red.) (2003) Fodertabeller för idisslare. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. *Rapport 257*.

Växa (2022) Senaste foderstatistiken (vxa.se) [2022-11-14].

Whitehead D.C. (2000) Mineral elements in grassland: soil-plant-animal relationships. CABI International. Wallingford.

## Åtgärder för att öka kväveutnyttjandet från nötflytgödsel – resultat från gödslingsförsök

K. Andersson och S. Delin

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för mark och miljö, Skara

Korrespondens: karin.i.andersson@slu.se

### Sammanfattning

För att testa hur man kan öka kvävegödslingseffekten av nötflytgödsel utfördes totalt sju gödslingsförsök i vall och höstvet. Både separering och biogasrötning av nötflytgödsel gav ett ökat kväveutnyttjande jämfört med obehandlad gödsel. Gödselspridning med släpskor hade ingen positiv effekt på kväveutnyttjandet jämfört med släpslangar. Surgörning med svavelsyra ökade kväveutnyttjandet för alla gödselslag, men ledde även till onödigt stor tillförsel av svavel i förhållande till grödans behov.

### Introduktion

Kväveutnyttjandet från nötflytgödsel är ofta lågt, ca 30–40 % av tillfört totalkväve (Jordbruksverket, 2021a), vilket hänger samman med att flytgödsel från nöt har relativt hög ts-halt och därmed hög C/N-kvot jämfört med exempelvis flytgödsel från svin. Detta kan både leda till stora ammoniakförluster efter spridning p.g.a. långsam infiltration av gödseln, och innebära att kväve i högre grad blir otillgängligt när kolföreningarna i gödseln gynnar mikrobernas tillväxt så att de tar upp mer kväve, s.k. immobilisering.

Genom behandlingar som sänker torrsubstanshalten (ts) hos gödseln, och därmed även C/N-kvoten, finns potential att öka kväveutnyttjandet. I dessa försök har vi jämfört två sådana behandlingar; mekanisk separering av gödseln samt biogasrötning. I projektet har även åtgärder direkt riktade mot att minska ammoniakförlusterna efter gödselspridning testats, i form av surgörning av gödseln med svavelsyra samt gödselspridning med släpskor.

### Material och metoder

Under tre år (2019–2021) har totalt sju gödslingsförsök genomförts, fyra i höstvet och tre i gräsvall med blandningar av timotej, ängssvingel och engelskt rajgräs (varav två försök i förstaårsvall och ett i fjärdeårsvall). Samtliga försök har legat på SLU:s försöksgårdar Lanna (mellanlera med ca 40 % ler) och Götala (grovmå med ca 15 % ler) utanför Skara. De gödseltyper som användes i försöken var obehandlad nötflytgödsel, den flytande fraktionen från nötflytgödsel som separerats med skruvpress samt rötrest från en biogasanläggning med ca 65 % nötflytgödsel i substratblandningen (tabell 1). För samtliga gödselslag jämfördes spridningsteknikerna släpslangar, släpskor samt gödsel som surgjordes i samband med spridning och spreds med släpslangar.

Kvävegivan var 60 kg ammoniumkväve ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) per hektar i vallförsöken och 70–75 kg i höstveteförsöken. Vallen gödslades i juni efter förstaskörden och höstvetet före stråskjutning (DC 30). Avkastning och kväveskörd mättes, och utifrån jämförelsen med en kvävestege med handelsgödsel beräknades kväveutnyttjandet i form av Mineral Fertiliser Equivalent (MFE). Enkelt uttryckt talar MFE-värdet om hur mycket handelsgödselkväve man skulle behöva tillföra för att uppnå samma kväveskörd som i det aktuella stallgödselledet.

Tabell 1. Gödselegenskaper, tillsatt mängd syra samt faktisk mängd tillfört ammoniumkväve (NH<sub>4</sub>-N) och svavel (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) vid gödsling för de olika gödselslagen. Medelvärden för samtliga sju försök (för tillförda mängder N och S är n = 4 för höstvetete och n = 3 för vall), samt min- och maxvärden inom parentes.

	Rötrest	Obehandlad nötflyt	Separerad nötflyt
Ts-halt (%)	5,6 (4,8-7,2)	8,5 (7,3-9,8)	5,3 (4,6-6,1)
Tot N (kg/ton)	5,3 (4,5-6,9)	3,5 (2,7-4,0)	3,7 (2,4-4,5)
NH <sub>4</sub> -N (kg/ton)	3,4 (3,1-3,7)	1,8 (1,3-2,2)	1,9 (1,3-2,4)
Tot-C/Tot-N	4,2 (3,4-4,8)	10,7 (9,8-12,4)	6,4 (5,4-8,1)
pH	8,1 (8,0-8,4)	7,1 (6,9-7,7)	7,0 (6,9-7,3)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (96 %) (kg/ton)	16,5 (14,7-19,3)	6,7 (5,5-9,2)	5,0 (3,7-7,2)
pH surgjord	6,8 (6,2-7,1)	5,9 (5,3-6,4)	6,1 (5,9-6,4)
<b>Höstvetete</b>			
Tillfört NH <sub>4</sub> -N (kg/ha)	75 (71-77)	84 (69-95)	83 (71-92)
Tillfört S (kg/ha) (surgjordade led)	120 (99-145)	107 (74-149)	68 (56-87)
<b>Vall</b>			
Tillfört NH <sub>4</sub> -N (kg/ha)	54 (53-55)	61 (59-63)	79 (65-98)
Tillfört S (kg/ha) (surgjordade led)	89 (85-95)	77 (64-95)	68 (48-83)

## Resultat

Avkastningen i de ogödslade leden var i genomsnitt 4 700 kg/ha för höstvetete och 3 200 kg ts/ha för vall. I höstvetetet gav de ställgödslade leden en skördeökning på 0–900 kg/ha jämfört med ogödslade, och i vallen 600–2 000 kg ts/ha (tabell 2). Rötresten gav större skördar än den obehandlade gödseln i både höstvetete och vall, medan den separerade gödseln endast ökade avkastningen signifikant i höstvetete. Skillnaderna mellan de olika spridningsmetoderna var generellt sett för små för att vara statistiskt säkra.

Kväveeffekten, mätt som MFE, var 30–35 % av tillfört ammoniumkväve för obehandlad gödsel i både höstvetete och vall (tabell 2). Både separerad gödsel och rötrest hade ett högre kväveutnyttjande än obehandlad gödsel i höstveteteförsöken. I vallen var trenden densamma även om skillnaderna inte var signifikanta p.g.a. större försöksvariation.

 Tabell 2. Avkastning och kväveutnyttjande (MFE) i gödslingsförsöken (höstvetete n = 4, vall n = 3). Värderna inom varje kolumn som delar samma signifikansbokstav är inte statistiskt skilda från varandra ( $P = 0,05$ ).

Gödselslag	Spridning	Avkastning*				MFE (% av tillfört NH <sub>4</sub> -N)			
		Höstvetete (kg/ha)	Vall (kg ts/ha)		Höstvetete	Vall			
Mineralgödsel (0 kg N/ha)		4699	ab	3219	a				
Mineralgödsel (N-giva som nötflyt)		+1787	f	+1864	de				
Obehandlad nötflyt	Släpslang	-180	a	+744	ab	30	a	33	a
Obehandlad nötflyt	Släpsko	+120	abc	+876	bc	34	ab	35	a
Obehandlad nötflyt	Surgjord	+387	bcd	+1213	bcd	46	bc	52	ab
Separerad nötflyt	Släpslang	+515	cde	+579	ab	57	cd	52	ab
Separerad nötflyt	Släpsko	+431	bcde	+607	ab	57	cd	56	abc
Separerad nötflyt	Surgjord	+580	cde	+906	bc	67	de	56	abc
Rötrest	Släpslang	+522	cde	+1598	cde	47	bc	58	abc
Rötrest	Släpsko	+695	de	+1517	cde	56	cd	67	bc
Rötrest	Surgjord	+908	e	+2065	e	78	e	86	c
SEM		123		205		3		10	

\*De redovisade avkastningsnivåerna är omräknade till att motsvara planerad kvävegiva, dvs. 60 kg/ha i vall och 70 respektive 75 kg/ha i höstvetete. Detta har gjorts p.g.a. de ibland stora variationerna i faktisk kvävetillförsel mellan gödselslagen.

Spridning med släpskor gav ingen eller liten ökning av kväveutnyttjandet jämfört med släpslangar, både i höstvetete och i vall. Surgörning av gödseln ökade kväveutnyttjandet signifikant för obehandlad gödsel och rötrest i höstvetete. Trenden var densamma även för separerad gödsel i höstvetete samt för alla gödselslag i vall, även om skillnaderna där inte var statistiskt säkra.

### Diskussion

Det högre kväveutnyttjandet hos separerad gödsel och rötrest jämfört med obehandlad gödsel kan till stor del förklaras med en lägre kol/kväveknot, vilket minskar immobiliseringen av kväve och gör det mer lättillgängligt för växterna (Delin *et al.*, 2012).

Med de surgjorda leden får man ett mått på den potentiella kväveeffekten hos de olika gödselslagen då man minimerat ammoniakförlusterna. Effekten av surgörning var störst för rötrest och minst för separerad gödsel. Detta var väntat eftersom rötresten hade det högsta pH-värdet (8,1) och därmed störst risk för ammoniakförluster, vilket också visades i separata försök där ammoniakförlusterna mättes (Andersson *et al.*, opublicerad). Den separerade gödseln, med kombinationen låg ts-halt och lägre pH, hann inte förlora lika mycket kväve innan den infiltrerats i marken.

Den dåliga effekten av släpskorna berodde på att markytan var hård, så att spåren efter släpskorna inte blev tillräckligt djupa. De grunda spåren gjorde att gödseln svämmade över och spreds ut, och den förväntade effekten med minskad ammoniakavgång och ökat kväveutnyttjande uteblev därför till stor del. I ett försök i havre med vårbearbetad, porösare jord inom samma projekt, gav släpskorna ett ökat kväveutnyttjande på knappt 30 % jämfört med släpslangar (opublicerade resultat).

Med de mängder svavelsyra som krävdes för att sänka pH till önskad nivå blir svaveltillförseln (tabell 1) betydligt större än grödans behov (Jordbruksverket, 2021b). Danska försök med kommersiellt använd utrustning för spridning av surgjord gödsel har dock visat att man även med ungefär halva mängden tillsatt syra kan minska ammoniakförlusterna med ca 50–70 % (Wagner *et al.*, 2021).

### Finansiering

Försöken har finansierats av Jordbruksverket och Västra Götalandsregionen.

### Referenser

Andersson K., Delin S., Pedersen J., Hafner S.D. och Nyord T. (opublicerad) Ammonia emissions from untreated, separated and digested cattle slurry – effects of slurry type and application strategy on a Swedish clay soil.

Delin S., Stenberg B., Nyberg A. och Brohede L. (2012) Potential methods for estimating nitrogen fertilizer value of organic residues. *Soil Use and Management* 28, 283–291.

Jordbruksverket (2021a) Att sprida organiska gödselmedel. Jordbruksinformation 2.

Jordbruksverket (2021b) Rekommendationer för gödsling och kalkning 2022. *Jordbruksinformation* 9.

Wagner C., Nyord T., Vestergaard A.V., Hafner S. D., och Pacholski A.S. (2021) Acidification effects on *in situ* ammonia emissions and cereal yields depending on slurry type and application method. *Agriculture* 11, 1053.



## Tidpunkt och art för sådd av vallbaljväxter på hösten

O. Hallin

Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem

Korrespondens: ola.hallin@hushallningssallskapet.se

### Sammanfattning

Fältförsök har gjorts med etablering på hösten av vallbaljväxterna rödklöver (*Trifolium pratense* L.), vitklöver (*Trifolium repens* L.) och blåusern (*Medicago sativa* L.). Resultatet blev lyckat med bra plantantal och planttäthet efterföljande vår, vid sådd senast i mitten av september i Skåne och senast i början av september i Västra Götaland. Tidigare såtidpunkt gav bättre överlevnad av plantor och större torrsubstansavkastning för vallbaljväxterna i första skörd, jämfört med senare såtidpunkt.

### Introduktion

Torra perioder under försommar och sommar kan innebära sämre etablering vid sådd av vallfrö på våren. Ett alternativ som flera lantbrukare praktiserar är att i stället så vallfröblandningen på hösten. I fältförsöksserien Tidpunkt och art för insådd av vallbaljväxter på hösten undersöktes hur sent man kan så vallbaljväxter på hösten, för att få tillräckligt med överlevande plantor efter vintern. Det studerades också vilken betydelse en senare såtidpunkt har på vallbaljväxternas avkastning i första skörd.

### Material och metoder

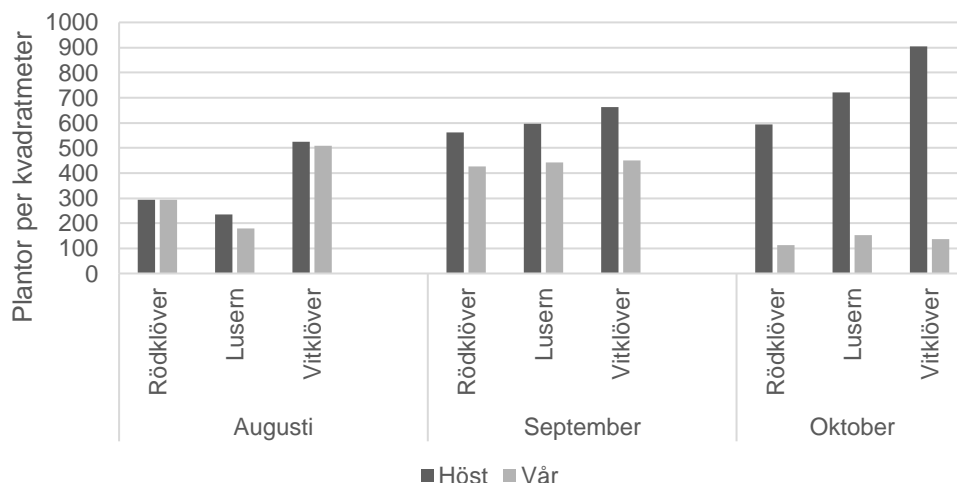
Sådden av vallbaljväxter skedde i renbestånd med tre upprepningar på hösten vid tre olika tidpunkter. Tre försök per år har lagts ut under tre år, höst 2019, 2020 samt 2021 på platserna Kristianstad i Skåne, Länghem i Västra Götaland och Vintrosa i Örebro.

Arterna och sorterna som ingick i försöksserien var diploid rödklöver Ares och Rozeta, tetraploid rödklöver Vicky och Taifun, blåusern SW Nexus och vitklöver SW Hebe. Såtidpunkterna var mitten av augusti, mitten av september och mitten av oktober. Hösten 2020 ändrades såtidpunkterna i Västra Götaland och Örebro till mitten av augusti, månadsskiftet augusti–september samt mitten av september.

Planttäthet graderades (0–100) och plantbestånd räknades (plantor/m<sup>2</sup>) på hösten vid invintring, samt på våren när plantorna var vid god tillväxt. Vid första skörden registrerades torrsubstansavkastning (kg ts/ha) och andel sådd art (% av bestånd).

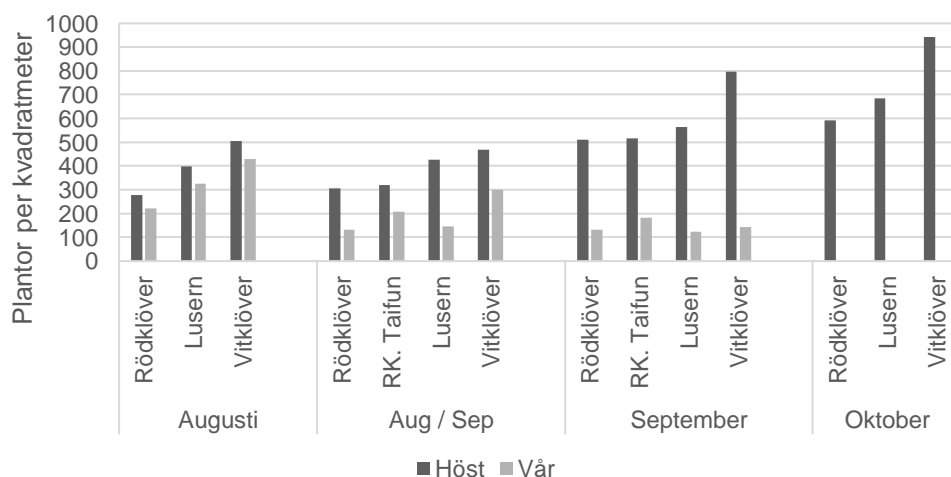
### Resultat och diskussion

Uppkomsten på hösten var god i alla försöken med bra etablering av plantorna. Antalet plantor varierade mellan såtidpunkter och år. Skillnader framkom främst i Skåne, där det var färre plantor på hösten vid sådd i augusti jämfört med senare såtidpunkt (figur 1). Detta beror delvis på större konkurrens mellan plantorna och delvis på en större mängd konkurrerande örtogräs vid den tidiga såtidpunkten. Vallbaljväxternas utvecklingsstadium varierade mellan åren, men generellt resulterade tidig sådd i att baljväxterna var i treväpplingsstadium till stjälksträckning vid invintring på hösten, medan sista såtidpunkten resulterade i att plantorna då var i hjärtblad- spadblad- till treväpplingsstadium.



Figur 1. Antal planter per kvadratmeter sen höst samt när tillväxten har startat på våren för såtidpunkterna mitten av augusti, september och oktober. Medeltal för tre år (2019–2021) för försöket i Kristianstad i Skåne.

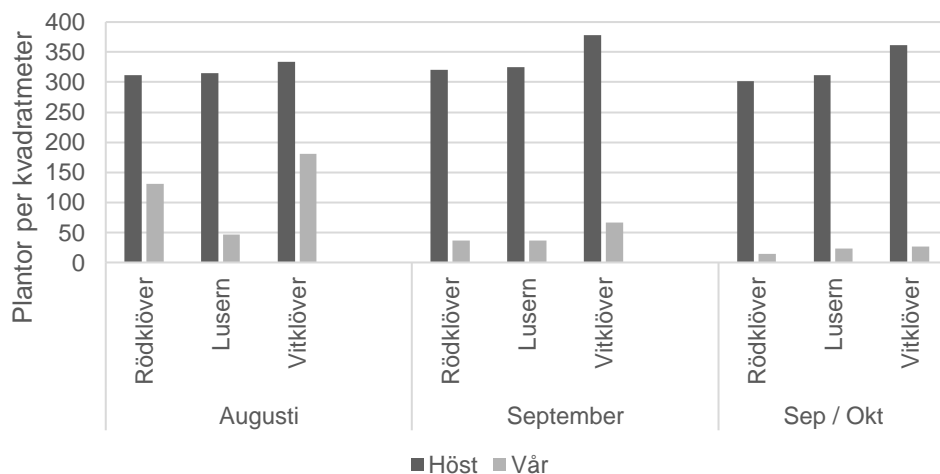
Det var fler rödklöver- och lusernplanter på våren vid sådd i september jämfört med sådd i augusti i Skåne (figur 1), beroende på att det var fler planter vid invintring på hösten. Andelen planter som överlevde vintern var dock högre vid sådd i augusti jämfört med senare såtidpunkter. För sista såtidpunkten (oktober) blev det färre planter på våren. Endast i ett försök med såtidpunkt oktober, hösten 2019, var det tillräckligt med planter för att det skulle bli ett bestånd på våren (Hallin, 2022).



Figur 2. Antal planter per kvadratmeter sen höst samt när tillväxten har startat på våren för såtidpunkterna mitten av augusti, september och oktober samt månadsskiftet augusti–september. Medeltal för tre år (2019–2021) för försöket i Länghem i Västra Götaland.

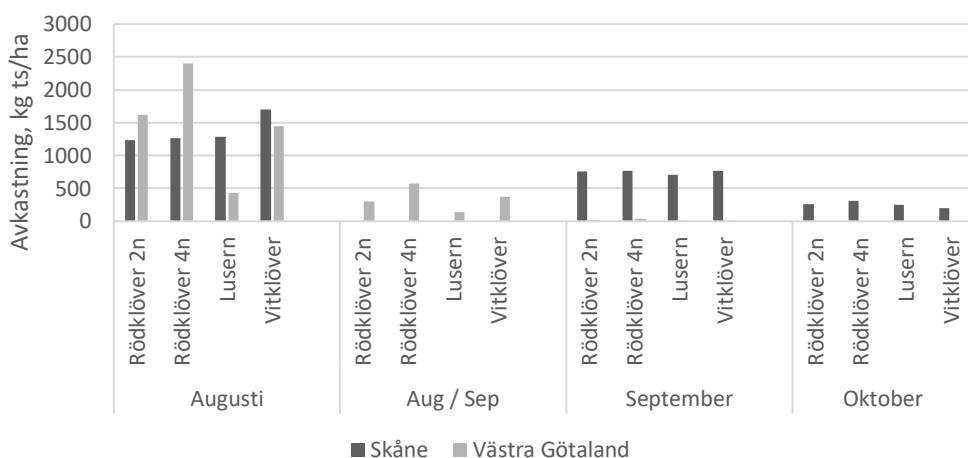
I Västra Götaland behöver sådden ske tidigare jämfört med Skåne. Sådd i månadsskiftet augusti–september gav för vitklöver och för rödklöversorten Taifun mer än 50-procentig överlevnad av planter över vintern och mer än 200 planter per kvadratmeter under våren (figur 2). År 2020 gav dock sådd i mitten av september nog med planter på våren 2021 för att bilda ett klöverbestånd. I Västra Götaland bör sådden ändå ske senast i månadsskiftet augusti–september för att få tillräcklig etablering och överlevnad av planter följande vår.

I Örebro har överlevnaden av planter över vintern varit svag för alla såtidpunkter, oftast lägre än 25 % (figur 3). Endast vid ett tillfälle, sådd i mitten av augusti 2019, fanns tillräckligt med planter kvar på våren, med 70–80 % överlevnad för röd- och vitklöver. Klöverplantorna var då i utvecklingsstadiet en treväppling vid invintringen. För övriga år, såtidpunkter och för arten lusern var antalet planter mindre än 60 per kvadratmeter i Örebro, förutom för vitklöver som haft något fler planter vid enstaka tillfällen.



Figur 3. Antal planter per kvadratmeter sen höst samt när tillväxten har startat på våren för såtidpunkterna mitten av augusti och september samt månadskiftet september–oktober. Medeltal för tre år (2019–2021) för försöket i Vintrosa i Örebro.

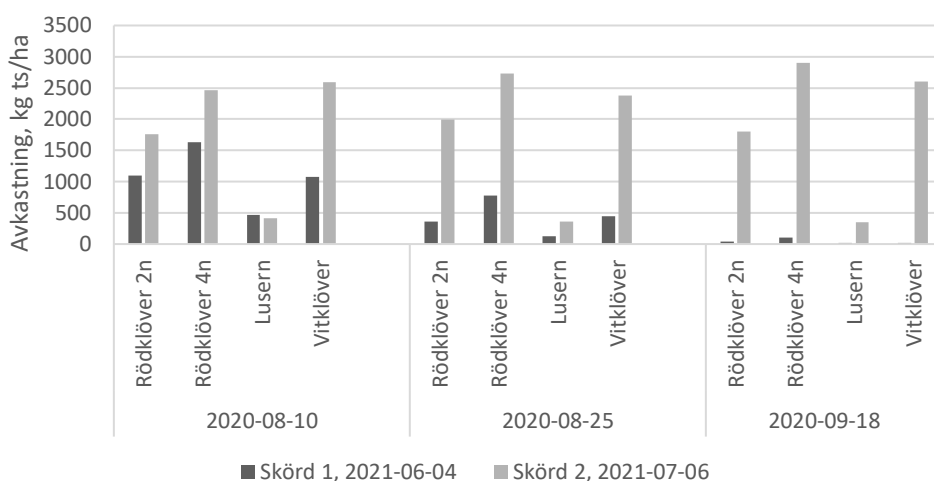
Vallavkastningen i första skörden varierade mellan försöksplatserna. I Skåne blev första skörden efter sådd i augusti kring 1 ton ts per hektar vilket minskade till drygt 200 kg ts per hektar efter sådd i oktober (figur 4). I Västra Götaland blev det skillnader mellan diploid och tetraploid rödklöver, då tetraploid rödklöver gav större ts-avkastning efter sådd i mitten av augusti och månadskiftet augusti–september. Vid sådd i mitten av september och oktober blev det ingen eller liten ts-avkastning av vallbaljväxterna.



Figur 4. Torrsubstansavkastning av sådd art (kg ts/ha) för såtidpunkterna mitten av augusti, augusti–september, september och oktober. Medeltal för tre år (2019–2021) för platserna Kristianstad i Skåne och Länghem i Västra Götaland.

I försöket i Örebro var plantantalet ofta litet på våren och därmed blev det ingen alls eller endast en mindre skörd. Undantag var efter sådden 2019, då såtidpunkten i mitten av augusti gav en klöveravkastning på 1–1,5 ton ts/ha.

I ett av fältförsöken i Västra Götaland togs en andra skörd, för att se om skillnader i ts-avkastning i första skörden kvarstod till andra skörden. Första skörden togs den 4 juni och baljväxternas avkastning skilde då tydligt mellan såtidpunkterna. I andra skörden den 6 juli var skillnaderna mindre (figur 5). Resultatet visar att senare såtidpunkter med mindre plantor vid invintringen, utvecklades efter första skörd och gav likvärdig andraskörd som de tidigare såtidpunkterna med större plantor vid invintring.



Figur 5. Torrsubstansavkastning av sådd art (kg ts/ha) vid skörd 1 och skörd 2 2021 i Länghem i Västra Götaland efter sådd 10 augusti, 25 augusti respektive 18 september 2020.

Fältförsöksserien har genomförts inom Sverigeförsöken av Hushållningssällskapet med finansiering från Stiftelsen Lantbruksforskning.

## Referens

Hallin O. (2022) Tidpunkt och art för insädd av vallbaljväxter på hösten. Sverigeförsöken *Försöksrapporten 2021*, 117–121.

## Effekt av inokulering på etablering och produktion av lusern i Sverige

D. Parsons<sup>1</sup>, L. Öhlund<sup>2</sup> och L. Tang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Umeå <sup>2</sup>Lantmännen Lantbruk, Svalöv

Korrespondens: david.parsons@slu.se

### Sammanfattning

Blålusern (*Medicago sativa* L.) är en viktig flerårig vallbaljväxt i Sverige, men dess potentiella odlingsområde är begränsat, delvis p.g.a. svårigheter med att framgångsrikt etablera arten. Denna studie syftade till att identifiera metoder som skulle kunna leda till förbättrad etablering av blålusern. Lusernsorten SW Nexus odlades på fyra platser i södra Sverige under två etablerings-/produktionscykler. På alla platser utom Svalöv hade lusern inte odlats på minst sju år. En kontroll utan behandling, en standard *Rhizobium*-inokuleringsbehandling, tre mikronäringsämnen och åtta inokuleringsbehandlingar utvärderades avseende effekten på växternas tillväxt och utveckling. I Svalöv, där det tidigare odlats lusern, var det ingen effekt av någon av behandlingarna. Den största kontrasten mellan inokuleringsbehandlingarna sågs i Rådde det första året, där den bästa behandlingen gav totalt 12 000 kg torrs substans per hektar totalt över tre skördar, nästan dubbelt så mycket som kontrolleret. Studien kunde inte visa att jordtillförda mikronäringsämnen förbättrade avkastningen på någon plats. Sammanfattningsvis är inokulering väsentligt på platser där det inte finns någon historia av lusernodling, och valet av ympprodukt kan påverka både etablering och avkastning.

### Introduktion

Blålusern (*Medicago sativa* L.) är en viktig gröda i Sverige, men det potentiella odlingsområdet begränsas, mycket beroende på utmaningar med etableringen. Lusern har specifika krav på odlingsförutsättningarna, såsom jord med högt pH, lämplig dränering, tillräckligt med makro- och mikronäringsämnen och en väl fungerande symbios med specifika kvävefixerande organismer, s.k. *Rhizobium*-bakterier (Xu *et al.*, 2016). Om dessa villkor är uppfyllda kan lusern fixera atmosfäriskt kväve och vara mycket produktiv och torktolerant (Li *et al.*, 2019). Om några av dessa förutsättningar inte är uppfyllda kan etableringen av blålusern bli svag och avkastningen påverkas negativt. Syftet med detta projekt var att identifiera inokuleringsbehandlingar (ympning) som kan leda till förbättrad lusernetablering. Hypotesen var att där lusern inte tidigare har odlats skulle det finnas betydande skillnader mellan inokuleringsprodukter/-tekniker.

### Material och metoder

Försöket genomfördes på fyra platser i södra Sverige: Svalöv (Skåne), Tenhult (Småland), Rådde (Västergötland) och Lilla Böslid (Halland), under två etablerings- och produktionsår (2019/2020 och 2020/2021). I Tenhult, Rådde och Lilla Böslid hade det tidigare inte odlats blålusern på minst sju år. Svalöv var en kontrollplats, där blålusern odlas regelbundet. Experimentet hade en fullständigt randomiserad blockdesign med tre upprepningar 2019/2020 och fyra upprepningar 2020/2021. Försöksrutorna var 9,60 m × 1,13 m i Svalöv, 15,4 m × 1,75 m i Tenhult, 12,0 m × 1,75 m i Rådde och 12 m × 1,5 m i Lilla Böslid. Parcellerna var åtskilda av en buffertzona (0,5 m). Efter sådd applicerades makronäringsgödsel (P, K och S) enligt jordtester och standardrekommendationer.

Behandlingarna inkluderade en kontroll (K), ett standardinokuleringsmedel (SI), tre SI kombinerat med behandling med enstaka mikronäringsämnen (M1–M3) och åtta alternativa inokuleringsbehandlingar (I1–I8) (sju i experiment 1). Se tabell 1 för detaljer.

Blåusern (SW Nexus) såddes som monokultur (utan insåningsgröda) med tio rader per parcell (nio i Svalöv). Inokulum för behandling framställdes enligt tillverkarens instruktioner. Övriga odlingsåtgärder, t.ex. ogräsbekämpning, utfördes enligt standardpraxis.

Tabell 1. Detaljer om behandlingarna i fältförsöket.

Kod	Behandling	Ursprung
K	Kontroll, ingen behandling	
SI	Nitragin Gold	Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denmark
M1	SI + molybden	Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denmark
M2	SI + kobolt	Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denmark
M3	SI + bor	Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denmark
I1	SI 5 × mängd	Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denmark
I2	SAS Gold	Jouffray-Drillaud, Cisse, France
I3	SAS GR01	Jouffray-Drillaud, Cisse, France
I4	SAS Life	Jouffray-Drillaud, Cisse, France
I5	Thermoseed + SI	Lantmännen BioAgri, Uppsala, Sweden
I6	Pellifix	Legume Technology, East Bridgford, UK
I7	LegumeFix + kalkbeläggning	Legume Technology, East Bridgford, UK
I8	Prolime 100	Prolime AG, Laingsburg, USA

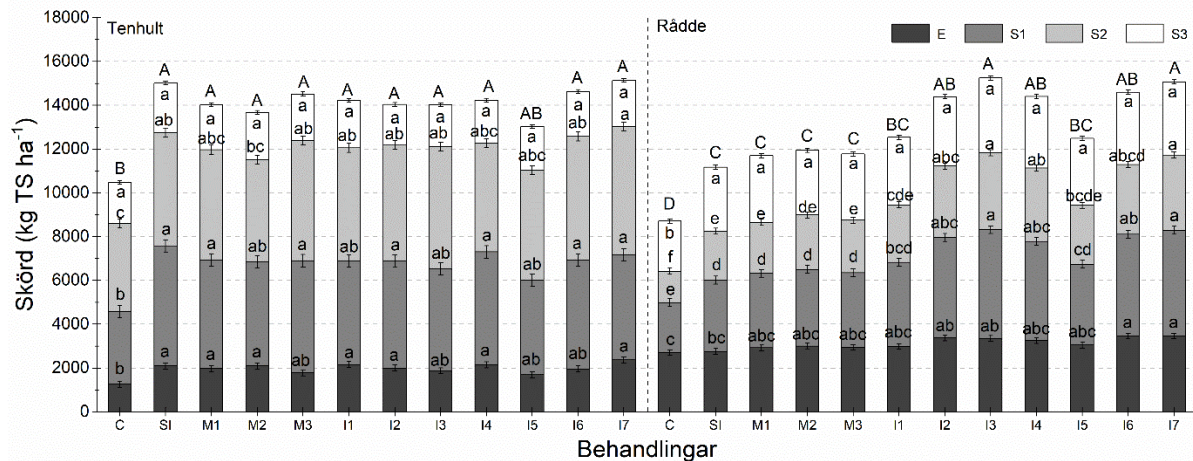
Försöken skördades med en stubbhöjd på cirka 8 cm, tre gånger per vallår. Skörd under etableringsåret gjordes endast om det fanns tillräckligt med biomassa. Skördeytan per parcell var 8,80, 11,0, 10,4 och 12,5 m<sup>2</sup> i Svalöv, Tenhult, Rådde respektive Lilla Böslid. Prover av grödan samlades in parcellvis och torkades i 105°C till konstantvikt, för att bestämma torrsubstanshalten (ts) och beräkna ts-avkastningen vid varje skördetillfälle.

Resultaten redovisas som medelvärde för tre eller fyra upprepningar. De statistiska analyserna utfördes separat för varje plats med hjälp av Proc Glimmix i SAS (version 9.4, SAS Institute Inc., Cray, USA). Skillnader mellan behandlingar bestämdes med Tukey's test vid en signifikansnivå av  $P < 0,05$ .

## Resultat och diskussion

Under den första etablerings-/produktionsomgången (2019/2020) visade ts-skörden betydande variation mellan olika behandlingar i Tenhult och Rådde, där blåusern inte tidigare odlats, vilket bekräftar att *Rhizobium*-inokulering är avgörande på platser där blåusern inte odlats tidigare (Jauregui *et al.*, 2019) (figur 1). Försöken i Svalöv skördades inte under etableringsåret, eftersom biomassan där var mindre p.g.a. en tidigare mekanisk ogräsbearbetning genom putsning. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan skördebehandlingarna i Svalöv under produktionsåret. På Tenhult, under etableringsåret och produktionsårets skörd 1 uppnådde SI, två behandlingar med mikronäringsämnen och fyra alternativa inokuleringsbehandlingar betydligt större avkastning än K, men behandlingarna skilde sig inte signifikant från varandra. För skörd 2 gav SI, ett mikronäringsämne och fem alternativa ympmedelsbehandlingar större avkastning än K, och den bästa behandlingen gav betydligt större avkastning än den sämsta. Inga signifikanta skillnader påvisades i skörd 3. För totalavkastningen gav alla behandlingar utom en ett bättre resultat än K. På Rådde, första etableringsåret, uppnådde fyra alternativa

ympmedelsbehandlingar betydligt större avkastning än K, och de två bästa gav betydligt bättre resultat än SI. Under tre skördar under produktionsåret gav alla behandlingar betydligt större avkastning än K, alternativa ympmedelsbehandlingar gav mer avkastning än SI och behandlingar med mikronäringsämnen. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan behandlingar med SI och mikronäringsämnen, vilket tyder på att tillförsel av mikronäringsämnen till marken inte var effektivt för att öka lusernproduktionen. På Lilla Böslid var det väldigt få skillnader mellan behandlingarna, men resultaten visas inte här p.g.a. påverkan av ogräs på denna plats under 2019/2020.



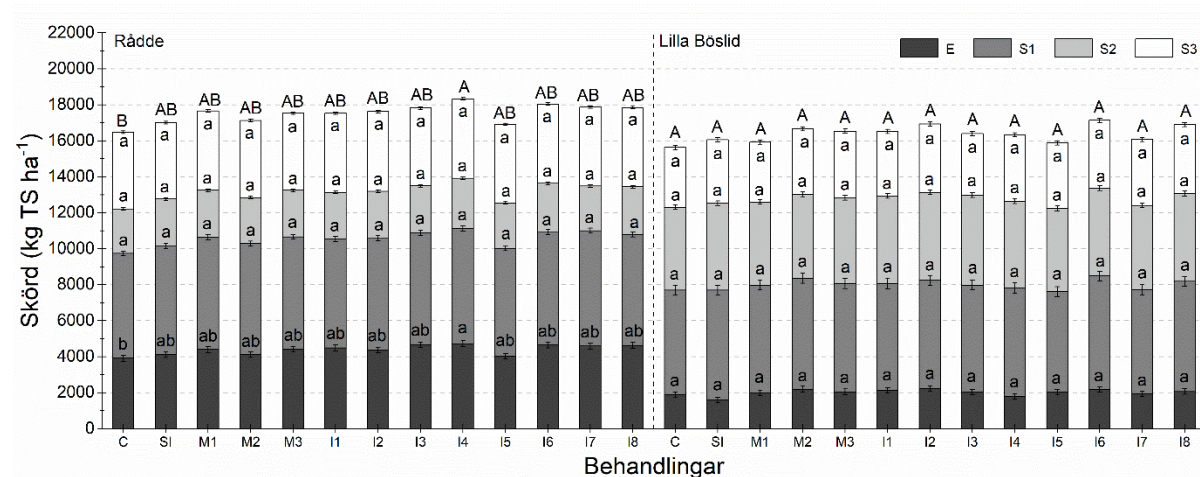
Figur 1. Torrsubstansavkastning av blålusern som svar på olika behandlingar, på två platser i södra Sverige (år 2019/2020). E: etableringsår. S: skörd.

Under den andra etablerings-/produktionsomgången (2020/2021) var variationen mellan behandlingarna på alla platser inte lika stora som det första året (figur 2). I Rådde gav endast en alternativ ympbehandling (I4) större avkastning än K under detta etableringsår, och det fanns inga signifikanta skillnader mellan andra behandlingar. Inga signifikanta skillnader observerades vid någon skörd (H1–H3) under produktionsåret. På Lilla Böslid var skillnaden i avkastning mellan behandlingarna inte signifikant vid någon skörd. Orsaken till de distinkta skillnaderna mellan de två etableringsåren är okänd, men kan bero på redan existerande *Rhizobium*-bakterier i jorden eller kontaminering mellan parcellerna och de provade leden. Detta påvisar vikten av att fälten för ympningsförsök bör väljas noggrant, och att effekterna av ympningen kan variera mellan olika fält och år. I likhet med första omgången fanns det inga signifikanta skillnader mellan behandlingarna i Svalöv. Försöket 2020/2021 på Tenhult kasserades p.g.a. generellt misslyckad etablering av försöket.

Effekterna av ympning varierar mellan olika fält och år och sannolikt även inom fält. På platser där blålusern odlats med framgång sedan tidigare (Svalöv) etablerades grödan väl och var produktiv utan inokulering av fröna före sådd. Vi kunde inte se någon extra fördel med jordtillförda mikronäringsämnen på någon plats. Valet av inokuleringsprodukt är särskilt viktigt om alla förutsättningar för en lyckad etablering av lusern, såsom rätt pH, tillgång till näringsämnen och god dränering, inte är uppfyllda på odlingsplatsen. Några av de provade leden gav också signifikant större avkastning i försöken som etablerades 2019 på Rådde, en försöksplats där lusern tidigare visat sig vara svåretablerad. Störst total avkastning gav här de tre behandlingarna med produkterna SAS samt LegumeFix och Pellifix. Ledet som inte behandlats (K) avkastade här ungefär 6 000 kg ts/ha, medan störst avkastande led dubblade avkastningen till omkring 12 ton ts/ha under det första vallåret. Studien har visat att inokulering av frö innan

sådd kan fungera som en försäkring för en väletablerad och produktiv lusernskörd, särskilt i områden där lusern visat sig vara svåretablerad.

Projektet finansierades av Lantmännens Forskningsstiftelse.



Figur 2. Torrsubstansavkastning av blålusern som svar på olika behandlingar, på två platser i södra Sverige (år 2020/2021). E: etableringsår. S: skörd.

## Referenser

Jauregui J.M., Mills A., Black D.B.S., Wigley K., Ridgway H.J. och Moot D.J. (2019) Yield components of lucerne were affected by sowing dates and inoculation treatments. *European Journal of Agronomy* 103, 1–12.

Li Q., Zhou D., Denton M.D. och Cong S. (2019) Alfalfa monocultures promote soil organic carbon accumulation to a greater extent than perennial grass monocultures or grass-alfalfa mixtures. *Ecological Engineering* 131, 53–62.

Xu K., Wang H., Li X., Liu H., Chi D. och Yu F. (2016) Identifying areas suitable for cultivation of *Medicago sativa* L. in a typical steppe of Inner Mongolia. *Environmental Earth Sciences* 75, 341.



## Potentialen hos vilda baljväxter i norrländska vallar

B. Micke och D. Parsons

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Umeå

Korrespondens: brooke.micke@slu.se

### Sammanfattning

På grund av den dåliga härdigheten hos rödklöver i svenska vallar har vi utvärderat odlingspotentialen hos ett antal vilda foderbaljväxter. Användning av alternativa foderbaljväxter skulle kunna förbättra de nuvarande odlingsstrategierna i Norrland. När andelen rödklöver i vallen minskar med vallåldern skulle dessa baljväxter kunna erbjuda en uthålligare komponent som dessutom blir en resurs för pollinatörer. Här presenteras foderkvaliteten hos sju vilda foderbaljväxtarter som odlats under varierande förhållanden. Våra resultat tyder på att några av de testade arterna har lovande kvalitet för att kunna användas som foder. Resultaten kommer att utökas med ett större datamaterial från fältförsök för att få en bättre förståelse av foderkvaliteten hos dessa vilda baljväxtarter när de odlas i ett jordbrukssystem.

### Introduktion

Det finns uppskattningsvis 400 000 arter av blommande växter, men endast 250 arter anses vara helt domesticerade (Ferne och Yan, 2019). Med tanke på att uppåt 50 000 arter anses vara ätbara, finns det stor potential för att arter som idag inte odlas skulle kunna utnyttjas i jordbruket (Warren, 2015). Vilda arter med agronomisk potential skulle kunna förbättra odlingens anpassning till en föränderlig miljö och alternativa jordbruksmetoder då de redan är aklimatiserade till regionen.

Vilda arters potential är av särskilt intresse när det gäller foderbaljväxter i svenska vallar. Problem med härdigheten hos rödklöver (*Trifolium pratense* L.) påverkar skörden av vall och produktiviteten, särskilt i äldre vallar (Ericson, 2005). Eftersom vall i norra Sverige ofta skördas tre gånger per år under flera år måste vallens härdighet förbättras för att passa odlingsstrategin i regionen. En lösning på detta kan vara att inkludera vilda baljväxtarter med bättre härdighet som skulle fortsätta att bidra med fixerat kväve under de senare vallåren. Dessa vilda baljväxter skulle kunna odlas som mindre beståndsdelar i en vall tillsammans med rödklöver och gräs. På detta sätt kan de bidra till att lösa problemen med vallens härdighet efter år tre samtidigt som skörden bibehålls under år ett och två. Införandet av alternativa inhemska baljväxter, och ökningen av den biologiska mångfalden i vallen som blir följd, ökar inte bara vallens härdighet utan bidrar även med ytterligare ekosystemtjänster för att skapa ett mer hållbart jordbrukssystem. Eftersom vall ofta skördas innan rödklövern blommar, vilket särskilt gäller första skörden, kan införandet av alternativa baljväxtarter med tidigare blomningstid bidra med resurser för pollinatörer under en stor del av säsongen.

I en tidigare studie konsulterades botaniska resurser såsom herbarier, databaser och florer för att välja vilda, inhemska foderbaljväxtarter för inkludering i nordsvenska vallar baserat på önskvärda egenskaper (Micke och Parsons, 2023). Urvalskriterierna omfattade fleråriga örtarter som var inhemska i norra Sverige. Växter som uppfyllde dessa kriterier ingick sedan i en herbariestudie där blomningsdata användes för att välja ut sju arter med tidig blomning. De utvalda arterna var getväppling (*Anthyllis vulneraria* L.), fjällvedel (*Astragalus alpinus* L.), strandvial (*Lathyrus japonicus* L.), kärrvial (*Lathyrus palustris* L.), gulvial (*Lathyrus pratensis* L.), kråkvicker (*Vicia cracca* L.) och häckvicker (*Vicia sepium* L.). För att bestämma dessa arters lämplighet för inkludering i vallar måste sedan deras agronomiska potential utvärderas.

## **Material och metoder**

Efter att de sju vilda foderbaljväxtarterna valts ut lokaliserades vilda populationer av varje art med hjälp av SLU Artdatabanken Artportalen (<https://www.artportalen.se/>). Flera populationer av varje art valdes ut och besöktes runt om i Västerbotten under juni–juli 2020. Växter från en population av varje art samlades in medan den blommade, delades upp i två prover, torkades vid 60°C och lagrades. Populationerna övervakades under sommaren för att följa fröskidans mognad. När fröskidorna väl mognat samlades de upp, fick torka och fröna skördades vilka sedan förvarades i en sval och torr miljö. Dessutom togs jordprover från platsen för varje population för jordanalys och för att användas i det planerade växthuset försöket.

Fröna som samlats in från de vilda populationerna blötlades i 97 % svavelsyra för att bryta gröningsvilan. Därefter såddes fröna i ett växthuset försök i april 2021. Försöket inkluderade åtta krukor av varje art i en fullständigt randomiserad blockdesign. Dessutom såddes tre krukor med rödklöver och tre krukor med timotej för jämförelse av utvecklingsstadium. Tio veckor efter sådatum skördades fyra krukor av varje art av de vilda foderbaljväxterna samt de tre rödklöverkrukorna. Före skörd noterades planhöjd och utvecklingsstadium för varje kruka. Skördat material vägdes och torkades vid 60°C. De fyra oskördade krukorna av varje vild baljväxtart skars ned och flyttades utomhus i en fullständigt randomiserad design i slutet av juni 2021. Krukorna övervakades och skördades 10 veckor efter omplanteringen. Materialet vägdes och torkades på samma sätt som i växthuset försöket.

Torkade och malda prover från de vilda populationerna, från växthus- och utomhusförsöken analyserades med avseende på råprotein (Rp), fiber (aNDF) och smältbarhet av organiskt material. Råprotein analyserades med Kjeldahl-N-metoden (Nordic Committee on Food Analysis, 1976). För att analysera aNDF användes metoden av Chai och Udén (1998). Smältbarheten av organiskt material analyserades med vomvätskelöslig organisk substans (VOS)-metoden (Lindgren, 1979). Medelvärdet och standardavvikelsen för foderkvalitetsparametrarna från de vilda populationsproverna beräknades. För proverna från växthus- och utomhusförsöken beräknades medelvärden och standardfel. För att bedöma skillnaderna i foderkvalitetsparametrar mellan arter analyserades resultaten från försöken separat med variansanalys (ANOVA). Tukey's test användes för att testa skillnaderna mellan medelvärden ( $P < 0,05$ ). Eftersom de vilda populationerna provtogs för att kartlägga foderkvaliteten hos en enskild population utfördes ingen variansanalys på dessa resultat.

## **Resultat och diskussion**

Eftersom odlingsmiljön i hög grad påverkar foderkvaliteten, analyserades prover som skördats från var och en av de tre källorna separat. Alla resultat som ingår i resultaten och diskussionen hittas i tabell 1. Resultaten för foderkvalitet representerar endast en population och representerar således inte foderkvaliteten för arten som helhet i Västerbotten.

Av de vilda populationerna hade strandvial den högsta Rp-koncentrationen, medan getväppling hade den lägsta. Den låga Rp-koncentrationen i getväppling beror sannolikt på förhållandet mellan blad och blomskaft/blomma, eftersom en stor del av biomassan ovan jord utgörs av blomskaft och blomställning. De andra sex arterna har en mycket högre andel blad i sin ovanjordiska biomassa och därmed högre proteinkoncentrationer. För aNDF återfanns de högsta koncentrationerna i getväppling och kråkvicker. För getväppling beror också detta sannolikt på den högre andelen blomskaft och blomställning, medan det för kråkvicker kan förklaras av dess fiberrika stjälk. De lägsta aNDF koncentrationerna hittades i fjällvedel och kärrvial. Båda dessa arter har en hög andel blad i förhållande till stjälk, samt tunna stjälkar som inte stödjer växten på egen hand. Stjälkarna hos fjällvedel är nedliggande vilket resulterar

i en mattliknande ovanjordsstruktur, vilket gör den mer lämpad för bete än för slåtter. De svagare stjälkarna hos fjällvedel kompenseras av klängen, som hjälper växten att klättra i närliggande växter. Fjällvedel, strandvial, kärrvial och häckvicker hade de högsta smältbarhetsvärdena. Detta beror sannolikt på deras relativt höga Rp- och låga aNDF-koncentrationer.

Tabell 1. Foderkvalitet hos vilda foderbaljväxtarter och rödklöver skördade från vilda populationer, från krukor odlade i växthus och från krukor odlade utomhus. Medelvärden för varje parameter listas först. De följande värdena för de vilda populationerna är standardavvikelse och de som följer  $\pm$  för växthus- och krukodling utomhus är standardfel.

Foderkvalitet		Källa till skördat material		
		Vilda populationer	Växthusodlat	Utomhuskrukor
Rp	Getväppling	12,2; 0,15	-	19,1 $\pm$ 0,52b
	Fjällvedel	18,6; 0,72	-	22,4ab
	Strandvial	24,7; 1,94	17,7 $\pm$ 0,36a	18,5 $\pm$ 0,41b
	Kärrvial	18,6; 0,13	-	18,7 $\pm$ 0,80b
	Gulvial	18,4; 1,13	17,1 $\pm$ 0,41ab	-
	Kråkvicker	20,6; 1,35	17,8 $\pm$ 1,04a	20,3 $\pm$ 0,17ab
	Häckvicker	19,1; 2,15	18,3 $\pm$ 0,29a	22,9 $\pm$ 0,49a
	Rödklöver	-	14,2 $\pm$ 0,75b	-
	<i>P</i> -värde	-	0,0126	0,00135
	aNDF	Getväppling	40,9; 0,63	21,1 $\pm$ 0,90b
Fjällvedel		30,9; 1,11	-	18,1c
Strandvial		33,5; 4,46	41,5 $\pm$ 0,62a	29,8 $\pm$ 0,33b
Kärrvial		31,0; 1,43	-	30,8 $\pm$ 0,92b
Gulvial		37,8; 1,74	43,4 $\pm$ 0,43a	-
Kråkvicker		39,9; 1,83	43,8 $\pm$ 1,99a	39,9 $\pm$ 0,56a
Häckvicker		36,0; 4,26	39,0 $\pm$ 0,23a	30,8 $\pm$ 1,19b
Rödklöver		-	40,5 $\pm$ 1,77a	-
<i>P</i> -värde		-	<0,0001	<0,0001
VOS smältbarhet		Getväppling	76,1; 2,38	81,4 $\pm$ 1,43ab
	Fjällvedel	86,3; 0,21	-	92,9a
	Strandvial	85,5; 3,89	72,1 $\pm$ 0,82c	80,5 $\pm$ 0,88b
	Kärrvial	85,7; 2,25	-	80,4 $\pm$ 0,42b
	Gulvial	66,9; 0,51	56,2 $\pm$ 1,62d	-
	Kråkvicker	81,7; 2,63	77,0 $\pm$ 0,94b	81,0 $\pm$ 0,94b
	Häckvicker	85,9; 2,34	83,6 $\pm$ 0,47a	91,4 $\pm$ 1,05a
	Rödklöver	-	82,7 $\pm$ 1,74a	-
	<i>P</i> -värde	-	<0,0001	<0,0001

<sup>a,b,c</sup>Medelvärden med olika bokstäver i samma kolumn och foderkvalitetsparameter är signifikant olika ( $P < 0,05$ ).

I växthusförsöket hade alla fyra vilda baljväxtarter som analyserades en högre Rp-koncentration än rödklöver. Dessa resultat är lovande för de vilda baljväxtarternas potential som fodergröda. För aNDF hade getväppling signifikant lägre aNDF än alla andra arter som ingick i jämförelsen. Detta strider mot resultaten från de vilda populationerna, men beror troligen på att getväppling inte blommade eller utvecklade blomskaft i växthusförsöket, och således skördades och analyserades endast bladmaterial. De återstående vilda arterna hade liknande aNDF-koncentrationer som rödklöver. Smältbarheten hos rödklöver, häckvicker och getväppling var signifikant högre än hos de andra vilda baljväxtarterna. Gulvial hade signifikant lägre

smältbarhet jämfört med alla andra arter. Dess låga smältbarhet var också uppenbar i jämförelsen av de vilda populationerna och således är den kanske inte idealisk för att inkluderas som baljväxt i en fodervall.

Rp-koncentrationen var signifikant högre i fjällvedel, kråkvicker och häckvicker jämfört med alla andra arter i utomhusförsöket. Sammantaget hade alla arter relativt höga Rp-koncentrationer, vilket sannolikt beror på en hög bladandel hos alla arter. Koncentrationen av aNDF var signifikant högre i kråkvicker, troligen p.g.a. dess fiberrika stam. De lägsta aNDF-koncentrationerna hittades i getvämpling och fjällvedel, återigen till följd av frånvaro av blommor samt klens stjälkar. Smältbarheten var relativt hög för alla arter men var signifikant högre för getvämpling, fjällvedel och häckvicker.

Baserat på dessa preliminära resultat visar häckvicker och fjällvedel hög smältbarhet med alla provkällor. Häckvickers förmåga att uppnå hög växthöjd tack vare sina klängen gör den till en gynnsam kandidat för införande i slåttervall. Även om projektet inte syftar till att identifiera arter som är lämpliga för betessystem visar resultaten, i kombination med den uppåtstigande stammen hos fjällvedel, att denna art har potential att inkluderas i betesvall.

Arbete pågår för att förstå foderkvaliteten hos de sju arterna när de odlas i fält, samt hur de reagerar på skörd. Två fältförsök har etablerats, som inkluderar de vilda baljväxterna odlade i blandbestånd med timotej (*Phleum pratense* L.). Dessa försök syftar till att se hur växterna reagerar på olika slåttertekniker. Under 2022 skördades försöksrutor 1–3 gånger under säsongen. Resultaten från det försöket kommer att ge en bättre förståelse för foderkvalitetspotentialen hos dessa vilda baljväxter när de odlas i praktiken. För att komplettera foderkvalitetsdata har vi också analyserat prover med avseende på kondenserade tanniner, saponiner och flavonoider, eftersom identifiering och kvantifiering av potentiella antinutritionella ämnen och deras mängd är ett viktigt steg för att avgöra om dessa vilda arter är lämpliga att inkluderas i en vall för foder.

## **Finansiering**

Finansiering för detta projekt gavs av Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien och Carl Tryggers Stiftelse.

## **Referenser**

- Chai W. och Udén P. (1998) An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fibre. *Animal Feed Science and Technology* 74, 281–288. [https://doi.org/doi:10.1016/S0377-8401\(98\)00187-4](https://doi.org/doi:10.1016/S0377-8401(98)00187-4)
- Ericson L. (2005) Norrländsk växtodling. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Rapport.
- Fernie A.R. och Yan J. (2019) De novo domestication: An alternative route toward new crops for the future. *Molecular Plant* 12(5), 615–631. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2019.03.016>
- Lindgren E. (1979) The nutritional value of roughages determined *in vivo* and by laboratory methods. Swedish University of Agricultural Science. Department Animal Nutrition.
- Micke B. och Parsons D. (2023) Using botanical resources to select wild forage legumes for domestication in temperate grassland agricultural systems. *Agronomy for Sustainable Development* 43(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s13593-022-00853-w>
- Nordic Committee on Food Analysis. (1976) Nitrogen. Determination in feeds and faeces according to Kjeldahl. No 6 (3rd edition).
- Warren J. (2015) The nature of crops: How we came to eat the plants we do. CABI. Wallingford.

## Vallfröblandningar anpassade till antal vallskördar

O. Hallin<sup>1</sup>, K. Holmström<sup>1</sup> och E. Nadeau<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem <sup>2</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

Korrespondens: ola.hallin@hushallningssallskapet.se

### Sammanfattning

En slåttervall bestående av timotejsorten Tryggve, diploid rödklöver Ares och vitklöver Hebe skördad med tre delskördar per år gav torrsubstansavkastning och näringskvalitet i paritet med en vall bestående av timotej Switch, ängssvingel Tored, engelskt rajgräs Birger, tetraploid rödklöver Vicky samt vitklöver Hebe som skördades fyra gånger per år. Skillnaden mellan de två vallarna blev inte signifikant varken för torrsubstansavkastning eller koncentration och avkastning av energi och råprotein. De ekonomiska beräkningarna av produktionskostnad för vallfoder och foderkostnad för mjölkkor visade endast mindre skillnader. När tre eller fyra delskördar per år jämfördes för två olika vallfröblandningar blev energi- och råproteinhalten samt mängden råprotein per hektar större i fyrskördesystemet. Färre överfarer med mindre maskinkostnad per hektar i treskördesystemet gav mindre produktionskostnad för vallfodret, medan de lägre energi- och råproteinhalterna gjorde att foderkostnaden blev högre jämfört med fyrskördesystemet. Störst torrsubstansavkastning och energiskörd uppnåddes i ett treskördesystem med en vallfröblandning med timotejsorten Rakel, rörsvingel Swaj, rödklöver Vicky och vitklöver Hebe som också ingick i studien.

### Introduktion

Hög smältbarhet i vallfodret är betydelsefullt för högvakastande mjölkkor. Mjolkproducenter tar därför allt fler delskördar på sina slåttervallar för att höja smältbarheten hos vallfodret och därmed öka vallfoderkonsumtionen hos korna. Förändringar i klimatet med längre växtsäsong bidrar också till att fler delskördar kan tas per år. Smältbarheten skiljer mellan vallens arter och sorter vid samma skördetidpunkt, beroende på artens och sortens utvecklingsrytm och tidpunkt för axgång. Syftet med denna studie var att undersöka om en vallfröblandning med sena sorter och färre skördar ger liknande skördemängd, smältbarhet och proteinhalt som en vallfröblandning med tidiga sorter och fler skördar.

### Material och metoder

Fältförsöket som har finansierats av Agrovästs mjölkprogram hade sex försöksled med fyra upprepningar och genomfördes på Hushållningssällskapet Sjuhärads försöksgård Råde i Länghem, Västra Götaland. Försöket etablerades 2017 och skördades under tre vallår, 2018–2020.

De vallfröblandningar som provades var följande:

- A. 80 % timotej Tryggve + 15 % rödklöver Ares + 5 % vitklöver Hebe
- B. 45 % timotej Switch + 20 % ängssvingel Tored + 15 % engelskt rajgräs Birger + 15 % rödklöver Vicky + 5 % vitklöver Hebe
- C. 45 % timotej Rakel + 35 % rörsvingel Swaj + 15 % rödklöver Vicky + 5 % vitklöver Hebe

Vallfröblandning A var senare i utvecklingsrytm och axgång i första skörden och skördades två eller tre gånger per år, medan led B och C skördades tre eller fyra gånger per år (tabell 1).

Tabell 1. Riktlinjer för skördetidpunkter för skörd 1–4, vallår 1–3.

Vall- frö	Antal skördar	Skörd 1		Skörd 2		Skörd 3		Skörd 4	
		Led	Datum	Dagar efter föreg. skörd	Datum	Dagar efter föreg. skörd	Datum	Dagar efter föreg. skörd	Datum
A	2	A2	10-jun	50 d	01-aug				
A	3	A3	01-jun	40 d	10-jul	50 d	01-sep		
B	3	B3	01-jun	40 d	10-jul	50 d	01-sep		
B	4	B4	26-maj	32 d	27-jun	33 d	01-aug	40 d	10-sep
C	3	C3	01-jun	40 d	10-jul	50 d	01-sep		
C	4	C4	26-maj	32 d	27-jun	33 d	01-aug	40 d	10-sep

Kvävegödslingen i försöket anpassades efter skördesystem och utifrån Jordbruksverkets rekommendationer 2018 (Börling *et al.*, 2017) för vallavkastningen 12 ton ts/ha med 20 % klöver. Kvävegödslingen under vallåren var 90 kg/ha till första skörden och 60 kg/ha till andra skörden i alla systemen. I treskördesystemet gavs 40 kg N/ha till tredje skörden. I fyrskördesystemet fick tredje skörden 50 kg N/ha och fjärde skörden 30 kg/ha. Data på avkastning och näringsinnehåll analyserades som ett randomiserat blockförsök. Ts-avkastning bestämdes i samtliga fyra block medan tre block analyserades med avseende på näringsinnehåll. Aska och vomvätskelöslig organisk substans (VOS) har analyserats på laboratoriet vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU medan råprotein och NDF har analyserats på LKS mbH i Lichtenwalde, Tyskland.

Ekonomisk beräkning av produktionskostnaden för vallfoder utfördes som ett LIA-projekt sommaren 2021 på Biologiska Yrkes högskolan Skara (Hansson, 2021). Foderkostnaden för försöksleden beräknades i programmet individRAM som använder fodervärderingssystemet NorFor. Foderstater beräknades med förväntad avkastning på 38 kg ECM. Begränsningar sattes på 17 % råprotein och max 20 % stärkelse i samtliga foderstater. Foderstaterna beräknades med optimering av två olika priser på spannmål och proteinkoncentrat, ett från hösten 2021 och ett från april 2022.

## Resultat och diskussion

Fyra delskördar gav högre smältbarhet på vallfodret jämfört med tre delskördar (tabell 2), men också behov av mer åkermarksareal till slättervall p.g.a. mindre ts-avkastning och större ts-konsumtion av vallfoder. Den förbättrade smältbarheten och högre råproteinhalten minskade behovet av komplettering med proteinfoder. Foderkostnaden minskade vid fyra delskördar och skillnaden ökade när spannmålspris och proteinkoncentrat blev dyrare, jämfört med tre delskördar (figur 1). Produktionskostnaden för vallfoder var 20–29 öre/kg ts större vid fyra delskördar jämfört med tre delskördar (Hansson, 2021). Två delskördar gav större foderkostnad p.g.a. lägre andel grovfoder av ts-konsumtionen, framför allt vid högre priser på spannmål och proteinkoncentrat, jämfört med fler delskördar i slättervallen.

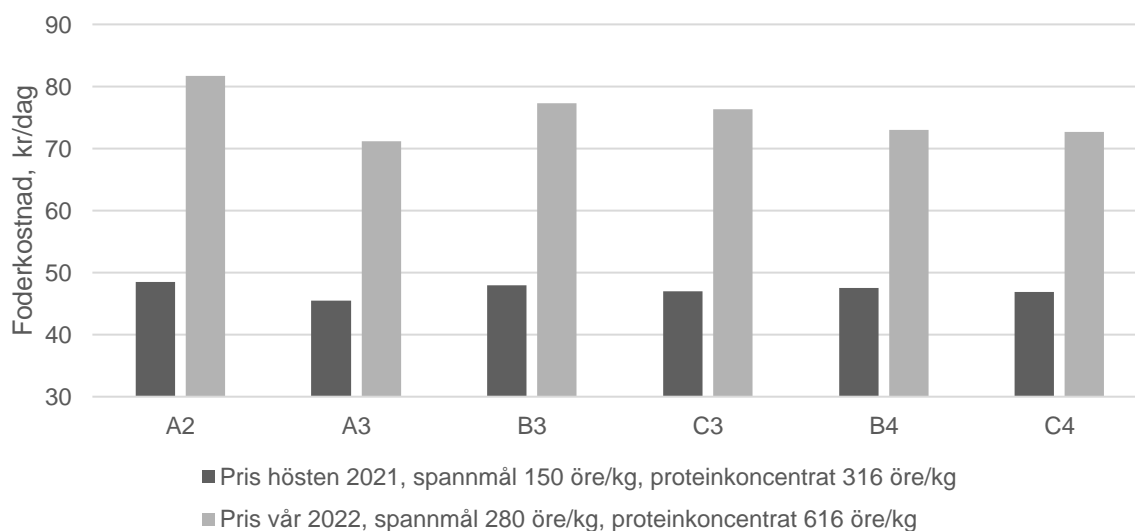
Blandning A med timotej Tryggve, rödklöver Ares och vitklöver Hebe i treskördesystem gav hög smältbarhet. Detta gav större ts-konsumtion av vallfodret och mindre foderkostnad per dag, och A var i alla egenskaper jämförbar med blandningarna B och C i fyrskördesystem (tabell 2).

Tabell 2. Årlig avkastning, kg ts/ha, smältbarhet och näringsinnehåll för vallfröblandning A, B och C med 2, 3 eller 4 skördar per år. Viktade medelvärden från tre vallår (skörd 1–4, vallår 1–3, 2018–2020).

	A2	A3	B3	C3	B4	C4	SEM	P-värde
Ts-avkast. kg ts/ha	10 860 <sup>d</sup>	11 890 <sup>c</sup>	12 370 <sup>b</sup>	12 990 <sup>a</sup>	11 950 <sup>bc</sup>	12 010 <sup>bc</sup>	133,8	<0,001
VOS, % av OS	81,7 <sup>d</sup>	86,8 <sup>ab</sup>	85,2 <sup>c</sup>	85,7 <sup>bc</sup>	88,3 <sup>a</sup>	87,7 <sup>a</sup>	0,4	<0,001
OMD, % av OS	71,5 <sup>d</sup>	76,1 <sup>ab</sup>	74,6 <sup>c</sup>	75,2 <sup>bc</sup>	77,5 <sup>a</sup>	76,9 <sup>a</sup>	0,4	<0,001
OE, MJ/kg ts	10,5 <sup>d</sup>	11,1 <sup>ab</sup>	10,8 <sup>c</sup>	11,0 <sup>bc</sup>	11,3 <sup>a</sup>	11,2 <sup>ab</sup>	0,1	<0,001
Rp, g/kg ts	120 <sup>c</sup>	146 <sup>a</sup>	130 <sup>b</sup>	130 <sup>b</sup>	148 <sup>a</sup>	152 <sup>a</sup>	1,9	<0,001
NDF, g/kg ts	575 <sup>a</sup>	507 <sup>d</sup>	511 <sup>cd</sup>	527 <sup>b</sup>	502 <sup>d</sup>	522 <sup>bc</sup>	2,5	<0,001
Rp, kg/ha	1 309 <sup>d</sup>	1 737 <sup>abc</sup>	1 613 <sup>c</sup>	1 688 <sup>bc</sup>	1 777 <sup>ab</sup>	1 823 <sup>a</sup>	27,3	<0,001
OE, MJ/ha	114 147 <sup>c</sup>	131 982 <sup>b</sup>	134 743 <sup>b</sup>	142 770 <sup>a</sup>	135 754 <sup>b</sup>	134 585 <sup>b</sup>	1581	<0,001

Ts, torrs substans; VOS, *in vitro* smältbarhet av organisk substans (OS); OMD, *in vivo* smältbarhet av OS (beräknat enligt  $OMD = -2,0 + 0,90 \times VOS$ ); OE, omsättbar energi; Rp, råprotein; NDF, neutral detergent fiber;

<sup>a-d</sup> medelvärden (LS means) med olika bokstäver i samma rad skiljer sig åt ( $P < 0,05$ ).



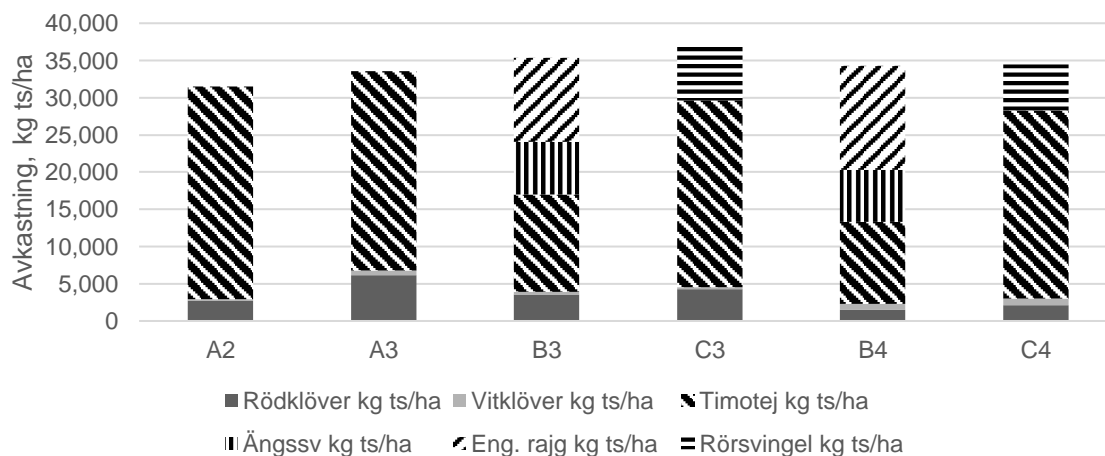
Figur 1. Foderkostnad, kr per dag vid 38 kg ECM vid två olika prisnivåer på spannmål och proteinfoder, hösten 2021 (mörk stapel) samt våren 2022 (ljus stapel).

Störst ts-avkastning totalt för tre vallår gav blandning **C** i treskördesystem (tabell 2). Första vallåret (2018) blev dock den totala ts-avkastningen störst för blandning **B**. Andra (2019) och tredje (2020) vallåret gav blandning **C** större total ts-avkastning, framför allt i treskördesystemet. Ett tvåskördesystem med blandning **A**, gav minst ts-avkastning av alla jämförda led det första och tredje vallåret (data för varje år erhålls vid förfrågan). Blandning **C** i treskördesystem gav i medeltal för alla tre vallåren 980 kg ts mer per hektar jämfört med **C** i fyrskördesystem (tabell 2).

Smältbarheten av organisk substans *in vitro* med VOS-metoden var 3,1 % högre för blandning **B** respektive 2,0 % högre för blandning **C** vid fyra skördar jämfört med samma blandningar med tre skördar (tabell 2). Dessutom gav blandning **A**, med timotej, röd- och vitklöver, 5,1 % högre VOS-värde vid tre i stället för två skördar per år, vilket gjorde blandning **A** med tre skördar jämförbar med blandning **B** och **C** skördade fyra gånger per år. Under första vallåret 2018 var VOS-värdet 6,5 % respektive 3,1 % högre för fyra skördar jämfört med tre skördar för blandning **B** och **C**. Det var inga skillnader i VOS-värde andra vallåret men i tredje vallåret var VOS-värdet 2,6 % högre för fyra skördar jämfört med tre skördar för blandning **B** (data för varje år erhålls vid förfrågan). Störst energiskörd per hektar (omsättbar energi, MJ/ha) gav blandning **C** med tre skördar, vilket beror på en större ts-avkastning jämfört med övriga led.

Lägst smältbarhet, energi- och ts-avkastning hade blandning A skördad två gånger per säsong (tabell 2).

Led C4, B4 och A3 hade 22, 18 respektive 26 g högre råproteinhalt per kg ts, jämfört med led C3, B3 och A2 i genomsnitt över vallåren. För första och andra vallåret var skillnaderna i råproteinhalt signifikanta men inte för tredje vallåret. Den totala råproteinavkastningen var störst i fyrskördesystem, därefter treskördesystem och minst i ledet med två skördar.



Timotej dominerade i ts-avkastningen för blandningarna A och C, vilket framgår av figur 2. För blandning B blev det mer lika i andel timotej, ängssvingel och engelskt rajgräs. Klöverandelen blev generellt låg under vallåren och endast i A3 uppnåddes 20 % klöver, i medeltal för de tre vallåren.

Figur 2. Total ts-avkastning av timotej, ängssvingel, rörsvingel, engelskt rajgräs, rödklöver och vitklöver för alla tre vallåren, baserat på analys av blandningarnas botaniska sammansättning.

## Referenser

Börling K., Kvarmo P., Listh U., Malgeryd J. och Stenberg M. (2017) Rekommendationer för gödning och kalkning 2018. Jordbruksverket, *Jordbruksinformation* 4, 48-52.

Hansson M. (2021) Ekonomisk beräkning på 2, 3 och 4-skördesystem av vallfoder kopplat till vallfröblandning. Biologiska Yrkeshögskolan Skara. LIA-projekt. 34 s.



## Importance and persistence in red clover varieties for permanent grasslands

S. Hejduk

Mendel University in Brno, Department of Animal Nutrition and Grassland Science, BRNO, Czech Republic

Correspondence: hejduk@mendelu.se

### Abstract

Since the 19th century, red clover has been the most important forage legume cultivated in Central and Northern Europe. Although used primarily in crop rotation, red clover substantially increases forage yield and quality of permanent grasslands. A limiting factor which constrains wider use in permanent grasslands is the insufficient persistence. Four experiments were established at the research station Vatin to evaluate persistence of red clover cultivars, by rating ground cover in the 4th harvest year. There were no significant differences in persistence between di- and tetraploid cultivars. In the terminated trials, Astur, Lestris and Dafila were the most persistent varieties. All of them belong to the Mattenkleee group of red clover cultivars bred in Switzerland. The least persistent genotypes were wild Czech red clover and cultivars Suez and AberRuby. Tetraploid cultivars provided forage with significantly lower dry matter (DM) content (by 2 %). In the current trial, the largest DM yield produced in the second harvest year by the tetraploid cultivars Blizzard, Gregale and Hammon (over 18.0 t ha<sup>-1</sup>) while the smallest DM yield was found in the wild genotype (14.2 t ha<sup>-1</sup>). Already in the first harvest year, most of the tap roots were damaged by fungi (75–100 % of evaluated plants), but the plant root disease score was below 3.6 (i.e. less than 50 % of necrotic tissues in the tap root cross-section) for all varieties (2.40–3.54).

### Introduction

Since the 19th century, red clover (*Trifolium pratense* L.) is the most important forage legume cultivated in Central and Northern Europe. Although used primarily in crop rotation, red clover substantially increases forage yield and quality of permanent grasslands. One limiting factor which constrains its wider use in permanent grasslands is insufficient persistence. Once the clover plants has disappeared, in the 2nd or 3rd harvest year, the remaining grass sward needs larger rates of nitrogen fertiliser, over-seeding or renovation. There are considerable differences in persistence among cultivars, which are connected with diverse adaptability and disease resistance. The aim of this paper was to compare yields, ground cover and roots health of selected red clover cultivars grown in mixtures with grasses.

### Material and methods

The paper presents results of four successive trials established at the Forage Research Station in Vatin (49°15'N, 15°58'E) belonging to Mendel University in Brno, Czech Republic. The site is situated at an altitude of 540 m a.s.l., mean annual precipitation and mean annual temperature are 617.5 mm and 6.9°C, respectively. The soil is a sandy loam acidic cambisol. The trials were established in 2002, 2006, 2011 and 2020, using cultivars of declared higher persistence, and they were evaluated during four harvest years (except the last one). Altogether 55 cultivars (19 tetraploids and 36 diploids) from six European states and from Canada were tested. In the last trial, 18 cultivars and 1 wild ecotype were used. In the first three trials, red clover cultivars (14 kg/ha) were sown in mixture with meadow fescue and timothy (4 kg/ha and 6 kg/ha, respectively). In the trial established in 2011 different cutting frequencies (3 cuts vs. 4 cuts)

were also evaluated. In the last trial, 350 viable seeds of red clover were sown in mixture with the above mentioned grasses. In all trials, stands were cut three times per year and no nitrogen fertilisers were used. Dry matter (DM) yield, number of plants per area unit and ground cover of red clover were evaluated each year. Persistence index was calculated according to Halling *et al.* (2004) as a ratio of DM forage yields in the 1st and 3rd harvest years. In the present trial established in 2020, root branching and root disease score (according to Hakl *et al.*, 2018) were also evaluated after the first harvest year in November 2021. Red clover plants were dug out of each plot from two rows of 50 cm length to the depth of 20cm. Diameter tap root below crown, number of lateral roots dry matter weight of crown and roots were measured. Root infection score was evaluated on the cross-section of tap root on scale of 0 to 7, where 0 was a root without any sign of necrosis (white colour) and 7 was dead plant (100 necrosis). Statistical analyses were performed using one-way Anova with multiple post-hoc comparisons according to Tukey ( $P < 0.05$ ).

## Results and discussion

Table 1 shows data concerning the persistence of the cultivars tested in the experiment established in 2011 at the research station in Vatín (Hejduk, 2015a). The most persistent cultivars originated from Reckenholz (Switzerland), followed by two cultivars bred in Aberystwyth (UK) and the Czech genotypes Spurt and Amos. The wild genotype that comes from never-renewed grasslands, exhibited low persistence and its presence in natural habitat probably depended on seeds spread from late cut hay aftermath.

Table 1. Data from the 4th harvest year (2015) in an evaluation of red clover cultivars persistence. Plant density was evaluated on March 18th, ground cover on July 22nd. (M) = mattenklee (Suter *et al.*, 2019).

Cultivar	Country of origin, ploidy	Ground cover (% of red clover)	Plant density (No. of plants/m <sup>2</sup> )	Red clover yield in the 3rd harvest year*
Astur (M)	CH, 4n	51.7 <sup>a</sup>	120.0 <sup>a</sup>	8.93 <sup>a</sup>
Lestris (M)	CH, 2n	40.0 <sup>ab</sup>	76.0 <sup>b</sup>	6.95 <sup>abcd</sup>
Dafila (M)	CH, 2n	38.3 <sup>ab</sup>	56.0 <sup>bc</sup>	8.38 <sup>ab</sup>
Milvus (M)	UK, 2n	35.0 <sup>ab</sup>	74.7 <sup>b</sup>	7.77 <sup>abc</sup>
AberChianti	UK, 2n	23.3 <sup>bcd</sup>	57.3 <sup>bc</sup>	5.16 <sup>abcde</sup>
AberClaret	UK, 2n	23.3 <sup>bcd</sup>	26.0 <sup>cde</sup>	2.75 <sup>def</sup>
Spurt	CZ, 2n	23.3 <sup>bcd</sup>	49.3 <sup>bcd</sup>	5.46 <sup>abcde</sup>
Amos	CZ, 4n	18.3 <sup>cde</sup>	37.3 <sup>bcd</sup>	4.78 <sup>abcdef</sup>
Lucrum	DE, 2n	11.7 <sup>de</sup>	28.0 <sup>cde</sup>	4.00 <sup>bcdef</sup>
Start	CZ, 2n	11.7 <sup>de</sup>	42.7 <sup>bcd</sup>	5.74 <sup>abcde</sup>
Elara	CZ, 2n	11.0 <sup>de</sup>	29.3 <sup>cde</sup>	3.18 <sup>def</sup>
Callisto	CZ, 2n	9.3 <sup>de</sup>	46.7 <sup>bcd</sup>	3.72 <sup>cdef</sup>
Slavín	CZ, 2n	6.0 <sup>de</sup>	25.3 <sup>cde</sup>	1.45 <sup>ef</sup>
Suez	CZ, 2n	4.3 <sup>e</sup>	16.0 <sup>cde</sup>	2.37 <sup>ef</sup>
Wild ecotype	CZ, 2n	1.3 <sup>e</sup>	8.0 <sup>de</sup>	0.56 <sup>f</sup>
AberRuby	UK, 2n	1.3 <sup>e</sup>	5.3 <sup>e</sup>	0.54 <sup>f</sup>

\*total yields adjusted according to proportion of red clover in mixed stand before the 1st cut. Means followed by the same letter in each column are not significantly different at  $P = 0.05$ .

The most persistent cultivars in the trial established 2011 were Swiss “Mattenklee” red clovers (Astur, Lestris and Dafila) which showed cover in the 4th harvest year between 35–52 %. These cultivars provided very good persistence, but after a new cycle of Swiss variety testing (Suter *et al.*, 2019) Astur is not any more in the list of recommended varieties. In the experiment established in 2011, there were no statistically significant differences among diploid and

tetraploid cultivars in both forage yields and ground cover (Hejduk and Knot, 2010). Tetraploid cultivars produce forage with lower dry matter content by 1.9 % (19.6 vs. 21.5 %) what put them at a disadvantage compared to diploids when a silage is produced (longer wilting).

The highest DM forage yield in the 3rd harvest year and highest persistence index were achieved by the cultivars Astur and Amos for 3- and 4-cut management, respectively (15.7 vs. 16.6 t ha<sup>-1</sup> and 0.82 vs. 0.95 t ha<sup>-1</sup>, respectively). There was a significant interaction between cultivar and cutting frequency in the 3rd harvest year, when only the cultivar Amos increased yield and persistence index under a 4-cut management (Hejduk, 2015b). Amos, in comparison with other cultivars, demonstrated the best results under more frequent cutting management and should be recommended, in preference, for establishment and oversowing of intensively harvested permanent grasslands and/or leys for more than three harvest years.

The testing of new cultivars is usually limited to evaluation in only two harvest years. This system gives priority to field cultivars with large initial forage production and short longevity. This was, however, not evidenced in the last trial established in 2020, where even the persistent varieties produced large yields in the first harvest year (e.g. Amos and Astur), (Table 2). As for root health status, despite high proportion of infected roots (75–100 %) at the end of the 1st harvest year, plant root disease score was always below 3.6, i.e. less than 50 %. It still allowed clover plants to produce good yield. The necroses were caused probably by *Fusarium* fungi as *Sclerotinia trifoliorum* does not cause significant damages in the Czech Republic.

Table 2. Results of the latest trial in the 1st and 2nd harvest year (2021 and 2022, respectively), DM yield (t ha<sup>-1</sup>) = sum of three cuts; IP (%) = proportion of infected roots; PRDS = plant root disease score of infected plants (excluding 0 = healthy roots) 1 = few small spots on the cross-section of tap root, 7–100 % necrotic root. Values with different letters in a column are significantly different ( $P = 0.05$ ). (M) = mattenklee (Suter *et al.*, 2019).

Cultivar	Ploidy	DMY 2021	IP	PRDS	DMY 2022
Blizzard	4n	24.4 a	100	3.43 ab	20.1 f
Ganymed	2n	23.5 ab	100	2.40 a	16.7 abcd
Amos	4n	23.5 ab	100	3.57 b	17.5 bcdef
Kallichore	2n	22.7 abc	100	2.78 ab	16.9 abcd
Astur (M)	4n	22.4 abcd	100	3.33 ab	17.9 cdef
Hammon	4n	21.8 abcde	97	2.54 a	18.4 ef
Candivar SG-US	2n	21.5 abcde	100	2.74 ab	17.2 bcde
Megalic	2n	21.5 abcde	90	2.79 ab	15.9 abcd
Milvus (M)	2n	21.1 abcde	95	2.95 ab	17.3 bcdef
Pramedi	4n	21.0 abcde	100	2.38 ab	18.1 def
Candivar SG-C91	2n	20.9 abcde	95	2.69 ab	15.2 abc
Spurt	2n	20.8 abcde	75	2.91 ab	17.0 abcd
Start	2n	20.8 abcde	79	3.05 ab	16.4 abcd
Sinope	2n	20.5 abcde	88	3.39 ab	15.0 ab
Gregale (M)	4n	20.3 abcde	100	3.03 ab	18.4 ef
Elara	2n	19.0 bcde	92	2.62 ab	16.3 abcd
Himalia	2n	18.3 cde	100	2.75 ab	15.5 abcd
Wild ecotype	2n	17.2 e	100	2.93 ab	14.2 a

The use of persistent cultivars leads to reduced requirements of nitrogen fertilisers, increased forage yield and quality and extends intervals between red clover re-establishment. This contributes to decreased inputs in cattle production, and reduces production costs of animal products. The comparison of these experimental results with older papers shows that great progress has occurred in the last 40 years in breeding red clover cultivars for persistence.

## **Acknowledgement**

This project has received funding from the EU Horizon 2020 Research and Innovation Programme under grant agreement No. 774124 (SUPER-G). Special thanks belong to technicians B. Machová, V. Růžičková and M. Straka from the Forage Research Station of Mendel University in Valtín who provided experiment management and evaluations and to J. Hakl and M. Písařík (Czech University of Life Sciences in Prague) for their help with evaluation of the root systems of red clover.

## **References**

- Hakl J., Písařík M., Fuksa P. and Šantrůček J. (2018) Development of lucerne root morphology traits in lucerne-grass mixture in relation to forage yield and root disease score. *Field Crops Research* 226, 66–73.
- Halling M.A., Topp C.F.E. and Doyle C.J. (2004) Aspects of the productivity of forage legumes in Northern Europe. *Grass and Forage Science* 59, 331–344.
- Hejduk S. and Knot P. (2010) Effect of provenance and ploidity of red clover varieties on productivity, persistence and growth pattern in mixture with grasses. *Plant, Soil and Environment* 56, 111–119.
- Hejduk S. (2015a) Differences in red clover cultivars persistence. Papers Presented at the 12th Research Conference of BGS at Aberystwyth University, pp. 39–40.
- Hejduk S. (2015b) Effect of cutting frequency of four red clover cultivars on forage yield and persistence. *Grassland Science in Europe* 20, 230–232.
- Suter D., Hirschi H. and Frick R. (2019) A closer look at red clover: results of the 2016–2018 variety testing. *Agrarforschung Schweiz* 10, 454–461.

## Hållbara vallbaljväxter

A.-C. Wallenhammar

Hushållningssällskapet HS Konsult AB, Örebro

Korrespondens: ann-charlotte.wallenhammar@hushallningssallskapet.se

## Sammanfattning

Rödkläverns korta varaktighet är ett stort problem i vallodlingen som leder till en förändrad artsammansättning där de insådda gräsen dominerar. En orsak är rotröta som bidrar till att rödkläverplantan försvagas. Sjukdomsförloppet över tid har följts i 13 moderna rödkläversorter i fältförsök i naturligt smittad jord på två försöksplatser. För tre utvalda sorter gjordes bestämning av rotröta i april och november varje år. Här redovisas resultatet från försöksplatsen Kvinnersta, Örebro. Inga skillnader i sjukdomsangrepp mellan rödkläversorter kunde påvisas. Odlingsplatsens betydelse för sjukdomens utveckling undersöktes genom bestämning av angrepp på sex olika försöksplatser i landet. Rötter från tre utvalda sorter vallskördeår 2 undersöktes och sjukdomsindex bestämdes. Statistiskt säkerställda skillnader mellan platser visades, vilket ger en tydlig vägledning om vikten av att variera växtföljden och välja andra baljväxter som käringtand, vitklöver eller blåusern, som i jämförelse med rödklöver visat överlägsen uthållighet vallskördeår 3.

## Introduktion

Förmågan att samspela med vilade *Rhizobium*-bakterier är en unik egenskap för växtfamiljen baljväxter och den biologiska kvävefixeringen har stor ekonomisk betydelse för kväveförsörjningen i vallproduktionen. Rödklöver är vår mest odlade vallbaljväxt och har under flera hundra år varit en bärande komponent i fodervallar, odlad tillsammans med gräsarter. Redan på 1700-talet konstaterades att *Trifolium*, röd vädling, växte i ”grufelig myckenhet, ...huru skönt foder detta är för Creaturen vet en och hvar” (citerat i Osvald, 1962).

Det har länge varit känt att produktiviteten hos rödklöver sviktar över tid, p.g.a. bristande uthållighet. Anledningen till detta är flerfaldig, där klimatfaktorerna, särskilt barfrost under vårvintern, påverkar sjuka plantor negativt. Grundproblemet är att flera i sig svaga patogena svampar, bl.a. ur släktena *Fusarium*, *Cylindrocarpon destructans* och *Phoma medicaginis*, tar sig in i rötterna och ger upphov till sjukdomen rotröta, och är den vanligaste sjukdomen i rödklöver. När rötterna växer ner i jorden sker infektionen genom porer (Ylimäki, 1967; Almquist *et al.*, 2016) och symtomen består i missfärgningar i rotens cortex. Allt eftersom infektionen tilltar sker ofta en förruttelse av vävnaderna under andra vallåret, vilket leder till att roten blir ihålig och därmed känslig för yttre påverkan.

Klöverröta som orsakas av svampen *Sclerotinia trifoliorum* får anses vara den mest allvarliga sjukdomen på klöver. Den orsakar direkt plantdöd, och på våren går det att hitta svampens sklerotier (vilkroppar) på döda plantor. Erfarenheten visar att yngre plantor är mest känsliga vilket leder till att skadorna är särskilt allvarliga i förstaårsvallar där beståndet kan bli utglesat. Klöverröta var ett stort problem i äldre tider men framgångsrik förädling har medfört att svenska sorter har en bra motståndskraft. Nu finns dock ett flertal rödkläversorter av europeiskt ursprung på marknaden och det är oklart om det finns motståndskraft hos dessa sorter. Klart är att sjukdomen finns i våra vallar lokalt idag och behöver uppmärksammas.

## **Material och metoder**

Utvecklingen av rotröta undersöktes i olika rödklöversorter i två fältförsök i naturligt infekterad jord. Projektet finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning 2011–2016 (projekt H0960323 och H1160210). I samarbete med sortföreträdare valdes ett antal sorter som var bedömda som intressanta avseende uthållighet. SW Vivi valdes till mätarsort. Ett försök anlades på ekologisk mark i Götene och fick avbrytas redan efter andra vallskördeåret, då rödklöverbeståndet reducerats kraftigt som följd av rotangrepp.

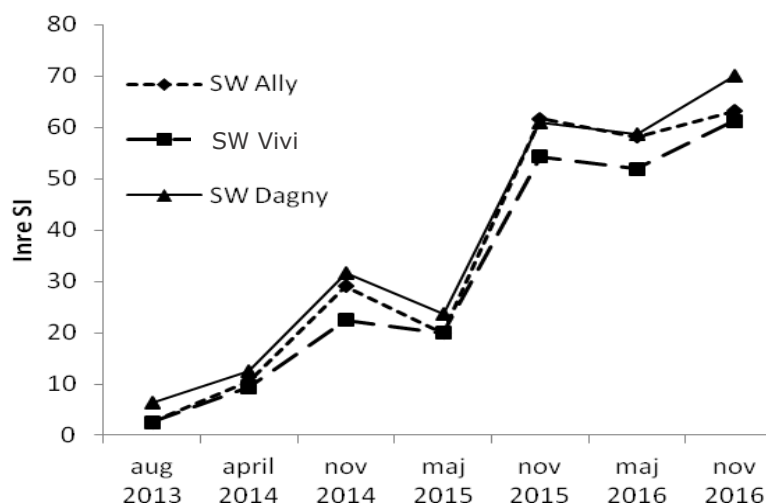
Här presenteras resultat från fältförsöket som anlades 5 juni 2013 på Kvinnersta, Örebro (59°N, 13°E) med 13 marknadssorter: SW Ares (2n), SW Nancy (4n), SW Ally (4n), SW Vivi (4n), SW Dagny (4n), Vicky (LM) (4n), Global (FF/SSD) (2n), Titus (STEI/SSD) (4n), Rajah (DLF/SSD) (2n), Ostro (SSD) (4n), Larus (DSP/SSD) (4n), Callisto (DLF/SSD) (2n) samt Blizzard (FF/SSD) (4n). Ingen gödsling eller skördemätning utfördes utan försöket putsades vid ordinarie skördetillfälle motsvarande tvåskördesystem och det skördade materialet bortfördes. Försöket var ett randomiserat blockförsök med fyra upprepningar med rutstorleken 3 m × 12 m. Klöverfröerna, 8 kg/ha av diploid (2n) och 10 kg/ha av tetraploid (4n) sort, såddes tillsammans med timotej, SW Switch, 7 kg/ha med korn som insåningsgröda. Provtagning gjordes två gånger årligen; 29 juni och 26 augusti 2013, 24 april och 20 november 2014, 22 april och 11 oktober 2015 samt 3 maj och 5 november 2016. Tio plantor grävdes då upp slumpvis i varje ruta. Skotten skars av, rötterna tvättades och roten skars itu. Sjukdomsangrepp i form av yttre skador på roten ( $SI_y$ ) respektive inre skador i roten ( $SI_i$ ) bestämdes enligt Rufelt (1986) och sjukdomsindex beräknades för att beskriva angreppets styrka.

För att få en uppfattning om platsvisa skillnader av sjukdomsbilden i olika delar av landet insamlades prover från tre utvalda sorter i befintliga sortförsök: i Lilla Böslid, Halland provtogs SW Nancy, Titus (SSD) och Rozeta (SSD), på Rådde, Västra Götaland provtogs SW Nancy, Rozeta (SSD) och Titus (SSD), i Lännäs, Ångermanland provtogs SW Yngve, SW Ares och SW Torun och i Bjertorp, Västra Götaland valdes sorterna SW Vicky, SW Ares och SW Nancy. Därtill jämfördes medeltalet för tre utvalda sorter från försöksplatserna i Götene och Kvinnersta (SW Ally, SW Vivi och SW Dagny). Provtagning och gradering utfördes som ovan.

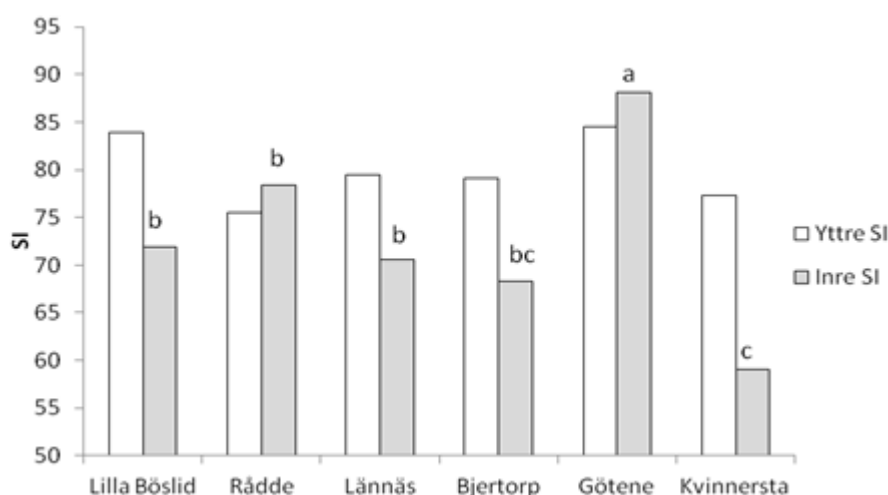
## **Resultat**

I figur 1 visas inre sjukdomsindex ( $SI_i$ ) för tre av de 13 studerade sorterna på Kvinnersta, SW Ally, SW Vivi och SW Dagny, från insåningsåret 2013 till och med vallskördeår 3, 2016. Det framgår tydligt att sjukdomsangreppen ökar under växtsäsongen varje år. Angreppet ökar kraftigt under vallskördeår 2 från  $SI_i$  ca 20 i april till  $SI_i$  50–60 i november. Under vallskördeår 3 ökar angreppet ytterligare. Inga signifikanta skillnader visades mellan sorterna.

Vid slutgraderingen vallskördeår 3 på Kvinnersta fanns inga signifikanta skillnader mellan sorterna för  $SI_y$  eller  $SI_i$  (visas ej här). I medeltal var  $SI_y$  83 och  $SI_i$  69. Hundra procent av rötterna var dock angripna.



Figur 1. Sjukdomsutveckling av rottröta uttryckt som inre sjukdomsindex, inuti roten, ( $SI_i$ ) från etablering 2013 och under följande tre vallår i rödklöversorterna SW Ally, SW Vivi och SW Dagny, Kvinnersta, Örebro, 2013–2016.



Figur 2. Yttre ( $SI_y$ ) och inre ( $SI_i$ ) sjukdomsindex i rödklöverrötter, medeltal för tre sorter på olika platser vallskördeår 2. Plantorna provtogs våren 2013 i Götene och på övriga platser hösten 2014. Olika bokstäver (a, b, c) visar signifikanta skillnader mellan platserna för  $SI_i$  ( $P < 0,001$ ). Inga skillnader fanns för  $SI_y$  enligt Tukey's test, trots att  $P = 0,040$ .

Det fanns inga signifikanta skillnader i sjukdomsindex mellan de tre sorter som valdes ut för jämförelse på olika platser (resultat visas ej här). Tydliga skillnader fanns däremot i  $SI_i$  mellan platser (figur 2) där  $SI_i$  var signifikant högst i Götene (88) och lägst i Kvinnersta (58).

## Diskussion

Rottröta hos rödklöver påverkar uthålligheten i slåttervallar. När andelen rödklöver minskar leder detta till att vallarna bryts i förtid eller finns kvar med försämrat produktionsutbyte. Resultaten visar att det inte finns några skillnader i angrepp mellan de rödklöversorter som undersöktes. I många ekologiska växtföljder förekommer rödklöver i odlingen i stort sett årligen. Andelen rödklöver i en blandvall är en viktig egenskap som påverkar foderkvaliteten,

och det finns en stor strävan mot att få en jämn fördelning av rödklöver under hela vallens omloppstid. Denna studie visar att signifikanta skillnader i angrepp av rotröta fanns mellan platser. Den ekologiska gården i Götene med stor användning av rödklöver drabbades särskilt svårt av skador, medan försöksplatsen på Kvinnersta där trycket av vallbaljväxter inte varit lika stort visade statistiskt mindre angrepp. Vid slutavläsningen vallskördeår 3 hade dock sjukdomsangreppet ökat kraftigt även där, i likhet med tidigare studier (Wallenhammar *et al.*, 2014). Rödklövern i Götene plöjdes upp redan efter vallskördeår 2. Det är på platser med hög andel angrepp viktigt för odlaren att balansera växtföljden och alternera med blålusern, käringtand och vitklöver, vallbaljväxter som har dokumenterat bättre uthållighet än rödklöver vallskördeår 3 (Wallenhammar *et al.*, 2020). De ekonomiska konsekvenserna av rotröta i landets vallar är omfattande. En effektiv vallproduktion kräver en strategi där olika baljväxters potential kan användas optimalt för att minska inköp av dyrt kraftfoder.

## Referenser

- Almquist C., Stoltz E. och Wallenhammar A.-C. (2016) Incidence of root pathogens associated to clover root rot in Sweden. *Grassland Science in Europe* 21, 786–788.
- Osvald H. (1962) Vallodling och växtföljder – Uppkomst och utveckling i Sverige. Natur och kultur. Stockholm, 145 s.
- Rufelt S. (1986) Studies of Fusarium foot rot of red clover (*Trifolium pratense* L.) and the potential for its control. Sveriges lantbruksuniversitet. Växtskyddsrapporter, Avhandlingar 10.
- Ylimäki A. (1967) Root rot as a cause of red clover decline in leys in Finland. *Annales Agriculturae Fenniae* 6, 1–59.
- Wallenhammar A.-C., Nilsson-Linde N., Jansson J. och Stoltz E. (2014) Rottröta påverkar uthålligheten hos vallbaljväxter. I: N. Nilsson-Linde, G. Bernes, M. Liljeholm och R. Spörndly (reds.). Vallkonferens 2014. Konferensrapport. 5–6 feb, Uppsala. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. *Rapport* 18, 55–58.
- Wallenhammar A.-C., Omer Z., Edin E. och Granstedt A. (2020) Hållbar produktion av vallbaljväxter i ekologiska odlingssystem. I: N. Nilsson-Linde och G. Bernes (reds.). Vallkonferens 2020. Konferensrapport. 4–5 februari 2020, Uppsala. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. *Rapport* 30, 129–131.



**VallOptimal: Skattning av kvaliteten på vall med fältspektrometer**

S. Bergqvist<sup>1</sup>, J. Peng<sup>1</sup>, J. Oliveira<sup>1</sup>, J. Morel<sup>1,2</sup>, H. Lindberg<sup>3</sup>, D. Parsons<sup>1</sup> och A.H. Gustafsson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Umeå

<sup>2</sup>European Commission, Joint Research Center, Ispra, Italy <sup>3</sup>Växa, Uppsala

Korrespondens: anders.h.gustafsson@vxa.se

**Sammanfattning**

Näringsvärdet i växande vall är viktig information för att kunna göra en bra bedömning av när grödan skall skördas. Fältspektrometrar är ett intressant alternativ till analys på laboratorium eftersom transporten av prover tar tid och försenar svaret, ofta flera dagar. Fältspektrometrar kan ge näst intill realtidsinformation och följaktligen bättre komplettera andra beslutsstöd som är relevanta på den enskilda gården. Vallprognos.se samt möjligheten att skicka in gårds-specifika prognosprover är beslutsstöd som används idag. I den här studien utvärderade vi potentialen hos Yara N-sensorn, en kommersiellt tillgänglig fältspektrometer, för att skatta näringsvärdet hos slättervallar. Spektraldata insamlades under 2021 från vallar på sju gårdar lokaliserade över hela Sverige. Parallellt klipptes prover från vallarna för analys på laboratorium. Proverna analyserades med avseende på råprotein, neutral detergent fiber och smältbarhet. Regressionsmodellering i form av partiell minsta kvadrat (PLS) respektive stödvektormaskin (SVM) testades för att koppla laboratorieresultaten till de spektrala mätningarna. SVM var det bästa modellerings sättet för alla näringssegenskaper med en  $R^2$  på minst 0,82. Skattningarna av råprotein och smältbarhet fungerade väl för de tre skördetillfällena. Resultaten indikerar att Yara N-sensorn kan vara ett effektivt verktyg för att skatta näringsvärdet hos vall.

**Introduktion**

Analys av innehållet av näringsämnen i vall är nyckelinformation för odlingsstrategin, särskilt för att hjälpa lantbrukaren att bestämma optimalt skördedatum. I Sverige startade på 1970-talet en uppföljning av näringsvärdet i vallprover och sedan dess har flera verktyg utvecklats. Våtkemisk analys är standarden, men den är dyr och tidskrävande. Fördröjningen mellan skörden av proverna och tillgängligheten av analysresultaten är en annan begränsande faktor. Vallprognos.se är ett flitigt använt verktyg för beslutsstöd som ger en uppskattning av det optimala skördedatumet baserat på temperatursumman. Detta verktyg fungerar dock bara för första skörd, eftersom det f.n. inte är möjligt att exakt definiera början av återväxten och den efterföljande ackumuleringen av temperatur. Fältspektrometrar är ett relevant alternativ, eftersom de möjliggör en uppskattning i nästan realtid av näringsvärdet hos en vall för alla skördar. Dessa sensorer ger ett genomsnittligt spektrum av reflektansen av beståndet, som oftast sträcker sig från de synliga till de nära infraröda delarna av ljuset (400–1000 nm). Dessa spektra innehåller information om växtens status, eftersom de är fysiskt kopplade till indikatorer såsom pigment eller vatteninnehåll. När dessa spektra används med lämpliga matematiska verktyg kan de härledas till relevant information för praktiska ändamål. Till exempel har flera studier redan bekräftat potentialen hos fältspektrometrar för att uppskatta vallars kvalitet (Morel *et al.*, 2022; Parsons *et al.*, 2020; Sun *et al.*, 2021). Dessa studier utfördes dock mestadels på ett begränsat geografiskt område, vilket gjorde det svårt att validera robustheten hos de spektrometerbaserade modellerna. Syftet med detta arbete var att utvärdera potentialen hos den kommersiellt tillgängliga Yara N-sensorn, för att uppskatta flera kvalitetsegenskaper hos vallar över ett utökat geografiskt område, omfattande regioner över hela Sverige.

## Material och metoder

Under 2021 samlades data in från jordbruksmark på sju platser över hela Sverige. Provtagningsområdena på varje fält markerades med en käpp, och spektrala mätningar utfördes mot grödan vid käppens bas med en handhållen Yara N-sensor. Detta gjordes från åtta olika riktningar för att integrera effekterna av sol/sensorgeometri. Prover klipptes sedan inom en 0,5 m × 0,5 m kvadrat på ungefär 7 cm höjd över marken och fördes till laboratoriet för torkning och malning till en partikelstorlek på cirka 1 mm. Totalt samlades 78 prover från sju platser och tre skördetillfällen och motsvarande spektra mättes. Tre kvalitetsparametrar för foder är i fokus för detta projekt: råprotein (RP), neutral detergent fibre (NDF) och smältbarhet av organiskt material (OMD). RP analyserades med Kjeldahl-N-metoden enligt Nordisk kommitté för livsmedelsanalys (1976). NDF analyserades enligt Chai och Udén (1998). OMD analyserades som vomvätskelöslig organisk substans (VOS) (Lindgren, 1979). Alla parametrar mättes i relation till torrsubstans (ts). Spektra med reflektans högre än 1 togs bort p.g.a. orimliga värden, liksom prover där vissa näringsvärden inte analyserats. Detta resulterade i en slutlig datauppsättning av 65 prover till regressionsanalysen.

Laboratorieresultaten kopplades till de spektrala mätningarna med hjälp av två multivariata regressionsmetoder: partiella minsta kvadrater (PLS) och stödvektormaskin (SVM). Regressionsanalysen utfördes i programvaran RStudio med paketen pls för PLS och e1071 för SVM. En tiofaldig korsvalidering användes för att justera modellerna och utvärdera dem med hjälp av bestämningskoefficienten ( $R^2$ ) och rotmedelkvadratfelet ( $RMSE$ ).

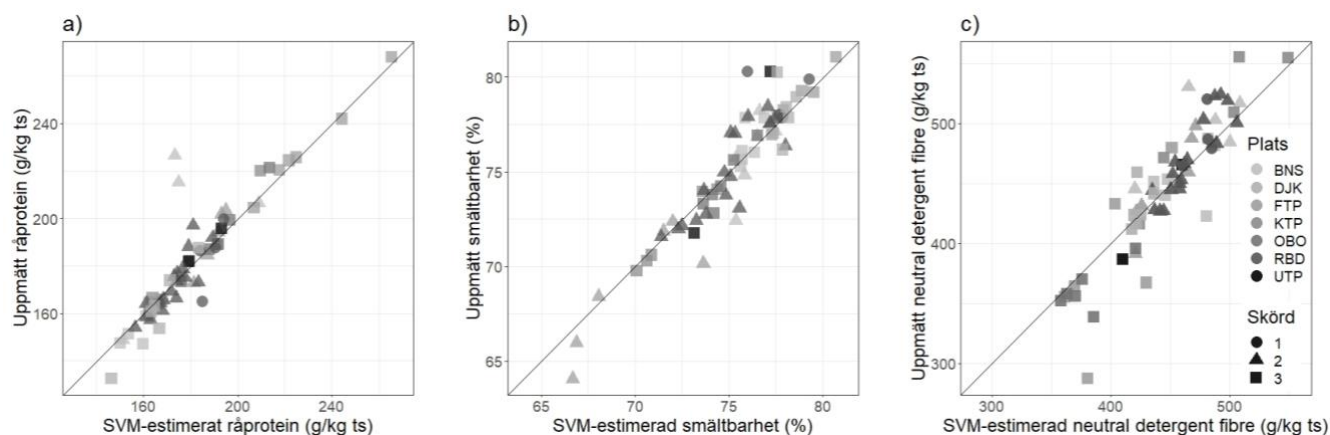
## Resultat och diskussion

Resultat från modellerna visas i tabell 1. De maskinbaserade stödvektormodellerna gav bättre resultat än de PLS-baserade, med både högre  $R^2$  och lägre  $RMSE$ . Modellen för OMD var bäst anpassad med en  $R^2$  på 0,87 ( $RMSE$  på 1,29 %). Råproteininnehåll uppskattades med en  $R^2$  på 0,84 ( $RMSE$  på 10,1 g/kg ts). Förutsägelsen av NDF visade också acceptabla resultat med en  $R^2$  på 0,82 ( $RMSE$  på 24,8 g/kg ts).

Tabell 2. Resultat av tiofaldig korsvalidering för PLS- och SVM-modellering, bestämningskoefficienten ( $R^2$ ) och rotmedelkvadratfelet ( $RMSE$ ). Rader med fet stil indikerar modellen med bäst prestanda för varje parameter. Enhet  $RMSE$ , RP: g/kg ts, NDF: g/kg ts, OMD: %.

Parameter	Modell	$R^2$	$RMSE$
RP	PLS	0,67	14,5
RP	<b>SVM</b>	<b>0,84</b>	<b>10,1</b>
NDF	PLS	0,72	28,7
NDF	<b>SVM</b>	<b>0,82</b>	<b>24,8</b>
OMD	PLS	0,83	1,4
OMD	<b>SVM</b>	<b>0,87</b>	<b>1,3</b>

Figur 1 visar spridningsdiagram för värden uppskattade med SVM mot de laboratorieanalyserade värdena för RP, OMD och NDF. Det finns ingen tydlig effekt av plats eller skördeperiod, vilket tyder på god robusthet hos modellerna.



Figur 4. Spridningsdiagram av SVM-uppskattade kontra uppmätta egenskaper för (a) RP, (b) OMD och (c) NDF. Färgerna i figuren korresponderar till de olika platserna och formerna till de olika skördetillfällena.

Ett antal avvikande värden kan observeras för varje egenskap (figur 1) där ytterligare undersökning krävs för att förstå varför de inte uppskattades korrekt av regressionsmodellerna. Trots detta är noggrannheterna i denna studie högre än vad som rapporterats från tidigare studier. Exempelvis erhöll Pullanagari *et al.* (2012)  $R^2$  på 0,78 och 0,75 för RP respektive NDF. Vi använde en tiofaldig korsvalidering för att justera PLS- och SVM-modellerna, eftersom denna konfiguration har rapporterats ge balanserade felfrekvenser jämfört med andra kalibrerings-/valideringsmetoder (James *et al.*, 2013). De föreslagna modellerna utvärderades dock inte formellt med ett oberoende dataset från andra fält och år, och de resultat som presenteras här återstår att bekräfta. Inledningsvis kommer detta att ske med hjälp av ett dataset som samlades in 2022, där proverna i skrivande stund analyseras på laboratorium. Fler regressionsmodeller kommer också att testas, inklusive artificiella neurala nätverk och s.k. ”slumpmässig skog”, som används flitigt för regressionsuppgifter.

Resultaten verkar hittills vara korrekta, robusta och oberoende av plats eller skörd. I likhet till Zhou *et al.* (2019) som tittade på möjligheten att bestämma råprotein i vall, behövs dock mer data då dessa resultat än så länge bara är baserade på data från 2021. Om de bekräftas skulle detta stödja utvecklingen av ett Yara N-sensorbaserat verktyg för att underlätta vallodlingen. Ett sådant verktyg kan vara en värdefull resurs både för rådgivare och lantbrukare eftersom det kan hjälpa till att förbättra kvaliteten inte bara på den första utan även senare skördar. Det kan också vara ett tidseffektivt komplement till att skicka prover för laboratorieanalys, vilket underlättar snabba beslut när det är nära till skörd. Införandet av detta verktyg skulle sannolikt inte ha någon betydande inverkan på kostnaderna för att producera fodret, men det skulle resultera i tillgång till mer högkvalitativt foder. Mer högkvalitativt foder skulle i sin tur kunna leda till en minskning av köpt kraftfoder, vilket gynnar jordbrukarnas ekonomi.

Inom ramen för denna studie har vi även genomfört djupintervjuer med åtta mjölkproducenter. I intervjuerna framkom att olika typer av beslutsstöd är viktiga för att optimera vallfodret och därmed besättningens produktion. I beslutet är grödans näringsinnehåll samt uppskattning av den totala mängden biomassa viktiga. Väderprognoser angavs vara av yttersta vikt, men det stöd som erbjuds genom Vallprognos.se och möjligheten att ta fältprover från den egna gården för att uppskatta näringsinnehåll angavs även de som viktiga. En nackdel med Vallprognos.se

och att skicka in egna gårdsprover är tiden det tar från provtagning till resultatrapportering. En teknik som är mindre arbetskrävande och som kan ge snabbare svar är därför önskvärd. Det skulle också ge ökade möjligheter till bättre beslutsstöd vid återväxtskördarna, något som upplevs saknas idag. De flesta intervjuade lantbrukare efterfrågade en teknik kopplad till en rådgivningstjänst. De ville få möjlighet att diskutera beslutsunderlaget med en rådgivare. En teknik med fältspektrometer för prognoser i växande gröda skulle ge större möjligheter att optimera vallproduktionen på den enskilda gården. Tekniken ger också möjlighet till mer precisa rådgivningsinsatser, speciellt om tekniken även kan användas för att uppskatta mängden biomassa i fält vid en viss tidpunkt. Tekniken skulle också ha potential att sortera olika partier/silos av foder som lämpar sig för behoven hos olika kategorier av djur.

Denna studie finansierades av Werner von Seydlitz-stiftelsen.

### Referenser

- Chai W. och Udén P. (1998) An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fibre. *Animal Feed Science and Technology* 74, 281–288. [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(98\)00187-4](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(98)00187-4)
- James G., Witten D., Hastie T. och Tibshirani R. (eds.) (2013) An introduction to statistical learning: with applications in R. Springer texts in statistics. Springer, New York.
- Lindgren E. (1979) The nutritional value of roughages determined *in vivo* and by laboratory methods. Swedish University of Agricultural Sciences. *Department of Animal Nutrition and Management. Report 45*. (In Swedish with English summary).
- Morel J., Zhou Z., Monteiro L. och Parsons D. (2022) Estimation of the nutritive value of grasslands with the Yara N-sensor field spectrometer. *The Plant Phenome Journal* 5. <https://doi.org/10.1002/ppj2.20054>
- Nordic Committee on Food Analysis. (1976) Nitrogen. Determination in foods and feeds according to Kjeldahl, Third ed.
- Parsons D., Zhou Z. och Morel J. (2020) Mätning av foderkvalitet med fältspektrometern Yara N-sensor. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för växtproduktionsekologi, Uppsala. Rapport 30, s. 34–37.
- Pullanagari R.R., Yule I.J., Tuohy M.P., Hedley M.J., Dynes R.A. och King, W.M. (2012) In-field hyperspectral proximal sensing for estimating quality parameters of mixed pasture. *Precision Agriculture* 13, 351–369. <https://doi.org/10.1007/s11119-011-9251-4>
- Sun S., Zuo Z., Yue W., Morel J., Parsons D., Liu J., Peng J., Cen H., He Y., Shi J., Li X. och Zhou Z. (2021) Estimation of biomass and nutritive value of grass and clover mixtures by analyzing spectral and crop height data using chemometric methods. *Computers and Electronics in Agriculture* 106571. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106571>
- Zuo Z., Morel J., Parsons D., Kucheryavskiy S.V. och Gustavsson A.M. (2019) Estimation of yield and quality of legume and grass mixtures using partial least squares and support vector machine analysis of spectral data. *Computers and Electronics in Agriculture* 162, 246–253. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.03.038>

## Effects of grass species on cell wall components and milk production of dairy cows

D. Sousa<sup>1</sup>, M. Murphy<sup>2</sup>, A. Larsson<sup>1,2</sup>, R. Hatfield<sup>3</sup>, J. Takahashi<sup>4</sup> and E. Nadeau<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), Department of Animal Environment and Health, Skara <sup>2</sup>Lantmännen Lantbruk, Malmö <sup>3</sup>U.S. Dairy Forage Research Center (retired), Madison, WI, USA <sup>4</sup>SLU, Department of Forest Genetics and Plant Physiology, Umeå Plant Science Centre, Umeå <sup>5</sup>The Rural Economy and Agricultural Society Sjuhärad, Länghem

Corresponding author: dannylo.sousa@slu.se

### Sammanfattning

Renbestånd av rörsvingel, ängssvingel och timotej skördades i första och andra skörd 2019 och användes i en blandning med 40 % från första skörd och 60 % från andra skörd på torrsubstansbasis. Foderstaterna, som även innehöll kraftfoder, balanserades till lika NDF-koncentration från grovfoder. Fyrtioåtta mjölkkor fördelades slumpmässigt på de tre försöksfodren med 16 kor per foder. Försöket pågick i sju veckor och prover av foder och mjölk samlades vecka 3, 5 och 7. Timotejensilage hade högre halter av NDF, ADF och ADL jämfört med rörsvingelensilage och ängssvingelensilage. Rörsvingelensilage hade högre halter av ligninmonomerer än timotejensilage. Kor som åt timotejensilage hade större avkastning i kg mjölk och i kg energikorrigerad mjölk (ECM) än kor som åt rörsvingelensilage. Kor som fick ängssvingelensilage hade liknande avkastning i kg mjölk och i kg ECM som de kor som åt de andra ensilagen. Rörsvingelensilage gav minst mängd mjölkprotein och den högsta ureahalten i mjölken. Fodereffektiviteten tenderade att vara bättre för kor som åt timotejensilage jämfört med kor som åt de andra ensilagen. Att ersätta timotej eller ängssvingel med rörsvingel kan minska mjölkavkastningen.

### Introduction

There is a balance between dry matter (DM) yield and feed value when choosing types of grasses on a farm depending on the acreages of farmland and types of ruminants to be fed. Tall fescue (TF, *Festuca arundinacea* Schreb.) appears to be an alternative to traditional grasses, such as timothy (TI, *Phleum pratense* L.) and meadow fescue (MF, *Festuca pratensis* L.), in northern Europe. This is especially important in a changing climate due to its high DM yield, drought tolerance and adaptability to a wide range of climates (Richard *et al.*, 2020). Our previous study (Sousa *et al.*, 2021) compared the effects of TI and TF on cell wall composition and their relationship to dairy cow performance. Besides the greater concentration of fiber components observed in TI, concentrations of most of the hydroxycinnamic acids (*p*-coumaric acid, ferulic acid, and its respective *cis* isomerisation) in the cell walls were greater in TF silages than in TI silages. Consequently, cows receiving TI silages showed greater energy corrected milk (ECM) yield than cows receiving TF silages, suggesting that the concentration of hydroxycinnamic acids was the main factor regulating milk production. To our knowledge, there is no study comparing TF and TI with MF on performance of dairy cows. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of these grass species on cell wall components and milk production of dairy cows.

### Material and methods

The experiment was conducted at Lantmännen Dairy Research Station Viken, Sweden, where forty-eight dairy cows of Holstein, Swedish Red breed and crossbreds of these breeds at 90 ± 25 days in milk, 641 ± 58 kg of body weight and 3.05 ± 0.4 of body condition score at

the start of the experiment, were fed silages of either TF *cv.* Swaj, MF *cv.* Toreo or TI *cv.* Switch (all cultivars from SW Lantmännen) continuously for seven weeks. Cows were blocked by lactation number, lactation stage and ECM into three groups of 16 cows each. Experimental grasses were harvested at the leaf-to-node-to-flag leaf stage (blad-nod-flaggbladsstadiet) on June 6 in the first cut and at the leaf-to-flag leaf stage on July 9, 11 and 21 for TF, MF and TI, respectively, in the second cut. The dietary forage was composed by 40 % from the first cut and 60 % from the second cut of each forage on DM basis. Grasses were wilted, precision chopped and pressed into round bales, which were wrapped with eight layers of plastic film. The diets were formulated to have similar forage NDF concentrations ( $238 \pm 3$  g/kg DM) in order to allow the cows to eat the experimental diets equally. The forage-to-concentrate ratio of each TMR was 48:52 for TF and MF and 43:57 for TI. Concentrates consisted mainly of barley, maize, triticale, rapeseed meal and sugar beet pulp. The nutrient composition (g/kg of DM) of the diets (TF, MF and TI) were formed by NDF (359, 360 and 363, respectively), CP (183, 181 and 176, respectively), starch (177 for TF and MF and 190 for TI) and crude fat (34 for TF and TI and 33 for MF).

Silages and TMR were sampled once daily over 5 d, and the concentrates were sampled once during each sampling week. Silages and TMR were pooled by week and analysed for chemical composition, cell wall components and digestibility. Data on intake and milk production were registered on weeks 3, 5 and 7 and means for each week were used in the statistical analysis. Individual DM intake (DMI) was recorded continuously throughout the experiment. Milk yield was recorded twice a day during the whole experiment and milk samples were collected during three consecutive days twice a day in each sampling week for milk composition analysis. Cows were weighed and scored for body condition once before the start of the experiment and once during each sampling week. Data were analysed in Proc Mixed (SAS ver. 9.4) with silage and week as fixed factors, and block and cow nested within block as random factors. Week was considered as repeated measures. Pairwise comparisons between least-square means were analysed according to Tukey's test when a significant F-value occurred ( $P < 0.05$ ).

## Results and discussion

Body weight and DMI were not affected by treatment, but cows fed TF diet showed greater BCS than cows fed MF and TI diets (Table 1). The lack of difference regarding intake was expected as the diets were formulated to have similar forage NDF concentration. Regardless of similar DMI, cows receiving TI diet showed greater milk yield and ECM than cows receiving TF diet, which can be related to the lower concentrations of acetyl bromide lignin, guaiacyl-, syringyl- and *p*-hydroxyphenyl-lignin, *p*-coumarate and the sum of *p*-coumarate and ferulate observed in TI silage compared to TF silage (Table 2). The sum of *p*-coumarate and ferulate was similar between MF and TI silages. Consequently, milk yield and ECM of cows fed MF were similar to cows fed TI.

Hydroxycinnamic acids, such as *p*-coumaric and ferulic acids, are polyphenolic compounds that act preventing potentially digestible cell wall polysaccharides from being extensively digested in the rumen and are considered to be the main forage-related factor limiting ruminal fiber digestibility (Adesogan *et al.*, 2019). Similar results were observed in our previous study (Sousa *et al.*, 2021), where timothy silages had lower concentrations of hydroxycinnamic acids compared to tall fescue silages, resulting in more digestible cell wall per unit of lignin, increasing the availability of energy for milk production in cows fed TI diet compared to cows fed TF diet.

In addition, cows receiving TF diet showed the lowest milk protein yield and the highest milk urea among treatments (Table 1; Figure 1), suggesting that cows fed TF diet had inferior N utilisation than cows fed MF and TI diets. Similar results were observed previously, where cows fed TI-based diets showed greater milk protein yield and lower milk urea concentration compared to cows fed TF-based diets, indicating that cows fed TI-based diets had a better N utilisation (Sousa *et al.*, 2021). In the present study, there was no difference between cows fed MF and TI diets regarding milk protein yield and milk urea. Cows fed MF and TI diets showed greater lactose yield than cows fed TF diet. Feed efficiency (ECM/DMI) tended to be greater for cows fed TI diet compared to cows fed TF and MF diets. In conclusion, replacing TI or MF by TF in diets of dairy cows can compromise milk production, which can be related to components of the lignin.

Table 1. Intake, milk yield and composition, and feed efficiency of cows fed the experimental diets (n = 16 cows).

Item	Diet <sup>1</sup>			SEM	P-value <sup>2</sup>		
	TF	MF	TI		S	W	S × W
Body weight , kg	657	658	632	14.7	0.29	<0.001	0.85
Body condition score	3.18 <sup>a</sup>	2.96 <sup>b</sup>	2.91 <sup>b</sup>	0.08	0.04	<0.001	0.70
Dry matter intake, kg/d	23.9	24.7	23.8	0.90	0.65	0.27	0.09
Milk yield, kg/d	39.3 <sup>b</sup>	42.3 <sup>ab</sup>	43.8 <sup>a</sup>	1.44	0.04	0.06	0.17
Energy corrected milk, kg/d	41.4 <sup>b</sup>	44.1 <sup>ab</sup>	45.1 <sup>a</sup>	1.27	0.03	0.28	0.13
Composition, g/kg							
Fat	3.93	3.80	3.81	0.11	0.65	0.57	0.09
Protein	3.45	3.47	3.42	0.06	0.80	<0.001	0.37
Lactose	4.60	4.70	4.67	0.04	0.12	0.006	0.56
Yield, kg/d							
Fat	1.54	1.60	1.64	0.05	0.32	0.04	0.42
Protein	1.36 <sup>b</sup>	1.46 <sup>a</sup>	1.49 <sup>a</sup>	0.04	0.004	0.14	0.06
Lactose	1.81	2.00	2.05	0.07	0.028	0.06	0.027
ECM/DMI, kg/kg	1.81	1.85	2.00	0.06	0.059	0.17	0.038
Milk urea, mmol/L	4.53	4.06	4.00	0.30	0.001	0.20	0.004

<sup>a,b</sup>Least squares means within rows with different superscripts differ significantly ( $P \leq 0.05$ ). <sup>1</sup>TF = tall fescue; MF = meadow fescue; TI = timothy <sup>2</sup>S = main effect of forage species; W = main effect of week; S × W = interaction between S and W.

Table 2. Chemical composition and *in vitro* NDF digestibility of tall fescue (TF), meadow fescue (MF) and timothy (TI) silages (n = 3).

	TF	MF	TI	SEM	P-value
Dry matter, %	376 <sup>a</sup>	375 <sup>a</sup>	344 <sup>b</sup>	4.74	0.005
Ash, g/kg DM	76.8 <sup>a</sup>	74.1 <sup>b</sup>	64.8 <sup>c</sup>	0.73	<0.001
Neutral detergent fiber, g/kg DM	503 <sup>b</sup>	496 <sup>b</sup>	547 <sup>a</sup>	5.19	0.003
Acid detergent fiber, g/kg DM	294 <sup>b</sup>	286 <sup>c</sup>	312 <sup>a</sup>	1.99	<0.001
Acid detergent lignin, g/kg DM	16.8 <sup>b</sup>	17.4 <sup>b</sup>	36.6 <sup>a</sup>	0.88	<0.001
<i>In vitro</i> NDF digestibility, % NDF	79.9 <sup>b</sup>	82.0 <sup>a</sup>	80.3 <sup>b</sup>	0.37	0.016
Crude protein, g/kg DM	198 <sup>b</sup>	207 <sup>a</sup>	178 <sup>c</sup>	1.25	<0.001
Acetyl bromide lignin, % of cell wall	15.4 <sup>b</sup>	17.4 <sup>a</sup>	13.5 <sup>c</sup>	0.71	0.003
Relative abundance, % <sup>1</sup>					
Guaiacyl unit	8.15 <sup>a</sup>	8.51 <sup>a</sup>	7.74 <sup>b</sup>	0.07	0.004
Syringyl unit	2.66 <sup>a</sup>	2.74 <sup>a</sup>	2.25 <sup>b</sup>	0.07	0.005
<i>p</i> -Hydroxyphenyl unit	3.89 <sup>a</sup>	3.17 <sup>b</sup>	3.18 <sup>b</sup>	0.06	<0.001
<i>p</i> -Coumarate (esterified)	12.6 <sup>a</sup>	8.61 <sup>b</sup>	6.93 <sup>c</sup>	0.22	<0.001
Ferulate (esterified)	14.0 <sup>a</sup>	13.1 <sup>b</sup>	13.7 <sup>a</sup>	0.11	0.004
Sum of <i>p</i> -coumarate and ferulate	26.6 <sup>a</sup>	21.7 <sup>b</sup>	20.6 <sup>b</sup>	0.28	<0.001

<sup>a,b</sup>Least squares means within rows with different superscripts differ significantly ( $P \leq 0.05$ ). SEM = standard error of the mean, <sup>1</sup>quantitative method analysed on the cell-wall residue of sample.

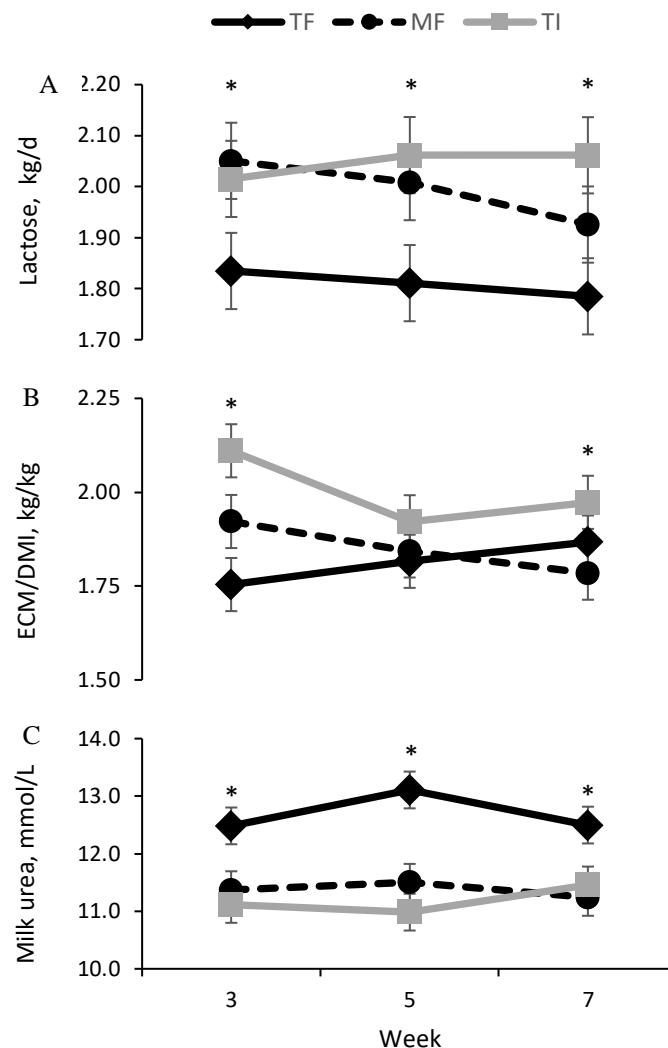


Figure 1. Effects of treatments on (A) lactose yield, (B) Energy corrected milk/dry matter intake (ECM/DMI), and (C) Milk urea over time during each week. Treatments were tall fescue (TF), meadow fescue (MF), and timothy (TI). Error bars indicate SEM. Asterisks indicate significant difference ( $P < 0.05$ ).

This project was funded by Lantmännen, Agroväst, Sveriges lantbruksuniversitet, Region Västra Götaland, Nötkreaturstiftelsen Skaraborg, and the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement no. 754412.

## References

- Adesogan A.T., Arriola K.G., Jiang Y., Oyebade A., Paula E.M., Pech-Cervantes A.A., Romero J.J., Ferraretto L.F. and Vyas D. (2019) Symposium review: Technologies for improving fiber utilization. *Journal of Dairy Science* 102(6), 5726–5755. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15334>.
- Richard A.M., Gervais R., Tremblay G.F., Belanger G. and Charbonneau E. (2020) Tall fescue as an alternative to timothy fed with or without alfalfa to dairy cows. *Journal of Dairy Science* 103(9), 8062–8073. <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18120>.
- Sousa D.O., Murphy M., Hatfield R. and Nadeau E. (2021) Effects of harvest date and grass species on silage cell wall components and lactation performance of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 104(5), 5391–5404. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19362>.



## Mikroflora från vallfoder till mjölk

L. Sun<sup>1</sup>, G. Bernes<sup>2</sup>, A.H. Gustafsson<sup>3</sup>, M. Hetta<sup>2</sup>, A. Höjer<sup>4</sup>, Å. Lundh<sup>1</sup>, K. Hallin Saedén<sup>4</sup> och J. Dicksved<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för molekylära vetenskaper, Uppsala

<sup>2</sup>SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Umeå <sup>3</sup>Växa, Uppsala <sup>4</sup>Norrmejerier, Umeå <sup>5</sup>SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: johan.dicksved@slu.se

## Sammanfattning

I det här projektet har vi studerat mikrofloran hos grovfoder och tankmjölk för att identifiera gårdsfaktorer som påverkar mikrofloras sammansättning samt i vilken utsträckning fodrets mikroflora överförs till mjölken. De mikroorganismer som finns i mjölken på gården kan ha betydelse för mjölkens fortsatta användning på mejeriet. Prover av grovfoder och tankmjölk hämtades vid tre tillfällen från 18 gårdar i Västerbotten 2017–2018. Fodrets hygieniska kvalitet analyserades, liksom dess näringsinnehåll och mikrofloras sammansättning. I tankmjölken analyserades mikrofloran med samma metodik som grovfodret, dvs. genom sekvensering av bakteriellt DNA. Mikrofloran i de provtagna ensilagepartierna skilde tydligt beroende på om fodret var konserverat som rundbalar eller i silo, vilket var väntat då det delvis rör sig om olika fermenteringsprocesser. De vanligaste mikroorganismerna i fodret tillhörde släktena *Lactobacillus*, *Weissella* och *Leuconostoc* medan tankmjölken dominerades av *Staphylococcus*, *Romboutsia* och *Aerococcus*. Det var generellt liten överensstämmelse mellan mikrofloran i fodret och i mjölken. Vi kunde inte heller se någon skillnad i mjölkens mikroflora beroende på hur det foder som korna konsumerade var konserverat. Däremot fanns en skillnad i mjölkens mikroflora mellan besättningar med robotmjölkning eller mjölkgrup, jämfört med besättningar med uppbundna kor.

## Introduktion

Den svenska mjölkproduktionen är i ständig förändring. Besättningarna ökar i storlek, genetik hos djuren förändras och allt fler gårdar har automatiserad mjölkning (robot). Dessutom tas allt fler vallskördar per säsong och vallskördemaskinerna blir allt större och mer avancerade. Det finns en stor variation i rutinerna kring grovfoderhanteringen mellan gårdar. Många använder rundbalar medan andra använder plan- eller tornsilos för att lagra grovfodret. Det är inte orimligt att tänka att allt detta kan påverka fodrets och mjölkens sammansättning på gårdarna, inklusive dess mikroflora, vilket kan vara av betydelse vid de förädlingsprocesser där mjölken används som råvara, som exempelvis i osttillverkning.

I ett tidigare projekt har vi studerat vilka faktorer på gården som påverkar tankmjölkens mikroflora (Sun *et al.*, 2022). Studien visade att det fanns en skillnad i mikrofloran i tankmjölken kopplat till gårdarnas mjölkningssystem, där besättningar med automatisk mjölkning hade en annorlunda mikroflora jämfört med uppbundna besättningar. I den studien analyserades emellertid inte grovfodrets mikroflora i relation till mjölkens. I detta projekt ville vi därför studera mikrofloras sammansättning i grovfodret från olika besättningar som levererar till ett litet mejeri, där mjölk kvaliteten från enskilda gårdar kan inverka på de mejeriprodukter som tillverkas. Syftet med studien var att identifiera vilka gårdsfaktorer som har påverkan på sammansättningen av mikrofloran i fodret och om dessa faktorer även påverkar mikrofloran i gårdarnas tankmjölk. Dessutom undersöktes om samma bakteriearter fanns i grovfodrets mikroflora som i tankmjölken, dvs. om det fanns någon överföring av bakterier från grovfodret till tankmjölken.

## Material och metoder

Studien genomfördes i Västerbotten och omfattade 18 mjölkgårdar. Dessa hade tidigare deltagit i en mer omfattande studie (Priyashantha *et al.*, 2021; Sun *et al.*, 2022), vilket innebar att vi redan hade bakgrundsinformation om produktionen på gårdarna. En inledande intervju gjordes för att uppdatera informationen avseende rutiner, utfodring och mjölkning. Frågor rörande den aktuella situationen ställdes vid tre besök som gjordes på varje gård i november 2017, februari/mars 2018 samt september 2018. Vid besöken togs även prover av grovfodret från de partier som utfodrades vid tillfället. Om flera grovfoder ingick i mjölkornas foderstat slogs proven samman i den proportion som de utfodrades, innan de sändes för analys. Färska foderprov användes för att göra en hygienisk mikrobiell analys. Frysta prov användes för analys av fermentationskvalitet och näringsinnehåll, samt för karakterisering av mikrofloras sammansättning, vilken analyserades med sekvensering av 16S rRNA-genen. Vid tidpunkten för gårdsbesöken togs också extra prover ut av tankmjölken. Detta gjordes vid tre på varandra följande ordinarie mjölkhämtningar vid varje omgång. Mjölkproverna analyserades avseende mikrofloras sammansättning enligt samma metodik som i analysen av foderproverna.

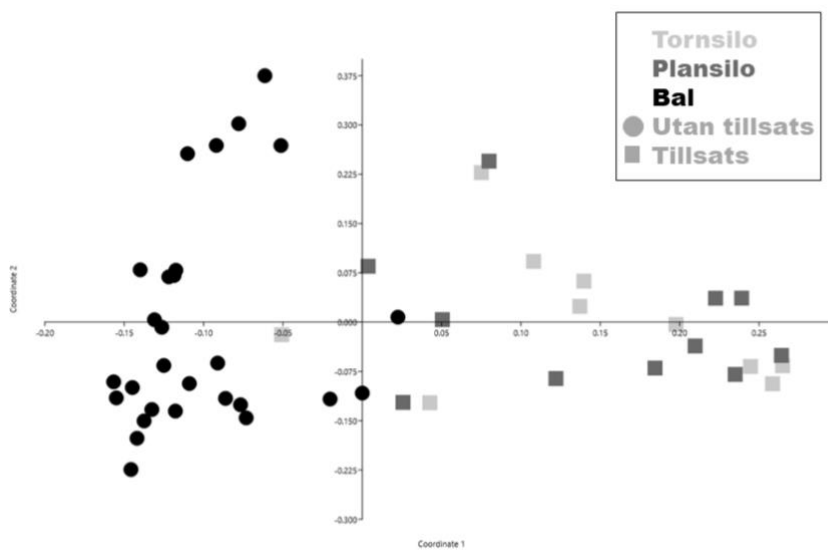
Statistisk bearbetning gjordes med det multivariata statistikprogrammet PAST (Hammer *et al.*, 2001). För att identifiera vilka faktorer på gården som hade betydelse för mikrofloran i fodret användes multivariata klustringsmetoder (PCoA och PCA). Klustringen verifierades med ANOSIM, en metod som används för att statistiskt testa om det finns skillnader mellan grupper i multivariata data. De faktorer som påverkade mikrofloran i fodret valdes ut för att även utvärdera om de hade någon inverkan på mikrofloran i tankmjölken. För att utvärdera om det fanns överföring av mikroflora från foder till tankmjölk jämfördes sekvenseringsdatan från foder med den från tankmjölkprover insamlade från samma gårdar och provtagningsperioder, för att identifiera i vilken omfattning samma typ av bakterier återfanns i foder och mjölk.

## Resultat och diskussion

Gårdarna hade i medeltal 64 mjölkande kor (16–163). Åtta av gårdarna hade robotmjölkning, fyra hade någon typ av mjölkgrup och sex hade uppbundna kor. Holstein var den vanligaste rasen i studien, men det fanns även SRB, SKB och SJB samt korsningar i materialet. Andelen vallensilage av grovfodret var vid besöken i genomsnitt 86 %. Helsädsensilage utgjorde i medeltal 10 % av grovfodret. Helsädsensilagen bestod av såväl rent vårvete eller korn, som blandningar av vete/ärt, korn/ärt eller havre/ärt. Bara en av gårdarna använde hö i varierande andel av foderstaten. Från denna gård saknades bakgrundsinformation för vissa parametrar, och därför exkluderades prover från gården vid mikrofloraanalysen. Det fanns olika typer av lagring för grovfoder. På 15 av gårdarna lagrades delar av ensilaget till mjölkorna i form av rundbalar. Två gårdar hade enbart tornsilo och en hade enbart plansilo men flera lagrade i både silo och bal, där varierande andelar användes under studien. Av gårdarna som hade rundbalsensilage var det ingen som använde tillsatsmedel. All konservering i silo gjordes med tillsatsmedel. På sju av gårdarna användes syrabaserat medel och på en användes kemiskt tillsatsmedel (salter). Vid 70 % av de totalt 53 provtagningarna utfodrades mer än ett grovfoderparti samtidigt, ofta första- och andraskörd, eller vallensilage plus helsädsensilage. Som mest användes på en av gårdarna fyra olika partier av rundbalar.

Den kemiska och hygieniska foderanalysen visade att alla analyserade grovfoder var av god kvalitet. Karakteriseringen av fodrets mikroflora pekade på skillnader i sammansättningen mellan olika grovfoderprover, men generellt var sammansättningen mer likartad inom gård, så länge samma foderparti användes. De variabler som hade störst inverkan på fodrets mikroflora var hur grovfodret lagrats samt om tillsatsmedel använts vid ensileringen (figur 1). Det fanns

tydliga skillnader mellan de prover som var tagna från rundbalar jämfört med de som togs från plan- och tornsilos ( $P \leq 0,0001$ ). Det fanns däremot inga skillnader i den mikrobiella sammansättningen mellan plan- och tornsilos ( $P = 0,90$ ). Då det inte använts tillsatsmedel för rundbalarna samtidigt som det använts i samtliga fall för plan- och tornsilos, så gick det dock inte att särskilja om det var lagringsmetoden eller användningen av tillsatsmedel som bidrog till skillnaderna i mikrofloran. Foderprov som kom från plan- eller tornsilo hade en större mängd laktobaciller jämfört med de som kom från foder lagrat i rundbalar. Detta var den viktigaste mikrobiella variabeln som bidrog till skillnaden mellan grovfoder. Denna skillnad bekräftades även av de kemiska analyserna av fodren, där det fanns tydliga skillnader. Mängden organiska syror var lägre och ts-halt och pH högre i rundbalar jämfört med plan/tornsilos, vilket är som förväntat.



Figur 1. PCoA-analys av mikroflora i grovfoder från tre provtagningar på 17 gårdar (Bray Curtis distance matrix), färg efter konserveringsmetod och form efter tillsatsmedel.

Analyserna av mikrofloran i tankmjölken från gårdarna bekräftade våra tidigare fynd, dvs. att mjölkningssystemet är en viktig faktor som påverkar mikrofloras sammansättning. Studien visade tydliga skillnader mellan tankmjölk från besättningar med robotmjölkning alternativt mjölkgrup, och uppbundna besättningar ( $P \leq 0,0001$ ). Däremot verkade inte skillnaderna i mikrofloran beroende på lagringssystem av grovfodret ha någon tydlig effekt på sammansättningen av tankmjölkens mikroflora (rundbal – plansilo:  $P = 0,28$ , rundbal – tornsilo:  $P = 0,06$ ).

För att vidare studera om bakterierna i grovfodret kunde återfinnas i tankmjölken gjordes en jämförelse mellan analyserna av sekvenseringsdatan från foder- och tankmjölksproverna tagna vid samma tillfälle och gård. De vanligaste mikroorganismerna i fodret tillhörde släktena *Lactobacillus*, *Weissella* och *Leuconostoc* medan tankmjölken på gårdarna dominerades av *Staphylococcus*, *Romboutsia* och *Aerococcus*, dvs. i stort hade mikrofloran i foder och tankmjölk väldigt olika sammansättning. Vi kunde inte heller hitta någon större samstämmighet i mikrofloras sammansättning mellan foderprov och motsvarande tankmjölksprov. Däremot återfanns ett fåtal av bakterierna som fanns i foderproverna även i motsvarande tankmjölksprover. Det var framförallt en bakterie, *Lactococcus*, som detekterades i en stor andel av både foderprov och motsvarande tankmjölksprov. Det skulle kunna indikera att denna bakterie överförs från fodret via kon till tankmjölken, men det kan även vara så att det är en vanlig bakterie i stallmiljön som naturligt återfinns både i tankmjölk och grovfoder.

Projektet har finansierats av SLF (Stiftelsen Lantbruksforskning), RJN (Regional jordbruksforskning för norra Sverige) samt Familjen Kamprads stiftelse.

### **Referenser**

Hammer Ø., Harper D.A. och Ryan P.D. (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica* 4(1), 9.

Priyashantha H., Lundh Å., Höjer A., Bernes G., Nilsson D., Hetta M., Hallin Saedén K., Gustafsson A.H. och Johansson M. (2021) Composition and properties of bovine milk: A study from dairy farms in northern Sweden; Part I. Effect of dairy farming system. *Journal of Dairy Sciences* 104(8), 8582–8594.

Sun L., Lundh Å., Höjer A., Bernes G., Nilsson D., Johansson M., Hetta M., Gustafsson A.H., Hallin Saedén K. och Dicksved J. (2022) Milking system and premilking routines have a strong effect on the microbial , community in bulk tank milk. *Journal of Dairy Sciences* 105(1), 123–139.

## Vallfoder till gris och dess effekt på produktion, beteende och hälsa samt reproduktion

E. Vu<sup>1</sup>, J. Friman<sup>1</sup>, E. Verbeek<sup>2</sup>, Y. Sjunnesson<sup>3</sup>, T. Lundh<sup>1</sup> och M. Åkerfeldt<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens utfodring och vård,

Uppsala <sup>2</sup>SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Uppsala <sup>3</sup>SLU, Institutionen för kliniska vetenskaper, Uppsala

Korrespondens: emy.vu@slu.se

### Sammanfattning

Vallfoder kan nyttjas som en lokalt odlad foderresurs till grisar. Utfodring med ett finhackat ensilage som mixas med kraftfoder genererade likvärdiga produktionsegenskaper som utfodring med konventionellt slaktgrisfoder. Därtill sänktes förekomsten av magsår hos grisar som utfodrades med färskt ensilage. Slutligen ökade grisarnas aktivitetsnivå. Idag finns bristande information om hur fytoöstrogener i rödklöverensilage metaboliseras i suggor, med oro för fertilitetsstörningar. Studier på metabolismen av fytoöstrogener och hur de påverkar suggans reproduktionsegenskaper har gjorts, som visar skillnader i fytoöstrogenhalter.

### Introduktion

Bristen på högvärdiga proteinfodermedel som är lämpade för ekologisk grisproduktion har ökat intresset för att nyttja vallfoder som foderresurs till grisar. Gräs- och klöverensilage har god proteinsammansättning och kan till viss del ersätta andra proteinkällor (Stødkilde *et al.*, 2019; Wüstholtz *et al.*, 2017). Utfodring med ett korthackat ensilage som blandas med kraftfoder till en fullfoderblandning (TMR, total mixed ration) har resulterat i likvärdig produktion som utfodring av konventionellt foder (Friman *et al.*, 2021; Wüstholtz *et al.*, 2017). Utöver att fungera som näringskälla visar studier att grisar som utfodras med ensilage har färre aggressiva interaktioner samt får en ökad aktivitetsnivå och ett ökat födosöksbeteende (Friman *et al.*, 2022a; Presto *et al.*, 2019). Därtill kan utfodring med ensilage också förebygga uppkomsten av magsår (Friman *et al.*, 2022b; Holinger *et al.*, 2018) vilket också presenteras här.

Rödklöver innehåller fytoöstrogener som när de metaboliseras kan bilda en östrogen aktiv substans, equol, som skulle kunna påverka suggans reproduktion (Grgic *et al.*, 2021). Det saknas idag tillräckligt med vetenskapliga studier kring fytoöstrogeners metabolism hos suggor och hur de påverkar riskerna för fertilitetsproblem, abort och sena dräktigheter. Rekommendationer kring utfodring av rödklöver till suggor baseras på försiktighetsåtgärder och studier på andra djurslag, exempelvis får. I projektet undersöks de biologiska effekterna och metabolismen hos suggor som utfodrats med rödklöverensilage. Därtill utvärderas optimerade metoder för analys av fytoöstrogener i foder samt deras metaboliter i urin och träck. Projektet är finansierat av Formas.

### Material och metoder

#### *Tillväxt, slaktkroppsegenskaper och magsår*

I en första studie utvärderades hur ensilage som förbehandlats på olika sätt påverkade slaktgrisars tillväxt och slaktkroppsegenskaper. I studien ingick 128 grisar som utfodrades med antingen konventionellt slaktgrisfoder (C) eller en av tre försöksfoderstater med gräs/klöverensilage; fullfoder med pelleterat ensilage (Pellet-S) eller ensilage som antingen hackats (Silage-Ch) eller bearbetats intensivt i en bio-extruder (Silage-Pr) och mixats med kraftfoder och utfodrades som TMR. Ensilaget ersatte 20 % av foderstatens råprotein (g/kg). En detaljerad

beskrivning av djurmaterial, foderproduktion och beredning av fodergivor finns att läsa i Friman *et al.* (2021). Varannan vecka vägdes grisarna och vid ca 100 kg levande vikt anmäldes de till slakt och skickades nästkommande vecka. På slakteriet registrerades slaktvikt och köttprocent. Därtill återtogs magsäckarna från totalt 40 grisar (10 grisar per behandling) vilka bedömdes visuellt gällande förändringar i magslemhinnan utifrån en etablerad bedömningsmall (Jensen *et al.*, 2017).

### *Metabolism och biologiska effekter av fytoöstrogener i rödklöver*

I en andra studie undersöktes i en första del, hur växthormoner i rödklöver metaboliseras hos suggor. Vi har också optimerat analysmetoder och utvärderat hur mycket av fytoöstrogenerna och deras metaboliter som kan påvisas i foder, urin och träck. Studien omfattade 16 suggor som hölls i gruppboxar med djupströbädd. Studien pågick under en fyraveckorsperiod som påbörjades när suggorna konstaterades dräktiga vid 30 dagar efter betäckning. Hälften av suggorna utfodrades med ensilage av ren rödklöver (RCS, *Trifolium pratense* L.) utöver det kommersiella suggfodret och hälften utfodrades med enbart kommersiellt suggfoder (C). Mängden suggfoder var enligt svenska näringsrekommendationer för sinsuggor (Göransson och Lindberg, 2011). Givan av rödklöverensilage ökades successivt innan studien startade för att minska effekten av foderbyte vid dräktighet. Vid studiens start tilldelades suggorna totalt 4,3 kg ensilage per dag, fördelat på två utfodringstillfällen. En gång per vecka samlades urin och träck in från varje sugga, vilket sedan användes för metodutveckling och analys av equol, formononetin, daidzein, biochanin A och genistein. Foder och träck frystorkades för att sedan extraheras genom MAE (mikrovågsextraktion), medan det utfördes en fastfasextraktion på urin. Samtliga prover kördes genom UHPLC (ultra-high pressure liquid chromatography) för att få slutgiltig information om de olika halterna av varje fytoöstrogen.

I en andra delstudie studerades de biologiska effekterna på fertilitet och reproduktion hos suggor som utfodrads med rödklöverensilage under två reproduktionsomgångar. Studien inkluderade 23 renrasiga Yorkshiresuggor, där 11 suggor utöver sin dagliga giva av suggfoder även utfodrades med ensilage av ren rödklöver (RCS) med innehåll av fytoöstrogener. Som kontrollbehandling ingick 12 suggor som istället utfodrades med vitklöverensilage (WCS), vilket innehöll vitklöver och olika gräsarter utan fytoöstrogener. Under dräktigheten utfodrades suggorna två gånger per dag med ca 1,5 kg ensilage per utfodringstillfälle. De hölls då i gruppboxar med djupströbädd. Under digivningsperioden fick suggorna tillgång till ca 1 kg röd- respektive vitklöverensilage och hölls i grisningsboxar med hackad halm. När försöket startade, efter inseminering och innan suggorna började äta ensilage, togs ett nollprov av blod, urin och träck. Under varje dräktighet togs sedan blod-, urin- och träckprover 30, 60 och 90 dagar efter inseminering. Dräktighetsundersökning gjordes med ultraljud 30 och 60 dagar efter inseminering, och suggornas vikt och hull registrerades vid samma tidpunkter samt inför grisning och vid avvänjning. Dessutom gjordes en visuell undersökning av yttre könsorgan och juver av alla suggor 30, 60 och 90 dagar efter inseminering. Vid grisning filmades grisningsförloppet och antal levande och dödfödda smågrisar samt deras vikter registrerades. Försöket avslutades vid konstaterad brunst efter den andra reproduktionsomgången. Tio suggor (fem från varje behandling) sändes då till slakt, varvid reproduktionsorganen samlades in och undersöktes för att upptäcka eventuella förändringar i bland annat livmoder och folliklar. Prover av blod, urin och träck analyserades gällande innehåll av fytoöstrogener och dess metaboliter på samma sätt som i delstudie 1.

*Beteendeobservation hos tillväxtgrisar*

Beteendeobservationer genomfördes på grisar som utfodrats med antingen ett kommersiellt slaktgrisfoder utan ensilage (C), fullfoder med pelleterat ensilage (Pellet-S) eller hackat ensilage som blandats med kraftfoder till en TMR. I försöket ingick 126 grisar, 10–70 kg, från två omgångar (63 per omgång). De fördelades i nio boxar, tre per behandling och omgång, med sju grisar i varje box. Observationerna var direktobservationer och skedde vid tre olika tillfällen, både ögonblicksobservationer (SCAN) och kontinuerliga observationer (KONT) genomfördes. Under veckan för observationer observerades tre boxar per dag, under totalt tre dagar. Observationerna började med en runda där observatören utförde SCAN av alla grisar i respektive box. Detta följdes av 4 minuter KONT av en sedan innan slumpmässigt utvald gris i box 1. Sedan gjordes SCAN av alla grisar i respektive box igen, med påföljande KONT av en slumpmässigt utvald gris i box 2, SCAN av alla grisar i respektive box och slutligen KONT av en slumpmässigt utvald gris i box 3. En session tog ca 55 min och den upprepades fem gånger vid varje observationstillfälle.

**Resultat och diskussion***Tillväxt, slaktkroppsegenskaper och magsår*

Grisarna som utfodrats med färskt, intensivt bearbetat ensilage (Silage-Pr) hade likvärdig tillväxt som grisarna i C-gruppen ( $P = 0,333$ ). Utfodring med pelleterat ensilage resulterade i högst tillväxt jämfört med de andra behandlingarna ( $P = 0,001$ ) medan grisarna i Silage-Ch hade minst tillväxt ( $P = 0,001$ ). Slaktvikten skilde signifikant mellan Pellet-S och Silage-Ch ( $P = 0,025$ ), medan köttprocenten inte skilde mellan grupperna ( $P = 0,832$ ). En detaljerad presentation av resultaten från denna studie finns att läsa i Friman *et al.* (2021).

Utfodring med ensilage i fullfoder påverkade också förekomsten av magsår ( $P = 0,001$ ). Grisarna som utfodrats med ensilage hade mindre förekomst av förändringar i magslemhinnan jämfört med C- och Pellet-S grupperna ( $P = 0,001$ ). Sårbildning hittades hos 44 % respektive 50 % av grisarna i Pellet-S och C, ingen sårbildning fanns hos grisar som utfodrats färskt ensilage (Silage-Ch och Silage-Pr). Sammanfattningsvis visar resultaten att ensilage med finare partikelstorlek i en TMR har potential att kunna förse växande grisar med tillräckligt med energi och protein för en bra tillväxt. Utfodring med ensilage främjar även maghälsan och förebygger magsår.

*Metabolism och biologiska effekter av fytoöstrogener i rödklöver*

Rödklöverensilaget i delstudie 1 och 2 innehöll 1,38 g/kg biochanin A, 0,11 g/kg daidzein, 8,08 g/kg formononetin och 0,16 g/kg genistein. Vitklöverensilaget som användes som kontrollfoder i delstudie 2 innehöll 0,01 g/kg biochanin A, 0,02 g/kg daidzein och 0,09 g/kg formononetin. I det kommersiella suggfodret uppmättes inga fytoöstrogener. De preliminära resultaten från delstudie 1 visar högre halter av fytoöstrogener, särskilt equol ( $P < 0,05$ ) och formononetin ( $P < 0,05$ ), i urinprover (konjugerad form) och träckprover hos de suggor som utfodrats med rödklöverensilage än hos suggorna som enbart fick det kommersiella suggfodret. Urin innehöll högre halter av fytoöstrogener i jämförelse med träck. Tiden för insamling av urin- och träckprover hade ingen påverkan på fytoöstrogenhalterna. I urinalyserna jämfördes även totala, fria och konjugerade fytoöstrogener med okonjugerade. Det var högre halter bland de som var i konjugerad form. Resultaten visar även att fytoöstrogenen formononetin har transformerats i suggans mag- och tarmkanal till den mer östrogen aktiva metaboliten equol. Prover från delstudie 2 är insamlade och är under bearbetning.

### Beteendeobservationer hos tillväxtgrisar

Resultaten från beteendeobservationerna visar på en tydlig behandlingseffekt. De grisar som fick fullfoder med hackat ensilage spenderade mer tid på att äta och böka (8,3 % respektive 6,8 %) jämfört med de som fick pelleterat ensilage (5,6 % respektive 3,8 %) ( $P < 0,001$  för båda). Aktivitetsnivån var också högre både för de grisar som fick hackat ensilage (19,8 %) som de som fick pelleterat ensilage (14,4 %) jämfört med kontrollgruppen (13,8 %) ( $P < 0,001$ ). Dessa preliminära resultat indikerar att utfodring med hackat ensilage avsevärt ökar grisarnas födosöks- och utforskande beteenden.

### Referenser

- Friman J., Lundh T. och Åkerfeldt M. (2021) Grass/clover silage for growing/finishing pigs – effect of silage pre-treatment and feeding strategy on growth performance and carcass traits. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 70:3–4, 151–160.
- Friman J., Verbeek E. och Åkerfeldt M. (2022a) Influence of feeding technique of silage on behaviour in growing pigs [Paper presentation]. EAAP 2022, 5–7 September, Porto, Portugal.
- Friman J., Vu E., Sannö A., Lundh T. och Åkerfeldt M. (2022b) P28. Reduced occurrence of gastric ulcer in silage fed pigs. *Animal – science proceedings* 13(2), 165–166.
- Grgic D., Varga E., Novak B., Müller A. och Marko D. (2021) Isoflavones in animals: Metabolism and effects in livestock and occurrence in feed. *Toxins* 13(12), 1–33.
- Göransson L. och Lindberg J.E. (2011). Näringsrekommendationer.  
[https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/bilder/bilder-fran-gamla-webben/verktyg/fodermedel-och-naringsrek-till-gris/naringsrekommendationer/naringsrekommendation\\_energi\\_2011\\_1.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/bilder/bilder-fran-gamla-webben/verktyg/fodermedel-och-naringsrek-till-gris/naringsrekommendationer/naringsrekommendation_energi_2011_1.pdf) [2022-11-14].
- Holinger M., Früh B., Stoll P., Kreuzer M. och Hillmann E. (2018) Grass silage for growing-finishing pigs in addition to straw bedding: Effects on behaviour and gastric health. *Livestock Science* 218, 50–57.
- Jensen K.H., Jørgensen L., Haugegaard S., Herskin M.S., Jensen M.B., Pedersen L.J. och Canibe N. (2017) The dose-response relationship between the amount of straw provided on the floor and gastric ulceration of pars oesophagea in growing pigs. *Research in Veterinary Science* 112, 66–74.
- Presto Åkerfeldt M., Nihlstrand J., Neil M., Lundeheim N., Andersson, H.K. och Wallenbeck A. (2019) Chicory and red clover silage in diets to finishing pigs – influence on performance, time budgets and social interactions. *Organic Agriculture* 9(1), 127–138.
- Stødkilde L., Damborg V.K., Jørgensen H., Lærke H.N. och Jensen S.K. (2019) Digestibility of fractionated green biomass as protein source for monogastric animals. *Animal* 13(09), 1817–1825.
- Wüstholtz J., Carrasco S., Berger U., Sundrum A. och Bellof G. (2017) Fattening and slaughtering performance of growing pigs consuming high levels of alfalfa silage (*Medicago sativa*) in organic pig production. *Livestock Science* 200, 46–52.



## Grön bioraffinering av vall – utfodring av presskaka och pressjuice till lantbrukets djur

E. Nadeau, D. Sousa, F. Dahlström och A. Wallenbeck

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

Korrespondens: elisabet.nadeau@slu.se

### Sammanfattning

I den här artikeln presenterar vi fodervärdet hos presskaka och pressjuice från bioraffinerad vall samt hur dessa fraktioner fungerar i utfodringen till lantbrukets djur. Raffinering av färsk vall till presskaka påverkade inte smältbarheten av organisk substans *in vivo* vid utfodring av baggar. Däremot hade presskaka från ensilage lägre smältbarhet än ensilage, vilket kan bero på en lägre smältbarhet hos råproteinet i presskakan, speciellt när ensilage raffinerar, men även på att NDF-halten var högre i presskakan. Mjölkavkastningen var större för kor som utfodrades med ensilage jämfört med kor som utfodrades med presskaka från ensilage. Skillnaden var dock signifikant först efter tio veckors utfodring. Vi rekommenderar därför inte att presskaka används som enda grovfoder till mjölkkor utan att om möjligt blanda presskaka och ensilage och ge det till kor i sen laktation eller sinkor. Kvigorna som fick presskaka från ensilage växte lika bra och hade liknande hullpoäng som de som fick ensilage, men de behövde mer kraftfoder för att täcka sitt näringsbehov. Resultaten från studien där tillväxtgrisar utfodrades med pressjuice från ensilage visar att pressjuicen bidrar till näringsförsörjningen.

### Introduktion

Bioraffinering skapar förutsättningar för att öka vallodlingen i spannmålsintensiva områden. Detta ökar kolinlagringen i marken, med avkastningsökning och minskade kväveförluster som följd. Att driva ett gemensamt bioraffinaderi kan vara intressant såväl för lantbrukare med olika produktionsinriktningar som för större kommersiella företag. Genom att använda färsk vall på sommaren och ensilerad vall på vintern kan bioraffinaderiet köras året runt, vilket förbättrar ekonomin i anläggningen. Vid bioraffinering pressas vallgrödan mekaniskt genom dubbla skruvar. Då bildas dels pressjuice som kan användas som proteinfoder till grisar, dels en fast fiberfraktion (presskaka) med restprotein som kan utfodras till idisslare eller användas som substrat till en biogasreaktor på gården. I den här artikeln visar vi fodervärdet hos presskaka och pressjuice samt hur dessa fraktioner fungerar i utfodringen till lantbrukets djur.

### Material och metoder

I EU Interregprojektet Green Valleys har följande utfodringsstudier genomförts på presskaka: konsumtions- och smältbarhetsförsök med baggar som modelldjur för nötkreatur på SLU Götala nöt- och lammköttforskning i Skara och produktionsförsök med mjölkkor och rekryteringskvigor på Naturbruksskolan Sötåsen i Töreboda, som drivs ekologiskt. Dessutom har pressjuice utvärderats som kompletterande proteinfoder till tillväxtgrisar på Sötåsen.

I baggförsöket har färsk och ensilerad vall samt deras respektive presskaka utfodrats till åtta kastrerade baggar i en duplicerad 4 × 4 romersk kvadrat där samtliga djur fick samtliga fyra foder under fyra 4-veckors perioder. Konsumtionen registrerades vid fri tillgång och *in vivo* smältbarhet av fodren mättes vid 80 % av fri tillgång genom totaluppsamling av träck under periodens sista fyra dygn.

I mjölkkoförsöket utfodrades 36 kor med presskaka från ensilage och 36 kor med klöver/gräs-ensilage från 23 november 2020 till 14 april 2021. Korna var 125 ± 121 dagar i laktation vid

försökets början. Vallfodret, som blandades från första skörd och återväxtskördarna, kompletterades med vete/kornkross, åkerböna, proteinkoncentrat och vitaminiserat mineralfoder. Eftersom vi behövde följa KRAV:s regelverk kunde vi inte balansera foderstaterna till lika andel NDF från vallfoder. Andelen vallfoder i foderstaten på ts-basis var 62 % för kor som fick ensilage och 52 % för kor som fick presskaka. Foderstaterna innehöll 336 och 376 g NDF, 284 och 310 g NDF från vallfoder, 184 och 195 g stärkelse samt 164 och 170 g råprotein per kg ts för ensilage respektive presskaka. Kornas mjölkavkastning registrerades dagligen och mjölkprover togs varannan vecka för analys av fett, protein och laktos.

I kvigförsöket utfodrades 18 kvigor med presskaka från gräs/klöverensilage från andra skörd och 18 kvigor med motsvarande ensilage från 23 november 2021 till 5 maj 2022. Kvigornas genomsnittliga ålder och vikt vid försöksstart var 11,4 månader och 320 kg och vid försöksavslut 16,6 månader och 464 kg. Foderstaten utformades för en förväntad tillväxt på 800 g/dag. Vallfodret kompletterades med havre/vetekross och proteinkoncentrat. I både ko- och kvigförsöket utfodrades kraftfodret separat och vallfoderkonsumtionen registrerades på gruppnivå. Kor och kvigor vägdes och hullbedömdes en gång per månad. Data på mjölk, vikt och hull hos korna analyserades som ett randomiserat blockförsök medan data på tillväxt och hull hos kvigorna analyserades som ett fullständigt randomiserat försök.

I grisförsöket ingick totalt 96 djur varav 48 grisar utfodrades med kommersiellt foder som blandades med vatten medan den andra hälften grisar utfodrades med pressjuice, som ersatte 10 % av det kommersiella fodret på råproteinbasis, och vattnet. Grisarna började försöket efter avvänjning vid 6 veckors ålder och ingick i försöket tills de var 11 veckor gamla. Grisarna vägdes vid studiens start och slut. Data analyserades som ett fullständigt randomiserat försök.

## Resultat och diskussion

I baggförsöket var halterna av ts och NDF högre i presskakan än i råvaran och skillnaden var störst mellan ensilage och presskaka från ensilage (tabell 1). Smältbarheten av organisk substans *in vitro* (VOS) påverkades inte av raffinering av färskt gräs men däremot minskade VOS-värdet vid raffinering av ensilage med 9,5 %.

Tabell 1. Näringsinnehåll i färskt gräs (F), presskaka från F (FP), ensilage (E) och presskaka från ensilage (EP).

	Behandling (första skörd 2020)					P-värde		
	F	FP	E	EP	SEM	Ensilering (E)	Raffinering (R)	E × R
Ts, g/kg <sup>1</sup>	271 <sup>d</sup>	349 <sup>b</sup>	285 <sup>c</sup>	464 <sup>a</sup>	2,6	<0,001	<0,001	<0,001
NDF, g/kg ts <sup>2</sup>	471 <sup>c</sup>	542 <sup>b</sup>	461 <sup>c</sup>	629 <sup>a</sup>	7,1	<0,001	<0,001	<0,001
VOS, g/kg <sup>3</sup>	792 <sup>b</sup>	803 <sup>b</sup>	851 <sup>a</sup>	770 <sup>b</sup>	18,9	0,226	0,008	0,002
WSC, g/kg ts <sup>4</sup>	192 <sup>(a)</sup>	89 <sup>(b)</sup>	88 <sup>(b)</sup>	68 <sup>(b)</sup>	22,5	0,013	0,015	0,070
Rp, g/kg ts <sup>5</sup>	142	135	130	100	10,8	0,046	0,099	0,284

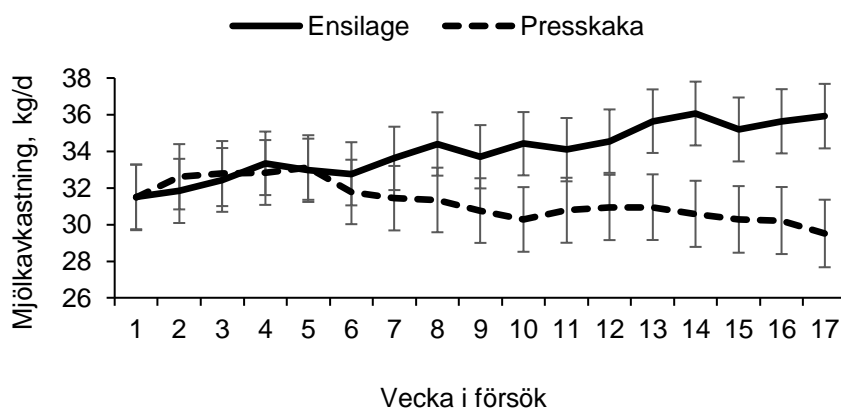
<sup>1</sup>Torrsubstans, <sup>2</sup>Neutral detergent fiber, <sup>3</sup>Vomvätskelöslig organisk substans, <sup>4</sup>Vattenlösliga kolhydrater, <sup>5</sup>Råprotein

Den högre NDF-halten ledde till mindre konsumtion av presskaka än av färsk och ensilerad vall (tabell 2). Raffinering av färsk vall påverkade inte smältbarheten av ts och organisk substans *in vivo*. Däremot hade presskaka från ensilage 10 % lägre smältbarhet än ensilage, vilket kan bero på en lägre smältbarhet av råprotein i presskaka, speciellt när ensilage raffinerar. Det kan också bero på den högre NDF-halten i presskaka. Smältbarheten hos NDF påverkades inte av den mekaniska nedbrytningen under pressning.

Tabell 2. Foderintag i fri tillgång och smältbarhet *in vivo* hos baggar vid restriktivt foderintag av färskt gräs (F), presskaka från F (FP), ensilage (E) och presskaka från ensilage (EP).

	Behandling				SEM	P-värde		
	F	FP	E	EP		Ensilering (E)	Raffinering (R)	E × R
Levande vikt (LV), kg	64,0	62,1	62,7	63,1	4,90	0,872	0,408	0,243
<i>Konsumtion</i>								
Ts, kg/dag	1,71	1,33	1,50	1,06	0,184	0,011	<0,001	0,788
Ts, % av LV	2,63	2,13	2,38	1,67	0,132	0,003	<0,001	0,316
NDF, kg/dag	0,81	0,74	0,76	0,66	0,092	0,072	0,026	0,611
NDF, % av LV	1,23	1,19	1,21	1,04	0,069	0,106	0,067	0,229
Råprotein, g/dag	201	171	187	114	22,7	0,011	0,007	0,103
<i>Smältbarhet, %</i>								
Ts	72,8 <sup>a</sup>	69,9 <sup>a</sup>	72,8 <sup>a</sup>	65,2 <sup>b</sup>	1,11	0,045	<0,001	0,044
Organisk substans	74,3 <sup>a</sup>	71,6 <sup>a</sup>	74,5 <sup>a</sup>	67,1 <sup>b</sup>	1,01	0,046	<0,001	0,030
NDF	68,3	69,2	66,3	66,0	1,39	0,070	0,835	0,663
Råprotein	64,3	59,6	59,7	49,1	2,07	0,001	0,001	0,170

Raffinering av ensilaget i mjölkförsöket gav liknande ökning i ts-halt (469 g/kg vs. 310 g/kg) och NDF-halt (589 g/kg ts vs. 457 g/kg ts) som i baggförsöket för presskaka respektive ensilage (tabell 1). Smältbarheten av NDF var oförändrad men smältbarheten av organisk substans var lägre i presskaka än i ensilage (749 g/kg vs. 792 g/kg). Råproteinhalten var lägre i presskaka än i ensilage (115 g/kg ts vs. 138 g/kg ts), främst beroende på att andelen lösligt protein var lägre i presskakan (40 % av rp vs. 55 % av rp). Mjölkkavkastningen i kg mjölk var större för kor som utfodrades med ensilage jämfört med kor som utfodrades med presskaka. Skillnaden var dock signifikant först efter tio veckors utfodring (figur 1). Likaså var avkastningen i kg energikorrigerad mjölk (ECM) större för kor som utfodrades med ensilage jämfört med presskaka, men halterna av protein, fett och laktos skilde inte mellan grupperna (tabell 3). Däremot gav den större mjölkkavkastningen större mängder av protein och fett i mjölken (Sousa *et al.*, 2022).



Figur 1. Mjölkkavkastning hos kor utfodrade med ensilage eller presskaka från ensilage.

Det dagliga foderintaget var 22,0 kg ts/dag och 20,2 kg ts/dag för kor som utfodrades med ensilage respektive presskaka. Den mindre ts-konsumtionen på 8 % för korna som utfodrades med presskaka var likvärdig med minskningen i kg mjölk med 8 %. Detta kan i sin tur relateras till den högre NDF-halten på 9,1 % i foderstaten med presskaka jämfört med foderstaten som innehöll ensilage. Med andra ord behövs det mer kraftfoder i en foderstat där presskaka ersätter

ensilage. Därför rekommenderar vi inte att presskaka används som enda grovfoder till mjölk-  
kor utan att om möjligt blanda presskaka och ensilage och ge det till kor i sen laktation.

I kvigförsöket var skillnaderna i ts-halt (320 g/kg vs. 430 g/kg) och NDF-halt (472 g/kg ts vs.  
534 g/kg ts) mindre mellan ensilage och presskaka än i bagg- och mjölkförsöket. Konsum-  
tionen av ensilage var 8,1 kg ts/djur och dag och av presskaka 7,9 kg ts/dag. Vallfodret  
kompletterades med en daglig individuell kraftfodergiva på 0,3 kg ts till ensilagegruppen och  
1,5 kg ts till presskakegruppen. Kvigorna som fick presskaka växte lika bra och hade liknande  
hullpoäng som kvigorna som fick ensilage, men de behövde mer kraftfoder för att täcka sitt  
näringsbehov. Den genomsnittliga dagliga tillväxten var 1,04 kg och hullpoängen var 3,2.

Tabell 3. Mjolkproduktion, vikt och hull hos korna (medeltal av 36 kor/grupp).

	Behandling (Beh)		SEM	P-värde		
	Ensilage	Presskaka		Behandling <sup>1</sup>	Tid i försök	Beh × Tid
Mjolk, kg/dag	34,0	31,3	1,63	0,165	0,030	0,028
ECM <sup>1</sup> , kg/dag	37,0	32,5	1,72	0,013	0,012	0,093
Protein, %	3,44	3,52	0,06	0,240	0,362	0,597
Fett, %	4,38	4,56	0,14	0,233	0,005	0,598
Laktos, %	4,90	4,92	0,04	0,754	<0,001	0,232
Protein, kg	1,20	1,05	0,05	0,011	0,182	0,398
Fett, kg	1,53	1,36	0,07	0,035	0,001	0,306
Laktos, kg	1,72	1,53	0,10	0,053	0,608	0,206
Hull <sup>2</sup>	2,68	2,73	0,04	0,379	0,195	0,216
Kroppsvikt, kg	679	679	19,1	0,336	0,027	0,506

<sup>1</sup>ECM = energikorrigerad mjölk. <sup>2</sup>Enligt en skala på 1 till 5 där 1 är mycket mager och 5 är överfet.

I grisförsöket var ts-halten i den analyserade pressjuicen 10,8 %, energiinnehållet 10 MJ/kg ts  
och råprotein-, lysin- och metionininnehållet 157, 6,8 och 2,4 g/kg ts (Åkerfeldt *et al.*, 2022).  
Grisarnas dagliga tillväxt var 477 g i gruppen som fick pressjuice och 486 g i kontrollgruppen.  
Foderomvandlingen var 2,05 kg kommersiellt foder per kg tillväxt i juicegruppen jämfört med  
2,15 kg kommersiellt foder per kg tillväxt i kontrollgruppen. Det var inga signifikanta skillnader  
i tillväxt eller foderomvandling mellan behandlingarna vilket visar att pressjuicen bidrog till  
grisarnas näringsförsörjning. Eftersom grisarna som utfodrades med pressjuice fick en mindre  
giva av det kommersiella spannmålsbaserade fodret hade tillväxten varit mindre i den gruppen  
om de inte fått i sig någon näring från ensilagejuicen.

**Tack** till personalen på Sötåsen, SLU Götala nöt- och lammköttforskning och rådgivare vid  
Växa för hjälp i försöken. Projektet finansierades från Öresund-Kattegatt-Skagerrak europe-  
iska regionutvecklingsfonden, Västra GötalandsRegionen och Sveriges lantbruksuniversitet.

## Referenser

Sousa D., Larsson M. och Nadeau E. (2022) Milk production of dairy cows fed grass-clover silage pulp. *Agricul-  
ture* 12, 33. <https://doi.org/10.3390/agriculture12010033>

Åkerfeldt M.P., Friman J., Dahlström F, Larsen A. och Wallenbeck A. (2022) Juice from silage in green bio-  
refineries – a potential feed ingredient in liquid diets to weaned pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A  
– Animal Science*. <https://doi.org/10.1080/09064702.2022.2118828>

## **Hur påverkar den nya prisbilden vallens plats i foderstaten?**

**Martin Ivarsson, Stommen, Ullared – Så mycket mjölk som möjligt per hektar**

H. Lindberg

Växa, Bollnäs

Korrespondens: hans.lindberg@vxa.se

### **Sammanfattning**

Martin Ivarsson har varit verksam på gården sedan 2004 och tog över driften 2014.

Gården gick in i Omställning 90 och slutade med mjölkkor för att gå över till dikor. Svag lönsamhet i dikoproduktionen medförde att man startade upp mjölkproduktionen igen efter tre år. Besättningen fick då delvis en annan inriktning. Från att ha varit en högavkastande mjölkbesättning startade man nu med ett djurmaterial som inte var av utpräglad mjölktyp men som passade relativt bra efter de förutsättningar som råder i östra Halland. Årsnederbörden ligger på ca 1 200 mm/år vilket ger bra förutsättningar för produktion av vall.

*”Man får vara lite vidsynt och anpassa produktionen efter geografin”, som Martin uttrycker det.*

Strategin är att man vill ha djur som producerar mycket mjölk och kött på de resurser som gården förfogar över, i det här fallet främst slättervall, betesvall och naturbeten. Resultatet har blivit ett djurmaterial med en blandning av köttkras och mjölkkras. På gården finns SRB, irländsk holstein samt mjölk-simmental. Martin tycker att irländsk holstein är en robust ko som är väl anpassad till vallfoder. Utifrån gårdens strategi blir den givna målsättningen att producera så mycket mjölk och kött som möjligt på tillgänglig areal. Avkastningen per stallplats är av underordnad betydelse och ladugården blir mer som ett verktyg för att kunna förädla vad gårdens resurser ger utrymme för. Den valda strategin ger också positiva effekter i klimatberäkningarna.

Gården har koncentrerad kalvning under två perioder på året. Cirka 65–70 % av djuren kalvar under oktober/november och resten kalvar under april månad. Av de kalvar som föds på hösten sorterar man ut ca 35–40 för rekrytering. Dessa blir då tillräckligt stora för att klara sin första betessäsong bra, med en tillväxt på ca 900 g/dag under betesperioden. Till de djur som kalvar i april använder man könssorterad sperma och får då tjurkalvar som säljs efter två veckor. De kor som kalvar i april producerar en stor del av sin mjölk på bete vilket gör att man har hög utnyttjandegrad av betet.

På Stommen är man inte så intresserad av teknik, man vill ha en teknik som man kan hantera på egen hand, utan att behöva hyra in servicepersonal. Det är också en av anledningarna till att man lejer in sina maskintjänster. Den andra anledningen är att slippa höga maskinkostnader.

*”Den förändrade prisbilden 2022 har inte ändrat vår strategi så mycket. Vi har tjänat mycket pengar under året på den strategi som vi har hela tiden. Vinsten landar på ca 25 % av omsättningen. Vi vill vara oberoende av fluktuationer i priser och då är det viktigt att kunna producera på egna resurser”, säger Martin Ivarsson.*

Martin Ivarssons medverkan på Vallkonferens 2023 har delvis betalats av medel från Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling.

## Hur påverkar den nya prisbilden vallens plats i foderstaten?

### Gårdsfakta

*Ägare:* Martin och Johanna Ivarsson

*Adress:* Köinge, Ullared, Falköpings kommun, Halland

*Produktion:* Lösdrift med ca 100 årskor i ekologisk produktion. Årsavkastning 8 064 kg mjölk med 4,4 % fett och 3,6 % protein vilket resulterar i 8 585 kg ECM. Mjölknings i en Swingovergrop med plats för tio kor. Har överskott på kvigor så en del kvigor går till slakt. Tjurkalvarna säljs.

*Foderstat:* Vallfoder samt bete. Max 6 kg krossblandning (korn, havre, råg och vete) och max 2 kg koncentrat (Svenska foder – Eko Balans) till korna. Förstakalvarna får 5 kg krossblandning och 2 kg koncentrat. Från början av maj, när korna varit på bete ca två veckor, får de endast 3,5–4 kg kross (vid mjölknings). Korna utfodras via automater men får en lockgiva i gropen. Vallfodret utfodras med rälshängd vagn från upprullare och man utfodrar kontinuerligt vallfoder från minst tre skördar samtidigt för att få en bra proteinnivå i foderstaten.

*Bete:* Släpper korna ca 15 april men utfodrar ensilage under en tillväjningsperiod. Från 5 maj utgör bete enda grovfodret. Om magarna behöver stabiliseras utfodras en mindre mängd ensilage. Nytt bete efter varje mjölknings. Betesperioden pågår till mitten av oktober. Inga kalvningar under betesperioden.

*Areal:* 200 ha åker (70 ha eget) varav 130 ha vall och bete och 70 ha spannmål. Dessutom 25 ha naturbete.

*Antal vallskördar:* Idag 3 skördar/år, planerar för fyra vallskördar.

*Vallarnas liggtid:* Slåttervallar ligger i tre år och betesvallarna ligger i fem år.

*Vallfröblandningar:* Slåttervall Pavo: GEB 21. Bete: Orion GEB 11, kompletterad med örter; cikoria 1,5 kg, kummin 1 kg samt svartkämpar 1 kg per hektar.

*Insådd:* Sår in i tidigt korn och kan få en skörd av vall i mitten av september om man tröskar i början av augusti. Betesvallar bryts år 5 och sås med råg (en linjesort – Smitt) och lite engelskt rajgräs för kompletteringsbete år 6. År 7 sås korn med insådd för nytt bete.

*Skördetidpunkter:* Första skörden tas i månadsskiftet maj/juni, därefter tas återväxtskördar var fjärde vecka. Det blir låg proteinhalt i förstaskörden eftersom klöver inte kommit igång så gården planerar för att de senare skördarna ska innehålla högre halter.

*Vallskördekedja:* Lejer maskinstation för vallskördarna. Har två vagnar själv för transport av balar till gården. Plastar in alla balar hemma. Slåtterbalk för att putsas beten med (3,5 m). Hövändare 9 m för att klara förtorkning till minst 40 %.

*Konserveringsmetod:* Rundbal.

*Gödsling av vallen;* 15–18 ton nötsväm/ha blandat med Vinass (motsvarar ca 30 ton nötsväm). Det mesta ges före första skörd.

Tabell 1. Foderanalyser 2022 på Stommen. Medelvärden för respektive skörd.

Skörd nr	Råprotein g/kg ts	NDF g/kg ts	Omsättbar energi MJ/kg ts
Skörd 1	123	454	11,3
Skörd 2	146	409	10,9
Skörd 3	154	411	10,6

## **Hur påverkar den nya prisbilden vallens plats i foderstaten?**

**Ulf Winblad, Womtorp, Eskilstuna – Så mycket mjölk som möjligt per koplats**

H. Lindberg

*Växa, Bollnäs*

Korrespondens: [hans.lindberg@vxa.se](mailto:hans.lindberg@vxa.se)

### **Sammanfattning**

På Womtorp är mjölkkorna motorn i verksamheten, men gården bedriver också entreprenadverksamhet och har en del intäkter från skog. Den övergripande strategin för mjölkproduktionen är att producera så mycket mjölk som möjligt per båsplats. Man har ett större fokus på det än på att få ner arbetstiden. Med en förhållandevis stor andel fasta kostnader (bl.a. genom fastighetsköp) måste man ha en strategi som genererar pengar. En god djurhälsa är också viktig och man arbetar mycket med förebyggande djurhälsoarbete. Djurhälsokostnaden i besättningen är 13,6 öre/kg ECM (medianen i den svenska kokontrollen är 29 öre/kg ECM) och celltalet är ca 150 000 per ml. Besättningen har alltid haft god fertilitet, som har blivit ännu bättre sedan man installerade SenseHub, ett verktyg som också är till god hjälp i djurhälsoarbetet.

Vallproduktionen har alltid varit central på Womtorp och foderstrategin har gått ut på att producera så mycket mjölk som möjligt med näringsförsörjda kor. De år man inte har haft så god näringskvalitet på vallen väljer man att köpa in näring via kraftfoder. Historiskt har vallfoderkvaliteten varierat, både vad gäller näringsinnehåll och hygienisk kvalitet. De sista två åren har man fokuserat på att kvalitetssäkra vallfoderproduktionen för att få bättre kvalitet och man hoppas att det arbetet skall utmynna i en högre nyttjandegrad av vallfoder.

Med 2022 i backspegeln diskuterar man möjligheterna att kunna odla en större mängd av proteinbehovet på gården och utnyttja egna resurser så långt som möjligt. Man har investerat i en torkanläggning som gör det möjligt att odla vårvete och åkerböna som kan utnyttjas i mjölkproduktionen. Prisbilden under 2022 har inte medfört att insatserna har ändrats så mycket, men man har försökt effektivisera insatserna av gödning och i viss mån undersökt möjligheterna med något mindre kraftfodermängder. Det största arbetet under året har varit att ständigt följa upp budgeten och göra efterkalkyler, för att ha en framförhållning i sitt agerande.

Det långsiktiga vinstmålet på Womtorp är ett resultat på >1,5 milj. kr efter avskrivningar och före eventuell resultatreglering. Andra sätt att beskriva företagets bärkraft diskuteras, främst beroende på annan driftsform, generationsskifte, ränteläge och världsekonomi.

I de framtida visionerna på Womtorp finns två alternativa huvudspår. I bägge fallen handlar det främst om att inte behöva vara så personalintensiv. Företaget har inga problem med att få tag i personal men man vill få en bemanning och en teknik som gör företaget mindre sårbart vid tillfälligt frånvaro. En annan fördel skulle vara att man blir attraktivare som arbetsgivare.

1. Att bygga ett helt nytt robotstall för korna och flytta ungdjuren till den nuvarande koladugården. Detta alternativ har sina utmaningar eftersom det behövs fler kor för att finansiera investeringen, vilket i sin tur innebär att markbehovet ökar.
2. Sätta in robotar i befintligt stall som ett första steg.

Ulf Winblads medverkan på Vallkonferens 2023 har delvis betalats av medel från Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling.

## Hur påverkar den nya prisbilden vallens plats i foderstaten?

### Gårdsfakta

*Ägare:* Ulf och Christina Winblad

*Adress:* Womtorp, Eskilstuna

*Produktion:* Lösdrift med ca 315 årskor i konventionell produktion. Årsavkastning 11 224 kg mjölk med 4,3 % fett och 3,6 % protein vilket resulterar i 11 850 kg ECM. Mjölkning i parallellstall med 12 platser.

*Foderstat:* Fullfoder med ONE2FEED mixer som hämtar foder i olika magasin. Utfodrar idag två olika skördar gräs (8–10 kg ts), majs (2,7–3 kg ts), egen spannmål, proteinmix (Addera Mega 440) samt ett koncentrat för att ha flexibilitet vid blandningen. Fullfodret innehåller även vatten och halm.

*Areal:* Totalt 430 ha, varav spannmål på ca 180 ha och majs på ca 45 ha. 160 ha naturbete.

*Antal vallskördar:* Målet är fyra vallskördar vilket fungerar om man är på tå och skördar efter almanackan.

*Vallarnas liggtid:* Tre år.

*Vallfröblandningar:* Har tidigare använt Mira 25, men har gått över till Mira 21 i insådderna 2022. Rörsvingeln ger mängd, men tillför inte det man vill åstadkomma näringsmässigt.

*Insådd:* Sår in i tidiga sorter av vårmete som tröskas. Fungerar riktigt bra. Det blir ett glest bestånd som ger ljus åt insådden.

*Skördetidpunkter:* Siktat på månadsskiftet maj/juni men blir ibland lite försenade. Återväxtskördarna tas med 4,5 veckors mellanrum.

*Vallskördekedja:* Slår med en Butterfly (10 m), strängläggare 14 m, självgående hack. Två lastmaskiner packar i silon. Strängläggaren är viktig för att styra mot rätt ts-halter. Gården har de senaste åren fokuserat mycket på att förbättra den hygieniska kvaliteten i ensilaget. Detta innebär att man arbetar mycket med hygien i hela skördekedjan och man ser till att få ut flytgödseln direkt efter skörd. År 2022 investerades i en körbar våg, med möjlighet till identifiering av varje ekipage, för att ha koll på inkörda mängder från varje skifte.

*Konserveringsmetod:* Plansilo och lite rundbal. Rundbal för att ha lite torrare foder för kalvar och i medicinskt syfte till kor. Tillsatsmedel Thorsil Sky i plansiloensilaget.

*Gödsling av vallen;* 40 + 30 kg N/ha nötflyt, 50 + 40 + 40 kg N/ha i form av Axan 27–3.

Tabell 1. Foderanalyser 2022 på Womtorp. Vägt medelvärde (baserat på mängd) för två analyser på förstaskörden. I övriga skördar utgör värdet en analys per skörd.

Skörd nr	Råprotein g/kg ts	NDF g/kg ts	Omsättbar energi MJ/kg ts
Skörd 1	152	489	11,0
Skörd 2	177	423	11,0
Skörd 3	167	397	11,3
Skörd 4	163	378	11,0



## Är det lönsamt att skapa större betesfällor?

K. Holmström<sup>1,2</sup>, A. Hesse<sup>1</sup>, H. Andersson<sup>3</sup> och K.-I. Kumm<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

<sup>2</sup>Hushållningssällskapet Sjuhärads, Länghem <sup>3</sup>SLU, Institutionen för ekonomi, Uppsala

Korrespondens: kristina.holmstrom@slu.se

### Sammanfattning

Små splittrade betesmarker har negativa effekter på lönsamheten i nötköttsföretag eftersom det resulterar i höga kostnader per djur för bl.a. stängsel och försvårar storleksrationalisering. Genom att göra stora betesfällor blir det enklare att öka besättningsstorleken och få positiva storleksfördelar. Den här studien innefattade fem svenska ekologiska dikoföretag där vi undersökte hur lönsamheten påverkades när de gjorde stora sammanhängande betesmarker av små spridda betesmarker, marginell åkermark och intilliggande skog. Lönsamheten beräknades med partiell budgetering som omfattade merintäkter, merkostnader, minskade intäkter och minskade kostnader. Förändring till stora sammanhängande betesmarker var lönsamt hos alla fem gårdarna. Miljöersättningar och andra stöd var den största merintakten när stora betesmarker skapades, följt av merintäkter och minskade kostnader som en följd av storleksfördelar och positiva sammanslagningseffekter. De positiva sammanslagningseffekterna berodde på att betesmarken blev större och kostnaderna minskade t.ex. genom effektivare tillsyn och stängsling. Inkomstbortfall beroende av för tidig avverkning och förlorad virkesproduktion hade inte någon större inverkan på lönsamheten. Sammanfattningsvis var skapandet av större betesmarker som inkluderar skogsmark lönsamt på de studerade dikoföretagen som gick från små spridda betesmarker till stora sammanhängande marker.

### Introduktion

I norra Europa är små dikoföretag vanliga, största andelen har mindre än 30 dikor (European Commission, 2015). För att nå lönsamhet i så små företag krävs ofta befintliga byggnader utan lönsam alternativ användning, befintliga stängsel och maskiner som till slut kommer att förbrukas helt. I små dikobesättningar är det även svårt med återinvesteringar och att nå marknadsmässiga löner (Agriwise, 2017; Deblitz, 2017). Liksom betesmarkerna i andra länder i norra Europa (Bratli *et al.*, 2012; National Resources Institute Finland, 2017), är de i Sverige små och spridda (Jordbruksverket, 2007). Små spridda betesmarker har en negativ inverkan på den betesbaserade köttproduktionens lönsamhet då hanteringen av dem kostar mycket i stängsel, vattenförsörjning och tillsyn (Kumm, 2022). En annan effekt av att ha små betesmarker är svårigheten att öka besättningsstorleken, vilket är en konkurrensnackdel för svenska nötköttsföretag jämfört med andra länder (Jordbruksdepartementet, 2004; Deblitz, 2017). När dikoföretag expanderar är det vanligt att man arrenderar fler små spridda betesmarker långt från gården, vilket ökar kostnaderna. Tillgång till större sammanhängande betesmarker gör det lättare att expandera och ger även storleksfördelar vad gäller foder, byggnader och arbetstid (Salevid och Kumm, 2011).

Låg lönsamhet i dikalvsproduktionen, t.ex. orsakad av liten besättningsstorlek, är ett hot inte bara mot betesmarken som foderresurs, utan även för de miljömässiga och sociala värden som naturbetesmarker ger i form av biologisk mångfald, kulturhistoria och rekreation (Cousins och Eriksson, 2002; Dahlström *et al.*, 2006). Betande djur är nödvändiga för att bibehålla dessa värden. Minskningen av betesdjur i Sverige under det senaste århundradet har lett till att betesmarker har lagts för fåfot, vilket resulterat i förlorade flora- och faunavärden (Pykälä, 2005). För att bevara betesdriften på naturbetesmarker finns årliga miljöersättningar och det finns även

stöd för restaurering av igenväxta naturbetesmarker. Dessa ersättningar är viktiga för att nå lönsamhet i svensk nötköttsproduktion (Salevid och Kumm, 2011).

En väg till att öka lönsamheten i svensk betesbaserad produktion kan vara att skapa stora betesfällor som kombinerar små spridda betesmarker med intilliggande marginell åkermark samt skogsmark (Kumm, 2022). När skog inkluderas i betesmarken kan dock djuren skada träden vilket påverkar framtida skogsintäkter (Histøl *et al.*, 2012). Därför är det viktigt att i samma analys beakta ekonomin i både nötköttsproduktionen och skogsproduktionen. Under svenska förhållanden med jordbruksstöd och miljöersättningar kanske det inte alltid är fördelaktigt att återplantera efter slutavverkning utan istället omvandla skog till betesmark. Studien i sin helhet finns beskriven i Holmström *et al.* (2018).

## Material och metoder

Dikalvsproducenter som nyligen hade gjort större betesfällor genom att slå ihop små, spridda betesmarker med intilliggande skog, marginell åkermark eller omvandlat skog till betesmark efterfrågades genom lantbrukspress. Bland de företagare som svarade plockades fem gårdar med varierande besättningsstorlek ut för studien. Samtliga gårdar var ekologiska och de hade 30–280 kor. Gårdarna var belägna från Norrbotten ner till Småland. En intervju om beteskötsel och konsekvenser av förändringarna, baserat på lantbrukarnas uppskattningar och bokföringar, gjordes. Lönsamheten att gå från små till stora betesfällor genom att lägga till marginell åker och skogsmark beräknades genom partiell budgetering, där bara intäkter och kostnader som förändrats var med i beräkningen, inte gårdens totalekonomi. Förändringarna i lönsamhet beräknades genom (merintäkter + minskade kostnader) – (merkostnader + minskade intäkter). Modellen inkluderade t.ex. merintäkter i form av ökade miljöersättningar när mer betesmark blev tillgänglig och minskade kostnader t.ex. minskad restid i samband med tillsyn av djur. Merkostnader var exempelvis stängselkostnader vid nystängsling av betesmark och minskade intäkter kunde orsakas av för tidig skogsavverkning och förlorad framtida virkesproduktion när skog blev betesmark.

I ett andra steg gjordes känslighetsanalyser för en situation utan miljöersättningar och stöd. Även reducerat pris på såld livkalv och slaktdjur med 50 öre/kg, en minskning av räntan i skogen från 4 % till 2 % samt lägre pris på timmer beräknades. Slutligen delades faktorerna som påverkade gårdarna in i fem kategorier: 1) Miljöersättningar och stöd, 2) Storleksfördelar, 3) Sammanslagningseffekter, 4) Arrendenetto och 5) Skogsbruk.

## Resultat och diskussion

Alla gårdar ökade sin lönsamhet genom förändringar i betesstrukturen (figur 1). Störst ökning i lönsamhet uttryckt i kr/hektar, hade gård 4, tack vare stora sammanslagningseffekter och utökning av besättningen. Genom att öka besättningsstorleken kunde gården få en merintäkt i form av miljöersättningar och stöd samt fler slaktdjur. Denna merintäkt översteg merkostnaderna för mer foder, stall, arbete, ränta och visar tydliga storleksfördelar. Slutavverkningen av skog för bildandet av betesmark gjordes på gård 4 ett år med höga virkespriser varför det inte blev någon kostnad för tidigare lagd avverkning.

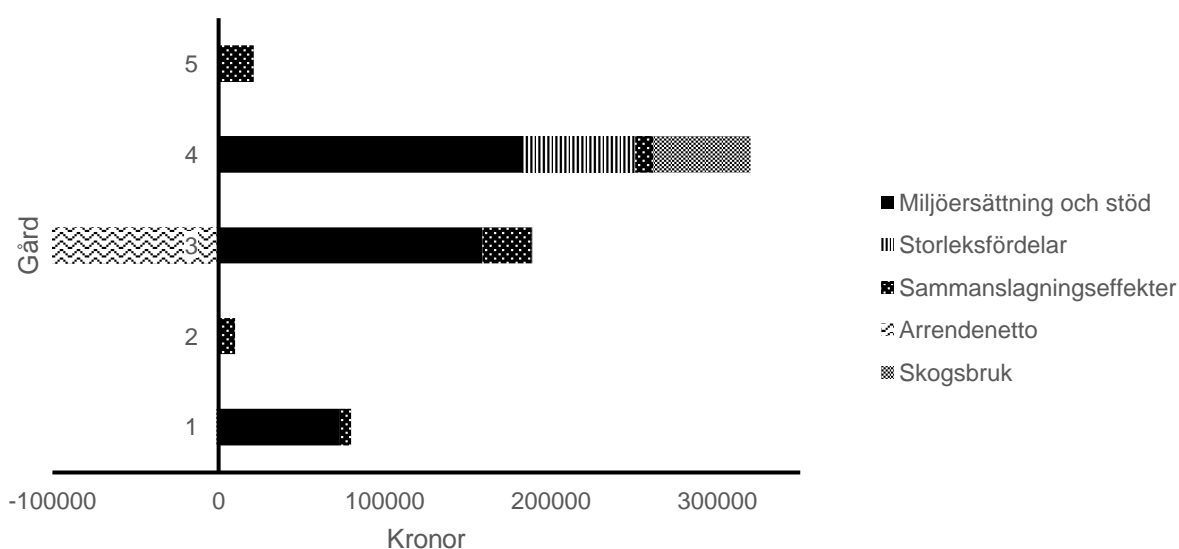
Miljöersättningar och stöd utgjorde den största delen av den ökade lönsamheten för gård 1 och 3. En stor förändring för gård 3 var uppsägning av ett betesarrende med särskilda värden, långt från gårdscentrum. Detta gjorde att arrendenettet blir en liten negativ post. Trots att gårdens nya stora betesfälla bara har miljöersättning för s.k. allmänna värden var förändringen lönsam, t.ex. tack vare kortare stängselsträcka per hektar och färre transporter av djur och människor.

Att inkludera skogsmark i beteshagen gjorde att gård 2 kunde ha sina kor ute hela året. Mycket frisk luft ger friskare djur (Lago *et al.*, 2006). Genom att inkludera skogspartier i betesmarken som skyddar djuren i dåligt väder kunde gården flytta ut sina djur och låta dem kalva ute. Detta gjorde att fler kalvar överlevde. Jämfört med det uppbundna stallsystem de hade under vinterhalvåret före förändringen minskade även arbetstiden. Gård 2 fick dock problem att ta till vara gödseln från utegångsdjuren vilket gav en minskad intäkt i den ekologiska växtodlingen. Å andra sidan betade korna mer buskar och sly i sin nya betesmark vilket sparade arbetstid för röjning. Betesdjur i skogsmark kan skada virkesproduktionen, men om djuren samtidigt har tillgång till stor yta med mer frodigt bete minskar risken för skogsskador (Geete och Grinddal, 1923).

På gård 5 ökade lönsamheten något tack vare att arrenderade betesmarker långt från gården kunde sägas upp då det blev mer tillgänglig betesmark på hemmaplan. Detta resulterade i mindre kostnader för djurtransport, vattenkörning och tillsyn.

Känslighetsanalyserna visade att ersättningar och stöd har stor betydelse för lönsamheten. Skapandet av större betesfällor var dock lönsamt på alla gårdar utom gård 3 även utan ersättningar och stöd, men till lägre grad. Ett lägre pris på kalv respektive slaktdjur påverkade lönsamheten på gård 2 och 4 marginellt. Lägre ränta i skogsbruket begränsade lönsamhetsförbättringen av att göra betesmark av skog på gård 1, 3 och 4.

Slutsatsen från den här studien visar att det finns potential för ökad lönsamhet genom att skapa stora sammanhängande betesfällor, oberoende av besättningsstorlek eller var i landet gården är belägen.



Figur 1. Lönsamhetsförändringar per gård och år uppdelade på anledning när stora betesfällor skapades på fem svenska ekologiska dikogårdar.

Den här studien finansierades av Region Västra Götaland, Hushållningssällskapet Sjuhärads, Sveriges lantbruksuniversitet, Formas och Bröderna Jonssons forskningsfond.

## Referenser

- Agriwise. (2017) Agriwise – Verktyg för ekonomisk planering och analys. <http://www.agriwise.org/> [2017-06-28].
- Bratli H., Jordal J.-B., Norderhaug A. och Svalheim E. (2012) Naturfaglig grunnlag for handlingsplan naturbeitemark og hagemark. Bioforsk, Ås, Norway. <http://www.bioforsk.no/ikbViewer/Content/123168/Bioforsk%20rapport%202012193%20faggrunnlag%20naturbeitemark%202012.pdf> [2017-12-11].
- Cousins S.A.O. och Eriksson O. (2002) The influence of management history and habitat on plant species richness in a rural hemiboreal landscape. Sweden. *Landscape Ecology* 17(6), 517–529. <https://doi.org/10.1023/A:1021400513256>
- Dahlström A., Cousins S.A.O. och Eriksson O. (2006) The history (1620–2003) of land use, people and livestock, and the relationship to present plant species diversity in a rural landscape in Sweden. *Environment and History* 12(2), 191–212. <https://doi.org/10.3197/096734006776680218>
- Deblitz C. (ed.). (2017) Beef and sheep report 2017. Agri Benchmark, Beef and Sheep Network. Braunschweig. [2018-02-10]. <http://www.agribenchmark.org/beef-and-sheep.html>
- European Commission. (2015) Database – Eurostat. Eurostat. <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database> [2017-11-20].
- Geete E. och Grinndal T. (1923) Anvisningar i skogsbruk/Instructions for forestry. Stockholm: Svenska skogsvårdsföreningens förlag.
- Histøl T., Hjeljord O. och Wam H.K. (2012) Storf og sau på skogsbeite i Ringsaker – effekter på granforyngelse og elgbeite/Cattle and sheep on forest pasturing in Ringsaker – effects on spruce rejuvenation and browsing moose. Bioforsk, Ås, Norway. <https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2447566/Bioforsk-Rapport-2012-07-144.pdf?sequence=2> [2017-12-21].
- Holmström K., Hessle A., Andersson H. och Kumm K.-I. (2018) Merging small scattered pastures into large pasture-forest mosaics can improve profitability in Swedish suckler-based beef production. *Land* 7(2), 58. <https://doi.org/10.3390/land7020058>
- Jordbruksdepartementet. (2004) Genomförandet av EU:s jordbruksreform i Sverige. <http://www.regeringen.se/rattsdokument/departementsserien-och-promemorior/2004/01/ds-20049/> [2017-11-16].
- Jordbruksverket. (2007) Jordbrukets miljöeffekter 2020 – en framtidsstudie. Jönköping. <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/jordbrukets-miljoeffekter-2020.html> [2017-05-22].
- Kumm K.-I. (2022) Stora betesmarker med växande träd för ekonomiskt och klimatmässigt hållbar köttproduktion. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara. *Rapport* 59.
- Lago A., McQuirk S.M., Bennett T.B., Cook N.B. och Nordlund K.V. (2006) Calf respiratory disease and pen microenvironments in naturally ventilated calf barns in winter. *Journal of Dairy Science* 89(10), 4014–4025. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72445-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72445-6)
- National Resources Institute Finland. (2017) Statistics Finland. Helsinki. <http://stat.luke.fi/en/uusi-etusivu> [2018-02-19].
- Pykälä J. (2005) Cattle grazing increases plant species richness of most species trait groups in mesic semi-natural grasslands. *Plant Ecology* 175(2), 217–226. <https://doi.org/10.1007/s11258-005-0015-y>
- Salevid P. och Kumm K.-I. (2011) Searching for economically sustainable Swedish beef production systems based on suckler cows after decoupling EU income support. *Outlook on Agriculture* 40(2), 131–138.

## Mjölkkobete i praktiken – data från sju norrländska gårdar

G. Bernes<sup>1</sup>, J. Chagas<sup>1</sup>, J. Morel<sup>2,3</sup>, A.-S. Stark<sup>4</sup> och M. Ramin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Umeå

<sup>2</sup>SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi, Umeå <sup>3</sup>European Commission, Joint

Research Center, Ispra, Italien <sup>4</sup>CoKonsult, Noraström

Korrespondens: gun.bernes@slu.se

### Sammanfattning

Bete för mjölkkor studerades i ett tvåårigt projekt. Lantbrukare på sju västerbottniska gårdar intervjuades och registreringar gjordes på gårdarnas beten med flera olika metoder vid tre tillfällen per säsong. Ett tydligt resultat är den stora variation som finns i de beten som erbjuds till de mjölkande korna, beträffande mängd, botanisk sammansättning och näringsvärde. Skillnaderna är stora såväl inom varje fält som mellan gårdar och över säsongen. Detta påverkar hur mycket korna kan få i sig på betet och därmed hur mycket foder som behöver ges på stall. De strategier för betesdrift som gårdarna har påverkar kornas foderkonsumtion, mjölkavkastning samt kostnaden för betet. Våra beräkningar visar att med ett mjölkpris till lantbrukaren på 6 kr inklusive nationellt stöd skulle den lägre grovfoderkostnaden under betesperioden kunna kompensera för ca 2 kg mindre mjölk per dygn. De olika mätmetoder vi testade på betena visar att en enkel betesplatta kan ge en god uppfattning om mängden tillgängligt bete. Utvärderingen av de spektrala metoder som provats är ännu inte klar. Vår studie har gett en del svar men många frågor kvarstår och en del nya har uppstått, exempelvis hur och när putsning bör göras och hur ogräs påverkar näringsvärde och smaklighet.

### Introduktion

Vilket bete erbjuds till de norrländska mjölkorna? Hur sköts betena i praktiken? Vad kostar betet? Kan vi ta hjälp av nya mätmetoder för att uppskatta betes kvaliteten? Påverkas metanavgången av botanisk sammansättning eller näringsinnehåll? Detta är några av de frågor vi försöker besvara i ett tvåårigt projekt med sju gårdar i Västerbotten.

Betesdrift för mjölkkor har många positiva effekter på djurens hälsa och välfärd. Det ger också ett öppet landskap med bevarande av biologisk mångfald (Alvåsen, 2015). Att låta korna skörda sitt eget foder kan dessutom vara lönsamt.

God kännedom om betets näringsinnehåll och en korrekt fördelning av betesmarken är viktiga faktorer för att mjölkproducenten ska kunna optimera sin betesdrift (Tulley och Goatman, 2016). De gängse metoder som finns för skattning av mängden tillgängligt foder på vallar är tidskrävande och laboratoriemetoder för näringsanalys innebär en fördröjning i förhållande till vallens tillväxt. Med nya metoder, exempelvis olika spektrala instrument, skulle man kunna få goda realtidskattningar av växtproduktionen i fält. Ett mål med projektet är att kunna länka spektrala mätningar till verkliga data. Modellering när det gäller slåttervallar pågår bl.a. inom projektet VallSat. De mätningar vi nu har gjort är början på ett liknande arbete för betesvallar. I denna text presenteras ett urval av studiens resultat.

### Material och metoder

I detta tvååriga projekt deltog fem västerbottniska mjölkgårdar och dessutom Forslunda naturbruksgymnasium samt SLU:s forskningsstation Röbbäcksdalen. Två av gårdarna kunde bara delta ett av åren. Lantbrukarna intervjuades rörande gårdens arealer, betenas skötsel, betesstrategi, utfodring på stall, djurhälsa, stängsling, tidsåtgång för olika moment m.m. En

del uppgifter uppdaterades sedan vid de gårdsbesök som gjordes under betessäsongerna. Varje gård besöktes i första halvan av juni, mitten av juli samt i mitten av augusti varje år.

Vid gårdsbesöken mättes betets mängd och kvalitet med olika metoder. Mätningarna gjordes i den fålla där korna skulle beta därnäst. Det var alltså inte samma fållor som följdes över säsongen. På vardera av tre områden i fållan sattes käppar ut för att markera fyra mätpunkter, dvs. totalt 12 punkter per fålla. Vid varje mätpunkt användes en betesplatta för att mäta betets höjd och densitet (medeltal av 3 mätningar). Med tumstock mättes höjden på det längsta bladet. Därefter klipptes en yta på 0,25 m<sup>2</sup> på ca 3 cm höjd vid varje mätpunkt. Allt material samlades in, inklusive eventuell förna, och lades i plastpåsar. Varje prov delades upp i gräs, klöver, örtogräs och dött material. I gräsfractionen ingick även gräsogräs. Fraktionerna torkades och vägdes för att få ett mått på torrsubstans-(ts)avkastning och botanisk sammansättning. Mängden per ruta räknades om till avkastning per hektar. Prover skickas till DairyOne i USA för kemisk analys av näringsinnehåll som råprotein (AOAC 990.03; AOAC International, 2005), aNDF (ANKOM, 2020) och energi (National Research Council, 1988). I de prov som analyseras är det döda materialet inte med. Av de totalt 192 prover som klipptes år 2021 har än så länge 48 representativa prov analyserats kemiskt.

Data har bearbetats statistiskt med NCSS (medeltal, variansanalys, korrelationer) och R (standardavvikelse).

Förutom de registreringar och analyser som nämnts ovan har vi även flugit med drönare över fälten. Drönarens kamera tog multispektrala bilder för senare beräkning av vegetationsindex. Dessutom samlades satellitdata. En handhållen spektrometer användes för uppskattning av biomassa och kvävenivå och en klorofyllmätare användes för att uppskatta kvävehalten i gräs- respektive klöverblad. Dessa mätningar är inte färdigbearbetade än. Analyser kommer också att göras i ett *gas-in vitro*-system för att undersöka metanavgång från betesproven samt nedbrytningsmönster.

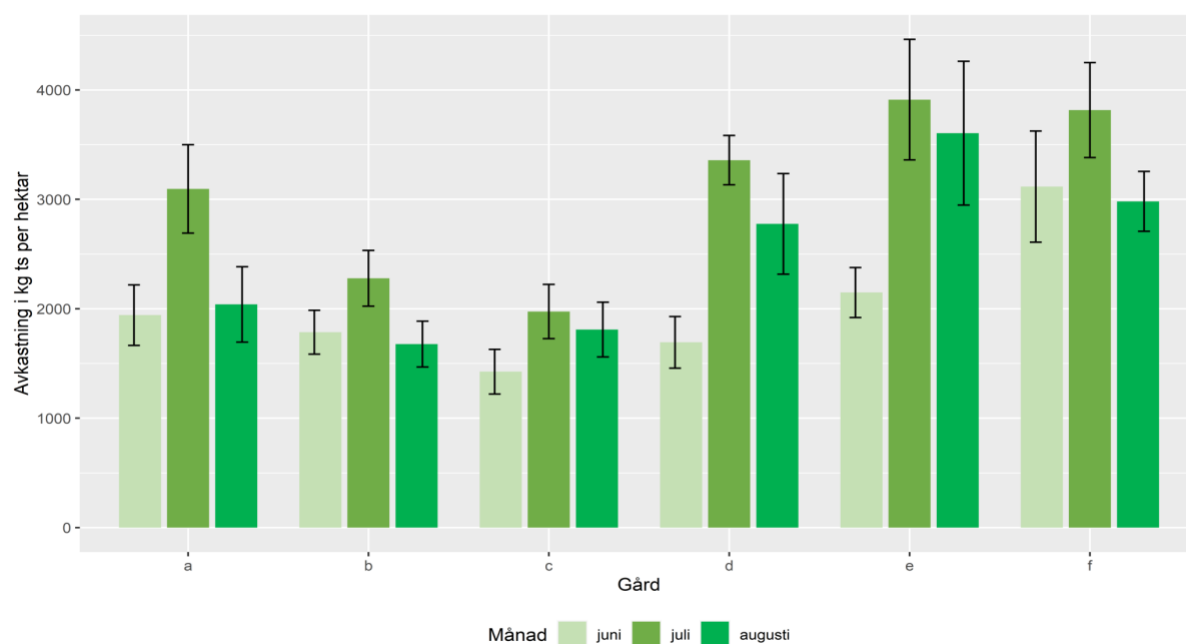
Datinsamling rörande produktionsekonomin gjordes på fem av gårdarna samt på två gårdar i Västernorrland. Gymnasie- och universitetsbesättningarna ingick inte i denna del. För att beräkna de gårdsspecifika kostnaderna användes modellen ”Hemmaproducerat foder” (HPfoder). I modellen fördelas gårdsspecifika kostnader för maskiner, arbete, diesel, underhåll osv. mellan de olika grödorna i växtföljden och redovisas som kostnad per kg ts foder. ”Skördad” mängd bete har uppskattats utifrån kornas konsumtion under stallperioden. Inga korrigeringar har gjorts utifrån ev. skillnader i näringsinnehåll mellan stallfoderstat och bete och inte heller för ev. skillnader i mjölkavkastning. Kostnaden för arbete har satts till 250 kr per arbetad timme för samtliga gårdar. Bete på åker respektive betesmark särredovisas eftersom EU:s jordbrukarstöd skiljer mellan de olika betestyperna och stöden har en betydande inverkan på de ekonomiska effekterna. Även de data som rör betesekonomin ska bearbetas ytterligare.

## Resultat och diskussion

De deltagande gårdarna har mellan 40 och 200 kor. Fyra har ekologisk produktion. Två har uppbundna kor, tre har mjölkgrup och två har robot. Betesvallarna ligger i 3–7 år och bryts oftast av med ett år havre/ärt eller korn. På tre av gårdarna används samma fröblandning till betena som till slättervallarna. Korna betar en dag per fålla på två av gårdarna och 2–5 dagar på de övriga. Betesperioden varar från mitten/slutet av maj och 3–4 månader framåt.

Mängden torrsubstans var i genomsnitt 2 218 kg ts/ha sommaren 2021 och 2 523 kg ts/ha år 2022, med stor variation mellan rutorna i respektive fålla. Också mellan gårdar och tillfällen var det stor variation, vilket ses i exemplet från 2022 i figur 1. I genomsnitt över de två åren var avkastningen signifikant mindre vid mätningen i juni jämfört med juli och augusti.

Våra resultat visar att även enkla instrument kan ge en god uppfattning om mängden tillgängligt bete. Korrelationen mellan medeltalen av de tre mätningarna med betesplattan och den klippta mängden torrs substans i motsvarande mätpunkt var i medeltal 0,77 ( $P < 0,01$ ).



Figur 1. Avkastning i kg ts per hektar på sex gårdar (a–f) år 2022. Varje stapel är ett medeltal av 12 klippta rutor per betesfälla och tillfälle, plus/minus standardavvikelse.

Det var mycket stor variation i botanisk sammansättning mellan enskilda mätpunkter. Exempelvis varierade mängden klöver mellan 0 och 80 % av torrs substansen och andelen örtogräs mellan 0 och 63 %. De vanligaste örtogräsen var maskros, groblad, smörblomma och skräppa.

Andelen dött material var lägst vid junibesöket (tabell 1). Det fanns en tendens till att fler putsningar innebar mer dött material. Vallåldern hade mycket liten inverkan på mängden dött material. Klöverhalten var signifikant högre vid augustibesöket jämfört med i juni och juli, vilket stämmer väl med erfarenheten att klöverhalten ökar under säsongen.

Tabell 1. Botanisk sammansättning, procent i medeltal av prover från 408 mätpunkter betessäsongerna 2021 och 2022.

Fraktion	Juni	Juli	Augusti	<i>P</i> -värde
Gräs	74,2 <sup>a</sup>	58,0 <sup>b</sup>	53,5 <sup>b</sup>	<0,01
Klöver	12,7 <sup>b</sup>	12,9 <sup>b</sup>	21,4 <sup>a</sup>	<0,01
Örtogräs	7,40 <sup>ab</sup>	10,1 <sup>a</sup>	6,10 <sup>b</sup>	0,01
Dött material	5,70 <sup>b</sup>	19,0 <sup>a</sup>	19,0 <sup>a</sup>	<0,01

<sup>a,b</sup>Medelvärden med olika bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant åt.

I tabell 2 redovisas en del resultat från den kemiska analysen av 48 av de prover som klipptes år 2021. Torrs substanshalten skilde signifikant ( $P < 0,01$ ) mellan månaderna och var i genomsnitt högst i juli (24,5 %) och lägst vid besöket i augusti (17,6 %). Det fanns en positiv korrelation (0,69,  $P < 0,01$ ) mellan det högsta bladet vid mätpunkten och halten NDF, medan energihalten

sjönk med ökad bladhöjd (-0,60,  $P < 0,01$ ). Vid ökad andel klöver ökade innehållet av såväl energi (0,45,  $P < 0,01$ ) som råprotein (0,36,  $P = 0,01$ ) medan NDF-halten sjönk (-0,42,  $P < 0,01$ ).

Tabell 2. Näringsinnehåll i 48 av de prov som klipptes betessäsongen 2021.

	Medeltal	Minimum	Maximum
Torrsubstans, %	20,1	10,4	32,0
Råprotein, g/kg ts	190	124	282
Omsättbar energi, MJ/kg ts	10,3	9,5	11,6
NDF, g/kg ts	450	314	569

Gårdarnas kostnad för bete på åkermark varierar mellan 0,31 och 1,00 kr per kg ts. Minskas kostnaden med de helt arealknutna stöden (gårdsstöd och förgröningsstöd) får vi en spridning mellan 0 och 0,63 kr per kg ts. Av detta utgör maskinkostnaden mellan 26 och 62 % på de olika gårdarna, kostnaden för arbete utgör 38–74 % och för handelsgödsel 0–18 %. Spridningen i andelen av kostnaderna kan förklaras med skillnader i avkastning, olika behov av maskinarbeten och olika strategi i användningen av handelsgödsel. Betesutnyttjande och strategi kring fållor, stripbetning m.m. har också stor betydelse. Det är en fördel att ha god arrondering och ett högt utnyttjande av betet, dvs. små förluster.

I vår beräkning erbjuds en mjölkko att beta 120 dagar per år. Under stallperioden äter hon 15 kg ts grovfoder som kostar 2,07 kr per kg ts (medelkostnad efter arealknutna stöd för de sju gårdarna våren 2022). Dygnskostnaden för grovfoder blir ca 31 kr. Under betesperioden ersätts 50 % av det dagliga grovfodret med bete på åker som kostar 0,36 kr per kg ts (medelkostnad efter arealknutna stöd för gårdarna våren 2022). Dygnskostnaden sjunker då till ca 18,20 kr för grovfodret. Om vi bortser från alla effekter utom mjölkavkastning och räknar med ett mjölkpris motsvarande 6 kr till lantbrukaren inklusive nationellt stöd skulle den lägre kostnaden för grovfodret kunna kompensera för 2 kg mindre mjölk per dygn, om allt annat var oförändrat.

Projektet finansieras av Stiftelsen Lantbruksforskning samt Regional jordbruksforskning för norra Sverige.

## Referenser

- Alvåsen K. (2015) Ekonomiska konsekvenser av krav på bete för mjölkkor. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för kliniska vetenskaper, Uppsala.
- ANKOM (2020) Technology method 15 – Neutral detergent fiber in feeds – Filter bag technique (for DELTA) E 4/14/11 (ankom.com).
- AOAC International (2005) Official methods of analysis of AOAC International. (18th ed.). AOAC International. Gaithersburg, Maryland, USA, pp. 24–56.
- National Research Council (1988) Nutrient requirements of dairy cattle. National Academy Press, Washington, D.C., p.9.
- Tulley W. och Goatman T. (2016) Growing, harvesting and feeding grass. Part 2: Nutritional management of grazing dairy cows. *Livestock* 21, 160–165.



## Betesskötsel i norra Sverige – en enkätstudie inom SustAinimal

A.-K. Karlsson<sup>1</sup> och N. Nilsson-Linde<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*RISE Research Institutes of Sweden, Hållbar produktion och konsumtion, Umeå*

<sup>2</sup>*Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala*

Korrespondens: anna-karin.karlsson@ri.se

### Sammanfattning

Denna nulägesanalys av betesskötsel hos 302 mjölkgårdar i norra Sverige visar att åkermarksbete är betydligt vanligare än naturbete och att både åkermarksbete och naturbete är förenat med flera utmaningar. Undersökningen visar också på variationer mellan gårdar och att det finns optimeringsmöjligheter både vad gäller användningen av fröblandningar och gödsling av åkermarksbete. Ett större kunskapsutbyte mellan gårdar och mellan gårdar och akademi skulle kunna ha positiv effekt på både lönsamhet och miljö.

### Introduktion

SustAinimal är ett Formas-finansierat kunskapscentrum med fokus på de livsmedelsproducerande djurens framtida roll i omställningen till ett resilient, hållbart och lönsamt livsmedelssystem i Sverige. Eftersom Sverige är ett avlångt land med olika förutsättningar i form av klimat, jordarter med mera undersöker SustAinimal vad som är de bästa lösningarna för livsmedelsproduktion i tre geografiska noder; norra, södra och västra Sverige. Den här studien är genomförd i de fyra nordligaste länen i Sverige.

I norra Sverige domineras jordbrukslandskapet av vall för ensilage och åkermarksbete. Andelen naturbetesmark och jordbruksmark för spannmål är betydligt lägre. För att öka kunskapen om nuvarande betesstrategier samt skötsel och utmaningar med åkermarksbete och naturbete genomfördes en enkätstudie bland Norrmejeriers medlemmar.

### Material och metoder

En enkät skickades ut till 308 mjölkgårdar, varav 53 stycken ekologiska, i norra Sverige (Norrbottnens och Västerbottnens län samt delar av Västernorrlands och Jämtlands län) under december 2021. Enkäten var komprimerad till en A4-sida för att underlätta hantering och den innehöll både kryssfrågor och öppna frågeställningar. Mjölkgårdarna hade till februari 2022 på sig att svara.

### Resultat

Hela 302 av 308 gårdar svarade på enkäten, vilket motsvarar 98 % svarsfrekvens. Den troliga orsaken till den höga svarsfrekvensen var att frågorna ingick i ett större formulär med frågor som måste besvaras för att gården ska få fortsätta leverera mjölk till mejeriet.

Resultatet visar att majoriteten (39 %) av gårdarna i norra Sverige har mjölkorna på bete 3–3,5 månader per år och att så många som 31 % har korna på bete 4–5 månader. Avståndet mellan ladugård och betesmark varierar, men mjölkorna betar ofta inom en halv kilometer (0–1,5 km) från ladugården medan kvigor och sinkor betar längre bort från ladugården, 3,5 km i medeltal (0–25 km). Tiden som mjölkorna spenderar på betesmarken varierar från 7 till 24 timmar, i genomsnitt 13,5 timmar.

I norra Sverige dominerar bete på åkermark. Endast 2 % av jordbruksmarken används för naturbete och då främst till ungdjur och kvigor. De största utmaningarna med naturbeten är enligt enkätsvaren att det är tidskrävande att röja sly (20 %) samt sätta upp och laga stängsel (18 %). Andra utmaningar som nämns är brist på lämplig naturbetesmark i närheten av gården (12 %), att grästillsväxten varierar över säsongen (12 %) och att näringstillgången är liten eller varierar (7 %). Vissa gårdar nämner också utmaningar som ogräs (4 %), främst skräppa, och att marken är för blöt (11 %) och därmed blir upptrampad och förstörd. De ekologiska gårdarna anger slyröjning (35 %) och säsongsvariation för betestillgång (23 %) som de största hindren för användning av naturbetesmark.

Den vanligaste formen av betessystem är kontinuerligt bete (59 %) där samma betesyta är tillgänglig för korna under hela betessäsongen. Näst vanligast är rotationsbete (45 %) där betesyten är uppdelad i olika hagar och korna betar en hage i taget och sedan flyttas till nästa. Den minst vanliga formen av bete är i styrd storfålla (30 %) där den totala betesyten är stor, men den faktiska betesyten styrs genom att lantbrukaren flyttar stängslet med vissa intervaller (s.k. stripbete). Om man tittar specifikt på de ekologiska gårdarna är rotationsbete vanligast (69 %), sedan kommer kontinuerligt bete (54 %) och därefter styrd storfålla (40 %). Flera gårdar, konventionella såväl som ekologiska, använder en kombination av betesstrategier. De största skillnaderna mellan rotationsbete och styrd storfålla är storleken på betesyta och antalet betesdagar per fålla. Medelytan vid rotationsbete är 1,7 ha medan den styrda storfållan är 3,8 ha. Korna betar ca 6 dygn före byte av fålla vid rotationsbete medan korna som går i styrd storfålla byter först efter ca 22 dygn. Antalet dygn som betet får växa mellan betesomgångarna är 16–17 dygn oavsett om det är rotationsbete eller styrd storfålla som används.

De vanligaste vallfröblandningarna (62 % av gårdarna) som används innehåller rödklöver och timotej eller rödklöver, timotej och ängssvingel, vilket är samma som används på gårdens slåttervallar. Cirka en tredjedel av gårdarna använder betesblandningar (33 %) som oftast består av vitklöver, timotej, ängssvingel och ängsgröe. Vissa gårdar har betesblandningar med engelskt rajgräs (15 %) eller gårdsspecifika blandningar. Enligt undersökningen är betesvallens liggtid i genomsnitt 4,6 år med en variation på 2–11 år. Åttiotvå procent av gårdarna putsar åkermarksbetet ett par gånger (1,8 gånger i medel) per säsong och 24 % tillämpar hjälpsådd under liggtiden.

Majoriteten av mjölkgårdarna (minst 62 %) använder organisk gödsel, främst i form av flytgödsel (65 %) och/eller urin (25 %). I medeltal används 22 ton organisk gödsel per hektar och spridningen sker huvudsakligen på hösten (56 %) eller våren (32 %). Drygt hälften (54 %) av de konventionella mjölkgårdarna använder mineralgödsel, främst kväve. Den vanligaste sorten är NS 27-4 (80 %) och den näst vanligaste är någon form av NPK-gödselmedel (18 %). Ett fåtal gårdar använder även kalksalpeter. Medeldoseringen är 52 kg kväve per hektar och år.

Även åkermarksbete är förenat med utmaningar. Enligt undersökningen är den största utmaningen problem med blöt mark och därmed trampskador (30 %). Andra utmaningar som nämns är brist på areal (17 %), torka (12 %), ogräs (10 %) och tidskrävande arbete med att laga och sätta upp stängsel (8 %) samt att bibehålla nivån på mjölkavkastningen (5 %). De ekologiska gårdarna anger blöta marker (47 %) och ogräs (17 %) som de största utmaningarna.

## Diskussion

Överlag gav svaren från enkäten en god bild av nuläget gällande betesskötsel och dess utmaningar i norra Sverige. Nästa steg i arbetet är att identifiera några mjölkgårdar som kan fungera som inspirerande exempel på hur man kan arbeta samt ett par gårdar som vill bli test-

gårdar för utveckling och optimering av befintlig betesskötsel. Vi ser främst optimeringsmöjligheter inom val av fröblandning och gödselgivor, men också att fler gårdar skulle kunna testa möjligheten med styrd storfålla för att öka betesutbytet. Det finns också potential att öka andelen naturbetesmark i framtiden då kommande CAP höjer ersättningarna för skötsel av naturbetesmarker. Det skulle också vara intressant att jämföra betesstrategier i norra Sverige med strategier i södra och västra Sverige, vilket är målsättningen i kommande arbete inom ramen för SustAinimal.

### **Referens**

SustAinimal (2020) Ett kunskapscentrum med fokus på de livsmedelsproducerande djurens framtida roll. <https://www.slu.se/site/sustainimal/> [2023-01-10]

## Virtuella stängsel: ett flexibelt verktyg för skötsel av naturbetesmarker?

M. Hiron<sup>1</sup> och L. Wahlund<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi, Uppsala <sup>2</sup>RISE Research Institutes of Sweden, Jordbruk och trädgård, Uppsala

Korrespondens: matthew.hiron@slu.se

### Sammanfattning

Betade gräsmarker är viktiga för den biologiska mångfalden och ekosystemtjänster. Många gräsmarker med högt naturvärde sköts med antingen för låg eller för hög djurtäthet. Virtuella stängsel, en teknik där betesdjuren hägnas in med hjälp av GPS-halsband som avger ljudsignaler och elstötar om djuren går utanför en definierad gräns skulle kunna underlätta en mer flexibel och skräddarsydd skötsel av gräsmarker med höga naturvärden. Tekniken testades på sju kvigor under sju veckor i en naturbetesmark från maj–juli 2022. Vi fann att betestrycket enkelt kunde styras endast med hjälp av en mobiltelefonapplikation. Djuren lärde sig snabbt att associera ljudsignalen med den virtuella gränsen och anpassade sin vistelseytan utifrån gränserna, vilket även visade sig i resultat från vegetationsmätningar. Denna studie visar att virtuell stängselteknik kan vara ett effektivt verktyg för skötsel av naturbetesmarker. Då det finns många potentiella naturvårdstillämpningar för tekniken bör fler studier som fokuserar på specifika skötselåtgärder prioriteras. Fler analyser av teknikens inverkan på djurvälståndet är planerade till 2023.

### Introduktion

Betade gräsmarker är mycket viktiga för den biologiska mångfalden och för tillhandahållandet av ekosystemtjänster (Bengtsson *et al.*, 2019; Schils *et al.*, 2022). Flora och fauna som är knutna till betade gräsmarker kan behöva kort vegetation, högre vegetation eller en blandning av dessa för att fullfölja sin livscykel (Berg *et al.*, 2019; Ahrné *et al.*, 2020). Dock kan arter som vanligtvis gynnas av betande djur skadas/missgynnas om betestrycket är för högt och sker under känsliga perioder (Pakanen *et al.*, 2011; Birdlife International). Många betesmarker har antingen för låg eller för hög djurtäthet och det kan vara svårt att bedöma den optimala djurtäthet som behövs för att gynna den biologiska mångfalden (Spörndly och Glimskär, 2018). Detta kan resultera i mindre biologisk mångfald eftersom vissa betesmarker totalt sett har för kort vegetation (hög djurtäthet) medan andra genomgår igenväxning med högre vegetation och buskageintrång (för låg djurtäthet).

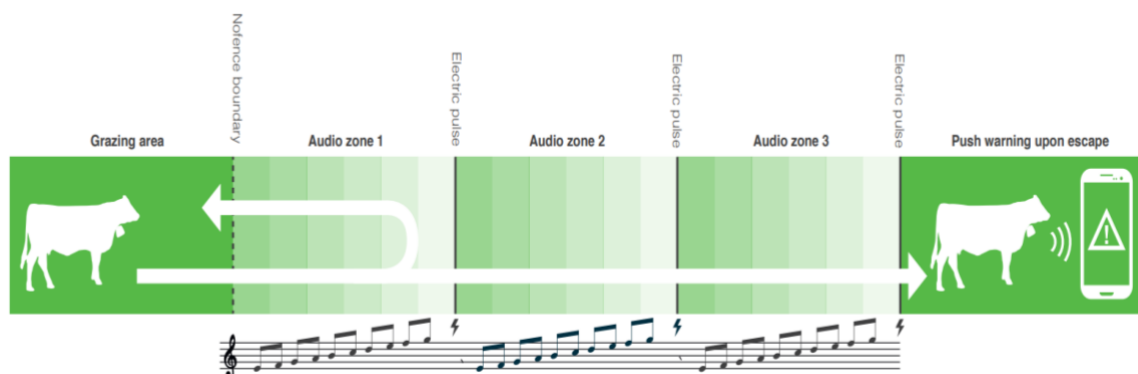
Genom att styra betestrycket till områden med höga naturvärden skulle man kunna garantera en riktad skötsel där naturvärden behövs mest. Kostnaderna för lantbrukare att sätta upp och underhålla stängsel har dock ansetts som ett hinder för viljan att beta vissa gräsmarker (Jamieson och Hessle 2021; Jordbruksverket, 2020). En ny digital teknik som lyfts fram som ett potentiellt effektivt verktyg för flexibel skötsel av naturbetesmarker är virtuella stängsel för betesdjur (Jordbruksverket, 2020). Studien syftade till att testa om teknologin kunde användas på nötkreatur för att styra betestryck och skapa områden med kort, medelhög och hög vegetation.

### Material och metoder

Försöksbetesmarken låg i Uppsala läns norra del. Hagen som var omgiven av ett yttre elstängsel var 5,5 ha stor med varierande karaktär i form av inslag av både produktionsbete, äldre betesmark och naturbete med blandad skog och buskar. Djurgruppen bestod av sju

kvigor, renrasiga SLB samt Holstein/Hereford-korsningar som var ca 12 månader gamla. Alla djuren bar Nofence-halsband (figur 1). Försöket pågick i sju veckor under maj–juli 2022.

Efter fem dagars aklimatiseringsperiod i försökshagen där djuren hade fri tillgång till hela ytan (figur 2a) introducerades den första virtuella gränsen, placerad rakt igenom hagen (figur 2b). Djuren var då hänvisade till den norra delen av hagen under sju dagar (inlärningsperiod). Därefter utvidgades hagen genom att den tidigare virtuella gränsen flyttades ca 30 m söderut samtidigt som en ny gräns introducerades i hagens nordvästra hörn (figur 2c). Djuren gick med dessa två gränser i 14 dagar innan vi slutligen testade att hägna in djuren i en firsidig virtuell hage under de tre sista veckorna av försöket (beskrivet i tabell 1).

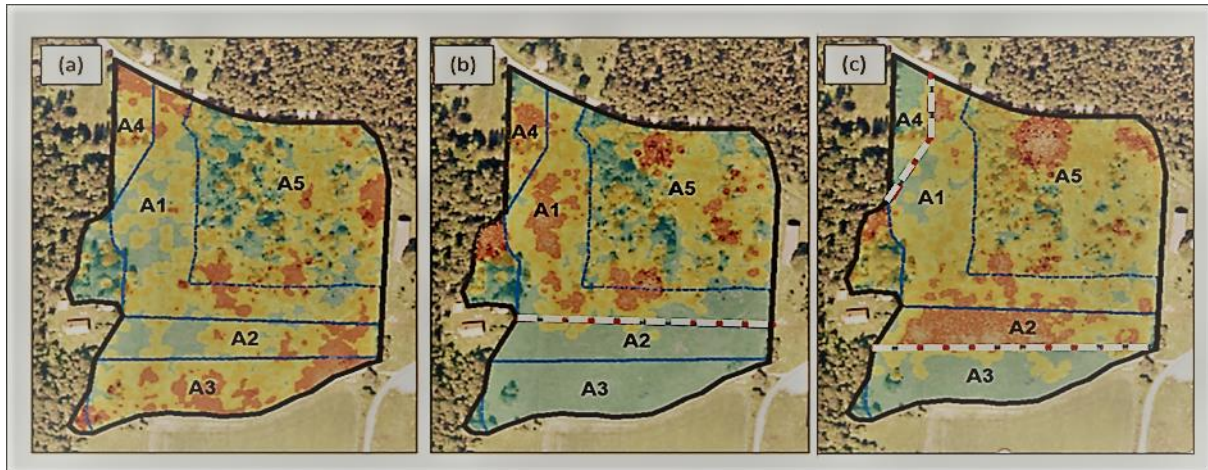


Figur 1. Schematisk bild över hur det virtuella stängslet Nofence fungerar för djuren. Teknologin består av ett halsband som kommunicerar med satelliter samt det mobila datanätet. Beteshagen definieras av GPS-gränser (virtuella gränser) som skapas och ändras i en app. När djuret passerar en virtuell gräns avger halsbandet en ljudsignal. Ljudsignalen stängs av om djuret går tillbaka in i hagen. Om djuret fortsätter framåt avger halsbandet en svag elstöt efter 5–0 sekunder beroende av djurets hastighet. Tekniken är enligt svensk djurskyddslag inte godkänd att användas i Sverige idag men forskning pågår hur den påverkar djurens välfärd. Illustration: Nofence AS.

Mellan 5 maj och 13 juni genomfördes veckovisa vegetationsmätningar längs linjer som var placerat med 20 meters mellanrum över de öppna områdena i betesmarken. Vid vart fjärde steg genomfördes en vegetationsmätning med en elektronisk Jenquip EC20-gräshöjdsjämnare vilket resulterade i ca 3 000 mätningar. GPS-data från djurens positioner användes för att skapa värmekartor med verktyget Kernel Density i ArcMap. De statistiska modellerna för vegetationshöjd och resultat togs fram i paketen "Lme4" respektive "effects" i statistikprogrammet R.

## Resultat och diskussion

Detta den första studien i Sverige med virtuella stängsel i en naturbetesmark i ett heterogent landskap med skog och öppen jordbruksmark. Vi fann att betestrycket inom en gräsmark lätt kunde styras med hjälp av en mobiltelefonapplikation och virtuell stängselteknik. Den observerade variationen i betestryck visas dels genom värmekartor över djurens aktivitet i förhållande till de olika scenarierna för virtuell inhägnad (figur 2), dels genom mätningar av vegetationshöjden (figur 3). Djuren lärde sig mycket snabbt att associera ljudsignalen med den virtuella gränsen och anpassade sin vistelseyta utifrån de olika stängselgränserna. Rymningar (när djuren tar sig över gränsen och en notis skickas till mobiltelefonen) skedde endast under dag ett i försöket (inlärningsperioden). Det var också då djuren fick flest antal elstötar per dag för att sedan minska under hela försöket (tabell 1).



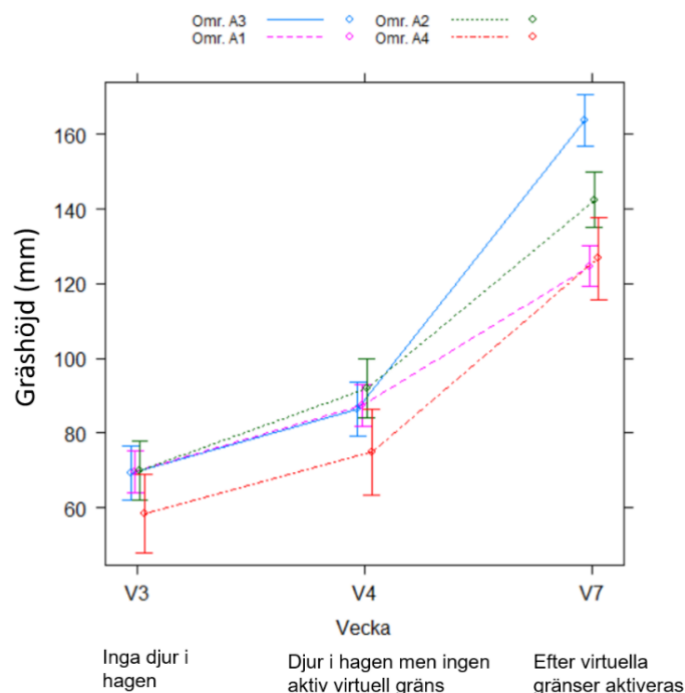
Figur 2. Värmekartor över kvigornas positioner utifrån Nofence GPS-halsband vid olika stängselavgränsningar. Den heldragna tjocka linjen visar det yttre elstängslet. De tjocka streckade linjerna visar positionerna för de olika virtuella gränserna. De smala linjerna visar områden med olika betesnivåer (se figur 3). De mörkare områdena (rött i färgbild) visar var djuren uppehållit sig mest. Observera att figur (b) inte visar positioner från de två första dagarna av inlärningsperioden med virtuellt stängsel.

Våra resultat visar på en effektiv styrning av djurens betetryck som därmed kan skapa en varierad vegetationsutveckling i beteshagen. Detta belyser potentialen att använda tekniken för olika naturvårdsinsatser. Det är dock viktigt att belysa att frågeställningarna för naturvårdsyftet i denna studie var sekundära i förhållande till de parallella studierna kring djurvälstånd som genomfördes (som kommer att rapporteras under 2023). Studien blev därför begränsad till en djurgrupp på en specifik plats och vi kunde i denna studie inte replikera behandlingar eller utforma skräddarsydda scenarier för skötsel av biologisk mångfald och naturvård. Denna studie är dock ett bevis på att virtuella stängsel kan användas för att styra betetryck i syfte att uppnå specifika mål för vegetationsskötsel. Nästa steg är att testa tekniken med verkliga scenarier för naturvårdsskötsel där specifik styrning av betetrycket behövs för den biologiska mångfalden på gräsmarker.

Projektet finansierades av Super-G (Horizon 2020 GA N.774124), SustAnimal och Världsnaturfonden (WWF). Fullständiga resultat och fördjupade diskussioner och erfarenheter kommer att presenteras i rapporter under 2023.

Tabell 1. Registrerade ljudsignaler och elstötter från Nofence-halsbanden för olika stängselavgränsningar, beräknat på gruppnivå. Kolumnen till höger visar perioden då djuren hägnades in i en hage med fyra virtuella gränser under tre veckor. Den virtuella gränsen var då placerad ca 20 m innanför elstängslet.

	1 virtuell gräns (figur 2b) (inlärningsperiod)	2 virtuella gränser (figur 2c)	4 sidor med virtuella gränser
Ljudsignaler/individ/dag	6,8	6,0	5,5
Elstötter/individ/dag	1,8	0,6	0,2



Figur 3. Rumslig variation i gräshöjd (nedtryckt enligt gräshöjdmätare) i fyra områden (figur 2) efter att virtuellt stängsel använts i betesmarken. Område A3 var utanför det virtuella stängslet (högst vegetation V7). Områden A2 och A4 var utanför den virtuella gränsen delar av försöksperioden. Område A1 betades under hela försöksperioden. (se figur 2 för olika stängselavgränsningar och djurens positionsdata i betesmarken).

## Referenser

- Ahrné K., Bengtsson B.Å., Björklund J.-O. och Öckinger E. (2020) Rödlista 2020 – expertkommittén för fjärilar. Artfakta. Sveriges lantbruksuniversitet. Artdatabanken. Tillgänglig online 2022-12-10.
- Bengtsson J., Bullock J.M., Egoh B., Everson C., Everson T., O'Connor T., O'Farrell P.J., Smith H.G. och Lindborg R. (2019) Grasslands – more important for ecosystem services than you might think. *Ecosphere* 10(2), e02582.
- Berg Å., Cronvall E., Eriksson Å., Glimskär A., Hiron M., Knape J., Pärt, T., Wissman J., Żmihorski M. och Öckinger E. (2019) Assessing agri-environmental schemes for semi-natural grasslands during a 5-year period: can we see positive effects for vascular plants and pollinators? *Biodiversity and Conservation* 28(14), 3989–4005.
- Birdlife International <http://datazone.birdlife.org/species/factsheet/pallid-harrier-circus-macrourus/text>  
Tillgänglig online 2022-12-10.
- Jamieson A. och Hessle A. (2021) Hinder och möjligheter för ökad naturbetesdrift ur ett lantbrukarperspektiv – en kunskapsöversikt. *SustAnimal rapport 1*. [www.sustainimal.se](http://www.sustainimal.se).
- Jordbruksverket (2020). Rapport 2020:10 Digitaliserad teknik för att främja betesdrift.
- Pakanen V.M., Luukkonen A. och Koivula K. (2011) Nest predation and trampling as management risks in grazed coastal meadows. *Biodiversity and Conservation* 20(9), 2057–2073.
- Schils R. L., Bufe C., Rhymer C.M., Francksen R.M., Klaus V.H., Abdalla M., Abdalla M., Milazzo F., Lellei-Kovács E., Berge H., Bertora C., Chodkiewicz A., Dámátfűrcs C., Feigenwinter I., Fernández-Rebollo P., Ghiasi S., Hejduk S., Hiron M., Janicka M., Pellaton R. och Price J.P.N. (2022) Permanent grasslands in Europe: Land use change and intensification decrease their multifunctionality. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 330, 107891.
- Spörndly E och Glimskär A. (2018) Betesdjur och betetryck i naturbetesmarker. Sveriges lantbruksuniversitet. *Inst. för husdjurens utfodring och vård. Rapport 297*.

## Utveckling av en standardiserad metod för att inventera skador i gröda orsakade av vilt

P. Kjellander<sup>1</sup>, J. Morel<sup>2,3</sup>, J. Månsson<sup>1</sup>, D. Parsons<sup>3</sup> och F. Rumiano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för ekologi, Riddarhyttan <sup>2</sup>Europeiska Kommissionen, Ispra, Italy <sup>3</sup>SLU, Institutionen för växtproduktionsökologi, Umeå

Korrespondens: petter.kjellander@slu.se

### Sammanfattning

Flera stora vilda djurarter orsakar kostsamma skador för jordbruket. Förlorad skörd till följd av bete, tramp, förorening av vall som påverkar ensilagekvaliteten samt maskinskadorna p.g.a. uppbökade stenar och jord tillhör de mest kostsamma orsakerna. De viktigaste och mest uppmärksammade skadegörarna är för närvarande vildsvin, där en beräkning från 2015 skattade kostnaderna till mer än 1 miljard kronor per år. Älg, kronhjort, rådjur, dovhjort och inte minst de s.k. storfåglarna (tranor, gäss och sångsvan) förorsakar också skador i fält till en kostnad på 3–6 miljoner kronor. I detta uppdrag från Naturvårdsverket undersöks möjligheterna att utveckla ett verktyg för att identifiera och mäta denna typ av skador på ett systematiskt och upprepbar sätt. Detta görs för att i förlängningen kunna värdera och förebygga skadorna. Vi avser att utveckla tekniska metoder för att i första hand objektivt identifiera och mäta viltskadans storlek på såväl lokal (gårdsnivå), regional samt på sikt även på nationell nivå, baserat på bilder med olika upplösning från drönare och satellit). Det är sannolikt möjligt att utveckla ett s.k. ”early warning system” så att växtodlare, jägare och myndigheter redan i början av odlingsssäsongen får en skadeprognoz så att relevanta förebyggande åtgärder kan sättas in i tid.

### Material och metoder

Under odlingsssäsongen 2022 inventerades 16 fält med vall eller bete samt 5 fält med havre eller vete, på Mörkö i Södermanland. Fälten inventerades med avseende på samtliga skador som är möjliga att urskilja, dvs. viltskador, skador orsakade av maskiner, såmistor och torkskador. Parallellt med skadeinventeringen genomfördes flera drönarflygningar (40 m höjd) över samma fält, med sammanlagt fyra olika sensorer (Lidar ( $\geq 200$  mätpunkter/m<sup>2</sup>), RGB ( $\geq 24$  MP upplösning), Multispektral ( $\geq 5$  band), IR (kalibrerad  $\pm 2$  %, FLIR A655). Inventeringarna genomfördes vid två olika tillfällen på varje fält, dels tidigt under säsongen samt dels så nära skörd som möjligt. Cirka 1 000 skador har registrerats och fotograferats. Under november 2022 har bildanalysarbetet för gräsmarkerna startat.

### Diskussion

Målet är att insamlat bildmaterial laddas upp på en hemsida och momentant genereras då ett analysresultat av den skadade arealens storlek, sannolika skadeorsaker för olika arealer samt, efter växtodlingsssäsongens slut, även den faktiska kostnaden för skadorna. Kostnaden baseras på det aktuella årets normalskörd för området och aktuellt försäljningspris. Dessutom förutspår vi en framtida utveckling av ett s.k. ”early warning system” som på en större regional skala, redan tidigt på våren, kan prognostisera viltskadeläget i hela eller delar av ett län så att relevanta åtgärder för att förebygga ytterligare skador kan initieras. Systemet bör drivas och förvaltas som ett nationellt viltskadeövervakningssystem, sannolikt av en myndighet, såsom Naturvårdsverket, Jordbruksverket eller Länsstyrelsen. Systemet är tänkt att i ett första steg övervaka vissa utvalda grödor och mäta skador konsekvent och jämförbart, år efter år. På så



sätt kan skadornas storlek och omfattning följas nationellt och ligga till grund för faktabaserade viltförvaltnings- och politiska beslut. Den nationella inventeringen skulle på så sätt fylla en funktion som liknar skogsbrukets existerande årliga betesskadeinventering av tallungskog (ÄBIN).

## **Så räddar vi sånglärkornas häckning i vallarna!**

J. Sondell och S. Thorsell

Föreningen Kvismare Fågelstation, c/o Hans Waern, Kumla

Korrespondens: jan.sondell@telia.com

### **Sammanfattning**

Med medel från i huvudsak Jordbruksverket har Kvismare fågelstation bedrivit studier över möjligheten att begränsa skadorna vid tidig vallskörd för främst sånglärkans häckning. Studierna bedrevs åren 2020 till och med 2022. Till en början erhöles ingen effekt av de provade åtgärderna, men i juni 2021 upptäcktes att sånglärkorna ansamlades till en jordvall som lagts upp i samband med dikesrensning. Skillnaden mellan jordvallen och en kontrolyta i fältet var höggradigt signifikant. Året därpå gjordes försök med att plöja två jordsträngar i ett stort fält med vallgröda. Ena jordsträngen förhöjdes med hjälp av ett schaktblad för att skapa extra utsikt. Båda de plöjda strängarna gav ungefär samma resultat, höggradigt signifikant jämfört med en kontrolyta i orörd vallodling. Vi kunde också konstatera att lärkornas huvudsakliga boaktiviteter pågick inom 40 m från jordsträngarna. I två olika försök kunde vi alltså konstatera att sånglärkorna ansamlades intill stråk med öppen jord i vallarna.

### **Introduktion**

Fram till mitten av 1990-talet skördades vallarna i Sverige genom slåtter och torkning av hö, först i hässjor och sedan på gårdarnas höskullar med hjälp av fläktar. Idag har ensilage slagit igenom som huvudsaklig konserveringsmetod och gräset kan tas tillvara i halvfuktigt tillstånd. Samtidigt har möjligheterna till tidig skörd förbättrats vilket innebär att gräset slås tidigare i växtcykeln när näringsinnehållet är som störst, vilket inträffar före maj månads utgång i södra Sverige.

Sånglärkan är vår vanligaste tätting som häckar på stora öppna fält. Åkerarealen besås i Sverige idag till nästan 50 % med vallväxter och andra fodergrödor. Första skörd tas redan i slutet av maj i mellersta och södra Sverige. Sånglärkorna har då i regel nykläckta ungar i bona. Det betyder att nästan alla bon av sånglärka i vallarna förstörs. Även övriga fågelarter som häckar i vallarna får sina bon påverkade på liknade sätt. Även borymmande vadarungar såsom storspov får det svårt. Det är mycket angeläget att finna metodik som minskar skadorna på häckande fåglar i vallarna samtidigt som lantbrukarnas skörd av ensilage inte påverkas i alltför hög grad.

Problemet att minska skadorna på häckande fåglar i vallarna är alltså stort men samtidigt svårlöst. Kvismare Fågelstation är belägen mitt i ett stort jordbruksområde och personalen där har tidigare studerat lärkans förekomst i fälten (Sondell *et al.*, 2016). Nu ville vi försöka hitta lösningar på problemet. Pengar söktes och erhöles för ett treårsprojekt från Jordbruksverket. I starten hade vi inga säkra idéer om vilket tillvägagångssätt som kunde vara en framgångsrik lösning på problemet. Vad vi kunde göra var att lägga ut ett antal försök och studera hur lärkorna skulle reagera.

Sånglärkor etablerar bara revir på stora öppna ytor. De undviker närhet till trädridåer och skogskanter (Phia *et al.*, 2003). Eftersom näringsöket kan ske upp till flera hundra meter från boet (Sondell, 2017) kan boets plats varieras, troligen utan större problem. Det gäller alltså att försöka koncentrera lärkbona till en mindre del av fälten.

Tänkbara lösningar på problemet var som följer (med antal utlagda försök inom parentes):

- Betesföljd, s.k. förbete på våren (1)
- Variera grödans artsammansättning (2)
- Åstadkomma spårbildning i åkern för näringssök (3)
- Undersöka lärkans relativa förekomst i orörda kantzoner (intill vattendrag/diken) (3)
- Jämföra konventionell med ekologisk odling (1)
- Lämna osådda stråk i vallen genom plöjning eller uppläggning av jordsträngar (2)
- Utsättning av utsiktsskåpar (1)

## Material och metoder

Lärkstudierna bedrevs på jordbruksmarken omkring Kvismarsjöarna i sydöstra Närke. Några försök gjordes även söder om Tysslingen och väster om Örebro. Sex stora gårdar fungerade som huvudsakliga markvärdar (se nedan). Stora fält med ensilagegröda utan kontakt med träd-ridåer valdes ut. På en del av fältet gjordes en åtgärd enligt ovanstående lista. På fältet markerades också en orörd kontrolllyta. Lärkornas frekvens (antalet uppträdande individer) följdes sedan upp genom linjetaxering av prov- respektive kontrollytan i varje försöksled. Antalet synliga lärkor på varje avsnitt av linjen räknades. Bredden sattes till 40 m på varje sida om linjen och avståndet bedömdes av fältpersonalen i relation till kända avstånd på marken.

## Resultat

Här kommer endast ett försök på Hammars gård, Sköllersta kommun, år 2022 att redovisas. Försöksytan var belägen strax sydost om gården (figur 1). Där plöjdes två stråk, ett i markhöjd och ett förhöjt ca 30–50 cm. Två kontrollstråk av samma längd markerades mitt på fältet väster om de plöjda stråken. Resultatet av inventeringen som skedde vid nio tillfällen framgår av tabell 1. Vallen skördades 20 juni 2022.

Skillnaden mellan antalen observerade sånglärkor i stråk 1 och stråk 3 respektive 4 är statistiskt signifikant ( $t = 6,34$ ,  $P < 0,01$ ). Det gäller också mellan stråk 2 och stråk 3 respektive 4. Någon säker skillnad kan inte konstateras mellan stråk 1 och 2 ( $t = 1,26$ ,  $P < 0,2$ ). Jordsträngens höjd har alltså troligen inte någon betydelse, vilket underlättar arbetet med att anlägga jordsträngar.

Tabell 1. Redovisning av inventering på vallåker på Hammars gård. Tabellen anger hur många sånglärkor som observerats i varje stråk vid varje inventeringstillfälle.

Datum	Stråk 1	Stråk 2	Stråk 3	Stråk 4
	Låg jordsträng	Hög jordsträng	Kontroll, ej plöjt	Kontroll, ej plöjt
8 maj	11	8	2	3
12 maj	2	8	1	0
17 maj	4	5	1	1
22 maj	4	8	0	1
27 maj	5	4	1	0
1 juni	3	4	1	2
7 juni	5	3	1	2
12 juni	7	5	1	1
17 juni	3	3	1	0
Summa	44	48	9	10
Medeltal	4,9	5,3	1,0	1,1
Std. avv.	5,66	3,54	0,71	2,12



Figur 1. Lokalisering av plöjda stråk på vallåker i förhållande till Hammars gård (i NV) samt bild av ett plöjt stråk.

### **Diskussion – förslag till ersättningssystem vid senarelagd skörd intill plöjda stråk**

För att snabbt kunna tillgodogöra sig den här redovisade kunskapen och få effekt på fåglarnas häckning och få till stånd åtgärder för att minska skadorna på sånglärkans och en del andra vallhäckande fågelarter föreslår vi en utvidgning av jordbruksstödet.

Vi föreslår två varianter av ersättning: 1) *för senareläggning av slåtter* och 2) *för senareläggning av slåtter i skyddszon med jordsträng*. Här bör från början påpekas att ersättningsnivåerna bara är förslag. De kan behöva förhandlas mer ingående. Det första förslaget innebär att den första skörden på hela åkerskiftet förskjuts i tiden och inte görs förrän tidigast 1 juli. Inga begränsningar sker för senare skördar. I första hand riktas detta förslag till hästgårdar och gårdar med produktion av dikor. Förslaget är att en ersättning på 3 000 kr/ha årligen utbetalas via jordbruksstöden från Jordbruksverket till brukare som sköter sin vall på detta sätt. Den här vallen kan eventuellt få en egen grödkod och kallas lärkvall. Arealen bör vara minst 7 ha.

Den andra varianten lämpar sig bäst för mjölkgårdar och kallas alltså ”skyddszon med jordsträng”. Som redovisats i studien ovan går det att koncentrera häckningarna av sånglärka till vallgröda i anslutning till plöjda stråk. I det här fallet föreslår vi att en del av vallen omfattande 45 m på båda sidor av en plöjd jordsträng på cirka 10 m tidigast får slås 1 juli. Det innebär att området som inte slås vid normal tidpunkt blir cirka 100 m brett, 90 m bredd som slås senare och 10 m plöjd yta som inte slås överhuvudtaget. Bredden kan självklart anpassas till gårdens förutsättningar och maskinpark, men aldrig mindre än 2 m × 40 m plus jordsträng. Den oskördade delen av vallen kan även få betesputsas efter 1 juli om det bättre stämmer in i gårdens skötsel. Ersättningen föreslås bli 4 000 kr/ha årligen för området med senarelagd skörd plus jordsträng, och ingå i jordbruksstöden från Jordbruksverket. Minimiareal på en åker med den här typen av skyddszon bör vara 10 ha och stödet bör gälla Götaland och Svealand. Inga begränsningar finns för senare skördar under säsongen. Vallar ligger normalt flera år, varför den plöjda jordsträngen behöver harvas efterföljande år, så att mineraljord alltid kommer i dagen.

### Tack till medverkande lantbrukare

Följande lantbrukare eller representanter för lantbrukarna har medverkat i projektet och de tackas härmed varmt för sina bidrag till resultatet. Filip Dalme och Bengt Dalme, Hammar, Anders Gustavsson och Sven Fischer, Sörby säteri, Stig Olsson, Oxelvärsta, Anna Carlsson, Svenska Vallföreningen, Magnus Frykholm, Ön, Lars Eric Anderson, Åkerby säteri och Mikael Ljungstedt, Örebro kommun.

### Referenser

- Piha M., Pakkala T och Tiainen J. (2003). Habitat preferences of the Skylark *Alauda arvensis* in southern Finland. *Ornis Fennica* 80(3), 97–110.
- Sondell J., Murray J. och Persson M. (2016) Is early grass harvest for silage an overlooked reason for skylark population declines in Sweden? *Ornis Svecica* 26, 104–120.
- Sondell J. (2017) Are large fields of autumn crop at Kvismaren, central Sweden commonly used as nesting and food search habitats for Skylark (*Alauda arvensis*)? *Ornis Svecica* 27, 89–120.

## Forage grassland biomass estimation using Sentinel-2 imagery at high latitudes

J. Peng, J. Morel and D. Parsons

Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Crop Production Ecology, Umeå

Corresponding author: junxiang.peng@slu.se

### Sammanfattning

Vallar för foderproduktion är den viktigaste grödan i de nordiska länderna och den huvudsakliga näringskällan för utfodring av idisslare. För att optimera gårdarnas ekonomiska och biologiska förutsättningar krävs korrekt och aktuell fältspecifik information. Sentinel-2-satelliter ger högupplösta bilder som kan användas för övervakning av vegetation i nära realtid. I denna studie användes multispektrala data från Sentinel-2-satelliter för att uppskatta mängden torrsubstans (ts), uttryckt som kg ts per hektar i vallar i norra Sverige. Fältmätningar genomfördes under två år på fyra platser med olika jord- och klimatförhållanden. Olika metoder av multivariat regression (MR) testades på sin förmåga att korrekt och robust kunna uppskatta ts-avkastningen under säsongen med hjälp av reflektansvärden och vegetationsindex erhållna från spektrala våglängdsband från Sentinel-2. De testade metoderna var minsta kvadratmetoden (PLS), supportvektormaskiner (SVM) och s.k. random forest-algoritmer (RF). En fullständig kalibrerings-, validerings- och utvärderingsprocess genomfördes 300 gånger för att bedöma robustheten hos varje modell. RF gav de mest stabila och robusta resultaten; Nash-Sutcliffe modelleffektivitetsvärdena för (genomsnitt ± standardavvikelse) för kalibrering, validering och utvärdering med RF var  $0,92 \pm 0,01$ ,  $0,55 \pm 0,22$  och  $0,86 \pm 0,04$ . Alla maskininlärningsalgoritmer kräver en mycket stor datauppsättning för att bli stabila när det gäller prestanda. Ytterligare data behöver därmed samlas in för att bekräfta våra resultat.

### Introduction

Leys (short term grasslands in a crop rotation) are the main feeding source of livestock for dairy and meat production, and dominate the agricultural land use in most parts of the Nordic countries. Leys typically have 2–3 harvests every year. Determining the harvest window, especially for the first harvest, has always been important for farmers, since it directly affects the forage yield, quality and, ultimately, the profitability (Gunnarsson *et al.*, 2009). Accurate estimation of forage biomass is one of the drivers to determine the harvest time, and is also important for fertilisation strategies and herbicide spraying (Zhou *et al.*, 2019).

Open-access satellites supply multispectral images at spatial resolution of 10–20 m for large-scale vegetation monitoring (Chen *et al.*, 2021), and their practical use is supported by technical maturity, low cost, and large-field application availability (Khanal *et al.*, 2020). The Copernicus Sentinel-2 satellite constellation provides open access images with high spatial resolution and high frequency of revisit, of about 2–3 days in Northern Sweden.

Multivariate regression (MR) methods such as partial least square (PLS; Zhou *et al.*, 2019), machine learning based support vector machine (SVM; Mountrakis *et al.*, 2011) and random forest (RF; Belgiu and Drăguț, 2016), are widely utilised for crop applications as they have no need for data distribution assumptions. They can handle collinearity of predictor variables, and deal with non-linearity with relatively high processing speed (Zhou *et al.*, 2019).

There are no published studies estimating forage biomass using Sentinel-2 data in Sweden. Therefore, the aim of this study was to build a robust regression model for forage biomass prediction in leys using Sentinel-2 multispectral data in Northern Sweden.

## Material and methods

Field samplings were conducted from 2019 to 2020 in Northern Sweden (63–65.5°N) at four locations: Ås, Lännäs, Öjebyn and Röbbäcksdalen. In each sampling site and year, a square frame quadrat with length 50 cm was used to take samples. For each sample, three sub-samples 1–2 m apart were taken, GPS coordinates were recorded, and samples harvested at 8 cm above the ground in order to account for typical farming practice. Samples were oven dried at 60°C for 48 hours, and weighed in order to calculate dry matter yield. Sample dry matter yield was obtained by averaging the three sub-samples values.

Sentinel-2 images acquired during the growing season were downloaded (approximately May–September, depending on the specific growing time and cloud cover) from the European Space Agency website (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) in 2019–2020. The characteristics of the spectral wavelength bands (wavelength and bandwidth) can be found at <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/user-guides/sentinel-2-msi/resolutions/spatial>.

The downloaded Scene Classification map (SCL) imagery was used to mask out all of the pixels which were recognised as non-vegetation, before further processing and analysis. For each sampling event, cloud-free satellite imagery up to three days before the sampling was selected. Reflectance information from each band was then extracted using the “*extract*” function from package “*raster*” in the statistical programme R (ver. 3.5.1; R Core Team, 2019). The extracted reflectance values and dry matter yield values of each sub-sample was averaged for regression analysis data assembling.

PLS, SVM and RF were used with pixel-wise individual spectral bands and calculated vegetation indices (VIs) as input variables. This approach enables utilisation of all information to the largest extent (Adar *et al.*, 2022). The “*pls*”, “*e1071*”, and “*Random Forest*” packages in R were used to run PLS, SVM and RF, respectively.

We used a calibration/validation/evaluation strategy to test the robustness of the models. Data from Röbbäcksdalen 2019 was set aside for evaluation as evaluation dataset. The remaining dataset was randomly sampled for calibration of the regression models (75 %), and validation (25 %). All of the multivariate models were tested 300 times to evaluate the effect of the data splitting on model performance. For all models, goodness of fit was quantified by Nash-Sutcliffe model efficiency (*NSE*; Zeybek, 2018) and root mean square error (*RMSE*).

## Results and discussion

Table 1 shows the results from the PLS, SVM and RF models. Overall, calibration accuracies were high, with mean *NSE* and *RMSE* ranging from 0.81 to 0.95 and 0.19 to 0.39 t ha<sup>-1</sup>, respectively. However, for the validation, the accuracies decreased. Mean *NSE* ranged from 0.34 to 0.61, and mean *RMSE* increased to 0.58 to 0.75 t ha<sup>-1</sup>. Evaluation underlined obvious models differences, as RF performed better than PLS and SVM (mean *NSE* and *RMSE* values of 0.86 and 0.26 t ha<sup>-1</sup>).

For both calibration and validation, SVM and RF performed better than PLS. The accuracy of SVM was slightly higher than RF due to the relatively higher mean *NSE*, but RF was more stable for calibration since standard deviation (*SD*) value was lower. In terms of model evaluation, RF showed better performance than PLS or SVM, with higher *NSE* and less spread of values. The relationship between observed and estimated biomass for the RF model using calibration, validation, and evaluation datasets is shown in Figure 1.

Table 1. Statistical analysis results for the multivariate regression modelling of dry matter yield. The values show the statistical distribution (Mean  $\pm$  Standard Deviation) of *NSE* and *RMSE* from 300 model runs.

Indicator	Calibration			Validation			Evaluation		
	PLS	RF	SVM	PLS	RF	SVM	PLS	RF	SVM
<i>NSE</i>	0.81 $\pm$ 0.17	0.92 $\pm$ 0.01	0.95 $\pm$ 0.04	0.34 $\pm$ 0.41	0.55 $\pm$ 0.22	0.61 $\pm$ 0.21	0.35 $\pm$ 1.11	0.86 $\pm$ 0.04	0.61 $\pm$ 0.26
<i>RMSE</i> (t ha <sup>-1</sup> )	0.39 $\pm$ 0.17	0.27 $\pm$ 0.03	0.19 $\pm$ 0.11	0.75 $\pm$ 0.21	0.63 $\pm$ 0.17	0.58 $\pm$ 0.17	0.49 $\pm$ 0.31	0.26 $\pm$ 0.03	0.43 $\pm$ 0.14

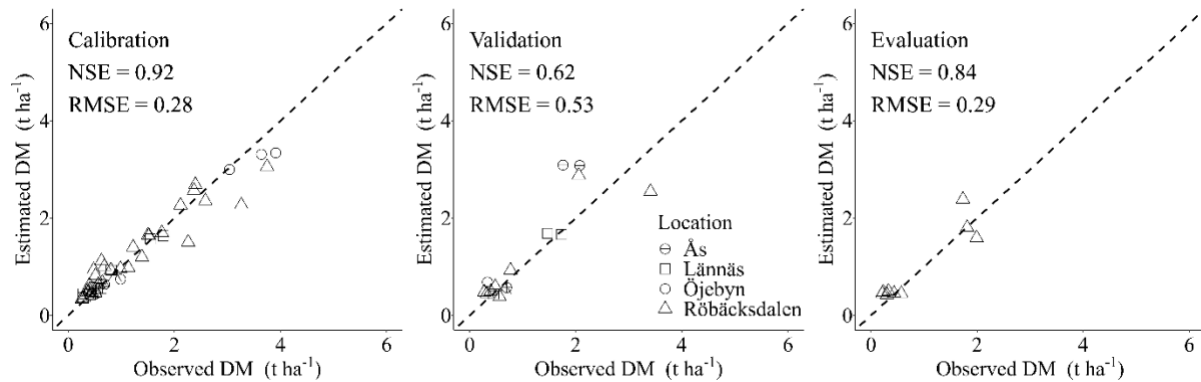


Figure 1. Observed vs. estimated dry matter (DM, t ha<sup>-1</sup>) for selected RF with calibration *NSE* value of 0.92 (average value of 300 times running, Table. 1).

In this study, all three methods produced acceptable results. PLS and RF enable examination of the importance of different predictor variables, and consequent discarding of less important and collinear variables, which can significantly improve the model robustness. The tuning of hyperparameters (kernel, *C* and gamma; Mountrakis *et al.*, 2011) of SVM is a key to build accurate and robust models. It requires an exhaustive iterative grid search to select optimal values of the hyperparameters. One reason why SVM models built in this study are less robust than RF models could be that the grid search procedure was not able to find the best combination of hyperparameters.

Even though MR models created relatively robust models, especially for model calibration and evaluation, when the validation was taken into consideration there were obvious overfitting problems. The small dataset size of the study is likely the reason, since building a robust machine learning based model needs relatively large datasets. The reason why SVM and RF produce better results than PLS was probably that PLS is based on a linear approach and that the relationship between biomass accumulation and reflectance is a non-linear process, which can be better handled by SVM and RF.

The presence of bare soil in satellite pixels could be another reason, especially at earlier growing stages. Adar *et al.* (2022) found that machine learning based forage yield prediction models can be much improved by using satellite pixels over more developed crops (with higher leaf area index). In this study, we also attempted to use only individual spectral bands or vegetation indices (VIs) as predictor variables but the results were poorer (data not shown). One possible reason why involving VIs as predictor variables improved the model accuracy compared to only use individual spectral bands as predictor variables is that several soil sensitive VIs contributed to untangle soil and plant signals.



The combination of Sentinel-1 and Sentinel-2 data would be another solution, since combining these data sources could increase the diversity of predictor variables, thus potentially yielding more accurate results.

This work, although exploratory, demonstrates the potential of Sentinel-2 satellite images to evaluate the dry matter yield of leys in Northern Sweden. It should now be confirmed with further studies covering the whole of Sweden. If confirmed by further studies, these results could be used as a basis for an operational decision support tool. As the satellite images and the codes developed all rely on open-access licenses, and considering the many cloud-computing services include Sentinel-2 data in their catalogue (such as Google Earth Engine and Amazon Web Services), the findings presented in this study could relatively easily be transferred to a web-based service for farmers.

This work was funded by Regional jordbruksforskning för norra Sverige and Stiftelsen Lantbruksforskning.

## References

- Adar S., Sternberg M., Paz-Kagan T., Henkin Z., Dovrat G., Zaady E. and Argaman E. (2022) Estimation of aboveground biomass production using an unmanned aerial vehicle (UAV) and VEN $\mu$ S satellite imagery in Mediterranean and semiarid rangelands. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 100753.
- Belgiu M. and Drăguț. (2016) Random forest in remote sensing: A review of applications and future directions. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 114, 24–31.
- Chen Y., Guerschman J., Shendryk Y., Henry D. and Harrison M.T. (2021) Estimating Pasture Biomass Using Sentinel-2 Imagery and Machine Learning. *Remote Sensing* 13, 603.
- Gunnarsson C., Spörndly R., Rosenqvist H., De Toro A. and Hansson P.A. (2009) A method of estimating time-liness costs in forage harvesting illustrated using harvesting systems in Sweden. *Grass and Forage Science* 64, 276–291.
- Khanal S., Kushal K.C., Fulton J.P., Shearer S. and Ozkan E. (2020) Remote sensing in agriculture – accomplishments, limitations, and opportunities. *Remote Sensing* 12, 3783.
- Mountrakis G., Im J. and Ogole C. (2011) Support vector machines in remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 66, 247–259.
- Team R.C. (2019). R: A language and environment for statistical computing.
- Zeybek M. (2018). Nash-sutcliffe efficiency approach for quality improvement. *Journal of Applied Mathematics and Computation* 2, 496–503
- Zhou Z., Morel J., Parsons D., Kucheryavskiy S. and Gustavsson A.-M. (2019) Estimation of yield and quality of legume and grass mixtures using partial least squares and support vector machine analysis of spectral data. *Computers and Electronics in Agriculture* 162, 246–253.

## Växtföljdens betydelse för rödklövernens uthållighet i blandvallar

S. Bergqvist<sup>1,2</sup>, G. Bergqvist<sup>1</sup>, J. Forkman<sup>1</sup>, D. Parsons<sup>2</sup> och N. Nilsson-Linde<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala

<sup>2</sup>SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi, Umeå

Korrespondens: sanna.bergqvist@slu.se

### Sammanfattning

Produktion och kvalitet i en blandvall är till stor del beroende av rödklövernens uthållighet. Dess uthållighet påverkas av både odlingsstrategi och sjukdomar som orsakar minskad avkastning över tid. Försöksserien R8-71 är ett långliggande experiment som etablerades under 1950-talet där rödklöver ingick i blandvallar i olika odlingsystem på tre platser. Vallarna etablerades insådda i korn i sexåriga växtföljder. Vallen behölls och skördades därefter i antingen två, tre eller fem år. Vi har undersökt huruvida rödklövernens uthållighet minskar när proportionen vall i växtföljden ökar. I den femåriga vallen minskade andelen klöver det första vallåret för varje växtföljdscykel ( $P = 0,032$ ), men ingen sådan effekt fanns för den tvååriga eller treåriga vallen. Inom den sexåriga växtföljden började proportionen rödklöver minska märkbart under det andra vallåret i både den treåriga och femåriga vallen. Resultaten indikerar att längre avbrott mellan vallåren i växtföljden kan upprätthålla proportionen rödklöver det första vallåret, dock förbättras inte uthålligheten de efterföljande vallåren.

### Introduktion

Rödklöver (*Trifolium pratense* L.) ökar koncentrationen av råprotein i vallen utan tillsats av extra kvävegödsel och är ett vanligt inslag i svenska slåttervallar. Rödklöver lider av en kort uthållighet i vallen som kan bero på flera olika faktorer. Syftet med denna studie var att genom användning av data från det långliggande experimentet R8-71 utvärdera hur förekomsten av vall i växtföljden påverkade uthålligheten hos rödklöver. Hypotesen var att proportionen rödklöver minskar snabbare inom den sexåriga växtföljden och över tid mellan växtföljdscykler om proportionen vall ökar.

### Material och metoder

Det långliggande experimentet R8-71 etablerades i norra Sverige under 1950-talet och pågår än idag till viss del. I denna studie användes data från 1963 fram till 1986, då experimentet reviderades år 1987. Experimentet anlades på tre platser, Offer (63.14°N, 17.75°E), Röbbäcksdalen (63.81°N, 20.24°E) och Ås (63.25°N, 14.56°E) (Zhou *et al.*, 2019). Försöksserien bestod av fyra olika växtföljder som skulle representera de olika inriktningarna inom jordbruk, animalieproduktion respektive produktion av avsalugrödor (tabell 1). En av växtföljderna (D) inkluderade inte någon skörd av vall och exkluderades därför från denna analys. På varje plats fanns två upprepningar, representerade i totalt 48 rutor. Vallarna skördades två gånger per säsong förutom den tvååriga vallen (C) vilken bara skördades en gång det andra vallåret. På grund av detta utfördes jämförelsen mellan de tre olika växtföljderna endast för det första vallåret i varje cykel. Den femåriga och treåriga vallen jämfördes över tre vallår för att identifiera eventuella skillnader i rödklövernens uthållighet inom den sexåriga växtföljden. Odlingsstrategin i växtföljderna anpassades efter de inkluderade grödorna. För mer detaljerad information om detta samt om hur den botaniska sammansättningen uppskattades, se Bergqvist (2021).

Tabell 3. De fyra sexåriga växtföljderna i Offer, Röbbäcksdalen och Ås i försöksserie R8-71.

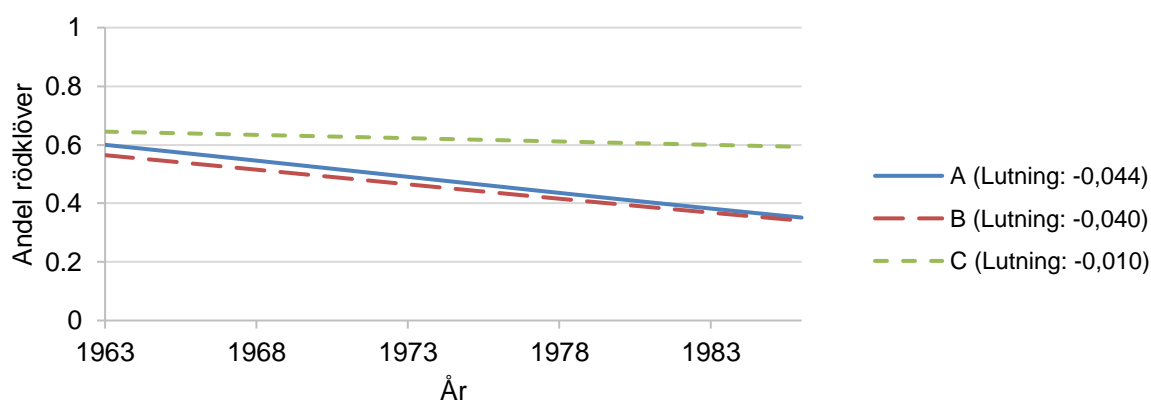
A	Korn + vallinsådd, vall 1, vall 2, vall 3, vall 4, vall 5
B	Korn + vallinsådd, vall 1, vall 2, vall 3, havre + ärt, grönfoderraps
C	Korn + vallinsådd, vall 1, vall 2, höstråg, potatis, havre + ärt
D	Korn + vallinsådd, träda, höstråg, ärt, potatis, morot/kålrot

Vid dataanalysen anpassades en linjär blandad modell i JMP Pro 16.0 och SAS 9.4. Modellen innehöll de förklarande faktorerna *skörd*, *vallår*, *växtföljd* och *plats* för att förklara responsvariabeln *proportion rödklöver*. Trenden över tid modellerades av den kontinuerligt förklarande variabeln  $x$ , definierad som  $x = \text{År} - 1963$ . Faktorn *år* inkluderades med slumpmässiga effekter, vilket tillät slumpmässiga avvikelser från trenden.

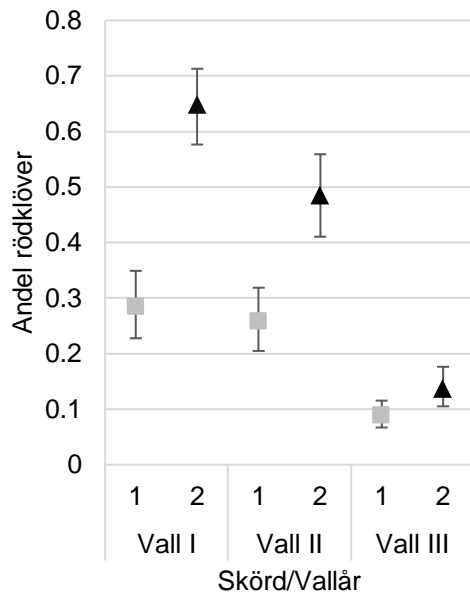
## Resultat och diskussion

Proportionen rödklöver det första vallåret i varje växtföljdscykel påverkades av växtföljden över tid (figur 1). Den femåriga och treåriga vallen hade lutningar som var signifikant skilda från lutningen för den tvååriga vallen. Båda växtföljderna med en högre andel vall hade en minskande trend i proportionen rödklöver över tid, dock var den endast signifikant för växtföljden med fem år vall ( $P = 0,032$ ), men den treåriga vallen var nära signifikans ( $P = 0,051$ ).

Växtföljden med fem år vall förväntades ha en minskning i proportionen rödklöver över tid, dock var det inte väntat att den treåriga vallen skulle ha en liknande trend. Detta indikerar att om tidsperioden mellan vallåren i växtföljden är mindre än tre år finns det inte någon skillnad i påverkan på proportionen rödklöver mellan växtföljderna med tre eller fem år vall. En möjlig förklaring till minskningen av rödklöverandel det första vallåret av den tre- och femåriga vallen är infektion av klöverröta (*Sclerotinia trifoliorum*). Klöverröta är vanligtvis mest allvarlig vid infektion av unga plantor under etableringsåret och första vallåret (Ylimäki, 1967). Det ska dock nämnas att minskningen även kan bero på andra faktorer, såsom ogräs och utvintring.



Figur 1. Förändring i andel rödklöver i samodling med timotej över tid det första vallåret (1963–1986) i växtföljderna A–C med 5, 3 respektive 2 år vall. Värdena i figuren är genomsnitt för första och andra skörd, samt för platserna Offer, Röbbäcksdalen och Ås (för information om växtföljderna A, B och C, se tabell 1).



Figur 2. Påverkan av skördenummer och vallår på andelen rödklöver i samodling med timotej. Värdena i figuren är genomsnitt för växtföljderna A och B samt platserna Offer, Röbbäcksdalen och Ås under åren 1963–1986. Kvadraterna och trianglarna representerar minsta-kvadratmedelvärde av första respektive andra skörd. Felstaplarna representerar 95 % konfidensintervall.

Figur 2 visar samspelet mellan skörd och vallår ( $P < 0,001$ ). Växtföljderna med tre respektive fem år vall var inte signifikant olika inom samma vallår, så i denna figur är de två växtföljderna sammanslagna. Minskningen inom en växtföljdscykel är troligtvis orsakad av rotröta då proportionen rödklöver börjar minska signifikant i andra skörden det andra vallåret följt av ytterligare en skarp minskning det tredje vallåret. I denna studie har dock inte förekomsten av växtskadegörare studerats. Enligt Rufelt (1979) är närvaron av patogener som orsakar rotröta inte endast en konsekvens av en bristfällig växtföljd då dessa kan överleva på en rad olika värdväxter. Om minskningen är till följd av rotröta skulle detta kunna vara anledningen till att det inte syns någon skillnad mellan den tre- och femåriga vallen. I områden fria från sjukdomar som angriper rödklöver kan klövern överleva i mer än åtta år (McBraney, 1987).

Slutsatsen är att proportionen rödklöver det första vallåret av varje växtföljdscykel endast gynnades av växtföljd till viss del där två vallår var mest gynnsamt för andelen rödklöver. Det går dock inte att avgöra om vallens livslängd eller antalet år utan vall har haft betydelse, eller bådaddera. Inom den sexåriga växtföljden var det ingen skillnad i påverkan mellan tre och fem vallår på andelen rödklöver vare sig i vall I, II eller III.

Försöksserien finansieras och underhålls av Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap vid SLU.

## Referenser

- Bergqvist S. (2021) *Long-term effects of cropping system on red clover proportion and crude protein concentration in mixed leys*. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Crop Production Ecology. Uppsala. Master's thesis.
- McBraney J.M. (1987). Effect of fertilizer nitrogen on six-year-old red clover/perennial grass swards. *Grass and Forage Science* 42, 147–152.
- Rufelt S. (1979) *Root rot of red clover, prevalence, cause and importance in Sweden*. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Plant Protection Reports, Agriculture 9. (Summary in English).

Ylimäki A. (1967) Root rot as a cause of red clover decline in leys in Finland. *Journal of the Agricultural Research Centre* 6 (18).

Zhou Z., Palmborg C., Ericson L., Dryler K., Lindgren K., Bergkvist G. och Parsons D. (2019) A 60-years old field experiment demonstrates the benefit of leys in the crop rotation. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science* 69:1, 36–42.

## Vall i växtföljden för minskad klimatpåverkan – avkastning och markkol i långliggande försök

F.F. El Khosht<sup>1</sup>, G. Bergkvist<sup>1</sup>, J. Nilsson<sup>2</sup> och I. Öborn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtproduktionsökologi, Uppsala

<sup>2</sup>SLU, Institutionen för energi och teknik, Uppsala

Korrespondens: fatima.el.khosht@slu.se

### Sammanfattning

Fleråriga vallar i växtföljden bidrar till mer hållbara och produktiva odlingsystem. Vall har potential till betydande kolinlagring och gör att markens jämvikt beträffande kolinnehåll når en högre nivå än när bara ettåriga grödor odlas. Studiens syfte var att utvärdera den långsiktiga effekten av vall i växtföljden samt betydelsen av inblandning av baljväxter i vallen på avkastningen av efterföljande grödor och på markens kolinnehåll. Dessutom utvärderades vallarnas effekt på klimatpåverkan utifrån ett livscykelperspektiv. Studien baserades på 50 års data från tre av SLU:s långliggande fältförsök (1970–2020) där tre sexåriga växtföljder med eller utan vall jämförts vid fyra olika kvävegödslingsnivåer. Avkastningen hos de ettåriga grödorna i växtföljden var störst med baljväxt/gräsvall, speciellt för de två första grödorna efter vallen och vid de två lägsta kvävenivåerna. Vall i växtföljden medförde också mer markkol än växtföljder med bara ettåriga grödor. Växtföljden med baljväxt/gräsvall hade minst klimatpåverkan per kg spannmålsenhet (CU) vid låg kvävenivå. Studien visar också att behovet av mineralgödselkväve blir mindre i växtföljder med baljväxt/gräsvallar och att detta medför ekonomiska och miljömässiga fördelar.

### Introduktion

Där vallen till stor del försvunnit ur växtföljden, som i många slättbygder, minskar kolförrådet i marken och avgår till atmosfären i form av koldioxid, vilket leder till negativ klimatpåverkan. Förutom detta har fleråriga vallar fördelar för odlingsystemet, som förbättrad växtnäringssörjning och minskat ogräs-, sjukdoms- och skadetryck. Vallar med klöver eller andra baljväxter bidrar också med biologisk kvävefixering som ökar markens kväveinnehåll (Peoples *et al.*, 2009). Detta gör att behovet av insatsmedel minskar i växtföljder med vall, en fördel både ur ekonomisk och ur miljömässig synvinkel (Tidåker *et al.*, 2014; 2016). För att öka andelen vall i odlingsystem i Sverige måste antingen de idisslande djuren återkomma till slättbygderna eller andra användningsområden för vallen utvecklas, t.ex. som råvara i biogasframställning, eller fraktionering av biomassan för att renodla protein till mat och foder.

I många studier är vallens fördelar baserade på en bedömning efter inkludering av vall och tillförsel av stallgödsel i växtföljden. I SLU:s långliggande försök (R4-1103) är det möjligt att studera vallens effekt på kolinlagring och avkastning utan tillförsel av stallgödsel. I försöket jämförs växtföljder med och utan vall vid olika kvävegivor. Syftet med studien var att utvärdera effekten av vall i växtföljden baserat på jämförelser av växtföljderna vid olika nivåer av tillfört kväve, samt att utvärdera baljväxternas betydelse för vallens funktion med avseende på avkastning och markkol. De specifika målen var att kvantifiera effekten av vall i växtföljden på efterföljande grödors avkastning, bedöma hur vall i växtföljden påverkar markens kolinnehåll samt att utvärdera effekten på klimatpåverkan av vall i växtföljden utifrån ett livscykelperspektiv.

## Material och metoder

Studien baserades på 50 års data (1970–2020) från SLU:s långliggande försök i Säby (Uppland), Stenstugu (Gotland) och Lanna (Västergötland) som alla anlades på 1960-talet. I försöken jämförs tre sexåriga växtföljder (tabell 1) vid fyra olika kvävenivåer, inget kväve utom vid etablering av höstraps (N0), samt låg (N1), medelhög (N2) och hög (N3) kvävenivå. Mätningar, analyser och beräkningar presenteras utförligt av Nilsson *et al.* (2022).

Tabell 1. Växtföljderna som jämförs i det långliggande försöket R4-1103 på Säby, Stenstugu och Lanna.

År	Blandvall	Gräsvall	Utan vall
1	Oljeväxter	Oljeväxter	Oljeväxter
2	Höstvete	Höstvete	Höstvete
3	Havre	Havre	Havre
4	Korn med insådd	Korn med insådd	Korn
5	Blandvall (gräs och baljväxter) år 1	Gräsvall år 1	Vårvete
6	Blandvall (gräs och baljväxter) år 2	Gräsvall år 2	Träda

Mängden markkol analyserades som förändring över tid och som medelvärde över det senaste växtföljdsomloppet, 2015–2020. Avkastningen av de ettåriga grödorna analyserades som medelvärde över hela tidsperioden. Livscykelanalys (LCA) utfördes för att kvantifiera och jämföra klimatpåverkan för de olika växtföljderna, med spannmålsenhet (cereal unit, CU) som funktionell enhet. Vidare kvantifierades markanvändningen för respektive växtföljd genom att beräkna den yta som behövdes för att producera 1 kg CU. I denna del av studien analyserades endast kvävenivåerna N1 och N3 eftersom markkolmätningar bara gjorts vid dessa kvävenivåer.

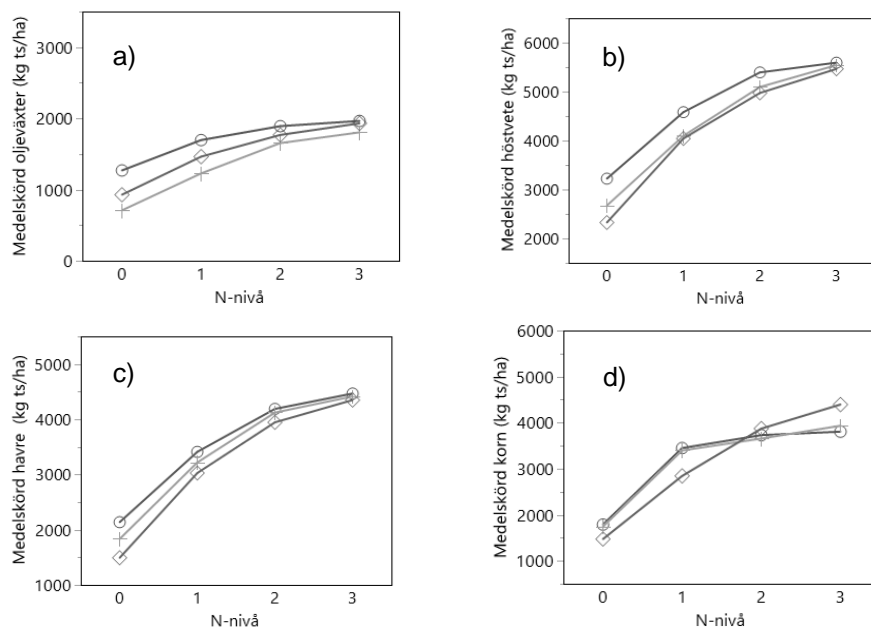
## Resultat och diskussion

### *Dataanalys långliggande fältförsök – avkastning och markkol*

Skillnaden i avkastning mellan växtföljder var störst vid kvävegivorna N0 och N1 (figur 1). Vid dessa kvävegivor erhöles den största avkastningen i blandvallsväxtföljden och den minsta i växtföljden utan vall. Denna effekt tillskrivs den kvävefixerande förmågan hos baljväxterna i blandvallen (Peoples *et al.*, 2009) vilket även stärks av att ökningen av kvävegödslingen från N2 till N3 endast gav en signifikant avkastningsökning i gräsvallsväxtföljden och växtföljden utan vall. Vallen såddes in i kornet i vallväxtföljderna vilket påverkade gödslingsgivorna i alla led utom N0. Utan tillfört kväve avkastade kornet bättre i leden med vall än utan. Vid den största kvävegivan N3 skiljde sig medelavkastningen av de ettåriga grödorna inte åt mellan växtföljderna (figur 1). Resultatet indikerar att vallen bidrog med en positiv avkastningseffekt vid liten eller ingen N-giva och att effekten av blandvall var större än för gräsvall.

Medelkolmängden i matjorden vid det sista växtföljdsomloppet var större för växtföljder med vall än utan, och större vid N3 än N1 i alla växtföljder (tabell 2). Mängden kol minskade för alla växtföljder, men minskningstakten var långsammare i vallväxtföljderna. Detta stöder tidigare forskning som visar att växtföljder med vall har mer markkol som kan förklaras av en längre period av aktiv tillväxt, samt en större rotbiomassa från vallgrödor jämfört med ettåriga grödor (Börjesson *et al.*, 2018). Att mängden markkol minskade för alla växtföljder tyder på att försöksfälten startade från ett högre jämviktsläge (med både vall och stallgödsel i växtföljden och ev. sämre dränering) än vad någon av de undersökta växtföljderna kan uppnå. Trädan i växtföljden utan vall kan även ha bidragit till mindre kolmängd i det ledet. Igenomsnitt över alla växtföljderna var minskningen av mängden markkol mindre vid N3 än vid N1. Den

större mängden markkol vid höga N-nivåer kan förklaras av en ökad växtbiomassa när tillgången på kväve är bättre, vilket ökar tillförseln av organiskt material till marken. Med mer långliggande vallar än i dessa försök kan vallens inverkan på markens kolinlagring förväntas bli större (Martin *et al.*, 2020).



Figur 1. Medelskörd (kg ts/ha) per gröda och kvävenivå i den ordning de följer på vallen i växtföljden, a) oljeväxter, b) höstvetete, c) havre och d) korn. Typen av oljeväxt har ändrats över tid, men har främst varit höstraps. Växtföljd med blandvall (o —), gräsvall (+ —) och utan vall (◊—).

Tabell 2. Medelkolmängd i matjorden under sista växtföljdsomloppet (2014–2020), uppdelat på växtföljd och kvävenivå samt medelkolförändring per hektar och år per växtföljd och kvävenivå.

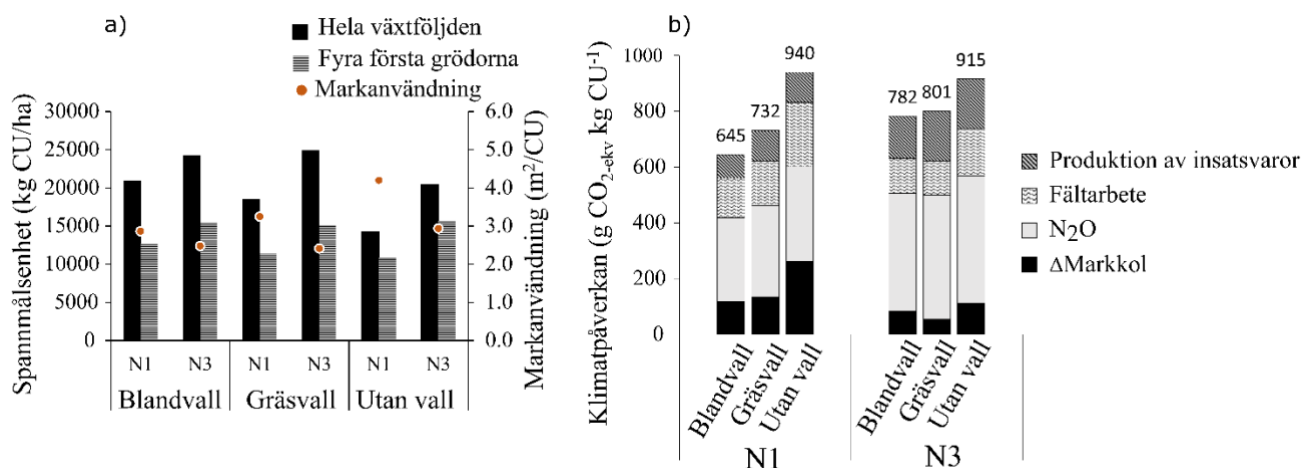
Växtföljd, kvävegiva	Kolmängd Mg/ha	Kolförändring Mg/ha × år
Gräsvall, N3	49,7 <sup>A</sup>	-0,06
Blandvall, N3	48,9 <sup>A</sup>	-0,09
Blandvall, N1	46,6 <sup>AB</sup>	-0,11
Gräsvall, N1	45,9 <sup>AB</sup>	-0,11
Utan vall, N3	44,3 <sup>BC</sup>	-0,10
Utan vall, N1	41,7 <sup>C</sup>	-0,16

Kolmängder med olika upphöjda bokstäver skiljer sig signifikant ( $P < 0,05$ ) från varandra, (Tukey's HSD, Honestly Significant Difference).

### Livscykelanalys

Avkastningen uttryckt som spannmålsenheter var större i växtföljderna med vall än i växtföljden utan vall (figur 2a). Vid kvävenivå N1 gav växtföljden med blandvall störst total avkastning därefter gräsvall och minst avkastning gav växtföljden utan vall. Vid N3 gav växtföljden med gräsvall störst total avkastning följt av växtföljden med blandvall. Den mindre avkastningen i växtföljden utan vall förklaras dels av att växtföljden utan vall inkluderade ett år med träda utan avkastning, dels av generellt lägre avkastningsnivåer. Åtgången av mark per kg producerad spannmål var mindre vid N3 än N1. Skillnaden i markanvändning mellan kvävenivåerna var störst utan vall och minst med blandvall i växtföljden (figur 2a).





Figur 2 a) Avkastning uttryckt i kg spannmålsenhet (CU) för respektive växtföljd och kvävegiva för en växtföljd (6 år) och för de fyra första ettåriga grödorna i växtföljden, samt markanvändning för respektive växtföljd och kvävegiva uttryckt i kvadratmeter åkermark per kg CU; b) Klimatpåverkan för respektive växtföljd och kvävegiva i g CO<sub>2</sub>-ekv per kg CU uppdelat i utsläpp från produktion av insatsvaror (gödsel och bekämpningsmedel), fältarbeten, N<sub>2</sub>O-utsläpp och förändring av mängd markkol.

Livscykelanalysen visade att växtföljden med blandvall med kvävegiva N1 hade minst klimatpåverkan (figur 2b). Detta berodde främst på den relativt stora totala avkastningen och ett mindre behov av insatsvaror, framförallt kvävegödsel. Det minskade beroendet av kvävegödsel resulterade i mindre utsläpp från gödselproduktion och mindre N<sub>2</sub>O-utsläpp från marken per skördad spannmålsenhet. Resultaten tyder på att vallar med kvävefixerande växter i växtföljden minskar både beroendet av insatsvaror och klimatpåverkan från odlingsystemet. Den mindre biomassaproduktionen i system med liten kvävetillförsel innebär dock att det behövs mer mark för att producera samma mängd (figur 2a), vilket i sin tur kan leda till ytterligare miljöbelastning.

Tack till Mistra Food Futures och Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap vid SLU för finansiering av studien.

## Referenser

- Börjesson G., Bolinder M.A., Kirchmann H. och Kätterer T. (2018) Organic carbon stocks in topsoil and subsoil in long-term ley and cereal monoculture rotations. *Biology and Fertility of Soils* 54, 549–558.
- Martin G., Durand J-L., Duru M., Gastal F., Julier B., Litrico I., Louarn G., Médiène S., Moreau D., Valentin-Morison M., Novak S., Parnaudeau V., Paschalidou F., Vertès F., Voisin A-S., Cellier P. och Jeuffroy M.-H. (2020) Role of ley pastures in tomorrow's cropping systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 40, 17.
- Nilsson J., El Khosht F.F., Bergkvist G., Öborn I. och Tidåker P. (2022) Vall i växtföljd för minskad klimatpåverkan – Avkastning och klimatpåverkan i långliggande fältförsök. Sveriges lantbruksuniversitet. *Mistra Food Future. Report 2*.
- Peoples M.B., Brockwell J., Herridge D.F., Rochester I.J., Alves B.I.R., Urquiaga S., Boddey R.M., Dakora F.D., Bhattarai S., Maskey S.L., Sampet C., Rerkasem B., Khans D.F., Hauggaard-Nielsen H. och Jensen B.S. (2009). The contributions of nitrogen-fixing crop legumes to the productivity of agricultural systems. *Symbiosis* 48, 1–17.
- Tidåker, P., Rosenqvist, H., Bergkvist, G., 2016. Räkna med vall. Hur påverkas ekonomi och miljö när vall införs i spannmålsdominerade växtföljder? *JTI. Rapport 445*. Uppsala.
- Tidåker P., Sundberg C., Öborn I., Kätterer T. och Bergkvist G. (2014) Rotational grass/clover for biogas integrated with grain production – A life cycle perspective. *Agricultural Systems* 129, 133–141.

## Rödkläversorttypen mattenklee i hållbara vallväxtföljder

E. Edin<sup>1a</sup> och A.-C. Wallenhammar<sup>1b</sup>

<sup>1</sup>Hushållningssällskapet HS Konsult AB, <sup>a</sup>Västerås <sup>b</sup>Örebro

Korrespondens: eva.edin@hushallningssallskapet.se

### Sammanfattning

Vallar med rödkläver (*Trifolium pratense* L.) är en viktig källa för protein och fibrer för idisslare. Vallens avkastning minskar dock ofta över tid p.g.a. att rödkläverandelen minskar vilket kan bero på rotröta, orsakad av jordbundna patogener. Odling av en mer uthållig rödkläver, som den schweiziska sorttypen mattenklee, kan skapa förutsättningar för en mer hållbar och resurseffektiv mjölk- och köttproduktion. Här presenteras resultat avseende avkastning och rothälsa från första vallskördeåret i ett pilotförsök med tre mattenkleesorter i renbestånd. Dessa jämfördes med rödkläversorten Vicky i samsådd med timotej (*Phleum pratense* L., sort Lischka). Totalavkastningen för mattenkleesorterna Corvus och Fregata var signifikant större jämfört med den för Vicky + timotej (8 % respektive 12 % större) men det var ingen skillnad i rötskador på rötterna. Målsättningen med studien är att få ett underlag för att utveckla odlingssäkra strategier för lokalproducerat proteinfoder av hög kvalitet och långsiktigt säkra självförsörjningen av kväve samt öka markens bördighet.

### Introduktion

Rödkläver är en av de viktigaste proteingrödorna i svensk mjölk- och nötköttsproduktion och utgör också motorn i ekologiska växtodlingssystem där kväveförsörjningen främst sker med symbiotisk kvävefixering hos baljväxterna i växtföljden.

Landets vallproducenter har under många år drabbats av problem med uthålligheten hos rödkläver i blandvallar med gräs. De svenska rödkläversorterna är mycket känsliga för rotröta som orsakas av ett komplex av tre jordbundna svamparter ur släktena *Fusarium*, *Phoma* samt *Cylindrocarpon destructans* (Wallenhammar *et al.*, 2014; 2020; Almquist *et al.*, 2016). Rotrötan leder till minskad avkastning och luckorna i beståndet ger utrymme för ogräs i vallen samtidigt som foderkvaliteten förändras av klöverbortfallet.

Sorttypen mattenklee har sitt ursprung i schweiziska alperna och har i nederländska försök visat lovande resultat gällande uthållighet och avkastning (Hoekstra *et al.*, 2018). Namnet kan översättas till mattbildande klöver, eftersom den bildar nya småplantor med hjälp av nya skott och rötter som kan överleva sedan pälroten försvunnit av skador orsakade av rotröta.

### Material och metoder

Under 2020 anlades ett försök med tre mattenkleesorter, en traditionell rödkläversort samt en sort av blåusern väster om Örebro (59°17'25"N, 15°3'59"E). Planen var att samodla samtliga baljväxter med timotej, men ett missförstånd gjorde att endast Vicky samsåddes med timotej. Fyra upprepningar såddes i ett randomiserat blockförsök med 3 m × 12 m rutstorlek. Insådden skedde i havre som skördades som grönfoder i juli 2020. Försöket skördades rutvis tre gånger under 2021 med vallskördemaskin (Haldrup 1500). Vid varje skördetidpunkt togs rutvisa prover för bestämning av torrsubstanshalt och botanisk sammansättning (rödkläver, gräs, ej insådda baljväxter och ogräs) och torkades först i 48°C under minst ett dygn och sedan i 105°C i tre timmar.

## Försöksplan

- A. Rödklöver sort Vicky (4n, Lantmännen Lantbruk) + timotej (Lischka, SSd)
- B. Mattenkleesort Carbo (4n, Delley Seeds and Plants Ltd)
- C. Mattenkleesort Corvus (2n, Delley Seed and Plants Ltd)
- D. Mattenkleesort Fregata (4n, Delley Seed and Plants Ltd)
- E. Blåusern sort Power (Lantmännen Lantbruk)

Tio slumpvis valda klöverplantor grävdes upp rutvis i oktober 2021, vallproduktionsår 1, för att gradera rötskadorna på roten enligt Rufelt (1986). Sjukdomsindex för yttre och inre angrepp ( $SI_Y$  och  $SI_I$ , 0–100) samt angreppsgrad (andel rötter med angrepp) beräknades.

## Resultat

Försöket skördades 21 juni, 2 augusti och 27 september 2021. Resultaten visar att sorttypen mattenkleesort är tidig i utvecklingen och har snabb återväxt. Den totala torrsubstansavkastningen för mattenkleesorterna Fregata och Corvus var ca ett ton större per hektar jämfört med mattenkleesorten Carbo och rödklöversorten Vicky + timotej (tabell 1). De tre mattenkleesorterna gav statistiskt större avkastning i andra skörd än Vicky + timotej (Carbo 55 %, Corvus 73 % respektive Fregata 99 % större avkastning). Det var dock mycket vitklöver i beståndet vilket utgjorde en stor del av den botaniska sammansättningen (ca 30 %). Den timotej som ingick i ledet med Vicky utgjorde 33 % av den botaniska sammansättningen. Blåusern hade en mycket dålig tillväxt orsakad av gammal ymp, varvid ledet ströks. Mängden ogräs varierade mellan leden men inga signifikanta skillnader visades.

Tabell 1. Skördedata från fältförsök med Vicky (RK) i samodling med timotej (tim) och tre mattenkleesorter (MK) i renbestånd i Åkerby, Örebro. Avkastning av torrsubstans för första, andra och tredje vallskörd under första vallproduktionsåret 2021, total torrsubstansskörd, andel insädd baljväxt per kilo torrsubstans i medeltal för samtliga skördar (inklusive ogräs) samt angreppets styrka hos missfärgade rötter beräknat som yttre och inre sjukdomsindex ( $SI_Y$  och  $SI_I$ , 0–100).

Klöver-sort	Skörd 1*	Skörd 2	Skörd 3	Skörd 1–3 (rel.tal)	Insädd baljväxt	$SI_Y$	$SI_I$
	kg ts ha <sup>-1</sup>	kg ts ha <sup>-1</sup>	kg ts ha <sup>-1</sup>	kg ts ha <sup>-1</sup>	(%)		
RK Vicky + tim	6 057	2 133 <sup>c</sup>	2 820	11 010 <sup>b</sup> (100)	37,7 <sup>b</sup>	58,6	65,6
MK Carbo	5 235	3 309 <sup>b</sup>	2 546	11 091 <sup>b</sup> (101)	52,5 <sup>a</sup>	62,5	62,5
MK Corvus	5 212	3 689 <sup>a</sup>	3 024	11 924 <sup>a</sup> (108)	52,8 <sup>a</sup>	52,8	56,9
MK Fregata	5 295	4 239 <sup>a</sup>	2 819	12 353 <sup>a</sup> (112)	62,9 <sup>a</sup>	52,8	52,8
<i>P</i> -värde	<i>Ej sign.</i>	<0,001	<i>Ej sign.</i>	0,02	0,001	<i>Ej sign.</i>	<i>Ej sign.</i>
Variations- koefficient	10,0	6,7	10,3	5,1	12,4	17,4	35,3

\*Datum för de tre vallskördarna var 21 juni, 2 augusti respektive 27 september 2021. Olika bokstäver inom samma kolumn visar signifikanta skillnader enligt Tukey's HSD-test ( $P < 0,05$ ).

Samtliga graderade plantor var angripna av rotröta (100 % angreppsgrad) i oktober 2021. Graden av rotröta varierande mellan sorterna (52,8–65,6) men det var ingen signifikant skillnad i yttre eller inre sjukdomsindex mellan de tre mattenkleesorterna och Vicky (tabell 1).

## Diskussion

Sorter av rödklövertypen mattenklee har i detta försök visat bra tillväxt och avkastning där två av tre mattenklee-sorter gav större total torrsubstansavkastning jämfört med Vicky + timotej. Rotgraderingarna som redovisas efter det första vallproduktionsåret visar att mattenklee drabbas av rottröta i samma omfattning som Vicky.

Resultaten från försöket visar att mattenklee är en bra tillgång i vallar för att stärka den inhemska kväve- och proteinförsörjningen så att konkurrenskraften och näringshushållningen i svensk växt- och djurproduktion förbättras. Den rika blomningen hos mattenklee, från tidig försommar till sen höst, leder till ökad biologisk mångfald och nektar åt pollinatörerna. Vallodlingar med en uthållig rödklöver skapar förutsättningar för en ökad lokal proteinförsörjning av hög kvalitet över tid, vilket i förlängningen leder till en bättre markbördighet genom stor kolinlagring i åkermarken, luckring och minskning av ogräs.

Projektet har finansierats av Stiftelsen Anders Elofsons fond och Stiftelsen Svenska Vallföreningens fonder.

## Referenser

- Almquist C., Stoltz E. och Wallenhammar A.-C. (2016) Incidence of root pathogens associated to clover root rot in Sweden. *Grassland Science in Europe* 21, 786–788.
- Hoekstra N.J., De Deyn G.B., Xu Y., Prinsen R. och van Eekeren N. (2018) Red clover varieties of Mattenklee type have higher production, protein yield and persistence than Ackerklee types in grass-clover mixtures. *Grass and forage science* 73, 297–308.
- Rufelt A. (1986) Studies on *Fusarium* root rot of red clover (*Trifolium pratense* L.) and the potential for its control. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växt- och skogsskydd, Uppsala. Doktorsavhandling. 33 s.
- Wallenhammar A.-C., Nilsson-Linde N., Jansson J. och Stoltz E. (2014) Rottröta påverkar uthålligheten hos vallbaljväxter. I: N. Nilsson-Linde, G. Bernes, M. Liljeholm och R. Spörndly (reds.). Vallkonferens 2014. Konferensrapport. 5–6 feb, Uppsala. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. *Rapport* 18, 55–58.
- Wallenhammar A.-C., Omer Z., Edin E. och Granstedt A. (2020) Hållbar produktion av vallbaljväxter i ekologiska odlingssystem. I: N. Nilsson-Linde och G. Bernes (reds.). Vallkonferens 2020. Konferensrapport. 4–5 februari 2020, Uppsala. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. *Rapport* 30, 129–131.

## Vallodling på torvjord – skördenivåer och växthusgasavgång

Ö. Berglund, K. Berglund och S. Jordan

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för mark och miljö, Uppsala

Korrespondens: orjan.berglund@slu.se

### Sammanfattning

Avkastning och växthusgasavgång på odlad kärrtorvjord har studerats 2015–2022 på Broddbo fältlaboratorium, ca 25 km NNV Uppsala. Behandlingarna inkluderar jämförelser av olika gräs (timotej, rörflen och rörsvingel), packning med traktor eller opackad mark. Dessutom har tillförsel av gjuterisand eller kalk studerats samt olika nivåer av kalium- och fosforgödsel. Avkastningen har ökat med vallens ålder och trots torkan 2018 levererade dessa jordar stor avkastning. Störst avkastning i gräsjämförelsen gav rörflen med över 15 ton ts/ha. I sandförsöket blev det störst minskning av koldioxidemissioner på de sandkörda leden. Skörden av timotej blev stor (över 17 ton ts/ha) när 2,5 cm sand blandats in i ytan.

### Introduktion

Dränerade organogena jordar avger stora mängder växthusgaser, främst koldioxid (CO<sub>2</sub>) och lustgas (N<sub>2</sub>O), men vid översvämningar även metan (CH<sub>4</sub>). För att kunna bruka åkrarna måste de vara dränerade, dels för att tillgodose växtrötternas syrebehov, dels för förbättrad markbärighet som gör att man kan köra med traktorer och redskap. CO<sub>2</sub>-avgången är i hög grad temperaturberoende och är som störst mitt i sommaren (Berglund *et al.*, 2010).

Försök som jämfört växthusgasavgången vid odling av olika grödor (odlingssystem) (Norberg *et al.*, 2011) visar att det inte går att peka ut något visst bearbetningssystem eller en viss gröda som ger avsevärt mindre CO<sub>2</sub>-emissioner. I ett projekt i Harbo norr om Uppsala, där växthusgasavgången från en övergiven torvåker jämförts med en intilliggande brukad torvåker, visade resultaten inte någon skillnad i emissioner beroende på om man brukar åkern eller ej (Berglund *et al.*, 2021). Så länge marken är dränerad får man en nedbrytning av torven och därmed växthusgasavgång. Det är dock bra att ha marken täckt med en gröda året om, då perenna grödor har en hög kväveeffektivitet och bidrar till att minska emissionen av N<sub>2</sub>O även på vintern (Don *et al.*, 2012). I vår forskning har vi visat att man genom att välja en viss gräsart, t.ex. rörsvingel eller rörflen istället för timotej, kan förbättra kolinlagringen via växten (öka avkastningen) utan att öka emissionerna dvs. mer skörd per utsläppt koldioxidekvivalent (Berglund *et al.*, 2019). Resultat från försök där vi tillsatt kalk, sand, olika nivåer av fosfor (P) och kalium (K) samt packning redovisas också.

### Material och metoder

På vårt fältlaboratorium Broddbo (60,02°N, 17,43°E) ca 25 km NNV om Uppsala har vi sedan 2015 anlagt ett flertal försök för att undersöka hur olika behandlingar påverkar växthusgasavgång och avkastning. Jorden är en ca 1 m djup välhumifierad kärrtorvjord med pH<sub>vatten</sub> 5,5–6. Glödningsförlusten är 86 % och skrymdensiteten 0,29 g/cm<sup>3</sup>. Normalgivan gödning är 2 × 50 kg N som ProMagna 11-5-18.

*Gräsförsök* (2015 R1-145 01A170)

Försöket etablerades 2014. Tre led: Timotej Switch (*Phleum pratense* L.), rörflen Bamse (*Phalaris arundinacea* L.) och rörsvingel Swaj (*Festuca arundinacea* Schreb.) upprepades i fyra block i 12 m × 20 m stora rutor.

## *Postrar*

### *Packningsförsök*

Halva rutorna i gräsförsöket packades i maj 2020 och oktober 2021 med en 9 640 kg tung traktor som körde fram och tillbaka i samma spår och flyttade sig därefter en spårbredd.

### *Sandförsök*

Försöket etablerades 2015 med timotej. Tre led: 0, 2,5 och 5 cm gjuterisand blandades in i de översta 10–15 cm med en jordfräs. Upprepades i tre block i 4 m × 8 m stora rutor.

### *Kalkförsök*

Försöket etablerades 2018 med timotej. Tre led: 0, 10 ton/ha och 20 ton/ha finmalt kalkstensmjöl blandades in i ytan på jorden, vilket gav pH-värdena 6,1, 7,1, respektive 7,4. Upprepades i tre block i 4 m × 6 m stora rutor.

### *Fosforförsök (2021 R1)*

Försöket etablerades 2020 med timotej Lischka. Normalgiva N (100 kg/ha år) och K (160 kg) men tre olika givor P (0,5, 1, 1,5 normalgiva samt ett led utan någon tillförsel av gödsel). Detta upprepas i tre block i 2 m × 14 m stora rutor. Normalgiva är 42 kg P/ha.

### *Kaliumförsök*

Försöket etablerades 2021 med timotej. Normalgiva N (100 kg/ha år) och P (42 kg/ha år) men tre olika givor K (0,5, 1, 1,5 normalgiva) samt ett led med normalgivor av P och K men utan någon tillförsel av N. Detta upprepas i tre block i 2 m × 14 m stora rutor. Normalgiva K är 160 kg/ha.

### *Skörd*

Fram till och med 2019 skördades försöken manuellt genom att klippa gräset vid markytan på fyra slumpmässiga platser inom en 0,5 m × 0,5 m stålram som markerade ytan. Därefter skördades rutorna med ett drag av fältpatrullens 1,5 m breda vallskördemaskin genom rutan.

### *Mätning av växthusgasavgång*

Växthusgasavgången mättes var tredje till var fjärde vecka under den snöfria perioden genom att en ram trycktes ned ca 5 cm i marken och en mörk huv placerades ovanpå. Därefter roterades luften genom en sensor som mätte växthusgaskoncentrationen under ca 5 minuter. De sensorer vi använt är Vaisala GMP343, GASMET GT5000 Terra, samt automatiska kammare ACE från ADC. Även marktemperatur och markfukt mättes samtidigt som växthusgasavgången.

## **Resultat och diskussion**

### *Gräsförsöket*

Rörflen gav generellt större avkastning än timotej och rörsvingel (figur 1), samtidigt som emissionerna inte var signifikant olika mellan gräsen över tid (Berglund *et al.*, 2019). Det var således en större kolinbindningskapacitet hos rörflen. Intressant att notera är den stora avkastningen 2018 som var ett torrår där många mineraljordar inte gav någon skörd alls.

### *Packningsförsöket*

Packning gav mindre avkastning 2020 och 2022 men större avkastning 2021 (figur 2). CO<sub>2</sub>-emissionerna var signifikant mindre från de packade rutorna 2021 men effekten var inte varaktig.

*Sandförsöket*

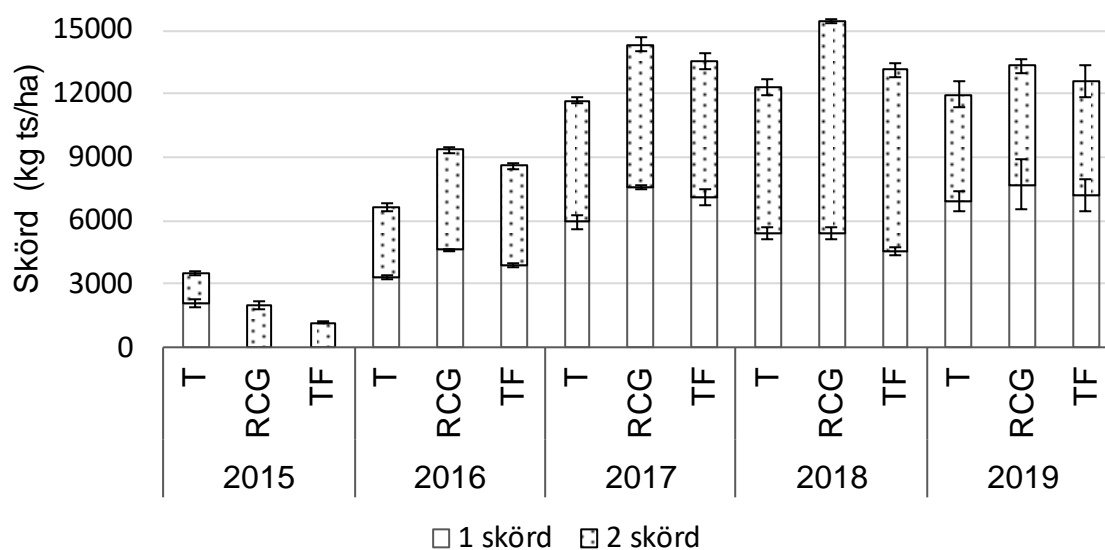
CO<sub>2</sub>-emissioner har alla år varit mindre från ledet med 5 cm sand inblandad i jorden jämfört med kontrollen utan sandinblandning. Det var ingen tydlig trend vad gäller avkastningen (figur 3).

*Kalkförsöket*

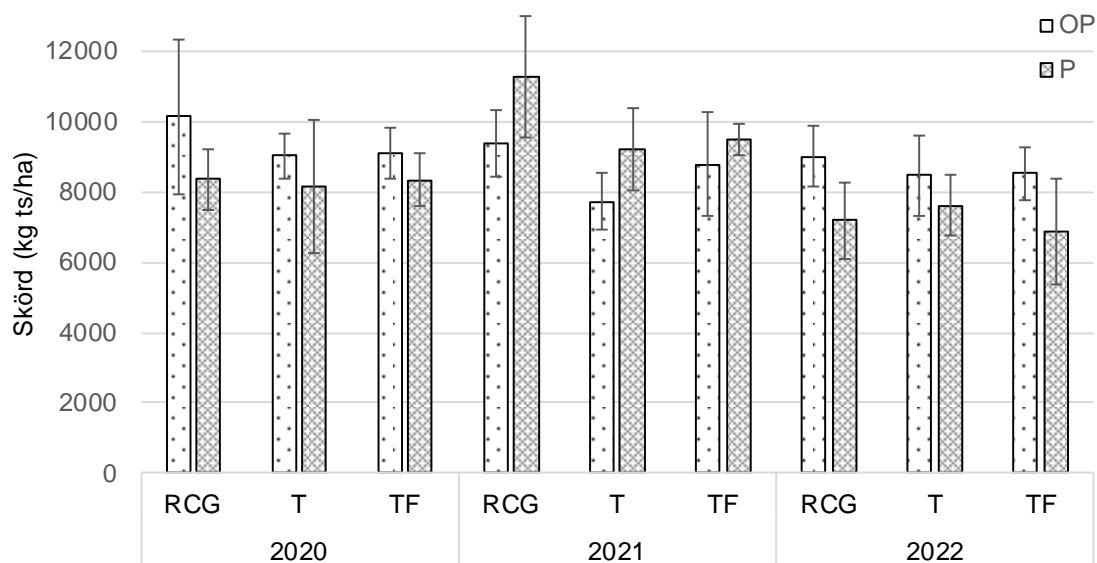
Avkastningen från ledet med 10 ton/ha kalk var signifikant större än kontrollen 2019 (tabell 1). Det var ingen skillnad mellan leden avseende N<sub>2</sub>O trots skillnaden i pH-värde.

*Fosforförsöket*

Avkastningen 2022 (ts/ha) var störst för normalgivan som gav 7 870 kg. Halv giva gav 6 723 kg och 1,5 giva gav 6 597 kg. Ogödslat led gav 977 kg.



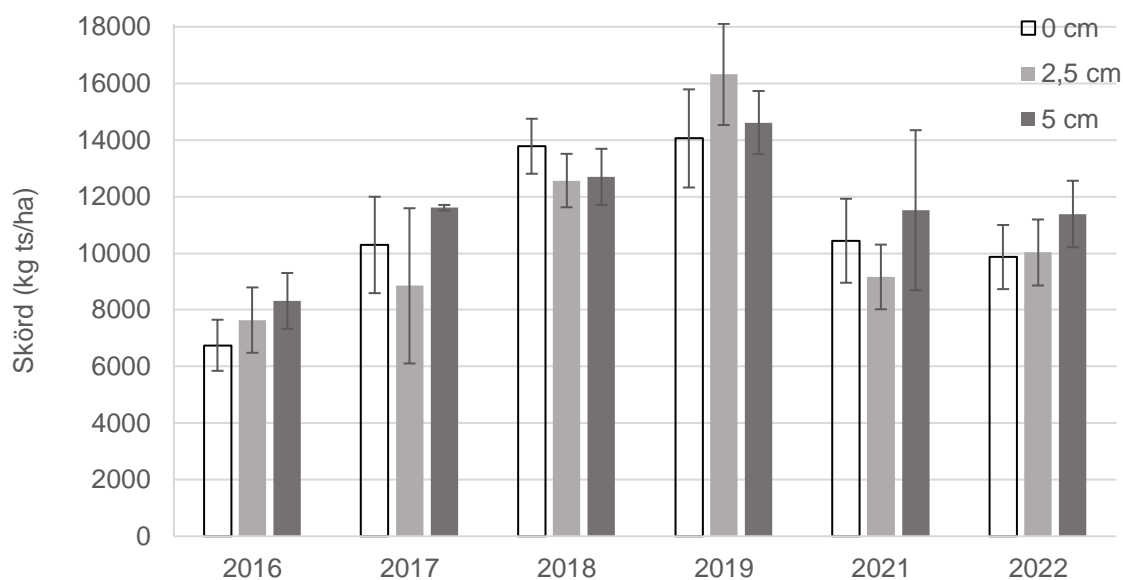
Figur 1. Skörd (kg ts/ha) av timotej (T), rörlfen (RCG) och rörsvingel (TF), två skördar 2015–2019. Felstaplarna visar standardfel.



Figur 2. Skörd (kg ts/ha) av opackad (OP) och packad (P) rörlfen (RCG), timotej (T) och rörsvingel (TF) från packningsförsöket 2020–2022. Rutorna packades i maj 2020 och oktober 2021. Felstaplarna visar standardavvikelse.

Tabell 1. Skörd av timotej (kg ts/ha) 2019–2022 för 0, 10 ton/ha och 20 ton/ha tillsatt kalk. Olika bokstäver inom en kolumn anger att resultaten är signifikant olika (envägs ANOVA, Student's t,  $P < 0,05$ ).

Kalkgiva	2019	2020	2021	2022
0 ton	12157 <sup>a</sup>	9787	8490	9319
10 ton	13408 <sup>b</sup>	10111	10200	10473
20 ton	12660 <sup>ab</sup>	9971	8746	9244



Figur 3. Skörd av timotej (kg ts/ha) från led med tillsats av 0, 2,5 cm eller 5 cm gjuterisand, 2016–2022 (vallbrott 2020). Felstaplarna visar standardavvikelse.

### Kaliumförsöket

Sådden tog sig dåligt vid etableringen och har behövt sås om. Inga resultat presenteras här.

Tack till Jordbruksverket och Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap vid SLU för finansiering av studien.

### Referenser

- Berglund Ö., Berglund K. och Klemedtsson L. (2010) A lysimeter study on the effect of temperature on CO<sub>2</sub> emission from cultivated peat soils. *Geoderma* 154(3–4), 211–218.
- Berglund Ö., Berglund K., Jordan S. och Norberg L. (2019) Carbon capture efficiency, yield, nutrient uptake and trafficability of different grass species on a cultivated peat soil. *Catena* 173, 175–182. doi:<https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.10.007>
- Berglund Ö., Kätterer T. och Meurer K.H.E. (2021) Emissions of CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O and CH<sub>4</sub> from cultivated and set aside drained peatland in central Sweden. *Frontiers in Environmental Science* 9(25). doi:10.3389/fenvs.2021.630721
- Don A., Osborne B., Hastings A., Skiba U., Carter M.S., Drewer J., . . . Zenone T. (2012) Land-use change to bioenergy production in Europe: implications for the greenhouse gas balance and soil carbon. *Global Change Biology Bioenergy* 4(4), 372–391. doi:10.1111/j.1757-1707.2011.01116.x
- Norberg L., Berglund Ö. och Berglund K. (2011) Do crops matter? CO<sub>2</sub> emission from cultivated peat soil. Paper presented at the 24th NJF congress. Food, Feed, Fuel and Fun – Nordic Light on Future Land Use and Rural Development, June 15–16, Uppsala. NJF Report 7(3).



## Utvärdering av gul- och hybridlusern som vallbaljväxter i norra Sverige

D. Parsons<sup>1</sup>, L. Tang<sup>1</sup> och L. Öhlund<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Umeå

<sup>2</sup>Lantmännen, Svalöv

Corresponding author: david.parsons@slu.se

### Sammanfattning

Gul- och hybridlusern kan vara potentiella vallväxtarter för norra Sverige. De är generellt mer vinterhårdiga än blålusern och kan även spridas vegetativt via rhizomer. Här rapporterar vi resultat från fältförsök där avkastning och foderkvalitet för elva lusernsorter och en röd-klöversort jämförts. Två hybridlusernpopulationer (Ludvig och Jögeva 118) och två gula lusernsorter (Karla och Juurlu) gav större avkastning än övriga lusernsorter. Råproteininnehållet var liknande bland alla provade sorter. Smältbarheten var ungefär densamma för alla lusernsorter, men vid skörd 2 var smältbarheten lägre för lusern än för röd-klöver. Fältförsöken kommer att utvärderas under flera år med målsättningen att mäta sorternas långsiktiga uthållighet och produktivitet.

### Introduction

Blue lucerne (*Medicago sativa* L.) is a forage that is widely cultivated in Europe; however not as commonly in northern areas where the climate and soil conditions are generally not suitable. Yellow lucerne (*Medicago falcata* L.) and hybrid lucerne (*Medicago* × *varia* Martyn) are generally rarely cultivated but have potential to expand the area where lucerne species can be grown, due to greater tolerance of low temperature, ice, and soil infertility. Yellow lucerne can also develop rhizomes (underground stems) which means that it can spread under the soil, unlike most blue lucerne cultivars.

Blue lucerne is widely cultivated in parts of Southern Sweden; however, lucerne is not cultivated in Northern Sweden. The objective of this research was to compare blue, yellow, and hybrid lucerne cultivars in Northern Sweden, and determine whether they have potential as forages for ley systems. Ultimately, the project aim is to provide farmers with forage legume alternatives to red clover that are productive, persistent, and tolerant of northern climatic conditions.

### Materials and methods

Field experiments were established in 2020 at three locations in Northern Sweden: Ås, Lännäs, and Röbbäcksdalen. Cultivars were sourced from various countries, and included three blue lucerne (SW Nexus, Ludelis, and Mezzo), four hybrid lucerne (Ludvig, Saskia, Jögeva 118, and Saaremaa kohalik), four yellow lucerne (Karlu, Juurlu, Sholty and Don), and red clover (SW Yngve) as a control. All of the lucerne cultivars are tetraploid, except Don and Sholty which are diploid. One of the hybrid lucerne cultivars (Saaremaa kohalik) was not sown at Ås. There were four replicates at Röbbäcksdalen and Lännäs, and three replicates at Ås. Experiments were assessed in 2021 and 2022 for plant density, yield (two harvests per year), and forage quality.

Harvest samples from Lännäs in 2021 were dried at 60°C and analysed for crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), and organic matter digestibility. CP was analysed using the Kjeldahl-N method according to the Nordic Committee on Food Analysis (Nordic Committee

on Food Analysis, 1976). NDF was analysed using the method of Chai and Udén (1998). Organic matter digestibility was analysed using the Vomvätskelöslig Organisk Substans (VOS) method (Lindgren, 1979).

## Results and discussion

The Lännäs and Ås experiments were well established, but damaged by clover rot (*Sclerotinia trifoliorum*), with symptoms already clearly visible in spring 2021, especially in the red clover plots. In 2022 both experiments were sprayed with a selective herbicide, which reduced the yields in harvest 2. At Lännäs, clover rot affected all cultivars, whereas at Ås the red clover was more noticeably affected. At Röbbäcksdalen the experiment did not establish well, and lucerne roots had poor nodulation. The experiment was re-inoculated and no first harvest was taken in 2021. No data from Röbbäcksdalen are presented in this paper.

All cultivars survived well through the first winter (data not shown), although red clover plots were to some extent damaged by clover rot in Lännäs. The yellow lucerne cultivars from USA (Sholty and Don) were small leafed and short, consistent with being diploids. They tended to be persistent, but not productive, and further comments will focus on the remaining cultivars.

Table 1. Dry matter yields (kg DM ha<sup>-1</sup>) at Ås for 2021 and 2022. Values are least squares means. Different letters within columns indicate significant differences at  $P < 0.05$ , according to Tukey's test.

Species and cultivar	2021		2022		Average
	Harvest 1	Harvest 2	Harvest 1	Harvest 2	
<i>Red clover</i>					
SW Yngve	4021 ab	2832 b	4437 a	978 e	3067 cd
<i>Blue lucerne</i>					
SW Nexus	3554 b	4042 a	1914 d	2300 cd	2953 d
Ludelis	3944 ab	3736 a	1671 d	2160 d	2878 d
Mezzo	3732 b	4090 a	1689 d	2400 bcd	2978 cd
<i>Hybrid lucerne</i>					
Ludvig	3331 bc	4090 a	4056 ab	3544 a	3755 ab
Saskia	2359 cd	3664 a	2459 cd	2321 bcd	2701 de
Jögeva 118	4309 ab	4274 a	3907 ab	3194 ab	3921 ab
<i>Yellow lucerne</i>					
Karlu	4906 a	4163 a	4260 a	3866 a	4300 a
Juurlu	3712 b	3994 a	3236 bc	3141 abc	3521 bc
Sholty	1760 d	2956 b	1562 d	1783 de	2015 f
Don	1634 d	2836 b	2371 cd	2031 d	2218 ef
Standard error	213.1	121.0	200.0	173.9	110.9
<i>P-value</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

### Dry matter yield

Yield results for the two production years are shown in Table 1 (Ås) and Table 2 (Lännäs). At Ås in 2021, the harvest 1 yields tended to be variable between lucerne types, whereas all lucerne cultivars (excluding diploids) yielded well in harvest 2. In 2022, there were more differences between cultivars, due to poor winter survival, particularly in the blue lucerne cultivars. Overall, the highest yielding lucerne cultivars were Karlu yellow lucerne, and Ludvig

and Jögeva 118 hybrid lucerne. The comparison with red clover is difficult, as the red clover was more affected by herbicide damage in harvest 2, 2022.

At Lännäs (Table 2), most lucerne cultivars grew well in 2021; although the yield in general was small in cut 1 it was extremely large in harvest 2, in some cases as large or larger than red clover. However, the winter of 2021/2022 damaged many plots (data not shown), resulting in poor growth in harvest 1, 2022 (Table 2), and then SW Yngve outperformed the evaluated lucerne cultivars. At Lännäs, the topography of the experiment was flat, whereas at Ås the experiment was located on a slope, and winter survival of lucerne was better. Averaged across all yields, Karlu, Ludvig, and Jögeva 118 (the same cultivars as at Ås) and Juurlu yellow lucerne, were not significantly different in yield to red clover.

Table 2. Dry matter yields (kg DM ha<sup>-1</sup>) at Lännäs for 2021 and 2022. Values are least squares means. Different letters within columns indicate significant differences at  $P < 0.05$ , according to Tukey's test.

Species and cultivar	2021		2022		Average
	Harvest 1	Harvest 2	Harvest 1	Harvest 2	
<i>Red clover</i>					
SW Yngve	6153 a	4938 bcd	5314 a	1127 bc	4383 a
<i>Blue lucerne</i>					
SW Nexus	3103 cdef	5457 abcd	2000 bc	1362 bc	2981 bcde
Ludelis	2262 ef	4951 bcd	1924 bc	893 c	2507 de
Mezzo	2717 def	5412 abcd	1729 c	993 bc	2713 cde
<i>Hybrid lucerne</i>					
Ludvig	4393 abcd	5465 abc	2321 bc	2015 ab	3548 abc
Saskia	3186 cdef	5818 abc	1696 c	1400 bc	3025 bcde
Jögeva 118	4312 bcd	6605 a	2334 bc	1950 abc	3800 ab
Saaremaa kohalik	4000 bcde	5799 abc	2244 bc	1105 bc	3287 bcd
<i>Yellow lucerne</i>					
Karlu	5668 ab	5987 ab	2674 b	2640 a	4242 a
Juurlu	4738 abc	5887 abc	2301 bc	1555 bc	3615 ab
Sholty	1750 f	3867 d	2265 bc	971 bc	2213 e
Don	2778 def	4376 cd	2321 bc	1090 bc	2641 de
Standard error	363.4	320.8	189.2	221.5	171.7
<i>P-value</i>	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

### Forage quality

Lucerne cultivars were similar in crude protein concentration to each other and to red clover (average 142 g kg<sup>-1</sup> DM for first harvest and 187 g kg<sup>-1</sup> DM for second harvest). There was no difference in NDF between lucerne cultivars for harvest 1 (368 g kg<sup>-1</sup> DM), or harvest 2 (445 g kg<sup>-1</sup> DM). The harvest 2 NDF values are quite high for lucerne: as a comparison, they exceed the recommended optimal pre-harvest forage NDF for high-producing dairy cows in Northeastern USA (380 g kg<sup>-1</sup> DM) (Parsons *et al.*, 2006). This is related to the large harvest 2 yields, and raises the question of whether a third harvest should have been planned. First cut *in vitro* digestibility using the VOS method was similar for all cultivars (778 to 843 g kg<sup>-1</sup> DM); whereas for the second cut, lucerne cultivars had lower *in vitro* digestibility (average 690 g kg<sup>-1</sup> DM) than RC (782 g kg<sup>-1</sup> DM). Further forage quality analysis is needed for other sites and seasons.

Table 3. Forage quality (g kg<sup>-1</sup> DM) results from Lännäs, 2021. Values are least squares means. Different letters within columns indicate significant differences at  $P < 0.05$ , according to Tukey's test.

Species and cultivar	CP		NDF		Digestibility	
	Harvest 1	Harvest 2	Harvest 1	Harvest 2	Harvest 1	Harvest 2
<i>Red clover</i>						
SW Yngve	150 a	203.0 a	353 a	368 a	778 a	782 a
<i>Blue lucerne</i>						
SW Nexus	131 ab	181.0 a	358 a	442 ab	757 a	697 b
Ludelis	132 ab	178.0 a	334 a	446 ab	780 a	675 b
Mezzo	124 ab	184.0 a	363 a	431 ab	742 a	687 b
<i>Hybrid lucerne</i>						
Ludvig	145 a	190.0 a	377 a	442 ab	726 a	691 b
Saskia	138 ab	187.0 a	332 a	446 ab	764 a	688 b
Jögeva 118	135 ab	177.0 a	384 a	467 b	716 a	662 b
Saaremaa kohalik	141 ab	200.0 a	381 a	453 ab	733 a	695 b
<i>Yellow lucerne</i>						
Karlu	135 ab	199.0 a	384 a	455 ab	728 a	699 b
Juurlu	149 a	195.0 a	391 a	457 ab	724 a	686 b
Sholty	119 ab	187.0 a	346 a	401 ab	770 a	722 ab
Don	106 b	183.0 a	394 a	455 ab	724 a	698 b
Standard error	8.41	7.08	20.1	20.1	30.7	21.3
<i>P-value</i>	<i>0.007</i>	<i>0.303</i>	<i>0.323</i>	<i>0.056</i>	<i>0.377</i>	<i>0.001</i>

## Conclusions

The results suggest that selected hybrid and yellow lucerne cultivars could have the potential to be used as alternative forage species in Northern Sweden. However, they are not suitable for all locations, and further research is needed before they can be recommended. General experience with these species suggests that sloped topography, with subsoils that are not acidic, will be most suitable. In comparison with red clover, lucerne is slower to re-grow in the spring, potentially leaving it susceptible to weeds, and thus pairing with appropriate companion grasses is another important area of research. Further reporting will focus on the winter survival of the cultivars. This is inextricably linked to harvest management, including the number and timing of harvests. Management of lucerne in autumn and its link with winter survival is an important issue that requires further study.

This research was funded by Regional jordbruksforskning för norra Sverige, and KSLA.

## References

- Chai W. and Udén P. (1998) An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fibre. *Animal Feed Science and Technology* 74, 281–288. [https://doi.org/doi:10.1016/S0377-8401\(98\)00187-4](https://doi.org/doi:10.1016/S0377-8401(98)00187-4).
- Lindgren E. (1979) The nutritional value of roughages determined *in vivo* and by laboratory methods. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition and Management. *Report* 45.
- Nordic Committee on Food Analysis (1976) Nitrogen. Determination in feeds and faeces according to Kjeldahl. No 6.
- Parsons D., Cherney J.H. and Gauch H.G. (2006) Estimation of spring forage quality for alfalfa in New York State. Online. *Forage and Grazinglands* 4(1), 1–8. doi: 10.1094/FG-2006-0323-01-RS.

## Förläng vallens skördefönster genom att höja stubben

T. Eriksson<sup>1</sup>, H. Gonda<sup>1</sup>, N. Andresen<sup>2</sup> och M. Höglind<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

<sup>2</sup>HIR Skåne, Kristianstad <sup>3</sup>NIBIO, Ås, Norge

Korrespondens: torsten.eriksson@slu.se

### Sammanfattning

Ett sätt att kompensera för sämre näringsvärde i en försenad förstaskörd skulle kunna vara att höja stubbhöjden i vallen. Under 2021 och 2022 har vi studerat blandvallar och rörsvingelvallar med målstubbhöjder 8–24 cm i förstaskörden och genomgående 8 cm stubbhöjd i andra och tredje skörden. Ökning av stubbhöjden från 8 till 24 cm kunde inte helt kompensera för en veckas försening av skörden beträffande koncentrationen av omsättbar energi, däremot bibehölls råproteinhalten i två av fyra vallar. Årsskördarna av torrsubstans (ts), omsättbar energi (OE) och råprotein (rp) minskade i de flesta fall vid 24 cm stubbhöjd i förstaskörden. En sammanställning av dessa resultat och de handklippningsförsök som utfördes 2019 visar, för sju olika valltyper, en ökning med 0,026 MJ OE/kg ts per cm ökad stubb (variation 0,014–0,040 MJ/cm). Ökningen i råproteinhalt var 1,3 g rp/kg ts per cm ökad stubb (variation 0,6–1,8 g/cm).

### Introduktion

Vid förstaskörden minskar vallväxterns näringsvärde snabbt, främst genom att smältbarheten och därmed energiutbytet avtar. Produktionen hos högmjolkande kor utfodrade med sent skördat foder låter sig inte kompenseras fullt ut med ökade kraftfodergivor (Randby *et al.*, 2012). Då tidigare försök visat en höjdgradient med ökad smältbarhet högre upp i vallbeståndet (Wilkinson *et al.*, 1970; Delagarde *et al.*, 2000; Eriksson *et al.*, 2020) skulle kraftigt ökad stubbhöjd kunna vara en möjlig strategi för att kompensera försenad skörd. För att komplettera en tidigare studie med handklippning och höjdfraktionering i renbestånd av timotej och ängsvingel (Eriksson *et al.*, 2020) genomfördes, med finansiering från Lantmännens forskningsstiftelse, maskinellt skördade försök i blandvallar och renbestånd av rörsvingel. Syftet var att studera hur kvalitet och totalavkastning under året påverkades av ökad stubbhöjd i förstaskörden men med normal stubbhöjd i följande skördar.

### Material och metoder

Försöken genomfördes vid Rådde, Länghem. År 2021 lades parceller ut i två produktionsvallar på gårdar i området (tabell 1). År 2022 användes en blandvall och ett sortförsök med rörsvingel vid Rådde försöksgård. Parcellstorleken var 12–15 m<sup>2</sup>, utom för sortförsöket med rörsvingel där den var begränsad till 1,9 m<sup>2</sup>. Alla parceller sköttes av försöksutförare vid Hushållnings-sällskapet Sjuhärad med samma metodik som används i sortförsöken. De försöksbehandlingar som tillämpades var: Tidig förstaskörd (innebar 31 maj–7 juni och utvecklingsstadium <3 (Halling, 2018)) med normal (8 cm) stubbhöjd samt skörd 6–7 dagar senare med planerade stubbhöjder 8, 16 och 24 cm. Ingen stubb putsades bort utan allt lämnades kvar till andra- respektive tredjeskörden, där 8 cm stubbhöjd tillämpades genomgående. För alla vallar fanns fyra block (upprepningar) utom för rörsvingel där det var tre upprepningar.

Vid skördetillfällena graderades utvecklingsstadium och botanisk sammansättning okulärt, för Ekovall 2022 dessutom genom botanisk sortering från tre parceller vid den tidiga skörden. För samtliga parceller i hela försöket vägdes skörden och prov togs för analys av torrsubstans (ts),

aska, omsättbar energi (OE, enligt VOS-metoden), NDF och råprotein (rp) med våtkemiska standardmetoder. Data analyserades separat för varje vall med SAS version 9.4 och en modell i Proc GLM med block och stubbhöjd som klassvariabler. Resultaten presenteras som medelvärden och skillnader med  $P < 0,05$  för Tukey's test för multipla jämförelser markerade. Responsen i kvalitetsförbättring per cm höjd stubb uppskattades inom varje vall som lutningen för linjära regressioner av MJ OE/kg ts och g rp/kg ts mot stubbhöjden. Dessutom gjordes samma uppskattningar för resultaten från de handklippningsförsök från 2019 som gjordes i timotejsorten Grindstad och ängssvingelsorten Minto i sortförsök vid Rådde, Uppsala, Lännäs och Umeå (Eriksson *et al.*, 2020). Denna respons (lutningarna) presenteras med en box-plot.

Tabell 1. Grunddata för vallar i stubbhöjdsförsök 2021 och 2022.

Vall	Fröblandning	Vallår	Jordart	kg N/ha till förstaskörd <sup>1</sup>	kg N/ha/år <sup>1</sup>
			Måttligt mullhaltig svagt lerig sand		
Blandvall A 2021	Mira 21 Special	2		101	185
Blandvall B 2021	SF Legend	2	Mullrik svagt lerig mo	85	161
Rörsvingel 2022	Rörsvingel Karolina	3	Mullrik svagt lerig mo	80	200
Ekovall 2022	Pavo Eko 21	1	Mullrik svagt lerig mo	0	0

<sup>1</sup>I N-gödsling ingår för A och B 44–56 kg/år från nötflytgödsel (effekt av NH<sub>4</sub>-N enl. Greppa Näringen).

## Resultat och diskussion

Förstaskörd med planerade stubbhöjder kunde genomföras med ett undantag. I Ekovall 2022 kom ett kraftigt regn före det senare skördetillfället och orsakade liggvall så att det var omöjligt att skörda med planerad stubbhöjd. Längden på stubben mättes därför istället omedelbart efter den skörd som ändå gjordes och dessa mått (20 cm istället för 16 cm och 35 cm istället för 24 cm) användes vid tolkningar och beräkningar. De näringsmässiga skillnaderna mellan stubbhöjder var i den ordning som förväntades, där omsättbar energi och råproteinhalt ökade med tilltagande stubbhöjd, samtidigt som NDF-halten minskade (tabell 2). Med den högsta stubbhöjden var koncentrationen av omsättbar energi hela tiden numeriskt lägre än för tidig skörd med 8 cm stubb, men skillnaden var bara signifikant i ett fall. Om ett linjärt samband antas även utanför här tillämpade stubbhöjder – vilket tidigare försök i renbestånd (Eriksson *et al.*, 2020) tyder på – skulle det i blandvallarna ha krävts stubbhöjder på 35–39 cm för att bibehålla koncentrationen av omsättbar energi vid en veckas fördröjning. Det innebär i så fall en höjning av stubben med i storleksordningen 4 cm/dag med de förutsättningar som gällde i vallarna i det här försöket. Rörsvingelvallan startade med ett mindre innehåll av omsättbar energi och där var den relativa försämringen mindre när skörden försenades. Det innebär att 24 cm stubbhöjd i det närmaste räckte för att bibehålla samma energikoncentration som en vecka tidigare.

När det gäller råproteinhalt så komprimerade en höjning av stubben till 24 cm fullt ut i två av de fyra vallarna. För de andra vallarna skulle det vid linjärt samband ha krävts 30 cm (rörsvingelvallan) respektive 35 cm (Blandvall B 2021) stubb.

Andraskörden, som genomgående togs med 8 cm stubbhöjd, spädades ut med varierande mängd stubb från förstaskörden vilket ökade mängden torrsubstans och NDF-halten (tabell 2). Koncentrationen av omsättbar energi och råprotein minskade i motsvarande grad. Vid tredjeskörden var effekterna av förstaskördens stubbhöjd i stort sett borta och det var få signifikanta skillnader mellan de olika försöksleden. Årsskörden påverkades generellt negativt av hög stubb. Med den högsta stubbhöjden minskade årsskördarna av torrsubstans med 6 %, av omsättbar energi med 10 % och av råprotein med 8 % jämfört med 8 cm stubb vid sen skörd.

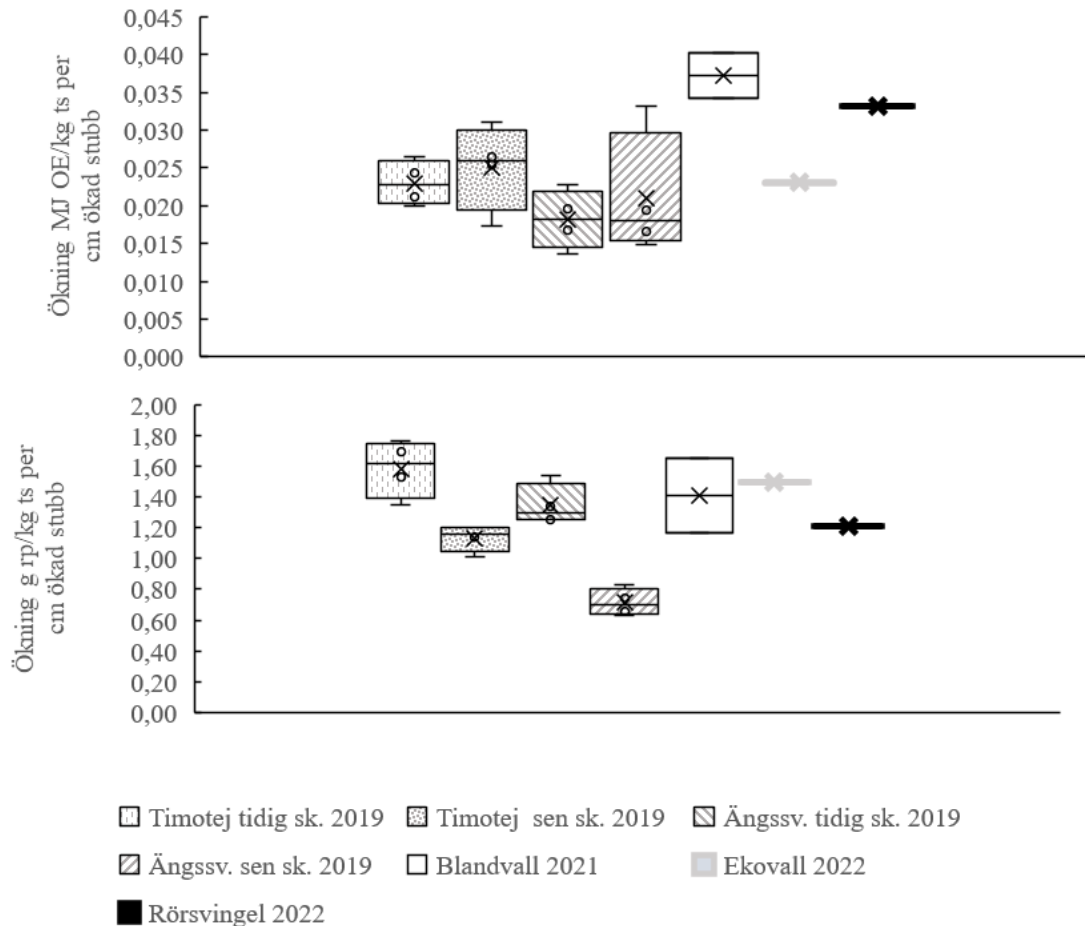
Om jämförelsen istället görs mot tidig skörd med 8 cm stubb så blir utfallet för totalskörd av omsättbar energi och råprotein i stort sett detsamma, men tappet i årlig torrsubstansavkastning blir mindre.

När data från detta försök sammanställdes med handklippningsförsöken 2019 (figur 1), så var responsen i ökad näringskvalitet förvånansvärt linjär över stubbhöjdsregistret, med i medeltal  $R^2$  0,98 och 0,99 för regressioner av koncentration av omsättbar energi respektive råprotein mot stubbhöjden (variation 0,90–1,00). I de olika valltyperna var ökningen mellan 0,014 och 0,040 MJ OE/kg ts (medelvärde 0,026 MJ) och 0,6 till 1,8 g rp/kg ts per cm höjd stubb (medelvärde 1,3 g). Det är alltså kvalitetsförbättringar i de intervallen som man utifrån de här resultaten kan förvänta sig om man väljer att höja stubben i förstaskörden. Med den strategi som tillämpades här innebär det också en mindre förstaskörd och en större andraskörd med lägre kvalitet, medan tredjaskörden påverkas litet eller inte alls.

Tabell 2. Kemisk sammansättning<sup>1</sup> och avkastning (kg ts/ha) hos vallar vid Råde med olika stubbhöjd vid förstaskörden men genomgående 8 cm stubb vid skörd 2 och skörd 3<sup>2</sup>.

Tidp. och stubbhöjd <sup>3</sup>	Skörd 1				Skörd 2				Skörd 3			
	OE	RP	NDF	kg ts	OE	RP	NDF	kg ts	OE	RP	NDF	kg ts
<i>Blandvall A 2021. 2 % klöver i förstaskörd</i>												
Tidig, 8 cm	11,53 <sup>a</sup>	182 <sup>a</sup>	507 <sup>c</sup>	4035 <sup>b</sup>	11,22 <sup>b</sup>	201 <sup>b</sup>	484 <sup>b</sup>	1576 <sup>b</sup>	10,31 <sup>a</sup>	141	548	3407 <sup>b</sup>
Sen, 8 cm	10,57 <sup>c</sup>	155 <sup>b</sup>	576 <sup>a</sup>	5262 <sup>a</sup>	11,83 <sup>a</sup>	224 <sup>a</sup>	409 <sup>c</sup>	369 <sup>d</sup>	9,80 <sup>b</sup>	134	562	4231 <sup>a</sup>
Sen, 16 cm	10,73 <sup>c</sup>	165 <sup>b</sup>	567 <sup>a</sup>	4462 <sup>b</sup>	10,77 <sup>c</sup>	187 <sup>b</sup>	498 <sup>b</sup>	973 <sup>c</sup>	9,84 <sup>b</sup>	140	558	4040 <sup>ab</sup>
Sen, 24 cm	11,12 <sup>b</sup>	182 <sup>a</sup>	543 <sup>b</sup>	2993 <sup>c</sup>	9,91 <sup>d</sup>	154 <sup>c</sup>	564 <sup>a</sup>	2281 <sup>a</sup>	9,94 <sup>ab</sup>	139	556	3719 <sup>b</sup>
SEM <sup>5</sup>	0,071	2,9	3,7	115	0,083	4,2	4,9	85	0,103	3,5	4,4	73
<i>Blandvall B 2021. 5 % klöver i förstaskörd</i>												
Tidig, 8 cm	11,91 <sup>a</sup>	165 <sup>a</sup>	481 <sup>c</sup>	2762 <sup>b</sup>	9,78 <sup>c</sup>	147 <sup>c</sup>	561 <sup>a</sup>	3809 <sup>a</sup>	10,88	183	455	3061
Sen, 8 cm	10,83 <sup>c</sup>	132 <sup>c</sup>	570 <sup>a</sup>	4209 <sup>a</sup>	10,86 <sup>a</sup>	183 <sup>a</sup>	489 <sup>c</sup>	2026 <sup>c</sup>	10,84	185	443	3224
Sen, 16 cm	11,14 <sup>bc</sup>	143 <sup>bc</sup>	552 <sup>ab</sup>	2945 <sup>b</sup>	10,34 <sup>b</sup>	165 <sup>b</sup>	523 <sup>b</sup>	2799 <sup>b</sup>	11,00	186	435	3036
Sen, 24 cm	11,47 <sup>ab</sup>	151 <sup>b</sup>	531 <sup>b</sup>	2105 <sup>c</sup>	9,60 <sup>c</sup>	142 <sup>c</sup>	564 <sup>a</sup>	3605 <sup>a</sup>	10,89	186	429	3043
SEM <sup>5</sup>	0,104	2,8	8,4	131	0,093	3,2	4,4	79	0,10	3,7	8,6	69
<i>Rörsvingel 2022</i>												
Tidig, 8 cm	10,71 <sup>a</sup>	153 <sup>a</sup>	516 <sup>c</sup>	3871 <sup>b</sup>	10,34 <sup>a</sup>	145 <sup>ab</sup>	562 <sup>b</sup>	2745 <sup>c</sup>	11,20	150	524	1728
Sen, 8 cm	10,13 <sup>b</sup>	124 <sup>c</sup>	583 <sup>a</sup>	5178 <sup>a</sup>	10,81 <sup>a</sup>	179 <sup>a</sup>	548 <sup>c</sup>	2010 <sup>d</sup>	11,19	149	521	1963
Sen, 16 cm	10,53 <sup>ab</sup>	139 <sup>b</sup>	555 <sup>b</sup>	2893 <sup>c</sup>	9,07 <sup>b</sup>	125 <sup>b</sup>	614 <sup>a</sup>	4136 <sup>b</sup>	11,34	146	534	2042
Sen, 24 cm	10,66 <sup>a</sup>	144 <sup>ab</sup>	556 <sup>b</sup>	1537 <sup>d</sup>	8,88 <sup>b</sup>	133 <sup>b</sup>	608 <sup>a</sup>	5607 <sup>a</sup>	11,10	159	518	2161
SEM <sup>5</sup>	0,087	2,8	2,0	190	0,191	8,8	2,3	150	0,054	5,3	3,3	152
<i>Ekovall 2022. 33 % klöver i förstaskörd</i>												
Tidig, 8 cm	11,40 <sup>a</sup>	128 <sup>b</sup>	452 <sup>c</sup>	5064 <sup>a</sup>	10,54 <sup>a</sup>	169 <sup>a</sup>	414 <sup>bc</sup>	1883 <sup>b</sup>	11,11	201	339	1397
Sen, 8 cm	10,59 <sup>b</sup>	115 <sup>b</sup>	528 <sup>a</sup>	6119 <sup>a</sup>	11,02 <sup>a</sup>	181 <sup>a</sup>	365 <sup>c</sup>	1085 <sup>c</sup>	10,91	198	348	1575
Sen, 20 cm <sup>4</sup>	11,10 <sup>a</sup>	130 <sup>b</sup>	504 <sup>ab</sup>	3683 <sup>b</sup>	10,13 <sup>ab</sup>	133 <sup>ab</sup>	483 <sup>ab</sup>	2469 <sup>b</sup>	11,11	200	339	1190
Sen, 35 cm <sup>4</sup>	11,23 <sup>a</sup>	155 <sup>a</sup>	476 <sup>bc</sup>	1346 <sup>c</sup>	9,23 <sup>b</sup>	94 <sup>b</sup>	535 <sup>a</sup>	5812 <sup>a</sup>	10,95	191	371	962
SEM <sup>5</sup>	0,085	5,2	9,3	295	0,248	11,5	25,4	176	0,054	3,4	7,3	43

<sup>1</sup>OE = omsättbar energi, MJ/kg ts; RP = råprotein, g/kg ts; NDF = NDF, g/kg ts. <sup>2</sup>Statistiska jämförelser är mellan stubbhöjder inom respektive vall och delskörd, där olika bokstäver indikerar skillnader med  $P < 0,05$  vid Tukey's test för multipla jämförelser. <sup>3</sup>Tidig förstaskörd = Stadium <3 (Halling, 2018); sen förstaskörd = 6–7 dagar senare. Datum för tidig förstaskörd samt andra- och tredjaskörd var i Blandvall A 2021 31 maj, 29 juni, 23 augusti; i Blandvall B 2021 3 juni, 14 juli, 7 september, i Rörsvingel 2022 2 juni, 4 juli, 8 augusti och i Ekovall 2022 7 juni, 11 juli, 9 augusti. <sup>4</sup>På grund av kraftigt regn med liggvall före det sena skördetillfället gick det inte att skörda med avsedd höjd, utan verklig längd på kvarvarande stubb mättes direkt efter skörd. <sup>5</sup>SEM = Standard Error of the Mean, medelvärdets medelfel.



Figur 1. Box-plot för ökning av MJ OE/kg ts respektive g rp/kg ts per cm ökad stubbhöjd vid förstaskörd av vallar i försök 2019 (Eriksson *et al.*, 2020) samt i försöken 2021–2022. Stubbhöjder 2019 var 8–38 cm och 2021–2022 8–24 cm (Ekovall 8–35 cm). Skörd i stadium 3 (Halling, 2018) utom timotej sen skörd (4,5–5) och ängssvingel sen skörd (4,5–6). X = medelvärde, o = enskilda värden för försöksplats 2019, staplar visar min- och maxvärden.

## Referenser

- Delagarde R., Peyraud J.L., Delaby L. och Faverdin P. (2000) Vertical distribution of biomass, chemical composition and pepsin–cellulase digestibility in a perennial ryegrass sward: interaction with month of year, regrowth age and time of day. *Animal Feed Science and Technology* 84, 49–68.
- Eriksson T., Nilsson-Linde N., Gonda H. och Andresen N. (2020) Ny slätterteknik för fraktionering i två kvaliteter vid vallskörd. Regional jordbruksforskning för norra Sverige. Slutrapport från RJN-projekt 7/2018. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. 9 s.  
[https://www.slu.se/globalassets/ew/org/andra-enh/vh/rjn/slutrappporter/slutrapport\\_rjn\\_7\\_2018-ny-slatterteknik-for-fraktionering.pdf](https://www.slu.se/globalassets/ew/org/andra-enh/vh/rjn/slutrappporter/slutrapport_rjn_7_2018-ny-slatterteknik-for-fraktionering.pdf)
- Halling M. (2018) Utvecklingsskalor – gräs och baljväxter. Hela bestånd. Sveriges lantbruksuniversitet. Fältforsk. Försökshandboken 10.2. <https://www.slu.se/faltforsk>
- Randby Å.T., Weisbjerg M.R., Nørgaard P. och Heringstad, B. (2012) Early lactation feed intake and milk yield responses of dairy cows offered grass silages harvested at early maturity stages. *Journal of Dairy Science* 95, 304–317.
- Wilkinson S.R., Adams W.E. och Jackson W.A. (1970) Chemical composition and *in vitro* digestibility of vertical layers of coastal bermudagrass (*Cynodon dactylon* L.). *Agronomy Journal* 62, 39–43.



## Stubbhöjdens betydelse för det mekaniska spillet vid vallskörd

F. Olsson och J. Gustafsson

*Sveriges lantbruksuniversitet, Lantmästarkandidatprogrammet, Alnarp*

Korrespondens: frolo0004@stud.slu.se; jsqu0004@stud.slu.se

### Sammanfattning

Ett fältförsök har genomförts för att se om det finns några skillnader i mängden mekaniskt spill vid skörd av vall vid olika stubbhöjder. Studien grundar sig i att en anpassning av stubbhöjden kan vara ett alternativ för att nå den näringsammansättning som efterfrågas. Resultatet av försöket visar att det finns vissa skillnader i mängden mekaniskt spill mellan olika stubbhöjder. Det var inga stora skillnader i spill mellan referenshöjden 12 cm och högre stubbhöjder. Däremot sågs ett betydligt större spill vid en lägre stubbhöjd.

### Introduktion

Vid skörd av vall till nötkreatur är den näringsmässiga sammansättningen av stor vikt. Ett högre näringsvärde kan uppnås genom en tidigare lagd skörd, ett ökat antal skördetillfällen samt en väl anpassad gödslingsstrategi (Tuvešson, 1988). Eriksson *et al.*, (2023) har gjort fältförsök för att undersöka om den näringsmässiga kvaliteten på den skördade grödan även kan säkerställas genom att ta en högre stubbhöjd. Detta kan vara ett alternativ för att få den näringsammansättning som eftersträvas, t.ex. vid en försenad vallskörd. Inom nötproduktionen kan ett vallfoder av hög kvalitet ge en stor produktion samtidigt som behovet av dyrt proteinfoder blir mindre (Danielsson, 2014). Ett vallfoder med höga näringsvärden har stor ekonomisk betydelse för lantbruket. Frågeställningen i denna studie är om stubbhöjden har någon betydelse för storleken av det mekaniska spillet som finns oavsett stubbhöjd. I denna studie har det mekaniska spillet från fyra olika stubbhöjder mätts i ett fullt randomiserat fältförsök.

### Material och metoder

Fältförsöket genomfördes den 31 maj till den 1 juni 2022 i Hulterstad på Öland. Det var soligt vid genomförandet med en högsta temperatur på ca 17°C och en vindhastighet på ca 3 m/s. Försöket gjordes på en äldre vall (år 5) bestående av rajgräs (45 %), hundäxing (40 %), rödklöver (5 %), blålusern (5 %) och ogräs (5 %). Vallarna hade gödslats med 20 ton nötflytgödsel per hektar under oktober 2021 samt 300 kg NS 27-4 per hektar under april 2022. Vid försökets genomförande uppskattades att hundäxingen var i full blom (BBCH 65) och rajgräset hade axet helt ur holk (BBCH 59). Försöket var indelat i fyra upprepningar med fyra led i vardera block. De stubbhöjder som mättes var 7, 12, 17 samt 22 cm där 12 cm utgör referenshöjd. Varje parcell var 15 m lång och 3,2 m bred vilket överensstämmer med slåtterkrossens arbetsbredd.

Grödan slogs med en bogserad slåtterkross (JF Stoll, GMS 3202). Strängplåtarna på slåtterkrossen var inställda för en strängbredd på ca 1 m. Stubbhöjden reglerades för de två lägre höjderna genom att ändra vinkeln på slåtterbalken. För de två högre höjderna reglerades stubbhöjden genom att slåtterbalken justerades i höjddled med hjälp av maskinens hydraulkolvar. Grödan pressades med rundbalspress (New Holland, roll baler 125 combi) efter 24 timmar. Knivarna i pressen nyttjades inte och pickupens höjd justerades inte mellan leden.

Skördenivån i försöket för de respektive stubbhöjderna mättes genom provklippningar i skyddsrutorna i vardera block. I varje sträng togs prover för att mäta torrsubstans-(ts)halt vid pressning. Efter pressning togs spillprover genom att räfsa ihop ett samlingsprov av det material som ej plockats upp av pressen från tre platser i vardera parcell. Klipp- och strängprover vägdes i fält. Samtliga prover vägdes efter torkning i torkskåp i 60°C under 72 timmar för att mäta vikt i kg ts. Mätvärdena sammanställdes för att få fram skördenivå och spill per hektar. Torrsubstanshalt vid skörd samt spill i procent av ts beräknades efter de mätvärden som tagits fram. Statistiska test med 95 % konfidensintervall gjordes för de resultat som uppmätts och är presenterade i resultatdelen.

## Resultat

Resultaten visar att skördenivån skiljde mellan leden. Det var högst ts-avkastning vid den lägsta stubbhöjden och skördemängden blev mindre med högre stubbhöjd (tabell 1). Det var dock ingen statistisk skillnad mellan de tre högsta stubbhöjderna avseende skördenivå. Torrsubstanshalten vid pressning skiljde också mellan leden med en högre ts-halt vid högre stubbhöjd. Statistiskt så skiljer sig de två lägre stubbhöjderna mot den högsta stubbhöjden avseende torrsubstanshalt. Mängden mekaniskt spill i kg ts per hektar var störst vid stubbhöjden 7 cm och den skiljer sig statistiskt från resterande led. Mellan stubbhöjderna 12, 17 respektive 22 cm fanns ingen skillnad i spill uttryckt som kg ts/ha. Det var ingen statistisk skillnad i spill mellan leden, uttryckt som spill % av ts.

Tabell 1. Torrsubstansavkastning och spill efter slåtter med fyra olika stubbhöjder.

	Stubbhöjd			
	7 cm	12 cm	17 cm	22 cm
Avkastning, kg ts/ha	5689 <sup>a</sup>	4086 <sup>ab</sup>	3455 <sup>b</sup>	3374 <sup>b</sup>
Torrsubstanshalt vid skörd, %	27 <sup>b</sup>	27 <sup>b</sup>	29 <sup>ab</sup>	33 <sup>a</sup>
Spill, kg ts/ha	107 <sup>a</sup>	67 <sup>b</sup>	64 <sup>b</sup>	70 <sup>b</sup>
Spill, % av ts-avkastning	1,88	1,65	1,84	2,06

<sup>a,b</sup>Medelvärden med olika bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant åt ( $P < 0,05$ ).

## Diskussion

En hypotes i försöket var att en högre stubbhöjd skulle orsaka ett större mekaniskt spill p.g.a. svårigheter att samla upp materialet. Resultatet blev istället det motsatta då det mekaniska spillet var större vid låg stubbhöjd. Detta kan tänkas bero på att grödan är tätare längre ner och att det därför blir ett större antal snitt vid slagning. Vid den lägsta stubbhöjden observerades att mycket uttorkade fjolårsväxtrester och gammal gödsel fanns i det uppsamlade materialet. Detta beror troligen på att slåtterbalkens knivar plockar upp material från markytan vid en låg stubbhöjd. Detta ger en indikation över hur den skördade grönmassans hygieniska kvalitet kan påverkas av den stubbhöjd som väljs. Vid en lägre stubbhöjd finns det en högre risk att grönmassan får ett större innehåll av nedvissnat gräs och rester av stallgödsel. Att det mekaniska spillet ej skiljde mellan referenshöjden och de två övre stubbhöjderna är positivt för att styra kvaliteten på den skörd som skall bärgas med hänsyn till spill. Resultatet visar att ts-avkastningen per hektar blir mindre med en högre stubbhöjd. Dock var det ingen statistisk skillnad mellan de två högsta stubbhöjderna. Även om den samlade skörden blir mindre vid högre stubbhöjd kan det möjligtvis vara försvarbart att skörda så om näringskvaliteten på fodret blir högre. Det som kan försvåra möjligheten att skörda på en högre stubbhöjd är

möjligheten att justera klipphöjden på de maskiner som används idag. Det kan vara en faktor för maskintillverkare att ta hänsyn till vid utveckling av maskiner för den framtida marknaden. Studien har finansierats av SLU Partnerskap Alnarp.

### Referenser

- Danielsson D.-A., (2014) Bra vallfoder till mjölkkor. Jordbruksinformation 10-2014. Jönköping: Jordbruksverket. [https://www2.jordbruksverket.se/download/18.37e9ac46144f41921cd1702b/1401960554841/jo14\\_10.pdf](https://www2.jordbruksverket.se/download/18.37e9ac46144f41921cd1702b/1401960554841/jo14_10.pdf) [2022-11-01]
- Eriksson T., Gonda H., Andresen N. och Höglind M. (2023) Förläng vallens skördefönster genom att höja stubben. I: N. Nilsdotter-Linde och G. Bernes (reds.). Vallkonferens 2023. Konferensrapport. 7–8 februari 2023, Uppsala. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. *Rapport 34*. Under tryckning.
- Turesson M. (1988) Skördetidens inverkan på vallens avkastning och kvalitet. Grovfoder forskning – tillämpning. Sveriges lantbruksuniversitet. *Rapport 1*.

## Foderstater för minskat utsläpp av växthusgaser – SustAnimal

M. Managos<sup>1</sup>, C. Lindahl<sup>2</sup>, S. Agenäs<sup>1</sup> och M. Lindberg<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård Uppsala

<sup>2</sup>Lantmännen Lantbruk foder, Malmö

Korrespondens: markos.managos@slu.se

### Sammanfattning

De kraftfoder som används i animalieproduktionen ger upphov till ett klimatavtryck som kan variera beroende på vilka råvaror som används och vilka processer de genomgår före utfodring. Dessutom ger olika typer av foder upphov till olika stor metanbildning i vommen vid idisslarnas fodersmältning. I den här studien undersöktes tre olika kraftfoderblandningar till mjölkkor; ett konventionellt, ett baserat på biprodukter och ett som skulle vara möjligt att odla och producera i Sverige, med avseende på mjölkproduktion och metanutsläpp. De tre fodermedlen har olika beräknat koldioxidavtryck i produktionsledet. Däremot visade resultaten av foderförsöket inga skillnader mellan de olika fodren avseende foderintag, mjölmängd eller metanutsläpp från korna. Skillnaderna i beräknat klimatavtryck från produktionen av de olika kraftfodren, har därför stor betydelse för produktionens totala klimatavtryck. I det här fallet utjämnade detta utsläppsintensiteten i gram koldioxidekvivalenter per kilo mjölk mellan grupperna.

### Introduktion

Jordbrukssektorn bidrar till klimatförändringarna och står för ungefär 23 % av de beräknade nettoutsläppen av växthusgaser från mänsklig aktivitet (IPCC, 2019). Samtidigt står vi inför utmaningen att producera tillräckligt med mat för en växande befolkning, att minska klimatpåverkan och dessutom hantera konsekvenserna av en global pandemi och pågående krig och konflikter, inte minst det i Ukraina. Dessa utmaningar har tydliggjort behovet av att hitta nya alternativ som kan öka nettoproduktionen av livsmedel och samtidigt minska miljöpåverkan per enhet. Faktorer som påverkar metanbildningen i vommen hos idisslare är bl.a. mängd konsumerat foder, fiberhalt, stärkelsehalt, smältbarhet och andel fettsyror (Hristov *et al.*, 2013). En stor del av klimatavtrycket från animalieproduktionen kommer dessutom från foderproduktionen (Henriksson *et al.*, 2014). Syftet med det här projektet var att undersöka foderintag, mjölkproduktion och metanutsläpp från fodersmältningen för högavkastande mjölkkor med tre olika kraftfoderblandningar med olika stor klimatpåverkan i produktionsledet. En foderstat baserades på ett konventionellt kraftfoder, en baserades på biprodukter och en innehöll svenskproducerade fodermedel som i stor utsträckning skulle vara möjliga att odla i Sverige.

### Material och metoder

Fyrtioåtta svenska holsteinkor (33 äldre kor och 15 förstakalvare) som var i laktationsdag 186 (medelvärde; standardavvikelse = 50) och hade en medelmjölkvastning på 45 kg/dag (standardavvikelse = 9,3) vid försökets början, delades in i två block baserat på laktationsnummer. De slumpades sedan till ett av de tre kraftfodren. Korna hade två veckors anpassningsperiod till sitt nya foder och därefter samlades data under sju veckor. Studien genomfördes på Lantmännens försöksgård Nötcenter Viken, från maj till juli 2022. Korna hölls i en lösdriftsladugård med automatisk mjölkning (VMS 310TM; DeLaval International AB, Tumba, Sverige) och individuellt foderintag registrerades kontinuerligt under hela försöket

med ett automatiskt system (Biocontrol, CRFI, Rakkestad, Norge). En GreenFeed-enhet (C-Lock Inc., Rapid City, SD USA) användes för kontinuerliga mätningar av metan från korna.

Förutom kraftfoder fick korna gräs/klöverensilage av förstaskörd med hög näringsmässig kvalitet (11,5 MJ omsättbar energi och 166 g råprotein per kg ts). Kraftfodret i den konventionella foderstaten (KON) motsvarade ett kommersiellt kraftfoder (Komplett Maxa 175, Lantmännen Malmö, Sverige). De experimentella kraftfodren sattes samman med hjälp av IndividRAM (Växa) där fodermedlens beräknade klimatavtryck i produktionsledet användes som optimeringsparameter (tabell 1). Kraftfodret med främst biprodukter (BIP) valdes för att minska konkurrensen mellan odling av foder och livsmedel. Det lokalt odlade kraftfodret (LOK) baserades på råvaror som i stor utsträckning går att producera i Sverige. Förhållandet mellan grovfoder och kraftfoder sattes till 45:55 på torrsubstansbasis för alla foderstater och de höll samma energi- och råproteinhalt samt hade liknande NDF-, stärkelse- och fetthalt. Andelen kraftfoder var förhållandevis hög eftersom korna hade stor mjölkavkastning och därmed ett stort näringsbehov samt för att säkerställa mätbara skillnader mellan foderstaterna eftersom målet med försöket var att utvärdera effekterna av olika kraftfoderblandningar. I fodertrågen utfodrades en fodermix beräknad att ge 8 kg kraftfoder per dag och dessutom fick korna upp till 7 kg kraftfoder per ko och dag i mjölkkningsroboten. Vidare gavs små mängder Betfor® i GreenFeed-enheten för att locka dit korna.

Tabell 1. Råvaruinnehåll (% av färskvikt) och klimatavtryck för tre kraftfoderblandningar till mjölkkor: konventionellt (KON), biproduktbaserat (BIP) och lokalt odlat (LOK) (per kg foder) samt klimatavtryck för klöver/gräsensilage (per kg ts).

Ingrediens	Foder			
	Ensilage	KON	BIP	LOK
Ensilage	100	—	—	—
Havreskal	—	—	1,2	—
Vetekli	—	4,00	—	—
Vetefodermjöl BK	—	—	41,1	—
Agrodrank 90 BK	—	—	10	—
Havre	—	—	3	8,5
Korn	—	18,4	28	36,5
Vete	—	8	—	—
Rapsfrö kross	—	—	2	5,6
Rapsmjöl 200	—	5,3	—	—
Rapskaka, värmebehandlad	—	3	—	—
ExPro	—	20	6	15,5
Melass	—	2,5	3	3
Betfiber	—	6,7	2	15
Majskorn	—	25,3	—	—
Åkerböna	—	—	—	11,5
Fettillsats (AkoFeed® Cattle, AkoFeed® Gigant75)	—	3,3	—	—
Premix, kalk, salt, m.m.	—	3,6	3,6	4,4
Klimatavtryck, gram koldioxidekvivalenter	390*	540**	410**	437**

\*Ref: Lindberg *et al.*, 2021 \*\*Ref: Lantmännens beräknade värden baserade på RKFS (2021).

Mjölkavkastningen registrerades automatiskt vid varje mjölkning och genomsnittlig dygnsavkastning för varje ko beräknat som medeltal per vecka användes i den statistiska analysen. Individuella mjölkprover samlades under två på varandra följande 24 timmars perioder under veckorna 1, 4 och 7 för analys av mjölkens sammansättning. Vid tidpunkten för den här

sammanställningen har dock inte resultat gällande mjölksammansättning, foderintag och analyser av fodermedlens kemiska sammansättning färdigställts.

Datahantering och statistisk analys utfördes i programmet R studio (version 4.1.2). Analysen av metan- och mjölkproduktion gjordes med hjälp av en linjär blandad modell med en kontinuerlig autokorrelationsstruktur av ordning 1. Behandling, vecka och block användes som fixa faktorer medan varje individuell ko användes som slumpmässig faktor med upprepade mätningar. I analysen av mjölkproduktionen användes dessutom mjölkavkastning vid försöksstart och laktationsdag som kontinuerlig kovariat. För utsläppsintensiteten i gram koldioxidekvivalenter per kilo mjölk logtransformerades responsvariabeln för att korrigera för icke-normalfördelning. Signifikansnivån sattes till  $P < 0,05$ .

## Resultat och diskussion

I den här studien var korna högvakastande och hade relativt hög andel kraftfoder i foderstaten. Det var ingen skillnad mellan grupperna i foderintag, mjölkavkastning eller utsläppsintensiteten i gram koldioxidekvivalenter per kilo mjölk. Eftersom sammanställningen av mjölkens sammansättning ännu saknas, kan resultaten beräknat per kilo energikorrigerad mjölk (ECM) bli annorlunda. Mjölkproduktionen sjönk i alla grupper under tiden försöket pågick, vilket är en normal process under den senare delen av laktationen. Det fanns dock inga samspel mellan vecka och behandling som skulle tyda på att någon behandling gav annorlunda respons än de andra över tid.

Utsläppen av metan skiljde inte mellan grupperna (tabell 2) vilket kan förklaras av att korna åt ungefär lika stora mängder av fodret i de olika behandlingsgrupperna och att fodren hade liknande sammansättning gällande det kemiska näringsinnehållet. De foderparametrar som främst påverkar bildandet av metan är mängden konsumerat foder samt halten av fiber, stärkelse och fettsyror i foderstaten (Hristov *et al.*, 2013) och dessa faktorer var ungefär lika för de tre grupperna. GreenFeed anses vara en tillförlitlig metod att mäta metanutsläpp direkt från nötkreatur med. Metaanalyser där samma metod använts (Hristov *et al.*, 2018) har visat metanutsläpp från högvakastande kor på i medeltal  $435 \pm 79$  gram per dag, vilket är i samma nivå som resultaten i den här studien. Vid planeringen av studien beräknades förväntade metanutsläpp för de tre foderstaterna enligt NorFors ekvation (Nielsen *et al.*, 2013) i Individ-RAM. Resultatet visade förväntade metanutsläpp på 530 g/dag för KON, 551 g/dag för BIP och 537g för LOK, vilket är mer än vad de direkta mätningarna visade. Skillnaderna kan bero på effekter av faktiskt foderintag och fodrets faktiska sammansättning samt på hur skattningarna görs i modellerna. Skattningar av klimatavtrycket i form av koldioxidekvivalenter (CO<sub>2</sub>e) från foderproduktionen vid ett förväntat foderintag på 15 kg kraftfoder och 12 kg ts ensilage gav 12,8 kg CO<sub>2</sub>e för KON, 10,8 kg för BIP och 11,2 kg för LOK. Om metanutsläppen från korna räknas om till CO<sub>2</sub>e med faktorn 28 (Myhre *et al.*, 2013) och metan från fodersmältningen adderas till utsläppen från foderproduktionen och sedan divideras med mängden producerad mjölk, resulterar det i ett klimatavtryck på 0,61 kg CO<sub>2</sub>e/kg mjölk för KON, 0,60 kg för BIP och 0,58 kg för LOK. Skillnaderna mellan grupperna blir alltså mindre när fler källor till utsläpp ingår. Detta visar hur viktigt det är att inkludera alla källor till utsläpp, inte minst produktionen av råvaror och fodertekniska processer, och fördela dessa på mängden producerad mjölk för att få jämförbara resultat i emissionsintensitet.

This research was made possible by funding from the Swedish Research Council Formas to the collaborative research centre SustAinimal (2020-02977) and its partner organisations Lantmännen, the Swedish University of Agricultural Sciences and the Swedish research institute RISE.

Tabell 2. Mjölkavkastning och metanproduktion från mjölkkor som utfodrats med olika typer av kraftfoder under sju veckor: konventionellt (KON), biproduktbaserat (BIP) och lokalt odlat (LOK). LSMeans (signifikanta skillnader anges vid  $P < 0,05$ ).

	Behandling			P-värde		
	KON	BIP	LOK	Behandling	Vecka	Block
Mjölkavkastning, kg/dag	38,8	35,4	37,4	0,25	<0,0001	0,07
Metan, g/dag	391	374	390	0,55	0,027	0,24
Metan, g/kg mjölk	10,7	10,4	11,0	0,86	0,006	0,96

## Referenser

- Henriksson M., Cederberg C. och Swensson C. (2014) Carbon footprint and land requirement for dairy herd rations: impacts of feed production practices and regional climate variations. *Animal* 8(8), 1329–1338. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000627>
- Hristov A.N., Firkins J.L., Dijkstra, J., Kebreab E., Waghorn, G., Makkar H.P.S., Adesogan A.T., Yang W., Lee C., Gerber P.J., Henderson B. och Tricarico J.M. (2013) Special topics – Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *Journal of animal science*. 91, 5045–5069.
- Hristov A.N., Kebreab E., Niu M., Oh J., Bannink A., Bayat A.R., Boland T.M., Brito A.F., Casper D.P., Crompton L.A., Dijkstra J., Eugène M., Garnsworthy P.C., Haque N., Hellwing A.L.F., Huhtanen P., Kreuzer M., Kuhla B., Lund P., Madsen J., Martin C., Moate P.J., Muetzel S., Muñoz C., Peiren N., Powell J.M., Reynolds C.K., Schwarm A., Shingfield K.J., Storlien T.M., Weisbjerg M.R., Yáñez-Ruiz D.R. och Yu Z. (2018) Symposium review: Uncertainties in enteric methane inventories, measurement techniques, and prediction models. *Journal of Dairy Science*. 101, 6655–6674.
- IPCC. (2019) Summary for policymakers. In: Climate change and land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. MassonDelmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi och J. Malley (eds.)]. In press.
- Lindberg M., Henriksson M., Bååth Jacobsson S. och Berglund Lundberg M. (2021) Byproduct-based concentrates in Swedish dairy cow diets – evaluation of environmental impact and feed costs. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 70(3–4), 132–144.
- Myhre G., Shindell D., Bréon F.-M., Collins W., Fuglestedt J., Huang J., Koch D., Lamarque J.-F., Lee D., Mendoza B., Nakajima T., Robock A., Stephens G., Takemura T. and Zhang H. (2013) Anthropogenic and natural radiative forcing. In T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex och P.M. Midgley (eds.). *Climate change 2013: The physical science basis: Contribution of working group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (Cambridge: Cambridge University Press), pp. 659–740.
- Nielsen N.I., Volden H., Åkerlind M., Brask M., Hellwing A.L.F., Storlien T. och Bertilsson J. (2013) A prediction equation for enteric methane emission from dairy cows for use in NorFor. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 63(3), 126–130.
- R Core Team (2021) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- RKFS. (2021) Regler för beräkning och kommunikation av klimatpåverkan för foder i Sverige. Foder och Spannmål 1. [https://www.foderochspannmal.se/\\_files/ugd/90417e\\_e487c792c7484ef881f2a8f3a3da96d9.pdf](https://www.foderochspannmal.se/_files/ugd/90417e_e487c792c7484ef881f2a8f3a3da96d9.pdf)

## **SustAinimal – ett kunskapscentrum för djurens framtida roll i hållbara livsmedelssystem**

H. Oscarsson<sup>1</sup> och S. Agenäs<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vreta Kluster, Vreta Kloster <sup>2</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: helene.oscarsson@vretakluster.se

### **Sammanfattning**

SustAinimal ska vara ett kunskapscentrum för beslutsfattare och intressenter och medverka till utvecklingen av konkurrenskraftiga, hållbara och resilienta lantbruk och livsmedelssystem i Sverige. I fokusområdena ingår bete och vallfoderproduktion, digitalisering, styrning för omställning, hållbarhetsindikatorer, regionala tillämpningar och kunskapsutveckling. I SustAinimal samarbetar idag sju partners men vi vill bli fler och det finns flera olika sätt att interagera på; prenumerera på vårt nyhetsbrev, vara värd för ett studiebesök, arrangera ett evenemang tillsammans med oss, eller samarbeta med oss i något projekt.

### **Introduktion**

SustAinimal ska vara ett kunskapscentrum för beslutsfattare och intressenter och medverka till utvecklingen av konkurrenskraftiga, hållbara och resilienta lantbruk och livsmedelssystem i Sverige.

SustAinimal ska öka kunskapen om vilken roll de livsmedelsproducerande djuren kan ha i framtida livsmedelssystem och vara vägledande i utvecklingen av en resilient, hållbar och konkurrenskraftig livsmedelsproduktion i Sverige. Genom interaktion, dialog, och aktiviteter mellan akademi, näring, branschorganisationer och myndigheter ska SustAinimal både utbyta kunskap och generera ny kunskap, tillsammans synliggöra nya behov och lösningar, och omsätta forskningsresultat till samhällsnytta.

SustAinimal finansieras av Formas och de ingående parterna. Satsningen pågår från december 2020 t.o.m. november 2024, med möjlighet till förlängning i ytterligare fyra år.

Centrumbildningen leds av SLU och RISE och koordineras av Vreta Kluster. Partners är, förutom dessa, SVA, Uppsala universitet, Linköpings universitet, Högskolan i Dalarna, Lantmännen, LRF, Hushållningssällskapet, Norrmejerier, KLS Ugglarps, Agroväst, Växa, Gård & Djurhälsan, Föreningen Svenskt Naturbeteskött och Svenska Vallföreningen.

I SustAinimals forsknings- och partnersamarbeten ingår aktörer från akademi, forskningsinstitut, företag, branschorganisationer och myndigheter. Själva forskningen utförs främst av doktorander och unga forskare i SustAinimal Academy.

### **Fokusområden**

Arbetet i SustAinimal är organiserat i work packages:

*Bete och vallfoderproduktion* – för att öka hävden av naturbetesmarker, förbättra hållbarheten i livsmedelsproduktionen och utveckla bra metoder för skötsel av betes- och slättervallar för ökad resurseffektivitet.

*Digitalisering av jordbrukssektorn* – för att med hjälp av digitalisering förbättra hållbarheten och konkurrenskraften i svensk livsmedelsproduktion, med fokus på produktionsdjurens roll.



*Styrning och kommunikation för omställning* – för möjliggörande av omställningen till en mer hållbar och konkurrenskraftig animalieproduktion med ökad kunskap om politikens och kommunikationens roll.

*Scenarier för hållbara livsmedelssystem* – för att utveckla scenarier för framtida hållbara djurproduktionssystem som utgår från ett helhetsperspektiv och omfattar aspekter av såväl miljömässig som ekonomisk och social hållbarhet.

*Djurproduktionens roll i olika regioner i Sverige* – för att med kunskap från tre regioner i norr, väst och syd dra lärdomar om hur förutsättningar för djurproduktionens roll i framtida livsmedelssystem varierar i olika delar Sverige.

*Aktiviteter för kunskapsutveckling* – för att tillsammans med aktörer i livsmedelssektorn samordna och stödja inter- och transdisciplinär kunskapsutveckling, metodologisk innovation, kompetensutveckling och informations spridning.

### **För en omställning där många aktörer finns med**

Arbetet i SustAinimal utgår från den nationella livsmedelsstrategins målsättningar och omfattar lönsamhet i hela värdekedjan, från gård till förädling och försäljning. Forskning och samarbeten fokuserar på en omställning där många aktörer finns med för att hitta lösningar.

Sverige är ett avlångt land med olika förutsättningar för livsmedelsproduktion, beroende på skillnader i markförhållanden och väder samt olikheter i närhet till konsumenter. Arbetet i SustAinimal har fokus på regionerna Västerbotten, Västra Götaland och Skåne för att undersöka vilken betydelse geografiska förutsättningar har för hållbarhet och konkurrenskraft i framtida livsmedelssystem i Sverige.

En stor del av den svenska jordbruksmarken används idag för att producera djurfoder. I SustAinimals arbete ingår att utvärdera vilken betydelse djuren i livsmedelssystemet har för livsmedelssystemet som helhet, avseende leverans av såväl livsmedel som ekosystemtjänster och negativa belastningar på klimat, miljö och social hållbarhet. Samverkan mellan växtodling och djurhållning är viktig inom SustAinimal.

Idag utgörs ca 16 % av den svenska jordbruksmarken av naturbetesmarker, där de särskilt artrika markerna ingår. Den snabba minskningen av naturbetesmark i Sverige gör att den biologiska mångfalden i odlingslandskapet är allvarligt hotad. Det är viktigt för SustAinimal att bidra till ökad medvetenhet om den roll djuren i livsmedelssystemet har för bevarande av naturbetesmarker och vad som behövs för att användningen av naturbete ska stimuleras.

### **För och tillsammans med partners och intressenter**

I SustAinimal samarbetar idag sjutton partners men vi vill bli fler för att fler forskningsresultat och lösningar ska ta form och för att utveckling, nya beteenden och omställning ska bli till. SustAinimal söker löpande nya partners och intressenter och det finns flera olika sätt att interagera på; prenumerera på vårt nyhetsbrev, vara värd för studiebesök, arrangera ett evenemang tillsammans med oss, eller samarbeta med oss i något projekt. Välkommen att ta kontakt via [www.sustainimal.se](http://www.sustainimal.se)!

### **Referens**

SustAinimal (2020) Ett kunskapscentrum med fokus på de livsmedelsproducerande djurens framtida roll. <https://www.slu.se/site/sustainimal/> [2023-01-10]

## **Grazing4AgroEcology – europeiskt projekt stödjer lantbrukare i betesbaserad djurhållning**

L. af Geijersstam<sup>1</sup>, A. Hessle<sup>2</sup> och N. Nilsson-Linde<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Svenska Vallföreningen, att. Hushållningssällskapet, Långhem <sup>2</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara <sup>3</sup>SLU Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala

Korrespondens: nilla.nilsson-linde@slu.se

### **Sammanfattning**

Grazing4AgroEcology (G4AE) är ett EU-finansierat projekt för att stödja lantbrukare i betesbaserad djurhållning. G4AE kommer att pågå i tre och ett halvt år (september 2022–februari 2026) med deltagare från åtta EU-länder. I projektet tar vi fram goda exempel som förmedlas med faktablad, nyhetsbrev, videor m.m. Olika grupper av lantbrukare och branschfolk får möjlighet att delta i nätverkande och utbyte nationellt och internationellt samt ta del av expertmöten, seminarier, webinarier och läromedel. Centralt i projektet för svensk del är femton utvalda samarbetsgårdar (partner farms) som representerar hela Sverige samt olika produktionsinriktningar och intresseområden. Unga lantbrukare är en viktig målgrupp för projektet. En utvald grupp kommer att få möjlighet att delta i diskussionsmöten om bete och att vara med på expertmöten utomlands. Vill du vara med och forma framtidens livsmedelsproduktion inom ramen för detta projekt kan du kontakta våra nationella partners inom Sveriges lantbruksuniversitet eller Svenska Vallföreningen.

### **EU-projekt för ökad betesdrift**

Grazing4AgroEcology (G4AE) är ett EU-finansierat projekt med syfte att stödja lantbrukare i betesbaserad djurhållning. Det ska gynna miljön, djuren och samhället, och producera hälsosammare mat med mindre påverkan på naturens resurser. G4AE inriktar sig också på EU:s s.k. Green Deal-mål om att gynna biologisk mångfald och minska näringsförluster och växthusgasutsläpp.

Våra europeiska betesmarker har värden som har skapats över tid genom hårt arbete av otaliga lantbrukare. Markerna ger högkvalitativa livsmedel i form av mjölk och kött. För närvarande minskar betesarealen i Europa. Betet har minskat med 10 till 20 procent under de senaste tio åren, vilket är ett hot mot ömtåliga ekosystem.

”We see that grazing-based systems are rapidly disappearing in Europe. To reverse such negative trends, requires a systemic change that must be supported by consumers devoted to the grazing societal values. Our team is well balanced and incredibly motivated to cope with such important challenges.”

*Dr. Arno Krause, projekt-koordinator*

”Den kommande satsningen på bättre skötsel och utnyttjande av både åkermarksbeten och naturbeten behövs för att öka lantbrukets hållbarhet ekonomiskt, miljömässigt och socialt. Kunskapsnivån inom såväl rådgivning som forskning och praktiskt genomförande kommer att öka genom spridning och utveckling av kända tekniker nationellt och internationellt.”

*Nilla Nilsson-Linde, Sveriges lantbruksuniversitet*

## Europeisk samverkan i treårigt projekt

G4AE leds av Grünlandzentrum i Tyskland och kommer att pågå i tre och ett halvt år (september 2022–februari 2026). Åtta EU-länder ingår (Frankrike, Tyskland, Irland, Italien, Nederländerna, Portugal, Rumänien och Sverige). I nätverket samverkar lantbrukare/ lantbrukargrupper, forskare, rådgivare och näringslivsrepresentanter.

Projektet finansieras av EU:s forsknings- och innovationsprogram, Horizon Europe, där en viktig del är att stimulera kontakten mellan forskning och praktik, exempelvis via multi-aktörsprojekt och tematiska nätverk.

## Informations-spridning, nätverk och möten

I projektet ska vi ta fram goda exempel som ska förmedlas via faktablad, nyhetsbrev, videor m.m. Olika grupper av lantbrukare och branschfolk får möjlighet att delta i nätverkande och utbyte nationellt och internationellt samt ta del av expertmöten, seminarier, webinarier och läromedel. I projektet arbetar vi på liknande sätt som i det tidigare projektet Inno4Grass (Nilsson-Linde och Carlsson, 2020; Encyclopedia pratensis).

## 15 svenska gårdar och 25 unga bönder

Centralt i projektet är femton utvalda samarbetsgårdar per land (partner farms). De svenska gårdarna finns fördelade över hela landet. Olika produktion finns representerat genom mjölk, nöt- och lammkött samt konventionell och ekologisk produktion. Flera av deltagarna är aktiva i lantbruksföreningar eller utveckling och forskning. De har också olika intresseområden eller specialiteter såsom rotationsbete, naturbete, ranchdrift, rovdjursproblem, parasitproblem, kolinlagring, gårdsförsäljning och konsumentkontakt samt tekniska och praktiska lösningar för betesdrift. Gårdarna kommer att medverka med goda exempel och gårdsbesök samt få tillgång till nätverk, betesexperter och olika typer av möten.

Unga lantbrukare är en viktig målgrupp. En utvald grupp om 25 personer som är innovativa och framåtblickande, yngre än 40 år och studerande eller verksamma inom jordbruk/rådgivning sedan högst tre år kommer att få möjlighet att delta i diskussionsmöten om bete. Några får också möjlighet att vara med på expertmöten utomlands.

## Hitta information om bete och om projektet

Under februari 2023 öppnar projektets websida [www.grazing4agroecology.eu/](http://www.grazing4agroecology.eu/).

Vill du vara med och forma framtidens livsmedelsproduktion inom ramen för detta projekt kan du kontakta våra nationella partners inom Sveriges lantbruksuniversitet eller Svenska Vallföreningen.

## Referenser

Encyclopedia pratensis. The online encyclopedia of grasslands. <https://www.encyclopediapratensis.eu/> [2023-01-22].

Nilsson-Linde N. och Carlsson A. (2020) Inno4Grass – samverkan ger tillgång till mer vallkunskap över gränserna. SLU Partnerskap Alnarp. Rapport från Växtodlings- och Växtskydds dagar den 8 och 9 december 2020. *Meddelande från Södra Jordbruksförsöksdistriktet* 73, 27:1–3.

## Vall från ett nordiskt perspektiv

J. Wallsten<sup>1</sup> och E. Nadeau<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtproduktionsekologi, Umeå

<sup>2</sup>SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

Korrespondens: johanna.wallsten@slu.se

## Sammanfattning

Detta projekt ska ta fram en kunskapsöversikt över odling och utfodring av vallfoder. Projektet finansieras av en specialutlysning från Stiftelsen Lantbruksforskning och inkluderar fyra arbetspaket; växtodling, skörd och konservering, fodervärde till olika djurslag samt ekonomi. Kunskapssammanställningen ska vara populärvetenskapligt skriven och den ska vara färdig senast 31 mars 2023. Den kommer att finnas för fri nedladdning från SLU:s publikationsdatabas.

## Introduktion

Huvudsyftet med detta projekt är att skapa en populärvetenskaplig sammanställning över vetenskaplig och publicerad forskning inom ämnet vallfoder till främst idisslare. I utlysningen står det ”Kunskapsöversikten ska utgå ifrån ett strikt foderperspektiv, men omfatta såväl odlingen av vall som processerna fram till foderbordet”. Fokus ska också ligga på nordiska förhållanden. Ett annat syfte är att identifiera kunskapsluckor och viktiga nya forskningsområden inom ämnet. Vall som bioenergigröda, miljö- och hållbarhetsfaktorer, samt bete inkluderas inte och inte heller andra grovfodergrödor som helsäd och majs. Sammanställningen ska skrivas så att den kan användas av både rådgivare och lantbrukare och den ska vara färdig senast 31 mars 2023. Projektet finansieras dels via en specialutlysning från Stiftelsen Lantbruksforskning, SLF, dels med medfinansiering från SLU.

## Material och metoder

Utlysningen ska utnyttas i en sammanställning av genomförd nationell och internationell forskning av högsta vetenskapliga kvalitet inom området vall ur ett strikt foderperspektiv – både odlings- och foderaspekter av vall avses dock, de två områdena överlappar delvis. Inriktningen ska vara mot produktion i ett nordiskt klimat. Litteraturstudien baseras på en metod som kallas systematic mapping. Den innebär att man med en förutbestämd metod söker vetenskaplig litteratur och sedan går igenom och tar bort irrelevant litteratur i flera steg. Sammanställningen görs av den litteratur som kvarstår. Vi kompletterar sedan med relevant populärvetenskaplig litteratur och s.k. grå litteratur, t.ex. konferenssuppsatser och rapporter.

Projektet sker i samverkan mellan SLU, RISE och Mårten Lidfeldt AB och inkluderar fyra arbetspaket som ska resultera i varsitt huvudkapitel i sammanställningen; Växtodling (leds av David Parsons, SLU), Skörd och konservering (leds av Martin Knicky, RISE och Elisabet Nadeau, SLU), Fodervärde till olika djurslag (leds av Dannylo Oliveira de Sousa, SLU) och Ekonomi (leds av Per Hansson, SLU). Varje arbetspaket har haft sin egen litteratursökning, men alla har fokuserat på publikationer från 2000-talet från de nordiska och baltiska länderna. Arbetspaketet för växtodling inkluderar vallen från förädling fram till skörd och inkluderar områden som väder/klimat, mark och växtmaterial. Fröodling och ekosystemtjänster ingår inte i studien. Skörd och konservering inkluderar bl.a. skördeteknik, lagringsteknik, lagringsstabilitet och lagringsförluster. Djurdelen inkluderar nötkreatur inom mjölk- och köttproduktion, får för köttproduktion, ren och gris. Fokus ligger på fodervärde, olika utfodringsstrategier

med vall är inte med i denna rapport. Djurslaget häst var inkluderat inledningsvis, men eftersom Stiftelsen Hästforskning beslutade att utlysa ett eget parallellt projekt så har det tagits bort från denna studie. Det finns dock ett löpande samarbete med hästprojektet. Ekonomipaketet har utöver litteratursökningen ett uppdrag att titta på och utvärdera de system som finns idag för att beräkna ekonomi på gårdar med vall.

### **Resultat**

Den slutgiltiga populärvetenskapliga rapporten kommer att finnas på både svenska och engelska. Publikationen kommer att finnas tillgänglig för fri nedladdning från SLU:s publikationsdatabas.

## **Kunskapssammanställning om vallfoder för hästar ur ett utfodringsperspektiv**

S. Ringmark<sup>1</sup>, M. Connysson<sup>1</sup>, A. Jansson<sup>1</sup>, K. Arvidsson Segerkvist<sup>2</sup> och C.E. Müller<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi, Uppsala

<sup>2</sup>SLU, Inst. för husdjurens miljö och hälsa, Skara <sup>3</sup>SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: cecilia.muller@slu.se

### **Sammanfattning**

En kunskapssammanställning om vallfoder till hästar med fokus på utfodring pågår. Målgruppen för sammanställningen är hästnäringen i Sverige, och projektet omfattar nordiska förhållanden. Projektet har tre delar; intag av och näringsvärde i vallfoder till hästar; konservering och lagring av vallfoder till hästar; samt hygienisk kvalitet och fodersäkerhet i vallfoder för hästar. Projektgruppen består av forskare från SLU. En referensgrupp med företrädare för hästnäringen är knuten till projektet liksom en internationell expert. Sammanställningen skrivs i rapportform på svenska riktad till hästhållare och vallfoderproducenter. Till rapporten fogas också en populärvetenskaplig sammanfattning på svenska, och vetenskaplig publicering i form av en review-artikel på engelska sammanställs under 2023.

### **Bakgrund**

Under hösten 2021 gjordes en särskild utlysning av Stiftelsen Hästforskning avseende en kunskapssammanställning om vallfoder till hästar ur ett utfodringsperspektiv. En ansökan från forskningsgruppen beviljades och projektet startade under början av 2022. Projektet förväntas vara klart i juni 2023 och rapporten kommer att publiceras den 28 februari 2023.

### **Omfattning och avgränsning**

I projektet sammanställs litteratur och forskningsresultat från stora delar av världen som är relevant för nordiska förhållanden. Det är ett omfattande projekt då den tidigaste publikationen är från början av 1900-talet och den senaste från våren 2022. Projektet omfattar endast skördat vallfoder och inte bete. Söksträngar för litteratursökning i databaser med vetenskapliga publikationer har tagits fram med hjälp av experter vid SLU-biblioteket. Sökresultaten bearbetas systematiskt i flera steg där sökträffarna inkluderas eller exkluderas beroende på hur de uppfyller uppställda kriterier. Inklusionskriterier omfattar t.ex. att publikationen är en fullskaligt beskriven studie där alla steg går att följa. Exklusionskriterier omfattar t.ex. att studien genomförts med grödor som inte är relevanta för nordiska förhållanden, eller att studiens beskrivning saknar relevanta delar.

Exempel på frågeställningar som ingår är hästars intag av och preferens för olika typer av vallfoder eller arter av vallväxter, plantmognadens inverkan på energivärde samt på innehåll av protein, mineraler och vitaminer i vallfoder för hästar. Likaså tas skörde- och konserveringsmetodernas inverkan på fodrets sammansättning upp liksom hur det i sin tur påverkar fodrets användbarhet till hästar. Även vilka möjligheter det finns att anpassa vallfodrets sammansättning så att det passar för hästar med speciella behov, t.ex. med olika typer av metabola störningar, ingår. Vidare omfattas hur vallfodrets hygieniska kvalitet (t.ex. mögel, mögelgifter och bakterier samt antinutritionella substanser) kan analyseras och bedömas, vilken betydelse den hygieniska kvaliteten har för hästens hälsa och välfärd, och vilka faktorer som har betydelse för vallfoderhygien.

### **Publikations- och kommunikationsplan**

Projektet ska utmynna i en rapport på svenska med en populärvetenskaplig sammanfattning samt en vetenskaplig översiktsartikel på engelska. Den populärvetenskapliga sammanfattningen kommer att vända sig till alla med intresse för ämnesområdet, och den svenska rapporten vänder sig mer specifikt till vallfoderproducenter och hästhållare. Rapporten skall på ett tillgängligt sätt sammanfatta och presentera den kunskap vi idag har om vallfoder till hästar ur ett utfodringsperspektiv. Projektet skall också identifiera kunskapsglapp där ytterligare forskning behövs, vilket framför allt tydliggörs i den vetenskapliga publiceringen.

Projektet pågår parallellt med en annan kunskapssammanställning om vallfoder finansierad av Stiftelsen Lantbruksforskning som också förväntas vara klar i början av 2023. Denna sammanställning omfattar utöver vallfoder till andra djurslag än hästar även vallodling och kommer därmed att innehålla relevant information även för den som odlar foder avsett för hästar.

Rapporterna kommer att finnas fritt tillgängliga på följande webbplats:

<https://www.slu.se/institutioner/husdjurens-utfodring-varld/> samt [www.hastsverige.se](http://www.hastsverige.se)

Ansvarig för projektet om vallfoder till hästar är Cecilia Müller, SLU. Övriga medverkande forskare är Sara Ringmark, Malin Connysson, Katarina Arvidsson Segerkvist och Anna Jansson, samtliga vid SLU.

I referensgruppen ingår Nils Söderberg, Helleby Gård, Hölö; Eva Dahlström, Oberoende Foderråd, Örebro; samt Erica Lindberg, LRF Häst, Stockholm.

Internationell expert i projektet är professor Krishona Martinson, University of Minnesota, Department of Animal Science, USA.

## Finns det mervärden med biokol i nötgårdens foderkedja? Resultat från ensilering och utfodring

T. Eriksson<sup>1</sup>, I. Milton<sup>2</sup>, H. Gonda<sup>1</sup> och B.O. Rustas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

<sup>2</sup>Hushållningssällskapet Jönköping, Huskvarna

Korrespondens: torsten.eriksson@slu.se

### Sammanfattning

I ett projekt finansierat av SLU Ekoforsk studeras effekten på olika ställen i foderkretsloppet vid tillförsel av biokol på en gård med nötkreatur. Biokol tillförs i fodret vid ensilering eller på annat sätt. Resultat finns nu beträffande effekter på ensilagekvalitet och på äldre kvigor vid utfodring. Ensilagekvaliteten var god med undantag för en timotejgröda med låg halt av torrsubstans (ts), där en redan hög smörsyrahalt ökade linjärt vid en stegvis ökad tillsats av 0–6 % biokol på ts-basis. Andelen lösligt råprotein i rödklöver minskade marginellt vid ökad biokoltillsats. Äldre kvigor konsumerade 11,2–11,8 kg ts ensilage/dag från blandvall, utan någon signifikant skillnad om biokoltillsatsen var 0, 1,5 eller 3 % på ts-basis. Det var inte heller någon signifikant skillnad vad gäller ts-smältbarhet. Med ökad tillsats av biokol ökade träck-ts och träckkonsistensen blev fastare. Effekten var större om biokol blandades in i det färdiga ensilaget strax före utfodring än om det tillsattes vid ensileringen.

### Introduktion

Biokol framställs genom ofullständig förbränning av organiskt material vid begränsad syretillgång (pyrolys). Det har i viss omfattning använts som fodertillsats under mycket lång tid och har tillskrivits ett stort antal positiva egenskaper. Biokol har blivit aktuellt genom att det är en potentiell kolsänka då det är stabilt upp till tusen år i jord (Lehman, 2007). Projekt för handel med kolsänkrätter för biokol pågår (Hushållningssällskapet Sjuhärad, 2020) och det är sannolikt att kostnaden för att tillföra biokol helt eller delvis kan komma att täckas genom betalning för kolsänkeffekten. I ett projekt finansierat av SLU Ekoforsk undersöker vi om det finns mervärden i att tillföra biokol i kretsloppet på en gård med nötkreatur genom att testa följande hypoteser:

1. Biokoltillsats vid ensilering ger en minskad förbrukning av lättlösliga kolhydrater och minskad proteinnedbrytning
2. Biokoltillsats minskar bildningen av metan och ammoniak i vommen
3. Biokol i fodret ger torrare gödsel och renare djur
4. Biokol i fodret minskar ammoniakbildning i stallet och metan- och ammoniakbildning i gödselbrunnen

Experiment med 2) och 4) pågår, medan resultat från 1) och 3) presenteras här.

### Material och metoder

För laboratorieensilering skördades 2020 från fröodlingar i Uppsalatrakten renbestånd av timotej Tryggve (11 juni, begynnande axgång; per kg torrsubstans (ts): 130 g råprotein (RP), 521 g NDF, 116 g socker och 76 g aska) och rödklöver SW Yngve (15 juni, före knoppning; per kg ts: 186 g RP, 266 g NDF, 83 g socker och 96 g aska). Varje gröda delades upp i två delar som antingen ensilerades direkt eller förtorkades över natten till ca 40 % ts. Före ensilering



hackades grödan på kompostkvarn för att ge struktur liknande exakthackning med 2 cm teoretisk snittlängd. Ensileringen gjordes i triplikat i 4,5-liters laboratoriesilor, med tillsats av 0, 2, 4 eller 6 % biokol på ts-basis. Densiteten i silorna var 160 och 200 kg ts/m<sup>3</sup> för direktskördat respektive förtorkat material. Biokolet kom från spånpellets av gran/tall (70/30) och maldes i en matberedare, torkades och förvarades torrt fram till 1–2 minuter innan det blandades in i uppvägd grönmassa för en silo. Silorna förvarades vid 20°C i 325 dagar innan de öppnades och analyserades med rutinmässiga våtkemiska metoder (Eriksson och Rustas, 2014). Aerob stabilitet mättes genom att under 12 dygn efter öppnandet registrera temperaturökningen i ensilageprov om 400 g vid omgivningstemperatur 20°C.

Ensilage för utfodringsförsöket kom från tredjeskörden av en blandvall med timotej, engelskt rajgräs, rajsvingel, rödklöver och vitklöver, skördad nära Laholm 22 augusti 2021. Vallen slogs med slätterkross, låg på sträng över natten och exakthackades (Krone Big X 580). Grönmassan blandades med biokol och en bakterieinokulant (Xtrasil Bio Ultra, Lantmännen, med >210 000 cfu/g grönmassa) i en fullfodervagn (Kverneland Siloking Duo 20 m<sup>3</sup>), varefter den pressades till rundbalar som plastades med 12 lager plast i en stationär press/plastare (Orkel 2000 Compactor). Biokolet, som kom från gran pyrolyserad vid 650°C (Obio Förkull, Oplandske Bioenergi, Biri, NO), var finmalt och torkat och tillsattes motsvarande 0, 1,5 och 3,0 % av grönmassans ts.

Utfodringsförsöket genomfördes som en romersk kvadrat med fem foderstater, fem tvåveckorsperioder och tio dräktiga kvigor (ålder 19,2 ± 0,4 mån, 160 ± 17 dagar till kalvning och 532 ± 32 kg levande vikt vid försöksstart). Hälften av kvigorna var av SRB-ras och hälften var Holsteinkvigor. Kvigorna hölls i lösdrift med skrapgång och liggbås med gummimattor. De slumpades till fem par med en kviga av vardera rasen, där varje par delade på ett grovfodertråg med viktregistrering (Biocontrol A/S, Rekkestad, Norge), som de hade tillgång till genom transponder. Foderstaterna bestod av fri tillgång till ensilage baserat på de balar med exakthackat material som producerats vid Laholm (tabell 1). Förutom de tre ensilagen med olika nivåer av biokoltillsats från ensileringen tillkom två foderstater där nivåerna 1,5 och 3,0 % biokol av ts tillsattes i mixervagn strax före utfodring. Från och med period 2 tillsattes även ett magnesiumrikt mineralfoder (Effekt Mg, Lantmännen) med 1 % av ts i mixervagnen till alla ensilagen för att som utgångsläge få en lösare träck och större effekt av behandlingen. Träckprov togs för- och eftermiddag dag 8–12 i varje period för bedömning av konsistens och färg samt för smältbarhetsbestämning genom analys av saltsyraolöslig aska. Djurens renhet poängsattes dagligen.

Tabell 1. Kemisk sammansättning av blandvallsensilage utfodrat i försök med äldre kvigor.

	Biokoltillsats <sup>1</sup>				
	0	1,5 % ensilering	3,0 % ensilering	1,5 % utfodring	3,0 % utfodring
Torrsubstans, g/kg	243 ± 4,3	264 ± 4,2	267 ± 3,0	249 ± 7,4	252 ± 4,0
Aska, g/kg ts	90,4 ± 3,5	91,6 ± 2,1	89,4 ± 2,8	89,2 ± 2,9	88,4 ± 1,7
NDF, g/kg ts	474 ± 10	465 ± 9	473 ± 13	476 ± 5	479 ± 5
Råprotein, g/kg ts	193 ± 2,8	194 ± 3,0	193 ± 2,0	189 ± 3,8	187 ± 2,0
NH <sub>4</sub> -N av tot. N	69,2 ± 4,2	66,0 ± 4,5	66,0 ± 2,7	70,3 ± 3,7	70,5 ± 4,2
Mjölksyra, g/kg ts	112 ± 3,5	106 ± 2,8	103 ± 1,6	108 ± 4,0	106 ± 4,2
Ättiksyra, g/kg ts	29,1 ± 1,4	26,7 ± 1,3	26,4 ± 0,8	27,7 ± 1,6	26,8 ± 0,7
Propionsyra, g/kg ts	0,57 ± 0,35	0,50 ± 0,24	0,55 ± 0,27	0,61 ± 0,32	0,36 ± 0,14
Smörsyra, g/kg ts	0,31 ± 0,01	0,28 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,30 ± 0,01
Etanol, g/kg ts	6,6 ± 0,32	6,3 ± 0,28	6,2 ± 0,19	6,2 ± 0,50	5,6 ± 0,65
pH	4,30 ± 0,10	4,32 ± 0,07	4,39 ± 0,10	4,34 ± 0,10	4,33 ± 0,09
MJ OE/kg ts	10,63 ± 0,16	10,70 ± 0,29	10,64 ± 0,20	10,79 ± 0,23	10,67 ± 0,06

<sup>1</sup>Biokoltillsats (% av ts) vid ensilering eller inblandat före utfodring.

## Resultat och diskussion

Vid ensilering i minisilor var effekten av förtorkning den förväntade (tabell 2), med begränsad fermentation, mer restsocker och mindre proteinnedbrytning, synligt genom lägre andelar lösligt råprotein och ammoniumkväve. Däremot fanns inga tydliga effekter av biokol som kunde kopplas till begränsad fermentation, bortsett från en marginell minskning av andelen lösligt råprotein i rödklöver med stigande biokoldos. Ensileringskvaliteten var för rödklöver tillfredsställande. Timotej med låg ts gav ensilage med en mycket hög smörtsyrahalt utan biokol, troligen p.g.a. klostridiekontamination. Med stigande biokoldos ökade smörtsyrahalten ytterligare. För timotej med hög ts fanns ett liknande mönster, men halten översteg där inte nivån för acceptabel kvalitet. Biokol hade där också en positiv effekt på aerob stabilitet. I de övriga ensilagen fanns ingen sådan effekt, men tiden till 3°C temperaturökning var minst 140 h.

Tabell 2. Kemisk sammansättning i renbestånd av timotej och rödklöver ensilerade i minisilor vid låg eller hög ts med ökande nivåer av biokoltillsats.

	Biokoltillsats <sup>1</sup>								Effekt <sup>2</sup>	
	Låg ts				Hög ts				Låg ts	Hög ts
	0 %	2 %	4 %	6 %	0 %	2 %	4 %	6 %		
<i>Timotej</i>										
Torrsubstans, g/kg	195	198	196	196	380	383	391	391		L
Lösligt RP, g/kg RP	705	663	687	713	564	575	575	576	Q	
NH <sub>4</sub> -N, g/kg tot. N	115	120	121	141	50	52	54	54		
Socket (WSC), g/kg ts	3	1	0	0	59	53	48	43	L, Q	L
Mjölksyra, g/kg ts	72,4	51,1	39,1	27,7	26,5	29,7	26,9	30,9	L	
Ättiksyra, g/kg ts	17,2	14,9	17,0	20,9	6,1	5,4	4,2	4,6		L, Q
Propionsyra, g/kg ts	3,6	4,7	6,3	6,9	0,8	0,8	0,8	0,8		L
Smörtsyra, g/kg ts	25,6	38,7	51,5	57,8	0,7	3,8	6,5	7,4	L	L
Etanol, g/kg ts	21,1	19,6	21,8	21,8	16,7	15,4	14,1	14,9		L, Q
pH	4,46	4,63	4,76	4,86	5,06	5,02	5,06	4,98	L	
Ts-förlust, % <sup>3</sup>	7,6	8,6	10,4	11,9	2,4	2,7	3,0	3,2	L	L
Aerob stab, tim. +3°C <sup>4</sup>	>282	>282	>282	>282	65	143	279	273		L
<i>Rödklöver</i>										
Torrsubstans, g/kg	194	198	202	207	390	394	402	404	L	L
Lösligt RP, g/kg RP	548	520	511	498	432	423	415	404	L	L
NH <sub>4</sub> -N, g/kg tot. N	106	88	80	81	61	62	60	63	L	
Socket (WSC), g/kg ts	2	2	1	2	50	49	49	45		
Mjölksyra, g/kg ts	112	110,3	119,2	108,3	36,4	38,6	33,2	38,1		C
Ättiksyra, g/kg ts	25,0	21,7	18,9	17,2	12,1	11,8	10,1	10,0	L	L, C
Propionsyra, g/kg ts	5,5	3,0	2,3	2,5	2,5	2,9	2,8	3,5	L, Q	L
Smörtsyra, g/kg ts	1,4	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2		L
Etanol, g/kg ts	10,1	7,4	6,7	6,5	6,6	6,6	5,9	6,2	L, Q	
pH	4,34	4,25	4,19	4,20	4,95	4,97	5,03	4,99	L	L
Ts-förlust, % <sup>3</sup>	4,8	4,4	4,1	3,9	2,8	3,4	3,0	3,1		
Aerob stab, tim. +3°C <sup>4</sup>	177	144	158	163	225	218	159	215		

<sup>1</sup>Biokoltillsats, % av ts. <sup>2</sup>Linjära (L), kvadratiska (Q; symmetrisk kurva som återgår till utgångsläge) och kubiska effekter (C; ej symmetrisk kurva) med  $P < 0,05$  för ökad dos biokol. <sup>3</sup>Förlorad ts-vikt efter 325 dagar i minisilo.

<sup>4</sup>Timmar till 3°C temperaturökning efter uttag ur silon.

Balensilaget som producerades för utfodringsförsöket hade genomgående god hygienisk kvalitet (tabell 1). Sammantaget tyder resultaten från det här begränsade underlaget på att biokol kan tillföras vid ensilering utan negativa effekter på den hygieniska kvaliteten, förutsatt

att utgångsläget vad gäller klostridiekontamination är gott. Detta är i överensstämmelse med resultat från Calvelo Pereira *et al.* (2014), som tillsatte upp till 18,6 % biokol på ts-basis till rajgräs vid ensilering utan negativa hygieniska effekter.

I utfodringsförsöket var kvigornas ts-konsumtion lika stor vare sig biokol tillsatts i ensilaget eller inte och oavsett om det skett vid ensilering eller strax före utfodring (tabell 3). Bara under försökets första dag observerades en långsammare start för konsumtion av ensilage med den högsta dosen biokol tillsatt strax före utfodring. Ökad dos av biokol gav högre träck-ts och fastare träck (inte alltid korrelerade (Ireland-Perry och Stallings, 1992)), med störst effekt då biokol tillsatts strax före utfodring. Den fastare träcken motsvarades inte av renare djur vid bedömningen. En trolig orsak är att det inte fanns en direkt individuell koppling mellan träckkonsistens och renhet eftersom kvigorna hölls i lösdrift med liggbås. Kvigorna hade också en relativt fast träck som utgångsläge. Med ett vallfoder med mindre struktur och högre smältbarhet är det möjligt att de positiva effekterna hade varit större.

Tabell 3. Intag, smältbarhet och träckegenskaper hos äldre kvigor utfodrade med vallensilage med biokoltillsats.

	Biokoltillsats <sup>1</sup>					SED <sup>2</sup>	P-värde
	0	1,5 % ensilering	3,0 % ensilering	1,5 % utfodring	3,0 % utfodring		
Ts-intag, kg/dag	11,22	11,73	11,37	11,63	11,78	0,31	0,31
Smältbarhet ts, %	73%	73%	73%	72%	69%	2%	0,27
Träck-ts, g/kg	157 <sup>c</sup>	162 <sup>bc</sup>	167 <sup>b</sup>	165 <sup>b</sup>	175 <sup>a</sup>	2,54	<0,001
Träckkonsistens <sup>3</sup>	2,78 <sup>c</sup>	2,86 <sup>bc</sup>	2,92 <sup>bc</sup>	3,01 <sup>ab</sup>	3,13 <sup>a</sup>	0,066	<0,001
Största mått (cm) <sup>4</sup>	15,29 <sup>a</sup>	14,58 <sup>ab</sup>	14,70 <sup>ab</sup>	14,48 <sup>ab</sup>	13,75 <sup>b</sup>	0,428	0,02
Minsta mått (cm) <sup>4</sup>	13,67 <sup>a</sup>	13,22 <sup>ab</sup>	13,19 <sup>ab</sup>	12,94 <sup>ab</sup>	12,18 <sup>b</sup>	0,418	0,02
Färg <sup>5</sup>	2,09 <sup>c</sup>	3,29 <sup>b</sup>	3,88 <sup>a</sup>	3,64 <sup>a</sup>	3,94 <sup>a</sup>	0,121	<0,001
Renhet bakben <sup>6</sup>	2,48 <sup>ab</sup>	2,42 <sup>b</sup>	2,64 <sup>ab</sup>	2,72 <sup>a</sup>	2,60 <sup>ab</sup>	0,098	0,03
Renhet lår och flank <sup>6</sup>	1,14	1,14	1,02	1,04	1,04	0,085	0,44

<sup>1</sup>Biokoltillsats (% av ts) vid ensilering eller inblandat före utfodring. <sup>2</sup>Standard error of difference (standardfel för skillnad, SED). <sup>3</sup>Poäng på skala 1–4 där högre värde är fastare träck (Ireland-Perry och Stallings, 1993). <sup>4</sup>Utbredning av 200 g träck släppt från 1 m höjd. <sup>5</sup>Poäng på skala 1–4 där 1 är gulbrun och 4 svartbrun. <sup>6</sup>Poäng på skala 1–4 där 1 är renast och 4 smutsigast (Hulsen, 2008).

## Referenser

- Calvelo Pereira R., Muetzel S., Camps Arbostain M., Bishop P., Hina K. och Hedley M. (2014) Assessment of the influence of biochar on rumen and silage fermentation: A laboratory-scale experiment. *Animal Feed Science and Technology* 196, 22–31.
- Eriksson T. och Rustas B.-O. (2014) Effects on milk urea concentration, urine output and drinking water intake from incremental doses of potassium bicarbonate fed to midlactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 97, 4471–4484.
- Hulsen J. (2008) Kosignaler: en praktisk bok om mjölkföretagande med kon i fokus. B. Corthals och M. Mehlqvist (övers.) Zutphen: Roodbont. 96 s.
- Hushållningssällskapet Sjuhärad. (2020) Kolsänksrätter med biokol. <https://hushallningssallskapet.se/?projekten=kolsanksratter-med-biokol> [2022-12-02].
- Ireland-Perry R.L. och Stallings C.C. (1992) Faecal consistency as related to dietary composition in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 76, 1074–1082.
- Lehmann J. (2007) A handful of carbon. *Nature* 447, 143–144.

## Utveckling av avkastning och näringsinnehåll i kornhelsäd över odlingssäsongen

B.O. Rustas<sup>1</sup>, O. Hallin<sup>2</sup> och E. Nadeau<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala <sup>2</sup>Hushållningssällskapet Sjuhärad, Långhem <sup>3</sup>SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

Korrespondens: bengt-ove.rustas@slu.se

### Sammanfattning

I projektet undersöktes avkastning och näringsinnehåll i helsäd av korn skördat vid axgång, mjölkmodnad, degmodnad samt gulmodnad på Rådde gård (Hushållningssällskapet Sjuhärad) samt på tre andra gårdar i Sjuhärad. På Rådde anlades ett blockförsök i ett kornfält och på de andra gårdarna anlades parceller i sämre, normala och bättre bestånd i ett kornfält per gård. Avkastningen i mängd torrsubstans per hektar ökade med senare utvecklingsstadium, förutom mellan deg- och gulmodnad på Rådde, där den minskade. Torrsubstanshalten var högre än lämpligt för ensilering i plansilo vid gulmodnad på samtliga provplatser samt redan vid degmodnad på Rådde. Råprotein- och NDF-halterna sjönk medan stärkelsehalten steg med tilltagande mognadsgrad. Stärkelsehalten korrelerade linjärt med andelen ax i grödan. Resultaten visar att helsäd av korn företrädesvis skall skördas vid degmodnad om stor skörd och bra ensilerbarhet eftersträvas. Andelen ax i helsäd kan potentiellt användas för att uppskatta stärkelseinnehållet i grödan.

### Introduktion

Avkastningen och fodervärdet hos spannmålshelsäd är starkt beroende av grödans utvecklingsstadium. Helsäd av korn kan vid skörd i axgång ge en avkastning som motsvarar första skörden i en vallgröda. Att vänta med skörden till degmodnadsstadiet kan innebära en fördubbling av skördemängden (Mahli *et al.*, 2006).

Skörd vid axgång ger i allmänhet ett grovfoder som liknar ett medelgott vallfoder, med relativt stort fiberinnehåll (NDF) och bra fibersmältbarhet. Efterhand som spannmålsgrödan mognar minskar fibersmältbarheten, vilket minskar innehållet av omsättbar energi i blad- och stråfraktionen. Med stigande mognadsgrad ökar samtidigt andelen ax i grödan, efterhand som kärnan utvecklas. Detta leder till att fiberandelen i helsäd sjunker samt att smältbarheten av organisk substans och därmed den omsättbara energin hålls relativt konstant eller till och med ökar något vid senare mognadsstadium (Rustas *et al.*, 2011). Fiberandelen har stark koppling till djurens konsumtion och är ett viktigt kvalitetsmått i helsäd.

Helsädens ensilerbarhet är också beroende av utvecklingsstadiet eftersom torrsubstanshalten (ts-halten) ökar med stigande mognadsgrad. Vid axgång behöver helsäden förtorkas för att en lämplig ts-halt (300–350 g/kg) skall uppnås. Efterhand som helsäden mognar, stiger ts-halten för att vid degmodnad vara uppe i ca 350 g/kg, vilket innebär att helsäden då kan direktskördas. Den ökade torrsubstanshalten vid en ännu senare skörd gör grödan mer svårpackad. Detta kan leda till luftinfiltration i silon vilket också ökar risken för varmgång när ensilaget exponeras för syre under utfodringsperioden.

Vid bestämning av skördetidpunkten för helsäd skall ett antal faktorer vägas in. Önskad skördemängd och kvalitet styrs av djurbesättningens behov och ensilagens fermenteringskvalitet styrs av gårdens konserveringsteknik. Till exempel bör helsäd som enda foder till mjölkkor skördas tidigt för att ge tillräcklig energi. I kombination med tidigt skördat vallfoder

fungerar det dock bra med en senare skördetidpunkt (Wallsten, 2008). Sent skördat heslsädesensilage kan med fördel utfodras som enda grovfoder till växande nötkreatur (Rustas *et al.*, 2008).

Syftet med denna studie var att utvärdera skördemängdens och foderkvalitetens utveckling i kornhelsäd över tid, från axgång till gulmognad, i sydvästra Sverige.

## Material och metoder

I ett befintligt kornfält med kornsortent Dragoon på Rådde gård (benämns fortsatt "Rådde"), anlades en försöksyta om 3 m × 12 m med tolv parceller uppdelade på tre block. På tre andra gårdar (benämns fortsatt "Gårdarna") i Sjuhärad anlades försöksytor i fält med sorterna Irina, Dragoon och en okänd sort. På ett fält per gård märktes tre parceller ut vilka representerade bättre, normalt och sämre bestånd.

Vid grödans axgång (kod 59 enligt Zadoks *et al.*, (1974)), tidig mjölmognad (kod 75–77), degmognad (kod 83–85) samt gulmognad (kod 89) klipptes rutor om 0,25 m<sup>2</sup> med stubb höjd 9 cm. Vid varje utvecklingsstadium klipptes tre rutor i tre skilda parceller (en från varje block) på Rådde. Tre rutor per parcell klipptes på Gårdarna. Vid varje klippning samlades 25 plantor från varje parcell för bestämning av utvecklingsstadium.

Grönmassan från varje klippt ruta vägdes. På Rådde slogs grönmassan samman till ett prov per block och på Gårdarna slogs den samman till ett prov per parcell. Proven torkades och analyserades med rutinmässiga våtkemiska metoder med avseende på aska, råprotein, NDF (Neutral Detergent Fiber), stärkelse och smältbarhet (vomvätskelöslig organisk substans, VOS) enligt Rustas *et al.* (2011).

Den statistiska bearbetningen utfördes med proceduren Mixed i dataprogrammet SAS. Vid analys av data från Rådde ingick block och skördetidpunkt i modellen och vid analys av data från Gårdarna ingick gård, bestånd och skördetidpunkt, samtliga som fixa faktorer.

## Resultat och diskussion

Avkastningen i kg torrs substans ökade med senare skördedatum men avtog efter degmognad på Rådde medan avkastningen fortsatte att öka fram till gulmognad på Gårdarna (tabell 1 och 2). På Rådde ökade avkastningen med 57 % från axgång till degmognad medan den på Gårdarna ökade i genomsnitt med 115 % från axgång till gulmognad. Det senare är jämförbart med nivåer rapporterade av Mahli *et al.* (2006).

Det var variation i skördemängd inom fält på Gårdarna med i genomsnitt 7 280 kg ts/ha i bättre och normala bestånd. I sämre bestånd var avkastningen 5 590 kg ts/ha, räknat som ett genomsnitt över utvecklingsstadier och gårdar.

Torrs substanshalten ökade med stigande mognadsgrad och var över 30 % vid degmognad på Gårdarna och vid mjölmognad på Rådde. Från degmognad på Rådde och vid gulmognad på Gårdarna var ts-halten högre än vad som är lämpligt för ensilering i plansilo. Vid gulmognad var ts-halten på Rådde extremt hög.

Tabell 1. Avkastning och sammansättning hos helsädesprover klippta i kornfält vid skilda utvecklingsstadier på tre gårdar i Sjuhärad. På varje gård klipptes prover från ett fält i rutor med bättre, normalt och sämre bestånd.

	Mognadsstadium				SED <sup>1</sup>	P-värde
	Axgång	Mjölkmognad	Degmognad	Gulmognad		
Klippdatum	1/7	9/7	20/7	4/8		
Avkastning, kg ts/ha	4350 <sup>d</sup>	6100 <sup>c</sup>	7640 <sup>b</sup>	8850 <sup>a</sup>	520	< 0,001
Ts-halt, g/kg	248 <sup>c</sup>	277 <sup>c</sup>	362 <sup>b</sup>	541 <sup>a</sup>	22,1	< 0,001
Aska, g/kg ts	55 <sup>a</sup>	44 <sup>b</sup>	38 <sup>c</sup>	33 <sup>d</sup>	1,7	< 0,001
Råprotein, g/kg ts	127 <sup>a</sup>	105 <sup>b</sup>	92 <sup>bc</sup>	90 <sup>c</sup>	3,9	< 0,001
NDF, g/kg ts	572 <sup>a</sup>	494 <sup>b</sup>	421 <sup>c</sup>	404 <sup>c</sup>	12,9	< 0,001
Stärkelse, g/kg ts	6 <sup>c</sup>	52 <sup>c</sup>	265 <sup>b</sup>	340 <sup>a</sup>	13,0	< 0,001
VOS <sup>2</sup> , %	83 <sup>ab</sup>	78 <sup>c</sup>	82 <sup>ab</sup>	80 <sup>bc</sup>	1,3	0,006
Axandel, % av ts	27 <sup>d</sup>	37 <sup>c</sup>	62 <sup>b</sup>	70 <sup>a</sup>	1,4	< 0,001

<sup>a,b,c</sup> Medelvärden med olika bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant åt ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>Standard error of difference = behandlingsjämförelsernas medelfel. <sup>2</sup>Vomvätseklöslig organisk substans.

Tabell 2. Avkastning och sammansättning hos helsädesprover klippta vid skilda utvecklingsstadier på Rådde gård.

	Mognadsstadium				SED <sup>1</sup>	P-värde
	Axgång	Mjölkmognad	Degmognad	Gulmognad		
Klippdatum	2/7	12/7	22/7	4/8		
Avkastning, kg ts/ha	5040 <sup>c</sup>	6580 <sup>b</sup>	7910 <sup>a</sup>	7180 <sup>ab</sup>	313	< 0,001
Ts-halt, g/kg	284 <sup>d</sup>	319 <sup>c</sup>	471 <sup>b</sup>	851 <sup>a</sup>	4,8	< 0,001
Aska, g/kg ts	51 <sup>a</sup>	36 <sup>b</sup>	33 <sup>c</sup>	22 <sup>d</sup>	1,0	< 0,001
Råprotein, g/kg ts	100 <sup>a</sup>	81 <sup>b</sup>	75 <sup>b</sup>	75 <sup>b</sup>	2,3	< 0,001
NDF, g/kg ts	535 <sup>a</sup>	424 <sup>b</sup>	406 <sup>b</sup>	392 <sup>b</sup>	6,2	< 0,001
Stärkelse, g/kg ts	10 <sup>d</sup>	161 <sup>c</sup>	332 <sup>b</sup>	376 <sup>a</sup>	5,6	< 0,001
VOS <sup>2</sup> , %	78 <sup>c</sup>	83 <sup>a</sup>	83 <sup>a</sup>	81 <sup>b</sup>	0,4	< 0,001
Axandel, % av ts	29 <sup>d</sup>	49 <sup>c</sup>	69 <sup>b</sup>	72 <sup>a</sup>	0,7	< 0,001

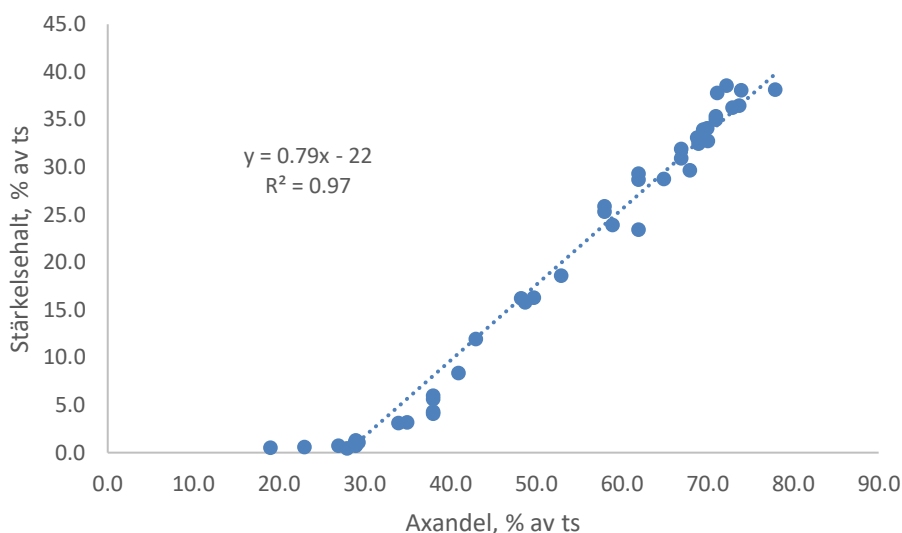
<sup>a,b,c</sup> Medelvärden med olika bokstäver i samma rad skiljer sig signifikant åt ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>Standard error of difference = behandlingsjämförelsernas medelfel <sup>2</sup>Vomvätseklöslig organisk substans.

Såväl råprotein- som NDF-halten var högst vid axgång och sjönk med senare skörd (tabell 1 och 2) vilket är i linje med tidigare studier (Rustas *et al.*, 2011). Råproteininnehållet är generellt relativt litet i helsäd av spannmål, vilket bekräftas av resultaten, men var större vid samtliga utvecklingsstadier på Gårdarna jämfört med Rådde. Fiberinnehållet, analyserat som NDF, är främst lokaliserat till strået och därför minskar andelen NDF när andelen ax ökar under mognaden.

Smältbarheten var tämligen lika över utvecklingsstadier. På Gårdarna sjönk smältbarheten som förväntat från axgång till mjölkmognad, för att sedan öka vid degmognad. På Rådde var smältbarheten mot förmodan lägst vid axgång. Det kan förklaras av att grödan vid första klippning på Rådde var i något senare utvecklingsstadium än planerat. Bestämningen av mognadsstadium på enskilda plantor visade också att utvecklingen gått något längre på Rådde än på Gårdarna vid första klipptillfället, vilket kan förklara skillnaden i smältbarhet vid axgång. Med stigande mognad sjunker fibersmältbarheten i helsäd (Cherney *et al.*, 1983) men eftersom andelen ax, som har hög smältbarhet, samtidigt ökar blir den totala smältbarheten relativt oförändrad över växtsäsongen. För att djuren skall kunna tillgodogöra sig energin i fodret krävs att den är tillgänglig för nedbrytning i mag-tarmkanalen. Vid skörd i gulmognadsstadiet kan kärnornas skal vara så utvecklade att de behöver knäckas för att innehållet ska kunna utnyttjas av nötkreatur.

Grödans stärkelsehalt ökade efter axgång och ökningen var störst fram till degmognad. Därefter avtog ökningen eftersom andelen ax i grödan stagnerade. Andelen ax var väl korrelerad med stärkelsehalten (figur 1) vilket indikerar att bestämning av andelen ax i grödan, vilket enkelt kan göras på gården, skulle kunna vara ett sätt att skatta helsädens stärkelseinnehåll.



Figur 1. Samband mellan axandel och stärkelsehalt i helsäd av korn, klippt vid axgång, mjölk-, deg- och gulmognad på Rådde gård samt tre andra gårdar i Sjuhärad.

Tack till Agroväst mjölkprogram som finansierade projektet.

## Referenser

- Cherney J.H., Marten G.C. och Goodrich R.D. (1983) Rate and extent of cell-wall digestion of total forage and morphological components of oats and barley. *Crop Science* 23, 213–216.
- Malhi S.S., Johnston A.M., Schoenau J.J., Wang Z.H. och Vera C.L. (2006) Seasonal biomass accumulation and nutrient uptake of wheat, barley and oat on a Black Chernozem soil in Saskatchewan. *Canadian Journal of Plant Science* 86, 1005–1014.
- Rustas B.O., Nadeau E. och Johnsson S. (2008) Performance of dairy steers fed whole-crop barley silages harvested at different stages of maturity. *Grassland Science Europe* 13, 822–824.
- Rustas B.O., Bertilsson J., Martinsson K., Elverstedt T. och Nadeau E. (2011) Intake and digestion of whole-crop barley and wheat silages by dairy heifers. *Journal of Animal Science* 89, 4134–4141.
- Wallsten J. (2008) Whole-crop cereals in dairy production – Digestibility, feed intake and milk production. Sveriges lantbruksuniversitet. Doctoral Thesis 56. Arkitektkopia AB, Umeå.
- Zadoks J.C., Chang T.T. och Konzak C.F. (1974) A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research* 14, 415–421.

## Fältmaskiner i lantbruket – från bearbetning till skörd

L. Neuman och L. Sörkvist

L & L Förlag, Timmele

Korrespondens: lars.neuman@timmele.net; lennart.sorkvist@gmail.com

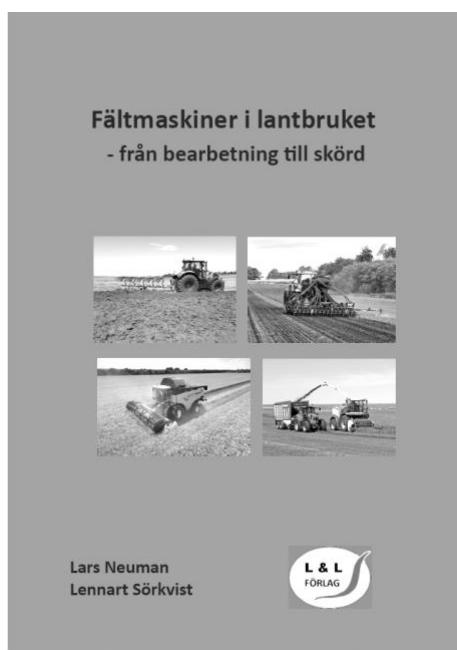
### Sammanfattning

Boken *Fältmaskiner i lantbruket – från bearbetning till skörd* gavs ut i en första tryckning hösten 2020. Den är främst avsedd som lärobok i naturbruksutbildning på gymnasienivå och högre. Den kan också vara en referens för hela näringen, då den behandlar grunderna i fältmaskiners teknik och användning.

### Bakgrund

Bristen på tryckta läromedel inom vissa områden i naturbruksutbildningen har under lång tid varit besvärande. Det gäller inte minst lantbruksteknik. Den förra läroboken, *Jordbrukets fältmaskiner*, utgavs 1999 och den senaste revisionen gjordes 2003. Från den tiden fram till 2020 har det skett stora förändringar. Lantbrukets teknik utvecklas ständigt. Nya metoder tillkommer och äldre metoder överges eller förändras.

Läromedlen på teknikområdet har inte utvecklats i samma takt. Det beror på att det saknats intresse från de förlag som normalt arbetar med läroböcker. Boken *Fältmaskiner i lantbruket* har tillkommit på författarnas eget initiativ och i samråd med Naturbruksskolornas förening.



Figur 1. Boken är i format A4 med 220 sidor. Den har ca 600 bilder, både foton och teckningar som bidrar till att beskriva tekniken.

1. Vad är jord?
2. Jordbearbetning – system och strategier
3. Plöjning, plogar
4. Jordbearbetning med kultivatorer och tallriksredskap
5. Säbäddsbredning
6. Sådd
7. Spridning av stallgödsel
8. Spridning av mineralgödsel
9. Mekanisk ogräsreglering
10. Växtskydd - lantbrukssprutan
11. Pressning
12. Vallskörd inledning
13. Höproduktionens grunder
14. Ensileringsgrunder
15. Slätter, vändning, strängläggning
16. Ensilering i balar
17. Ensilering i plansilo, slang och torsilo
18. Skördetröskning
19. Torkning samt annan konservering av spannmål
20. GPS - teknik och tillämpning
21. Putsning av beten och grönytor
22. Markpackning
23. Maskinekonomi
Bilaga 1. Variationskoefficient
Bilaga 2. Mollierdiagrammet för fuktig luft
Sakregister

Figur 2. Innehåll, kapitelrubriker.



### **Behövs tryckta läromedel?**

Detta var en fråga som behövde besvaras innan bokprocessen startade. Därför genomförde Naturbruksskolornas förening med stöttning från SLO-fonden en enkät till berörda lärare på landets naturbruksskolor.

Från enkätsvaren kunde dras en slutsats att man föredrog en fysisk och grundläggande bok som är kommersiellt neutral. Som komplement har lärarna möjlighet att använda broschyrmaterial, videoklipp från Internet m.m. Med stöd av enkäten har vissa teknikområden kunnat prioriteras bort, såsom potatisodlingens teknik och bevattningsteknik. Boken skulle annars bli alltför omfattande. Därmed kunde mer utrymme ges till de viktigaste kapitlen, de som framgår av figur 2 ovan.

### **Egen produktion**

Författarna har själva svarat för hela processen fram till tryckning. Det innebär insamling av fakta, skrivande, redigering, fotografering, insamling av bilder, bildredigering samt slutligen detaljerad layout av det manus som lämnats till tryckeriet.

### **Några bärande principer i arbetet**

- Sträva efter en komplett beskrivning av den grundläggande tekniken.
- Några historiska återblickar ger perspektiv på dagens teknik.
- Göra nödvändiga kopplingar till teknikens beroende av de förutsättningar som ges av biologi, väder, markegenskaper m.m.
- Användning av maskiner medför ofta risker för förare och andra. Av utrymmesskäl tas inte detta upp, utan det behandlas i annan ordning i utbildningen.
- Vara märkesneutral och använda material från olika maskinleverantörer.
- Materialet förankras hos forskare, rådgivare och andra experter. Deras synpunkter har beaktats.

### **Så behandlas vallskörd i boken**

Vallskördens teknik är uppdelad på sex kapitel.

#### *Vallskörd inledning*

Viktigast är en illustration med översikt av skördekedjor för hö respektive ensilage.

#### *Höproduktionens grunder*

Grundelement i all torkning är jämviktsvattenhalt och relativ luftfuktighet. Hänsyn till dessa samt risken för förluster påverkar torkens utformning och användning.

#### *Ensileringens grunder*

Metoderna och maskinanvändningen måste ta hänsyn till de biologiska processerna för att säkra foderkvalitet och reducera förlusterna. Därför ges utrymme till att beskriva ensilering och hur fodret skyddas.

*Slåtter, vändning, strängläggning*

Knivslåtter behandlas översiktligt medan tonvikten ligger på rotorslåtter. Stråbehandling med både valsar och crimper beskrivs. Bredspredning ställs mot torkning i sträng. Vändare, strängluftare och olika typer av strängläggare beskrivs.

*Ensilering i balar*

Tekniken med ensilering i inplastade balar beskrivs liksom sträckfilmens egenskaper och deras betydelse för resultatet. Pressarnas teknik har ett eget kapitel i boken och i det behandlas den för ensilering speciella kombinerade pressen och inplastaren. Olika faktorerers betydelse för ensileringsresultatet diskuteras.

Tubinplastaren, som hittills är ganska ovanlig, behandlas också.

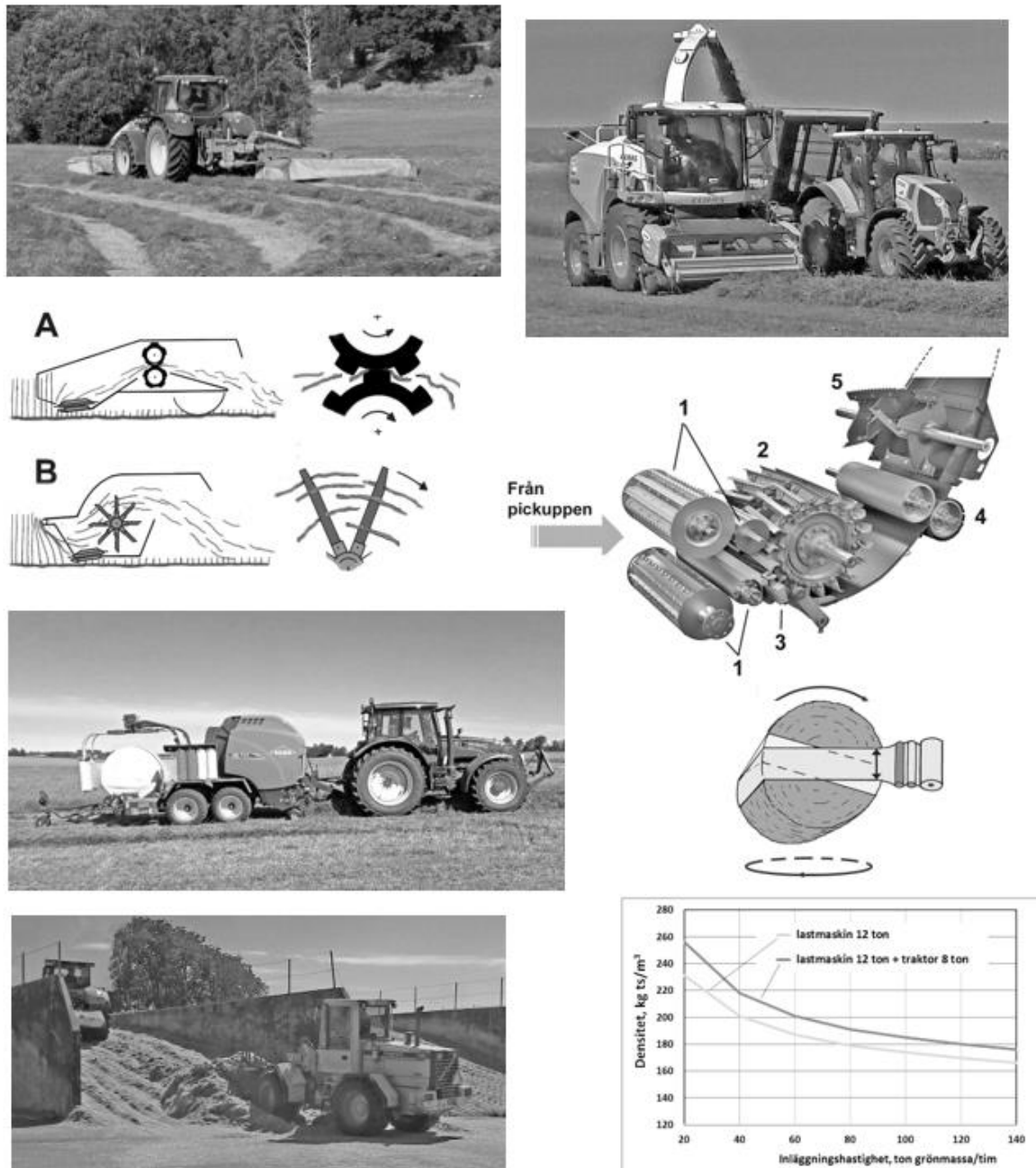
*Ensilering i plansilo, slang och tornsilo*

Vad som utmärker de tre lagringsmetoderna i olika avseenden beskrivs. Gemensamt för metoderna är tekniken för upptagning och snittning/hackning, dvs. hackar och snittvagnar.

Den viktiga packningen i plansilo har fått ett särskilt avsnitt.

**Referens**

Neuman L. & Sörkvist L. (2022) Fältmaskiner i lantbruket – från bearbetning till skörd. L & L Förlag. Timmele.



Figur 3. Ett urval bilder från avsnittet vallskörd.

## **Green Valleys – ett system för produktion av bioenergi och högvärdigt protein genom grön bioraffinering**

K. Bergström<sup>1</sup> och A. Falkenberg Brodin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Naturbruksförvaltningen Västra Götalandsregionen <sup>2</sup>Agroväst Livsmedel AB

Korrespondens: agnes.falkenberg@agrovast.se

### **Sammanfattning**

Biomassa från vall kan användas som råvara i gröna bioraffinaderier som producerar både ett högkvalitativt protein och en rad olika restprodukter som i sig har stora värden och breda användningsområden. Genom att öka andelen vall i växtföljden kan en rad fördelar såsom ökad kolinbindning, ökad markproduktivitet, minskad övergödning och minskat behov av bekämpningsmedel och konstgödsel uppnås. Upprättandet och utbyggnaden av två olika demonstrations- och testanläggningar i Danmark respektive Sverige har möjliggjort både optimering i industriell skala och produktion av produkter för testning i foderförsök och för försök inom bioenergiproduktion. Dessutom har anläggningen visat sig vara ett mycket effektivt verktyg för att visa upp och kommunicera den nya tekniken till intressenter inom jordbruk, industri och myndigheter. Inom projektet har ett proteinkoncentrat utvunnits med en proteinhalt på ca 50 % vilket motsvarar proteinhalten i soja. Projektet påvisar att även restprodukterna har ett stort värde och kan användas både som djurfoder och som substrat i biogas. Systemanalyser har visat att kolinlagringen i marken ökar genom mer vall i växtföljden. När bioraffinaderiet integreras med en biogasanläggning kan det bli lönsamt att ersätta importerat växtprotein.

### **Syfte**

Syftet är att etablera en utvecklingsplattform för grön bioraffinering för att demonstrera hur bioraffinering kan utnyttja gräsmarker till att leverera hållbart producerade energiprodukter och proteinfoder.

### **Introduktion**

Green Valleys är ett fyraårigt EU-projekt som pågått mellan 2018 och 2022. Det är ett svensk-danskt forskningssamarbete med målet att etablera en utvecklingsplattform för grön bioraffinering. Projektet finansieras genom EU Interreg Öresund-Kattegatt-Skagerrak och Västra Götalandsregionen och har totalt fått motsvarande 5,4 miljoner euro. Partner i projektet är Agroväst som leder projektet, Chalmers, Västra Götalandsregionens naturbruksförvaltning, Sveriges lantbruksuniversitet, Hushållningssällskapet Sjuhärad, Aarhus universitet och Skive kommun. Två demonstrationsanläggningar har uppförts, en större forskningsbaserad i Danmark vid Aarhus universitet, AU Viborg samt en mindre gårdsbaserad pilotanläggning i Sverige på naturbruksskolan Sötåsen.

I Norden finns goda förutsättningar för vallproduktion. Mer vall i växtföljden ökar bördigheten och ger större skördar i efterföljande grödor. Eftersom vall är en perenn gröda minskar vallen kväveläckage till sjöar, hav och vattendrag jämfört med ettåriga grödor. Vallen har dessutom ett utvecklat rotsystem som bidrar till att lagra in kol i marken. När vallen byts ut mot de minst lönsamma grödorna i en spannmålsdominerad växtföljd kan mer energi och protein produceras samtidigt som kostnaden sjunker. Med en bättre växtföljd minskas dessutom behovet av bekämpningsmedel. Beräkningar på Sötåsens anläggning med en investeringskostnad på ca 1,1 miljon kronor visar att pressjuicen från ensilage är jämförbar med produktionskostnaden för ekologiska ärter med samma råproteinhalt. Vid en kommersiell anläggning kan kostnaden

för produktionen av proteinkoncentratet jämföras med kostanden för importerad GMO-fritt sojamjöl.

Färsk vall kan processas i ett bioraffinaderi till ett proteinkoncentrat för utfodring av enkelmagade djur, exempelvis gris, fjäderfä och fisk, och det har därmed potential att ersätta exempelvis importerad soja från Sydamerika som har ett stort negativt klimatavtryck. På sikt har proteinkoncentratet även stor potential att användas inom livsmedelsindustrin.

Den fiberrika presskakan kan fungera som foder till nötkreatur, får och hästar, eller användas för produktion av biogas. På sikt kan presskakan också användas i olika biobaserade material som exempelvis inom textilindustrin.

Projektet bygger på gårdssamverkan för att få bättre lönsamhet där flera gårdar med eller utan djur kan samverka. Genom att integrera en biogasanläggning kan en ökad lönsamhet nås. För att kunna använda anläggningen året om har försök gjorts på både färskt gräs och på ensilage.

Vid anläggningen på Sötåsen har framför allt ensilerad vall pressats. Den fiberrika presskakan har använts som utfodring till mjölkkor och kvigor, medan den proteinrika pressjuicen har använts som komplement vid blötutfodring till tillväxtgrisar och suggor. I Danmark har fokus varit att raffinera färsk vall då man har en längre växtsäsong.

## Material och metoder

Bioraffinaderiet på AU Viborg (forskningsenhet Foulum) stod klart 2019 och har en kapacitet på ca 10 ton biomassa per timme. Bioraffinaderiet på Sötåsen som invigdes våren 2020 har en kapacitet på ca 2–4 ton biomassa per timme. Processen är densamma i båda anläggningarna.

Process för grön bioraffinering:

- Färskt gräs eller ensilage som hackats matas in i anläggningen.
- Gräset förädlas genom skruvpressens dubbla skruvar som mekaniskt pressar biomassan.
- En fiberrik presskaka matas fram som kan användas till foder för exempelvis nötkreatur eller till biogas.
- En proteinrik pressjuice bildas som kan ersätta en viss mängd kraftfoder till grisar.
- Pressjuicen från färskt gräs kan förädlas vidare. Då fälls det lösliga proteinet ut genom upphettning och separeras genom centrifugering. Denna proteinpasta kan sedan användas till enkelmagade djur i våt form eller torkas till ett proteinkoncentrat.
- En sockerrik restjuice (brunjuice) bildas som kan användas till biogasproduktion.

## Resultat och diskussion

Under projektet har olika försök genomförts i olika arbetspaket. Nedan följer ett urval av de försök som genomförts inom projektets ramar:

### *Produktionsförsök med kor och grisar*

SLU och naturbruksförvaltningen har genomfört utfodringsförsök med kor, kvigor, tillväxtgrisar och suggor på Sötåsens naturbruksskola. Ensilage pressades och presskakan gavs till kor och kvigor medan pressjuicen ersatte delar av kraftfodret till grisar. Kontrollgruppen i nötförsöken fick ensilage och kraftfoder medan kraftfoder och vatten till blötfoder användes i grisförsöken. Varken dräktiga suggor eller tillväxtgrisar som fick pressjuice, istället för en mindre del av kraftfodret och vattnet, visade några skillnader i vikt- eller hullförändring jämfört

med kontrollgruppen. Detta tyder på att grisarna kunde tillgodogöra sig näringen i pressjuicen (Presto Åkerfeldt *et al.*, 2022). Studierna där presskakan helt ersatte ensilaget i foderstaten till kor visade inga skillnader i vikt och hull. Däremot producerade mjölkorna något mindre mjölk efter en tid i den grupp som fick presskaka, vilket visar att korna kan tillgodogöra sig näringen i presskakan men att presskakan behöver blandas in i en mindre mängd i ensilaget för att undvika produktionsminskning (Nadeau *et al.*, 2023). Däremot växte kvigor som fick presskaka lika bra som kvigor som fick ensilage när de fick något mer kraftfoder än ensilagegruppen.

#### *Optimering av proteinkoncentrat och skördemetoder*

Under de fyra år som Green Valleys projekt har pågått har olika försök genomförts på Aarhus universitet. Dessa har skett på demonstrationsanläggningen AU Viborg (Foulum). Försök har gjorts för att optimera utbytet av proteinkoncentrat, optimera skördemetoden för att få ett så högt utbyte som möjligt samt biogasförsök. En av de viktigaste slutsatserna var att anläggningen kontinuerligt kunde producera proteinkoncentrat av hög kvalitet med ett råproteininnehåll på ca 50 %. Man har också kunnat dra slutsatsen att skördemetoden, tiden mellan skörd och process samt blandvallens kvalitet är de tre mest avgörande faktorerna för hur effektiv produktionen av proteinkoncentrat blir.

#### *Utvärdering av biometanpotential av de olika restfraktionerna från bioraffinaderiet Sötåsen*

Hushållningssällskapet Sjuhärad utförde tester i laboratorieskala för att mäta biometanpotentialen (BMP) i olika blandningar med och utan nötflytgödsel. Pressjuice och brunjuice visade på högst BMP. Juicefraktionerna innehöll högre andel protein, framför allt det lösliga proteinet som frigör energi i form av biogas. Presskakan innehöll mycket fiber, som enbart delvis är nedbrytbar för produktion av biogas. Den har dessutom en lägre proteinhalt än juicerna och visade en lägre BMP. När presskaka blandades med pressjuice ökade BMP till en nivå mellan de båda substraten. Presskaka, pressjuice och brunjuice har även testats i större skala i pilotanläggningen på Sötåsen.

#### *Systemanalys och lönsamhetsstudier*

Chalmers har presenterat resultat från miljö- och klimatanalyser samt ekonomiska beräkningar för många olika målgrupper, från enskilda lantbrukare till policy-makers på nationell och internationell nivå. Den nya kunskap som tagits fram i projektet är viktig för olika aktörer vid implementering i olika sammanhang och på olika nivåer. Chalmers har också utvecklat en modell för miljö- och ekonomiberäkningar för att använda vall för att producera proteinfoder och råvaror för bioenergi. Modellen kan användas på olika nivåer, från gård upp till stora anläggningar. Chalmers har gjort en fallstudie (Balaman *et al.*, 2022) som visar att det finns en stark potential för gröna bioraffinaderier i Sverige. Det uppskattas att proteinfoder- och biometanproduktionen från utbyggnaden av dessa kan uppgå till 154 % av importen av sojamjöl respektive 13 % av naturgasimporten till Sverige.

## **Referenser**

- Balaman S., Berndes G., Cederberg C. och Rosenqvist H. (2022) Towards multifunctional landscapes coupling low carbon feed and bioenergy production with restorative agriculture: Economic deployment potential of grass-based biorefineries. Acceperad för tidskriften *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*.
- Nadeau E., Sousa D., Dahlström F. och Wallenbeck A. (2023) Grön bioraffinering av vall – utfodring av presskaka och pressjuice till lantbrukets djur. I: N. Nilsson-Linde och G. Bernes. Vallkonferens 2023. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. *Rapport 34*. Under tryckning.
- Presto Åkerfeldt M., Friman J., Dahlström F., Larsen A. och Wallenbeck A. (2022) Juice from silage in green bio refineries – a potential feed ingredient in liquid diets to weaned pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section A, Animal science*, 1–7. <https://doi.org/10.1080/09064702.2022.2118828>.

## ProRefine – Production and quality of forage legumes biorefined through juicing and leaf stripping

B. Micke<sup>1</sup>, S.A. Adler<sup>2</sup> och D. Parsons<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Umeå <sup>2</sup>NIBIO –

Norsk institutt for bioøkonomi, Tingvoll, Norge

Corresponding author: brooke.micke@slu.se

### Sammanfattning

I ett försök att skapa lokalt producerat proteinrikt foder testades två bioraffinaderimetoder på vanliga foderbaljväxter som odlas i Norden. Två rödklöversorter och en alsikeklöversort odlades som monokulturer i Nordnorge. En fraktioneringsmetod på skördenivå, bladtröskning, och en fraktioneringsmetod efter skörd, dubbelskruppressning, testades vid tre skördetillfällen. Den proteinrika bioraffinerade fraktionen som framställts från dubbelskruppressning (juice) visade en högre koncentration av råprotein i den första skörden, såväl som en lägre koncentration av fiber (aNDFom) för alla skördar, jämfört med den bioraffinerade fraktion som producerades från bladtröskning (blad). Råproteinavkastningen från juicen visade sig också vara större i första och tredje skörd, jämfört med den från bladen. Dessa resultat stöder också rönen från utfodringsförsök, att foderkvaliteten hos juicefraktionen kan fungera som ett lämpligt proteinfoder för enkelmagade djur.

### Introduction

Due to the increasing demand for protein feed for livestock, new techniques have been developed for the production of alternative, locally produced protein-rich feeds. In an effort to decrease to the EU's dependency on soybean meal, the biorefining of locally grown forage presents an opportunity to produce legume-based feed with a high feed value and amino acid composition suitable for monogastrics (Van Krimpen *et al.*, 2013). Of the current biorefinery methods developed, twin screw-press juicing is the most widely used and it is effective at creating suitable fractions. In this method, forages are fed into a twin screw-press with two gears that counter rotate and separate the material into a protein-rich juice and a fiber-rich pulp (Colas *et al.*, 2013). Twin screw-press juicing is a post-harvest fractionation method and such requires a multi-step process to achieve the final product. An alternative method that allows for fractionation during the harvest process could present a more streamlined approach.

A potential way to achieve harvest level fractionation is to consider how protein and fiber fractions are partitioned throughout the plant. Studies have shown that the concentration of extractable true protein is higher in the leaf than the stem for both red clover (*Trifolium pratense* L.) and lucerne (*Medicago sativa* L.) (Solati *et al.*, 2018). This difference in quality between the leaf and the stem presents an opportunity to fractionate forage legumes through the separation of leaf from stem, creating a protein-rich fraction consisting of leaves and a fiber-rich byproduct from the stems. Leaf stripping, an alternative harvest level fractionation method which harvests the leaves and the upper portion of the stem, presents an opportunity to biorefine forages without post-harvest processing. The fraction removed by the leaf stripper is high in crude protein and low in fiber and so, can potentially be used as a protein feed for monogastrics.

Two fractionation methods, twin screw-press juicing and leaf stripping, were tested in this study to compare the forage quality of the biorefined fraction between methods. Both red clover and alsike clover (*Trifolium hybridum* L.) cultivars were biorefined to compare the performance of biorefinery techniques on various forage legumes.

## Materials and methods

A field experiment was established in 2018 in Tingvoll, Norway (62.92°N, 8.19°E) with plots of forage legumes sown in monocultures using a randomised complete block design consisting of four blocks and 32 plots. The forage legumes were red clover (*cv.* Gandalf and Lars), alsike clover (*cv.* Frida) and lucerne (*cv.* Ludwig). Due to establishment issues with lucerne, plant survival was low, particularly in the second year of production (2020). The lucerne plots were not harvested in 2020, as not enough plant material was present.

Two harvest treatments were used for each species per block. Due to delays in shipment of the leaf stripping harvest machinery, both harvest treatments were only done in 2020 and such, the data presented in this paper is solely for the 2020 harvest season. Leaf stripper plots were harvested using the PremAlfa Mini electric leaf stripper (Alf'ing & Trust'ing, France). The leaf stripper harvester consists of rotating fingers that separate the leaves from the stem and subsequently collects the leaves in a storage box located within the machine. Harvested leaf material was weighed for yield and subsamples taken for forage quality analysis. The remaining stems were then harvested with a mower harvester. The harvested material was weighed and subsamples were dried at 55°C for forage quality analysis. The plots used for twin screw-press juicing were cut using a mower harvester to an average of 10 cm stubble height. An Angel 7500 twin screw-press juicer was used to create juice and pulp fractions from the harvested whole plant material and the resulting juice and pulp were weighed. The pulp fraction was dried at 55°C and the juice fraction was frozen at -20°C for analysis.

Samples were analysed according to AOAC official methods (Association of Official Analytical Chemists, 1990) for laboratory dry matter (DM) content and crude protein (CP). Amylase treated, ash-free neutral detergent fiber (aNDFom) was determined according to Van Soest *et al.* (1991), omitting sodium sulfite. In order to determine the differences in forage quality and yield between the different plant fractions, varieties and cuts, several output variables were analysed using a general linear mixed model procedure in PROC MIXED (SAS, 2013). Output variables were analysed for the biorefined fraction and included CP concentration, CP yield, and aNDFom concentration. Variety, cut and fractionation method were treated as fixed effects, while block was treated as a random effect. Differences among means were tested using the Tukey method ( $P < 0.05$ ).

## Results and discussion

Due to the issues mentioned above, the dataset presented here only includes the red clover cultivars, Lars and Gandalf, and the alsike clover cultivar, Frida. Figure 1 refers to all results on CP and aNDFom concentrations. The juice had a significantly higher CP concentration than the leaves in the first cut. In cuts two and three, there was no significant difference in CP concentration between the juice and leaves. For the juice, the CP concentration was significantly higher in the first cut than the second. For the leaves, the CP concentration was significantly higher in the third cut than the first and second. The significant increase in the CP concentration of the leaves from cuts one and two to cut three can potentially be explained by development stage of the plants at harvest and their overall yields. In the third cut, plants were less mature than in previous cuts, resulting in smaller plants and smaller yields. Less phenologically developed forage legumes generally have higher leaf-to-stem ratios and thus higher CP concentrations (Nadeem *et al.*, 2019). The reasons behind the changes in CP concentration of the juice fraction are less clear and more work is being done to understand the shift in CP concentration across different cuts. The aNDFom concentration of the leaf fraction was significantly higher than the juice fraction for all cultivars. A slight significant



difference was found between the aNDFom concentration of cultivars ( $P$ -value = 0.047). The difference in aNDFom concentration between the two fractionation methods is attributable to the different biorefinery mechanisms. The twin screw-press juicer is quite successful at removing the majority of the plant's fiber content and allocating it to the pulp byproduct. The leaf-stripper, however, still includes fibrous tissue from the leaf and top portion of the stem in the biorefined fraction, thus resulting in a higher aNDFom concentration.

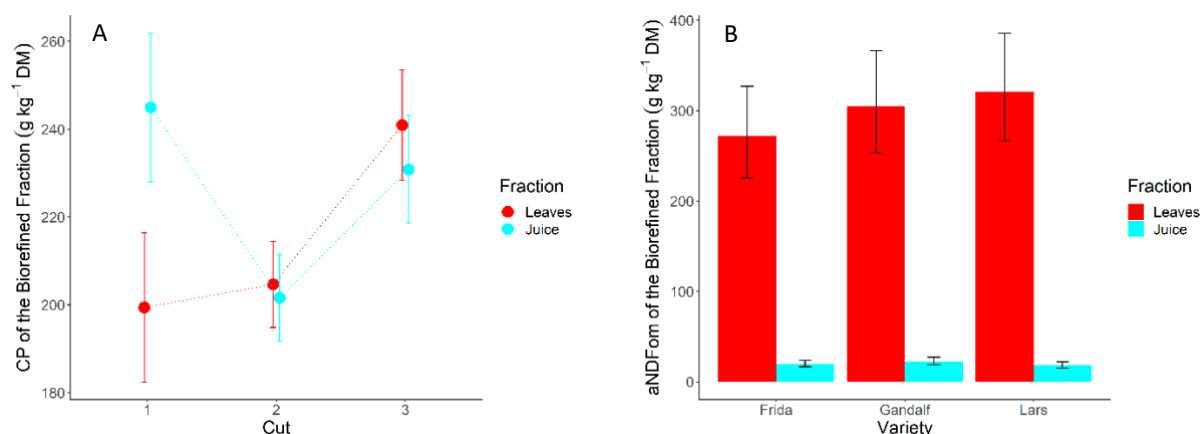


Figure 1. Least squares means of (A) CP concentration of the biorefined fraction in response to the interaction of cut and harvest method (B) aNDFom concentration of the biorefined fraction in response to the interaction of variety and harvest method. Vertical bars represent 95 % confidence intervals. Both interactions are significant at  $P < 0.05$ .

The yield potential of the biorefined fractions must be considered when comparing the two fractionation methods. The parameter of CP yield can give a good indication as to the balance between CP concentration and fraction yield of the biorefined product. Table 1 refers all results on the CP yield. The CP yield of the juice from all cultivars in the first cut was significantly larger than the leaves. This is likely due to the higher CP concentration in the juice from the first cut, though is also potentially influenced by the larger yields from juicing. In the second cut, there was no significant difference between the CP yield of the fractionation methods for any of the cultivars. Significant differences between the CP yield of the two methods were seen for both red clover cultivars (Lars and Gandalf) in the third cut, with juicing producing significantly larger CP yields. Considering the slightly higher CP concentration of the leaf fraction in the third cut, this difference is likely due to the significantly larger juice yield in cut three ( $P$ -value = 0.004).

Recent feeding studies have compared the protein-rich fractionation products produced through twin screw-press juicing and leaf stripping (Renaudeau *et al.*, 2022). The feeding trial showed that the protein concentrate obtained through juicing can act as a suitable protein source for pigs. Alternatively, the leaf silage produced from leaf stripping should be considered as an energy source, rather than a protein source for pigs. The lower protein concentration of the leaf silage was linked to a low concentration of digestible amino acids and a higher fiber concentration. The similar trends in the forage quality of protein-rich fractions from juicing and leaf stripping between the Renaudeau *et al.*, (2022) feeding trial and the data presented here indicate that twin screw-press juicing may provide a more suitable alternative protein feed for monogastrics. Further work is needed to understand the potential of these two fractionation methods when used across multiple years of ley production, as well as their economic viability.

Table 1. CP (crude protein) yield of juice and leaves produced from biorefining two red clover cultivars (Lars and Gandalf) and one alsike clover cultivar (Frida). Values are least squares means  $\pm$  standard error.

		CP Yield (kg CP/ha)	
		Juice	Leaves
Cut 1	Lars	191 $\pm$ 15,9 <sup>a</sup>	91,2 $\pm$ 15,9 <sup>d</sup>
	Gandalf	149 $\pm$ 15,9 <sup>abc</sup>	76,2 $\pm$ 15,9 <sup>de</sup>
	Frida	179 $\pm$ 15,9 <sup>ab</sup>	87,4 $\pm$ 15,9 <sup>d</sup>
Cut 2	Lars	151 $\pm$ 16,1 <sup>abc</sup>	137 $\pm$ 16,1 <sup>bc</sup>
	Gandalf	119 $\pm$ 16,1 <sup>cd*</sup>	107 $\pm$ 16,1 <sup>cd</sup>
	Frida	79,4 $\pm$ 16,1 <sup>de</sup>	42,3 $\pm$ 16,1 <sup>ef §</sup>
Cut 3	Lars	77,8 $\pm$ 6,71 <sup>de* §</sup>	17,6 $\pm$ 6,71 <sup>gf # +</sup>
	Gandalf	39,7 $\pm$ 6,71 <sup>f ~ +</sup>	18,6 $\pm$ 6,71 <sup>gf ~ +</sup>
	Frida	40,9 $\pm$ 6,71 <sup>f ~ #</sup>	6,38 $\pm$ 7,66 <sup>g</sup>

<sup>a,b,c</sup> Mean values with different letters are significantly different ( $P < 0,05$ ). <sup>\*,§,+,#,~</sup> Letters accompanied by the same symbol indicate that although values have same letters, they are significantly different.

## Funding

Financial support for this project was provided by funding bodies within the H2020 ERA-net project CORE Organic Cofund, and with cofunds from the European Commission.

## Referenser

Association of Official Analytical Chemists. (1990) *Official methods of analysis* (15th Ed.).

Colas D., Doumeng C., Pontalier P.Y. and Rigal L. (2013) Green crop fractionation by twin-screw extrusion: Influence of the screw profile on alfalfa (*Medicago sativa*) dehydration and protein extraction. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification* 72, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2013.05.017>.

Nadeem S., Steinshamn H., Sikkeland E.H., Gustavsson A.M. and Bakken A.K. (2019) Variation in rate of phenological development and morphology between red clover varieties: Implications for clover proportion and feed quality in mixed swards. *Grass and Forage Science* 74(3), 403–414. <https://doi.org/10.1111/gfs.12427>.

Renaudeau D., Jensen S.K., Ambye-Jensen M., Adler S., Bani P., Juncker E. and Stødkilde L. (2022) Nutritional values of forage-legume-based silages and protein concentrates for growing pigs. *Animal* 16(7), 100572. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100572>.

SAS. (2013) *Statistical analysis software*. SAS Institute Inc., Cary.

Solati Z., Jørgensen U., Eriksen J. and Søgaard K. (2018) Estimation of extractable protein in botanical fractions of legume and grass species. *Grass and Forage Science* 73(2), 572–581. <https://doi.org/10.1111/gfs.12325>.

Van Krimpen M., Bikker P., van der Meer I., van der Peet-Schwering C. and Vereijken J. (2013) Cultivation, processing and nutritional aspects for pigs and poultry of European protein sources as alternatives for imported soybean products. *Livestock Research Wageningen*, 662.

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. *Journal of Dairy Science* 74(10), 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2).

## Hinder och möjligheter för vallodling i slättbygd

A. Drottberger<sup>1</sup>, T. Prade<sup>1</sup>, G. Carlsson<sup>1</sup>, M. Magnusson<sup>1</sup>, S.-E. Svensson<sup>1</sup> och H. Schroeder<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för biosystem och teknologi, Lomma

<sup>2</sup>SLU, Enheten för samverkan och utveckling, Lomma

Korrespondens: annie.drottberger@slu.se

### Sammanfattning

Växtodling på lantbruk i slättbygd är ofta specialiserad på ettåriga grödor till avsalu. Samtidigt är det känt att det finns nyttor med att inkludera vall i växtföljden, tex förbättrad markkolbalans och markbördighet, minskad förekomst av ogräs och skadegörare samt tillskott av biologiskt fixerat kväve. I projektet har vi studerat slättilantbrukares inställning till vallodling, analyserat proteininnehåll och aminosyrasammansättning efter fraktionering av olika typer av vallbiomassa samt räknat på klimatpåverkan och lönsamhet hos olika alternativ för användning av denna biomassa. Resultaten visade en positiv inställning hos slättilantbrukare till att odla vall, men brist på avsättning och osäkerhet kring regler i stödsystemet utgör viktiga hinder för en ökad vallodling. Direkt rötning av vallbiomassa till biogas innebär stor klimatnytta (minskade nettoutsläpp av växthusgaser), men lägre lönsamhet än om vallen används som foder kombinerat med biogasrötning av gödsel. Extraheras proteinet till foder eller även livsmedel ökar klimatnytta ytterligare, och ännu mer om biprodukterna rötas. Analyser av aminosyrasammansättningen visade att extraherat protein från vallbiomassa kan ersätta sojamjöl som djurfoder. Våra beräkningar visade även att fraktionering av protein till foder eller livsmedel kombinerat med biogasrötning av fiberfraktionen kan bli både klimatsmart och lönsamt. Det finns stor potential för alternativ användning av vallbiomassa, som behöver utforskas vidare avseende bl.a. logistik, investering i processanläggningar och cirkulering av växtnäring.

### Introduktion

Vallgrödor, inklusive betesvall på åkermark, täcker drygt 40 % av den svenska åkerarealen och används främst som foder till idisslare och hästar. När flerårig vall ingår i en växtföljd med ettåriga grödor bidrar den med många nyttor: förbättrad markkolbalans och markbördighet, minskad risk för växtnäring förluster och jorderosion, minskad förekomst av ogräs och skadegörare, tillskott av biologiskt fixerat kväve och ett högt förfruktsvärde (Martin *et al.*, 2020; Persson *et al.*, 2008; St-Martin *et al.*, 2017; Tidåker *et al.*, 2016; Zhou *et al.*, 2019). Men trots att vall är en stor gröda, sett till total odlad areal, har specialiseringen mellan djur- och växtproduktion gjort att växtodlingen i slättbygd till stor del saknar vall.

För att fler slättilantbruk ska kunna dra fördel av vall i växtföljden behövs antingen mer mellanårdshandel av vallfoder eller nya avsättningsmöjligheter som komplement till foder för idisslare eller hästar. Att använda vall som råvara för biogas- och biogödselproduktion eller för att utvinna protein genom fraktionering av grönmassan kan vara möjliga alternativ. Fraktionering i bioraffinaderi innebär separering av protein från de fiberrika delarna av biomassan (Agroväst, u.å.; Nynäs, 2022). Proteinfraktionen kan användas som proteinfoder till enkelmagade djur eller renas ytterligare och användas som livsmedelsingrediens, medan fiberdelen kan användas som foder till idisslare eller som biogassubstrat. Beroende på vilka steg som används i extraktionsprocessen kan man även få fram energirika restfraktioner som kan användas för biogasproduktion (Nynäs, 2022). Det är dock oklart vilket val som ger minst klimatpåverkan och störst ekonomiskt mervärde. Vi presenterar här resultat från projektet *Mer vall på slätten*, där vi undersökt hur slättilantbrukare ser på hinder och möjligheter att odla mer vall, och utvärderat olika användningsområden av vallbiomassa med avseende på möjligheter

att utvinna protein och biogas samt klimatnytta och lönsamhet i olika alternativ. Denna redovisning har genomförts inom projektet ”Mer vall på slätten för klimateffektiv produktion”, som finansieras av SLF och SLU Partnerskap Alnarp.

## Material och metoder

Inom projektet undersöktes attityder till vallodling i slättbygd via en enkät som mailades ut till medlemmar i Sveriges Spannmålsodlareförening i Skåne mellan oktober 2020 och januari 2021. Därefter genomfördes en workshop under oktober 2021 med nyckelaktörer i lantbruksbranschen för att fånga upp styrkor, svagheter, möjligheter och hot (s.k. SWOT-analys) koppelade till vallodling i slättbygd. Tolv telefonintervjuer har även genomförts med lantbrukare och andra nyckelaktörer för att vidare utforska uppfattningen om vallodling. Intervjuerna har gjorts löpande under projektet från maj 2020 till december 2022.

I en delstudie undersöktes aminosyraprofilen i prov från grönjuice och grönt protein (Nynäs, 2022) från pilotanläggningen i projektet ”Växtproteinfabriken” på Alnarp, (Olsson och Magnusson, 2021). Prover från grönjuice (blandvall, lusern) och grönt protein (lusern, rödklöver och konservärtrev) analyserades med avseende på energiinnehåll (råanalys) och aminosyrasammansättning.

I en förenklad livscykelanalys har vi fokuserat på de stora klimateffekterna i en växthusgasbalans i ett referensscenario och fyra alternativa användningsvägar för vallbiomassa. På liknande sätt analyserades de ekonomiska värden som skapades i produktionskedjan och jämfördes med produktionskostnaderna i varje alternativ. De alternativ som utvärderades var: vallen används som foder (referenssystem), som foder där gödseln rötas (alt. 1), vallen rötas direkt till biogas (alt. 2) samt extraktion av växtprotein för foderanvändning (alt. 3) respektive livsmedel och foder (alt. 4). För alternativ 3 och 4 undersöktes även skillnader när fiberfraktionen användes som foder (a), som foder med gödselrötning (b) och för biogasproduktion (c).

## Resultat och diskussion

### *Slättilantbrukares inställning*

Enkäten som mailades ut till 120 stycken aktiva lantbrukare i Skåne hade en svarsfrekvens på 29 % (totalt 35 svar varav 18 stycken hade vallodling i nuläget). Hälften av de lantbrukare som svarade på enkäten är intresserade av att öka sin vallodling. Fördelar som nämns är att vallen bidrar till markbördighet, förbättrad markkolbalans, biologisk mångfald samt att den är ett bra komplement till odling av ettåriga grödor. Av de lantbrukare som svarat har sju stycken animalieproduktion, där vallen främst används till eget foder. Övriga lantbrukare som odlar vall (11 stycken av de som svarat) säljer den som foder eller biogassubstrat, alternativt använder vallen som fånggröda, mellangröda, fröodling eller träda. De resultat som hittills analyserats från workshop och intervjuer bekräftar och förstärker det som framkommit i enkäten. Vall ses som en intressant nischproduktion för de företag som hittar rätt marknad.

De lantbrukare som valt att inte satsa på vall säger, enligt enkätsvaren, att det främst beror på att de inte har någon avsättning för grödan. Samtidigt anses lönsamheten vara god hos de lantbrukare som t.ex. säljer hästfoder eller råvara för biogas. Vid workshopen och i intervjuerna betonades även samarbete mellan företag med växtodling och animalieproduktion som en möjlighet. Då kan marken användas till de grödor som är bäst lämpade ur både ett ekonomiskt och miljömässigt perspektiv. Andra synpunkter som framkommit i undersökningen utifrån både enkätsvar, workshop och intervjuer är att det finns risker med ökad vallodling, främst koppelade till osäkerhet i regelverket och de förändringar som väntas med nya CAP där

vallstödet tas bort. Det anses vara avgörande med ett långsiktigt regelverk som stödjer vallproduktion för att den enskilda företagaren ska våga satsa på vallodling. Detta sammanfattas av en respondent på följande sätt:

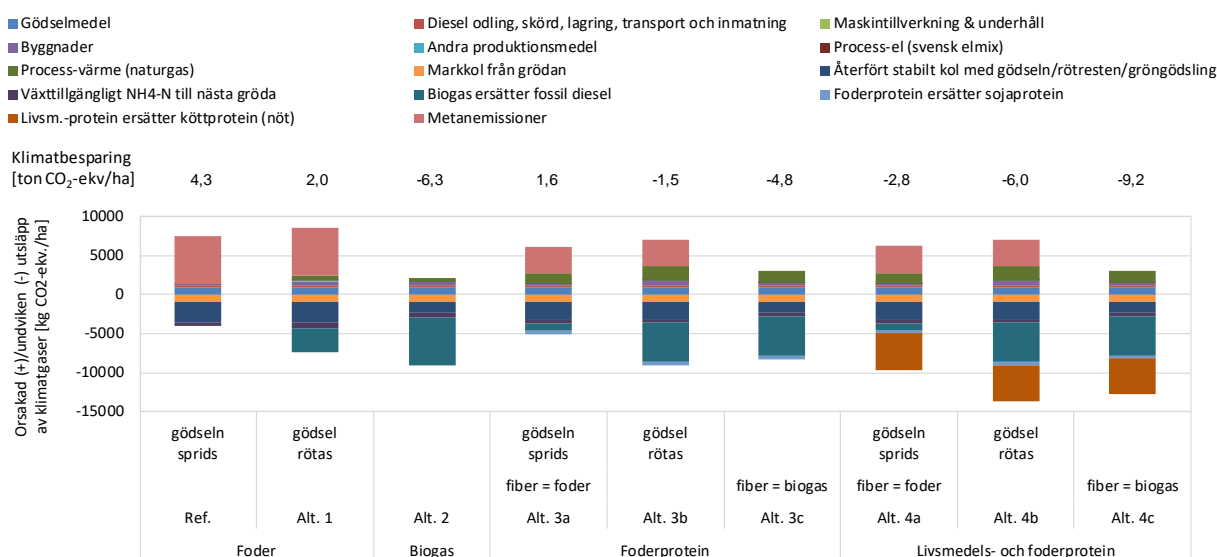
*”Att vallstödet tas bort är dåligt eftersom det har ett signalvärde och i så fall kan de som tidigare fått vallstöd eller de som funderat på att satsa på vall bli avskräckta”.*

#### Fodervärde hos extraherat protein

Analyserna visade ett högt råproteininnehåll (30–45 % av torrs substans) med bra sammansättning av aminosyror i de studerade fraktionerna från blandvall och lusern. Grönproteinets innehåll av råprotein och aminosyror var i nivå med sojamjöl, och bedöms därför kunna utgöra ett värdefullt proteinfodermedel till enkelmagade djur.

#### Växthusgasbalans och ekonomi

Resultaten i figur 1 visar att när en biogasprocess inkluderas (Alt. 1, 2, 3b, 3c, 4b, 4c) förbättras växthusgasbalansen, genom att biogas som ersätter fossil diesel minskar utsläppen med mellan 2,2 och 10,6 ton CO<sub>2</sub>-ekv/ha. Utvinning av foderprotein som ersätter sojabaserat foder visade en viss klimatnytta i form av minskade utsläpp av växthusgaser (Alt. 3a–c), men utvinning av protein för humankonsumtion (ersätter köttprodukter) ledde till en betydligt större klimatnytta (Alt. 4a–c).



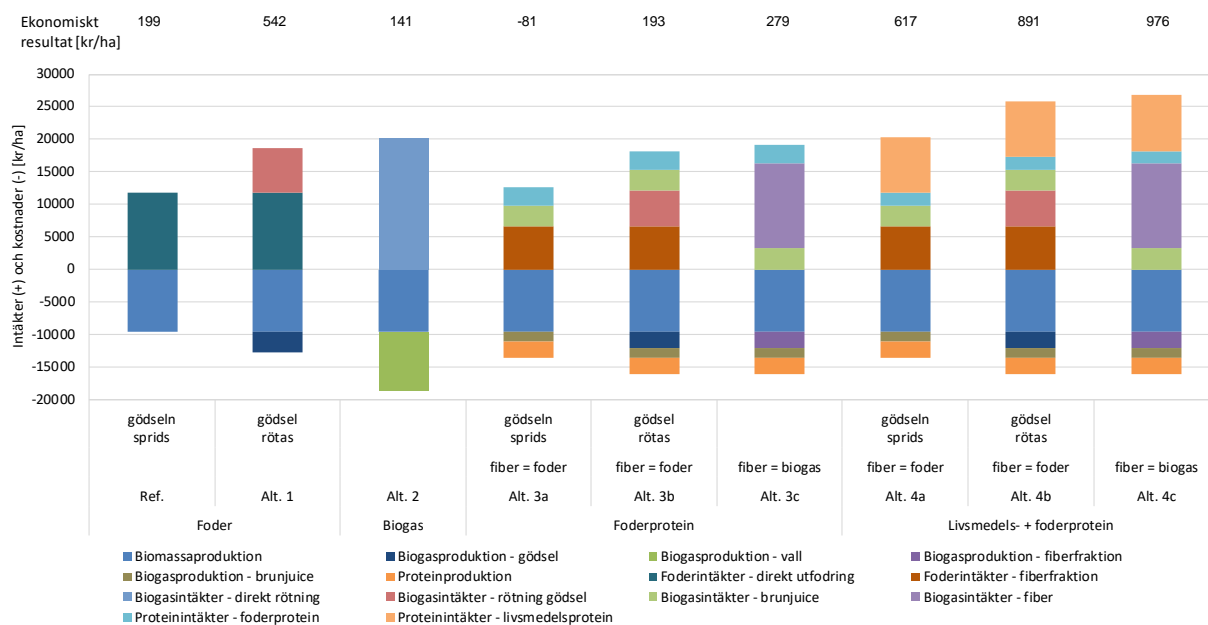
Figur 1. Klimateffekter av de bedömda produktionsvägarna.

Den ekonomiska analysen i figur 2 visar att rötning av gödsel förbättrade det ekonomiska resultatet i samtliga fall (Alt. 1, 3b, 4b). På samma sätt förbättrade rötning av fiberfraktionen för biogasproduktion också det ekonomiska resultatet (Alt. 3c, 4c), jämfört med om fiberfraktionen används som djurfoder (Alt. 3b, 4b). Direkt anaerob rötning av vallgrödor var dock mindre konkurrenskraftig jämfört med användning som foder (Alt. 2), delvis p.g.a. höga processkostnader.

#### Slutsatser

Slätlantbrukare har en generellt positiv inställning till vallodling, förutsatt att det finns säker och lönsam avsättning av biomassan samt ett långsiktigt regelverk som stödjer vallodling. Vall

som biogassubstrat har positiva klimateffekter, men är i dagsläget mindre lönsamt än att använda vallen som djurfoder. Att utvinna protein från vallbiomassa kan ersätta sojamjöl som djurfoder, och om proteinet renas ytterligare kan det ingå i livsmedelsprodukter och vara en del i omställningen till mer växtbaserat protein för humankonsumtion. Både foder- och livsmedelsalternativen för protein från vallbiomassa är intressanta såväl ur klimat- som lönsamhetssynpunkt i de scenarios där fiberfraktionen används till biogas. Dessa alternativa avsättningsområden behöver dock undersökas mer i detalj, bl.a. för att ta reda på betydelsen av lagring och transport av biomassan samt möjligheterna att säkerställa effektiv cirkulering av växtnäring till jordbrukets växtodling.



Figur 2. Ekonomiska effekter av de bedömda produktionsvägarna.

## Referenser

- Agroväst (u.å.) Green Valleys projektsida. <https://agrovast.se/eu-projekt/green-valleys/> [2022-11-13]
- Martin G., Durand J.-L., Duru M., Gastal F., Julier B., Litrico I., Louarn G., Médiène S., Moreau D., Valentin-Morison M., Novak S., Parnaudeau V., Paschalidou F., Vertès F., Voisin A.-S., Cellier P. och Jeuffroy M.-H. (2020) Role of ley pastures in tomorrow's cropping systems. *Agronomy for Sustainable Development* 40:17.
- Nynäs A.-L. (2022) Harnessing the potential of green leaves: agricultural biomass as a source of sustainable food protein. Sveriges Lantbruksuniversitet. Doktorsavhandling. <https://res.slu.se/id/publ/116660>.
- Olsson A.-C. och Magnusson M. (2021) Proteinkvalitet i grönjuice och grönprotein extraherad från vallbiomassa i pilotanläggningen inom projektet Växtproteinfabriken i Alnarp. Sveriges lantbruksuniversitet. LTV-fakultetens faktablad 3. [https://pub.epsilon.slu.se/23421/1/olsson\\_as\\_et\\_al\\_210429](https://pub.epsilon.slu.se/23421/1/olsson_as_et_al_210429).
- Persson T., Bergkvist G. och Kätterer T. (2008) Long-term effects of crop rotations with and without perennial leys on soil C stocks and grain yields of winter wheat. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 81, 193–202.
- St-Martin A., Vico G., Bergkvist G. och Bommarco R. (2017) Diverse cropping systems enhanced yield but did not improve yield stability in a 52-year long experiment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 247, 337–342.
- Tidåker P., Rosenqvist H., Bergkvist G. och Gunnarsson C. (2016) Räkna med vall. Hur påverkas ekonomi och miljö när vall införs i spannmålsdominerade växtföljder? *JTI-rapport. Lantbruk & Industri* 445.
- Zhou Z., Palmborg C., Ericson L., Dryler K., Lindgren K., Bergkvist G. och Parsons D. (2019) A 60-years old field experiment demonstrates the benefit of leys in the crop rotation. *Acta Agriculturae Scandinavica section B Soil and Plant Science* 69, 36–42.

## En skörd, två fraktioner – ONETWO – nytt projekt om bioraffinering av vallväxter

H. Kismul, S.A. Adler, G. Bahr, J. Johansen, M. Koesling och M. Höglind

Norsk institutt for bioøkonomi, Ås, Norge

Korrespondens: haldis.kismul@nibio.no

### Sammanfattning

Norge har som mål att öka andelen närproducerat foder i husdjursektorn för att stärka livsmedelsförsörjningen, öka hållbarheten och utveckla en mer klimatvänlig produktion. Det nya projektet ONETWO syftar till att utvärdera bioraffinering av vallväxter för att öka självförsörjningen av foderprotein. Bioraffinering har visat sig vara en framgångsrik teknologi. Genom mekanisk pressning separeras fodergrödor till parallella värdekedjor; en grön juice som kan avvattnas till grönt proteinkoncentrat lämpligt för enkelmagade djur, och en fiberrik pressrest (pulp) som kan ensileras till grovfoder för idisslare. Genom ett transdisciplinärt och deltagande tillvägagångssätt involveras i projektet ONETWO forskare och industriella samarbetspartners från olika platser längs värdekedjan. En av målsättningarna är att förbättra effektiviteten i bioraffineringprocessen genom att tillämpa ny avvattningsteknik för att minska energiåtgången. Vidare skall vi utvärdera grönt proteinkoncentrat och pulp som foder för slaktkycklingar respektive mjölkkor genom utfodringsexperiment och *in vitro* smältbarhetsbedömning. Slutligen ska vi utveckla affärsmodeller för bioraffinering av foder för den norska jordbrukssektorn. En viktig effekt av ONETWO kommer vara ett förbättrat utnyttjande av norska gräsresurser som i sin tur kan bidra till en ökad andel av närodlade foderingredienser i husdjursproduktionen.

### Introduktion

Norska regeringsdokument (Kommunal- og moderniseringsdepartementet, 2017; LMD, 2016; LMD, 2020) betonar behovet av att öka andelen lokalproducerat foder i den norska animalie-sektorn för att stärka livsmedelssäkerheten och utveckla en mer klimatvänlig, hållbar produktion. Dagens norska djurhållning är starkt beroende av importerat proteinfoder, i synnerhet soja som är förknippat med avskogning och klimatgasutsläpp (LD, 2021).

Vallväxter har liknande aminosyrasammansättning som soja (Stødkilde *et al.*, 2019) och är bland de mest proteinavkastande grödorna (dubbelt så stor avkastning som soja i kg rp/ha), vilket gör dem till en intressant alternativ proteinkälla, efter bioraffinering, för enkelmagade djur som svin, fjäderfä och fisk. I linje med detta har SINTEF (Almås *et al.*, 2020) identifierat inhemskt vallprotein som en av de främsta kandidaterna för att ersätta sojaprotein i norsk animalieproduktion.

Grön juice från bioraffinering kräver snabb avvattning för att bevara proteinkvaliteten. Olika tekniker har testats, men stor energiförbrukning, proteindenaturering och förluster (Santamaría-Fernández och Lübeck, 2020) är fortfarande utmaningar. Ny filtertorkningsteknologi utvecklad i det nyligen avslutade projektet GAIN har visat stor potential för minskad energiförbrukning vid avvattning av slam från akvakultur (Bruckner *et al.*, 2021) och kan vara användbar även vid bioraffinering.

Grönt proteinkoncentrat (GPC) dvs. det som är kvar efter avvattning av grön juice från vallväxter som lusern, rajgräs och klöver har visat stor potential som proteinkälla för grisar (Renaudeau *et al.*, 2022; Stødkilde *et al.*, 2021) och fjäderfä (Stødkilde *et al.*, 2020). En nyligen genomförd dansk studie (Stødkilde *et al.*, 2020) fann inga negativa effekter på foderintag, tillväxt eller slaktkvalitet hos slaktkyckling när man ersatte upp till 8 % av foderproteinet med

protein från gräs. Högre inblandningsnivåer minskade dock foderintag, daglig tillväxt och slaktvikt. Detta förklarades av bildandet av olösliga proteinkomplex orsakade av endogena växtzymer.

Intervjuer med norska lantbrukare och aktörer längs värdekedjan i projektet ProRefine (2022) visade positiva attityder till ökad lokal eller regional självförsörjning av foder. Santamaría-Fernández och Lübeck (2020) visade att grönt bioraffinaderi kan vara ekonomiskt lönsamt. Förutsättningarna varierar dock från land till land beroende på en rad olika faktorer, bl.a. klimat, geografi, gårdsstruktur och jordbruksstödsystem.

ONETWO syftar till att utvärdera bioraffinering av vallväxter som en möjlighet för att öka självförsörjningsgraden av foderprotein i den norska animaliesektorn.

## Material och metoder

Det treåriga projektet, som är finansierat av Forskningsmidlene for jordbruk og matindustri i Norge, kommer att starta 2023. NIBIO är projektägare. Dessutom deltar forskningspartnerna Institutt for rural- og regionalforskning (Ruralis, Norge) och Aarhus universitet (Danmark) samt industriparterna TINE AS, Felleskjøpet fôrutvikling AS, Norsk kylling AS, Orkel AS och Scandi Energy AS.

Projektet baserar sig på samma koncept för bioraffinering som används i Danmark (Santamaria-Fernandez *et al.*, 2018), dock med värmebehandling av juicen i stället för jäsning. I korthet bearbetas vallskörden i en skruvpress till grön juice och pulp (figur 1). Pulpen ensileras på samma sätt som konventionellt gräsenilage, som också ska ingå som kontrollfoder i utfodringsförsök med mjölkkor. Juicen värms upp till 85°C och separeras i en dekanter i GPC och en restprodukt kallad brun juice. GPC ska användas som alternativ till sojaprotein i kycklingfoder.

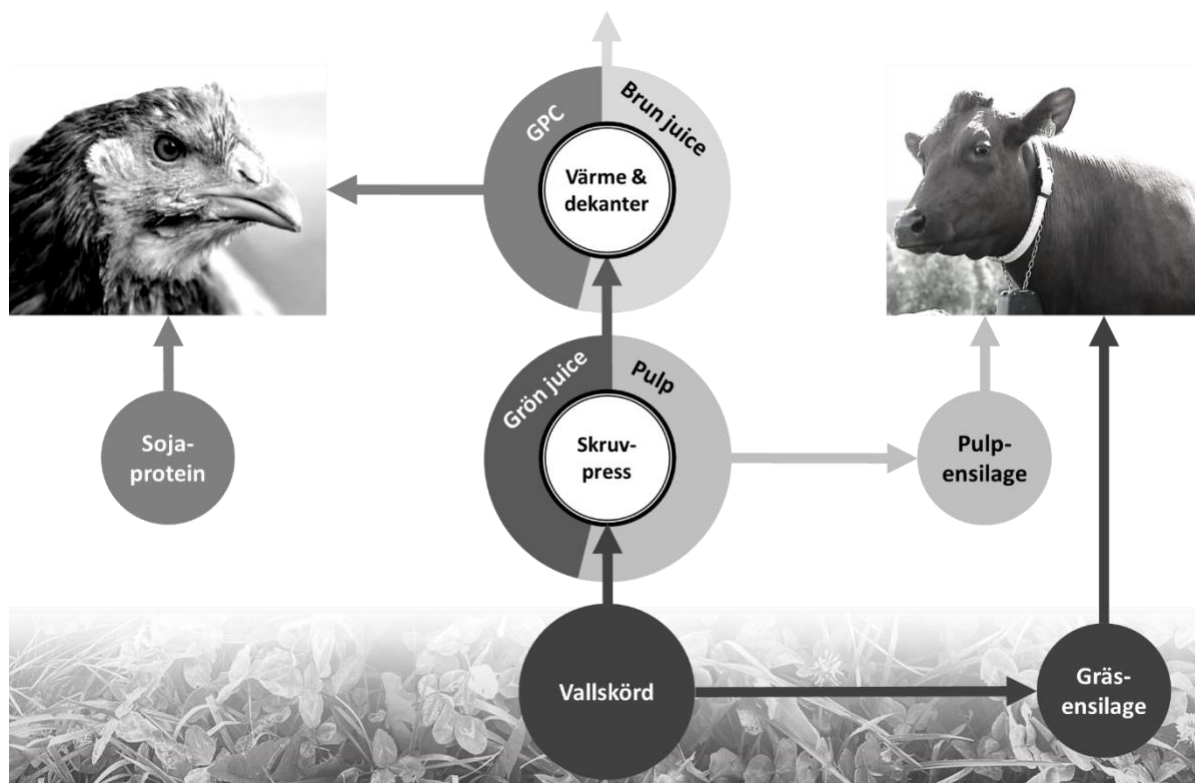
Vi har som mål att förbättra bioraffineringsprocessen genom utveckling av ny filtreringsteknologi, utprovning av olika avvattningsmetoder i pilotskala, och odlingsförsök med karaktärisering av den ursprungliga biomassans egenskaper som råvara för bioraffinering i labskala.

I utfodringsförsök med kyckling kommer vi att testa olika nivåer i foderstaten av lokalproducerat GPC. Arbetet ska ge svar på hur mycket soja som kan ersättas med GPC utan negativ effekt på kycklingarnas tillväxt och köttkvalitet.

I utfodringsförsök med mjölkkor kommer vi att testa effekten av pulpensilage på mjölkproduktion, kväveeffektivitet och utsläpp av växthusgaser. Fodrets smältbarhet skall evalueras med *in vivo*- och *in vitro*-metoder.

Vidare ska projektet utveckla en affärsmodell för grön bioraffinering i norsk kontext. Vi kommer att använda sociologisk metodik och hållbarhetsanalys för att undersöka följande frågor: Är den norska lantbrukssektorn och samhället i övrigt klar för att implementera grön bioraffinering? Vilka blir konsekvenserna för miljön och klimatavtrycket i den norska husdjursproduktionen? Vilka affärsmodeller är lämpliga i Norge?





Figur 1. Vallskörden processas efter skörd i en skruppress till grön juice och pulp. Efter upvärmning separeras juicen i en dekanter i grönt proteinkoncentrat (GPC) och brun juice. I foderstaten till kyckling ersätter GPC sojaprotein och till mjölkcor ersätter pulpensilage vallensilage.

## Förväntat resultat och betydelse

En viktig effekt av ONETWO kommer att vara ett förbättrat utnyttjande av norska gräs- och vallresurser genom att skapa incitament för lantbrukare att bibehålla områden avsatta till gräsproduktion trots minskat antal idisslare, att odla vall på trädade arealer och använda mer vall i växtföljder med stor andel spannmålsodling. Vidare kommer projektet att bidra till att andelen av foderingsredienser som produceras i Norge ökar, med motsvarande minskning av sojaimport, mindre importberoende och högre livsmedelssäkerhet.

## Referenser

Almås K.A., Josefsen K.D., Gjørund S.H., Skjermo J., Forbord S., Jafarzadeh S., Sletta H., Aasen I., Hagemann A., Skogen Chauton M., Aursand I., Evjemo J.O., Slizyte R., Standal I.B., Grimsmo L. och Aursand M. (2020) SINTEF Ocean AS Sjømatteknologi – Admin rapport Baerekraftig fôr til norsk laks. *SINTEF Rapport* 119.

Bruckner C.G., Johansen J., Ferreira Novio M., Svenningson L., Baarset H., Conceição L. och Soula M. (2021) Deliverable report D2.5 – Eco-efficient solutions for reusing aquaculture side stream. Green Aquaculture Intensification, Grant Agreement Number 773330.

Kommunal- og moderniseringsdepartementet. (2017) Melding til Stortinget 11 (2016–2017). *Meld. St.* 18, 11, 329. <https://www.regjeringen.no/contentassets/7c52fd2938ca42209e4286fe86bb28bd/no/pdfs/stm201620170033000dddpdfs.pdf>

LD (Landbruksdirektoratet). (2021) Bruk av norske fôrressurser. Utredning av forbedring av virkemidler med sikte på økt produksjon og bruk av norsk fôr. Rapport 10. <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/filarkiv/rapporter/Utredning%20av%20forbedring%20av%20virkemidler%20med%20sikte%20p%C3%A5%20C3%B8kt%20produksjon%20og%20bruk%20av%20norsk%20f%C3%B4r.pdf>

LMD (Landbruks- og matdepartementet). (2016) Melding til Stortinget 11 (2016 – 2017) Endring og utvikling: En fremtidsrettet jordbruksproduksjon. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-11-20162017/id2523121/?ch=1>

LMD (Landbruks- og matdepartementet). (2020) Prop. 1 S (2020–2021) Statsbudsjettet. Oslo. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/prop.-1-s-gul-bok-20202021/id2768645/?ch=1>

ProRefine. (2022) Refined forage legumes as local sources of protein feed for monogastrics and high quality fibre feed for ruminants in organic production. CORE Organic Cofund prosjekt (2018–2021).

Renaudeau D., Jensen S.K., Ambye-Jensen M., Adler S., Bani P., Juncker E. och Stødkilde L. (2022) Nutritional values of forage-legume-based silages and protein concentrates for growing pigs. *Animal* 16(7), 100572. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2022.100572>

Santamaria-Fernandez M., Ambye-Jensen M., Damborg V.K. och Lübeck M. (2018) Demonstration-scale protein recovery by lactic acid fermentation from grass clover – a single case of the production of protein concentrate and press cake silage for animal feeding trials. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 13, 502–51. <https://doi.org/10.1002/bbb.1957>

Stødkilde L., Damborg V.K., Jørgensen H., Lærke H.N. och Jensen S.K. (2019) Digestibility of fractionated green biomass as protein source for monogastric animals. *Animal* 1–9. <https://doi.org/10.1017/s1751731119000156>

Stødkilde L., Ambye-Jensen M. och Krogh Jensen S. (2020) Biorefined grass-clover protein composition and effect on organic broiler performance and meat fatty acid profile. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 104(6), 1757–1767. <https://doi.org/10.1111/jpn.13406>

Stødkilde L., Ambye-Jensen M. och Jensen S.K. (2021) Biorefined organic grass-clover protein concentrate for growing pigs: Effect on growth performance and meat fatty acid profile. *Animal Feed Science and Technology* 276. <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2021.114943>

## Proteinutvinning för förbättrad värdekedja för vall till etanol och bioolja

L. Eliasson<sup>1a</sup>, E. Xanthakis<sup>1b</sup>, M. del Pilar Castillo<sup>1a</sup> och C. Gunnarsson<sup>1b</sup>

<sup>1</sup>RISE Research Institutes of Sweden, <sup>1a</sup>Avdelningen för Bioraffinaderi och energi

<sup>1b</sup>Avdelningen för Jordbruk och livsmedel, Uppsala

Korrespondens: carina.gunnarsson@ri.se

### Sammanfattning

Som ett sätt att förbättra värdekedjan vid produktion av biodrivmedel från vall undersöktes i denna studie proteinutvinning från vall i labbskala genom mekanisk pressning av färsk och ensilerad timotej (*Phleum pratense* L.) och rörsvingel (*Festuca arundinacea* Schreb.). Färsk timotej och rörsvingel visade likvärdiga proteinutbyten i pressningssteget, men timotej visade en högre andel sant protein i den flytande fraktionen. Ensileringsprocessen halverade andelen sant protein vilket gjorde den mindre lämplig än den färska vallen för proteinutvinning. Under ensileringen bryts protein delvis ner till peptider och fria aminosyror som är svårare att utvinna än proteinet i dess ursprungliga form. Den alternativa teknik med dubbelpressning kombinerat med enzymbehandling som också testades ökade proteinutbytet för processen jämfört med enkelpressning.

### Introduktion

Vallbaserad bioraffinering innebär att ur färsk eller ensilerad vall utvinna produkter som kan bidra till att förbättra lönsamheten för vallens värdekedja. Huvudsyftet är att utvinna ett protein som är tillgänglig för enkelmagade djur såsom grisar och fjäderfä. Ett första steg är att fraktionera vallen i en fiberrik fast fraktion och en flytande fraktion innehållande det vattenlösliga proteinet. Den flytande fraktionen kan användas direkt till exempel i blötutfodrings-system för grisar. Om färsk vall används är det även möjligt att med hjälp av upphettning eller pH-justering fälla ut ett proteinkoncentrat. För fasta fraktion som återstår finns många användningsområden, i det projekt som redovisas här fokuserade vi på biodrivmedelsproduktion i form av etanol, bioolja och biogas. Extraheringsdelen fokuserade på protein men identifierade även andra intressanta komponenter såsom klorofyll och karotenoider. Vallen som råvara till pressning utgör den största kostnadsposten. Råvarukostnaden för vall beräknades till 1 862 kr/ton ts och kostnaden för proteinutvinningen beräknades till 286 kr/ton ts för en anläggning med en kapacitet på 40 000 ton ts färsk vall per år (Gunnarsson *et al.*, 2022).

Här presenteras resultat rörande proteinutvinning från tester i labbskala av mekanisk pressning av färsk och ensilerad timotej (*Phleum pratense* L.) och rörsvingel (*Festuca arundinacea* Schreb.). Arbetet utfördes inom projektet ”Utvinning av högvärdiga komponenter för förbättrad värdekedja för vall till etanol och bioolja”, finansierat av Energimyndigheten och genomfört av RISE tillsammans med Lantmännen. Projektet redovisas i sin helhet i Gunnarsson *et al.* (2022).

### Material och metoder

De valltyper som studerades var färsk och ensilerad vall i renbestånd av timotej och rörsvingel från första skörd 2019 på Lantmännens försöksgård Nötcenter Viken. Färsk vall hämtades direkt från fältet dagen efter slåtter och frystes in vid -20°C fram till mekanisk pressning. Vallen för ensilering pressades i balar med en stationär rundbalspress följt av inplastning. Ensileringsmedel (Promyr XR680) innehållande myrsyra, propionsyra och salter av organiska syror tillsattes vid pressning. Efter 4 månaders ensilering frystes vallen in vid -20°C fram till mekanisk pressning.

Mekanisk pressning utfördes med en dubbelskruppress (Angel juicer 8500S) med en kapacitet på ca 1 kg (färsk vikt) vall per timme. Efter pressning frystes fraktionerna vid -40°C fram till analys och proteinutvinning.

Kvävehalten bestämdes via Kjeldahl-analys med Kjeltec Foss automatiskt system (Tecator 1001 plus Kjeltec 8100) med Kjeltabs (3,5 g K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and 3,5 mg Se). Halten råprotein beräknades från kvävehalten med faktor 6,25. Halten sant protein bestämdes enligt Licitra *et al.* (1996).

Den flytande fraktionen tinades över natten vid 4°C inför separering av protein med olika fällningsprocesser: isoelektrisk fällning (IEP) vid pH 4 eller värmeagulering vid 50, 60 eller 80°C (HC50, HC60, HC80).

Förutom den mekaniska pressningen och efterföljande extrahering studerades även dubbelpressning kombinerat med vattentillsats och enzymbehandling med målet att förbättra proteinutbytet. Vid dessa tester gjordes den mekaniska pressningen i två steg. Efter den första pressningen blandades den fasta fiberrika fraktionen med vatten i proportioner 1:8 och Cellic CTEc2 (Novozymes) doserades med 18 mg enzym/g torrsubstansprov. Provet inkuberades vid 45°C under 24 h. Därefter pressades den enzymbehandlade fiberfraktionen i den mekaniska pressen och proteinhalten i den flytande fraktionen analyserades. Även en dubbelpressning med enbart vattentillsats till den fasta fiberrika fraktionen undersöktes.

## Resultat och diskussion

Tabell 1 och 2 visar viktsutbyten samt proteinutbyten vid mekanisk pressning samt råproteinhalten för vallen och de olika fraktionerna efter pressning. Färsk timotej och rörsvingel visade likvärdiga proteinutbyten i pressningssteget, men timotej visade en högre andel sant protein i den flytande fraktionen med 55 % jämfört med 37 % för rörsvingel (Gunnarsson *et al.*, 2022). För samtliga sorter var råproteinhalten högre i den flytande fraktionen jämfört med vallen före pressning vilket visar att råprotein har extraherats till den flytande fraktionen under pressningen. Utbytet av råprotein till den flytande fraktionen ligger inom intervallet 31,2–48,9 % vilket överensstämmer med tidigare studier (Santamaría-Fernandez *et al.*, 2019).

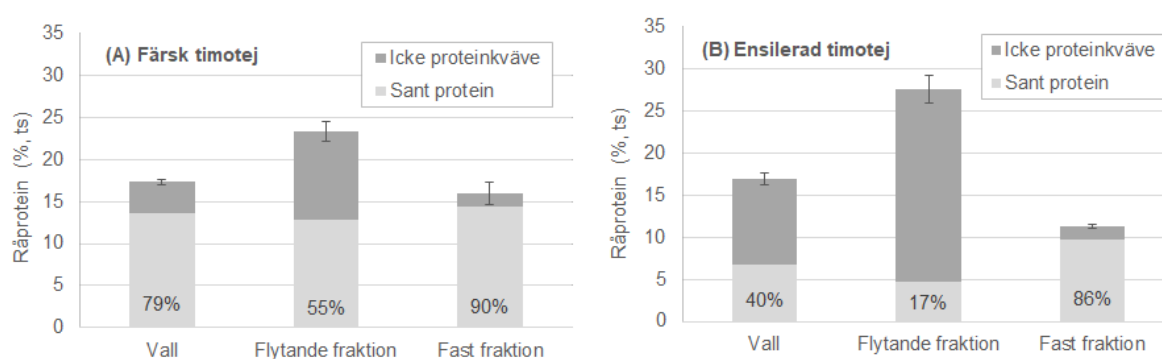
Tabell 1. Viktsutbyten vid mekanisk pressning och torrsubstans.

Sort	Viktsutbyte vid pressning (% våtvikt)		Vall	Torrsubstans (%)	
	Flytande fraktion	Fast fraktion		Flytande fraktion	Fast fraktion
Färsk timotej	52,7 ± 5,5	37,8 ± 3,0	33,5 ± 2,1	13,9 ± 0,7	55,6 ± 0,2
Ensilerad timotej	57,3 ± 1,8	35,1 ± 0,1	32,3 ± 0,5	15,9 ± 0,1	60,6 ± 0,1
Färsk rörsvingel	49,3 ± 5,5	41,7 ± 1,1	37,1 ± 2,1	17,3 ± 0,1	59,3 ± 0,7
Ensilerad rörsvingel	54,3 ± 1,1	35,7 ± 3,1	37,2 ± 0,6	21,3 ± 0,2	62,9 ± 0,3

Tabell 2. Råprotein i vall före mekanisk pressning och fraktioner efter pressning samt proteinutbytet till den flytande fraktionen jämfört med proteinhalten i vall före pressning. Ts = torrsubstans.

Sort	Råprotein (% av ts)			Proteinutbyte vid pressning (%)
	Vall	Flytande fraktion	Fast fraktion	Flytande fraktion vs. hel vall
Färsk timotej	17,3 ± 0,3	23,3 ± 1,2	16,0 ± 1,3	36,6 ± 1,8
Ensilerad timotej	16,9 ± 0,7	27,6 ± 1,7	11,3 ± 0,2	48,9 ± 3,0
Färsk rörsvingel	16,8 ± 0,5	23,5 ± 0,1	15,5 ± 0,9	31,2 ± 0,1
Ensilerad rörsvingel	18,3 ± 0,7	29,8 ± 0,4	12,7 ± 0,3	43,3 ± 0,5

Figur 1 visar råproteinhalten uppdelad i sant protein och icke-proteinkväve för vall och de båda fraktionerna från mekanisk pressning av färsk respektive ensilerad timotej. Andelen sant protein av den totala halten råprotein uppmättes till 79 % i den färska timotejen före pressning. Efter ensileringsprocessen halverades andelen sant protein och den flytande fraktionen från ensilerad timotej innehöll enbart 17 % sant protein, vilket kan jämföras med 55 % för den färska timotejen. Den nedbrytning av protein som sker under ensileringsprocessen försvårar proteinfällningen i efterföljande steg. De efterföljande testerna med fällningsprocesser gjordes därför enbart på färsk timotej.



Figur 1. Innehåll av råprotein, sant protein och icke proteinkväve i vall och fraktioner efter pressning för (A) färsk timotej och (B) ensilerad timotej. Hela stapeln motsvarar halten råprotein. Andelen sant protein av totala halten råprotein visas som procent i varje stapel. Resterande del utgörs av icke proteinkväve. Ts = torrsubstans.

Tabell 3 visar proteinutbytet för de olika fällningsmetoder som testades för att från den flytande fraktionen av färsk timotej separera ut ett proteinkoncentrat. Resultaten visade en tendens till ökat proteinutbyte med värmeokoagulering vid 60°C och 80°C jämfört med värmeokoagulering vid 50°C och isoelektisk fällning.

Tabell 3. Proteinutbyte hos proteinkoncentrat jämfört med flytande fraktion efter pressning och hel vall före pressning för färsk timotej beroende på fällningsprocess: IEP – isoelektrisk fällning och HC – värmeokoagulering vid 50°C, 60°C respektive 80°C.

Process	Proteinutbyte (%)	
	Proteinkoncentrat jmf. flytande fraktion	Proteinkoncentrat jmf. vall
IEP	64,0 ± 1,7	18,6 ± 0,5
HC50	65,3 ± 0,3	19,0 ± 0,1
HC60	74,2 ± 1,6	21,6 ± 0,5
HC80	72,7 ± 0,3	21,2 ± 0,1

Ett högt utbyte av protein är en viktig parameter för en effektivt och lönsam process. Tester med en alternativ teknik där dubbelpressning kombinerades med enzymbehandling visade att proteinutbytet till den flytande fraktionen kunde ökas med upp till tre gånger jämfört med enkelpressning. Tillsats av vatten kombinerat med dubbelpressning ökade proteinutbytet till den flytande fraktionen med upp till 1,8 gånger vilket tyder på att närvaro av vatten är viktig för proteinutvinningen.

## Slutsatser

- Ensileringsprocessen minskade andelen sant protein med upp till 50 % i råmaterialet. Detta gör ensilerad vall mindre lämplig för proteinutvinning med enkel teknik eftersom det är svårare att fälla ut peptider och fria aminosyror från den flytande fraktionen jämfört med när aminosyrorna befinner sig i sin ursprungliga proteinform.
- Färsk timotej och rörsvingel visade likvärdiga proteinutbyten i pressningssteget, men timotej visade en högre andel sant protein i den flytande fraktionen vilket anses gynnsamt för efterföljande fällningsprocess av protein.
- Alternativ teknik med dubbelpressning kombinerat med enzymbehandling ökade proteinutbytet för processen jämfört med enkelpressning. Även dubbelpressning med vattentillsats ökade proteinutbytet, men till en lägre grad än enzymbehandlingen.

## Referenser

Gunnarsson C., Baky A., Castillo d.P.M., Eliasson L., Fahrni J., Gustafsson T., Johansson E., Olsson J., Wallin E. och Xanthakis E. (2022) Utvinning av högvärdiga komponenter för förbättrad värdekedja för vall till etanol och bioolja. *RISE Rapport 79*, Uppsala.

<https://www.divaportal.org/smash/get/diva2:1681379/FULLTEXT01.pdf>

Licitra G., Hernandez T.M. och Van Soest P.J. (1996) Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology* 57, 347–358.

Santamaría-Fernandez M., Karkov Ytting N. och Lübeck, M. (2019) Influence of the development stage of perennial forage crops for the recovery yields of extractable proteins using lactic acid fermentation. *Journal of Cleaner Production* 218, 1055–1064.

## SLU

### Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE) / Department of Crop Production Ecology Rapporter från institutionen / Reports from the department

- Nr 1. Pettersson C.G. (2006) Variations of yield and protein content of malting barley. Methods to monitor and ways to control. Licentiate thesis, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences.
- Nr 2. Eckersten H., Noronha-Sannervik A., Torssell B. & Nyman P. (2006) Modelling radiation use, water and nitrogen in willow forest.
- Nr 3. Christersson L. & Verwijst T. (2006) Poppel – Sammanfattning från ett seminarium vid Institutionen för Lövträdsodling, SLU, Uppsala, 15 mars 2005. Proceedings from a Poplar seminar at the Department of Short Rotation Forestry, SLU, March 15 2005, Uppsala, Sweden.
- Nr 4. Christersson L., Verwijst T. & Man Amatya S. (2006) Wood production in agroforestry and in short-rotation forestry systems – synergies for rural development. Proceedings of the IUFRO:s conference (session 12, 128) held in Brisbane, August 8–13, 2005.
- Nr 5. Hoogesteger J. (2006) Tree ring dynamics in mountain birch. Licentiate thesis. Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences.
- Nr 6. Eckersten H., Andersson L., Holstein F., Mannerstedt Fogelfors B., Lewan E., Sigvald R., Torssell B. & Karlsson S. (2008) Bedömningar av klimatförändringars effekter på växtproduktion inom jordbruket i Sverige.
- Nr 7. Eckersten H., Karlsson S. & Torssell B. (2008) Climate change and agricultural land use in Sweden: A literature review.
- Nr 8. Amiri A., Forkman J. & von Rosen D. (2009) A statistical study of similarities and dissimilarities in results between districts used in Swedish crop variety trials.
- Nr 9. Forkman J., Amiri S. & von Rosen D. (2009) Konsekvenser av indelningar i områden för redovisning av försök i svensk sortprovning.
- Nr 10. Fogelfors H. *et al.* (2009). Strategic analysis of Swedish agriculture. Production systems and agricultural landscapes in a time of change.
- Nr 11. Halling M.A. (2010) Sortval i ekologisk vallodling 2004–2009. Sortförsök i timotej, ängssvingel, rörsvingel, rörsvingelhybrid, engelskt rajgräs och rajsvingel.
- Nr 12. Larsson S. & Hagman J. (2010) Sortval i ekologisk odling 2010. Sortförsök 2000–2009.
- Nr 13. Larsson S. & Hagman J. (2011) Sortval i ekologisk odling, sortförsök 2004–2010. Sortförsök i höstvetete, höstråg, rågvete, vårvete, vårkorn, havre, åkerböna, lupin, ärter och potatis.
- Nr 14. Eckersten H. & Kornher A. (2012) Klimatförändringars effekter på jordbrukets växtproduktion i Sverige – scenarier och beräkningssystem. (Climate change impacts on crop production in Sweden – scenarios and computational framework)
- Nr 15. Larsson S. & Hagman J. (2012) Sortval i ekologisk odling, sortförsök 2007–2011. Sortförsök i höstvetete, höstråg, rågvete, vårvete, vårkorn, havre, åkerböna, lupin, ärter och potatis.
- Nr 16. Larsson S. & Hagman J. (2013) Sortval i ekologisk odling 2013: sortförsök 2008–2012 .
- Nr 17. Collentine D. *et al.* (2013) Consequences of future nutrient load scenarios on multiple benefits of agricultural production.
- Nr 18. Nilsson-Linde N. *et al.* (2014) Vallkonferens 2014. Konferensrapport 5–6 februari 2014. Uppsala, Sverige.
- Nr 19. Hagman J. *et al.* (2014) Sortval i ekologisk odling 2014. Sortförsök 2009–2013.
- Nr 20. Hagman J. *et al.* (2015) Sortval i ekologisk odling 2015. Sortförsök 2010–2014.
- Nr 21. Hagman J. *et al.* (2016) Sortval i ekologisk odling 2016. Sortförsök 2011–2015.
- Nr 22. Nilsson-Linde N. & Bernes G. (2017) Vallkonferens 2017. Konferensrapport 7–8 februari 2017. Uppsala, Sverige.
- Nr 23. Hagman J. & Halling M. (2017) Sortval i ekologisk odling 2017. Sortförsök 2012–2016.
- Nr 24. Frankow-Lindberg B.E. (2017) Uppdatering av kvävegödslingsrekommendationer för vall.
- Nr 25. Eckersten H. (2017) Cropping system research – a framework based on a literature study.
- Nr 26. Hagman J. & Halling M. (2018) Sortval i ekologisk odling 2018. Sortförsök 2013–2017.
- Nr 27. Christersson L., Karacic A., Adler A., Månsson J & Johansson U. (2018) Vombsjöänkans pil- och poppelpark.
- Nr 28. Hagman J. & Halling M. (2019) Sortval i ekologisk odling 2019. Sortförsök 2014–2018.
- Nr 29. Hagman J. & Halling M. (2020) Sortval i ekologisk odling 2020. Sortförsök 2015–2019.
- Nr 30. Nilsson-Linde N. & Bernes G. (2020) Vallkonferens 2020. Konferensrapport 4–5 februari 2020. Uppsala, Sverige.
- Nr 31. Eckersten H. (2020) What did climate change-based scenarios of Swedish agricultural crop production predict for 2000 onwards; and how has it become?
- Nr 32. Jäck O. & Halling M. (2021) Sortval i ekologisk odling 2021. Sortförsök 2016–2020.
- Nr 33. Karlsson I., Halling M. & Jäck O. (2021) Sortval i ekologisk odling 2022. Sortförsök 2017–2021.

I denna serie publiceras forskningsresultat vid Institutionen för växtproduktionsekologi, Sveriges lantbruksuniversitet. Förteckning över tidigare utgivna rapporter i denna serie återfinns sist i rapporten och kan hämtas som pdf från <http://pub.epsilon.slu.se>

In this series research results from the Department of Crop Production Ecology, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. Earlier numbers are listed in the end of the report, and is available at <http://pub.epsilon.slu.se>