



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för växtproduktionsekologi
Department of Crop Production Ecology

Vallkonferens 2020





Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för växtproduktionsekologi
Department of Crop Production Ecology

Vallkonferens 2020

Konferensrapport

4–5 februari 2020
Uppsala, Sverige

Publicerad av/Publisher:

Organisationskommittén för Vallkonferens 2020
Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtproduktionsekologi
Box 7043, 750 07 Uppsala
ISSN 1653-5375
ISBN 978-91-576-9711-0 (tryckt version), 978-91-576-9712-7 (elektronisk version)

Title in English: Proceedings of Forage Conference 2020

Referat:

Rapporten presenterar resultat från aktuell forskning kring såväl vallens odling och konservering som dess utnyttjande hos idisslare och hästar. Odlingsmaterialets produktion och näringsvärde behandlas, olika strategier och metoder för bete presenteras och vallens betydelse för klimatet diskuteras. Hästen, dess näringsförsörjning och hälsa tas också upp, både i sin roll som betesdjur och som konsument av skördat vallfoder. Goda exempel ges på hur man som lantbrukare kan trimma vallproduktionen med inspiration från Årets Vallmästare och från lantbrukare i EU-projektet Inno4Grass. Konferensen arrangeras av institutionerna HUV, NJV och VPE vid SLU i samarbete med Växa Sverige, 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 ruminants and horses. 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. Different aspects of forage to horses and their health are also highlighted. Good examples are given of how farmers can manage their grass production, with inspiration from awarded forage producers and farmers from the EU project Inno4Grass. The conference is organised by the Departments of Animal Nutrition and Management, Agricultural Research for Northern Sweden, and Crop Production Ecology at SLU, in collaboration with Växa Sverige, 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, hästar, Inno4Grass

Keywords: Forage production, forage conservation, forage utilisation, nutritive value, ley persistence, grazing, cutting regime, fertilisation regime, economics, environmental effects, resilience, ruminants, horses, Inno4Grass

Organisationskommitté/Organising Committee:

Gun Bernes, SLU, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap (NJV)
Ola Hallin, Hushållningssällskapet
Kjell Ivarsson, LRF
Pernilla Kvarmo, Jordbruksverket
Hans Lindberg, Växa Sverige
Cecilia Müller, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)
Nilla Nilsdotter-Linde, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE)
Rolf Spörndly, SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV)

Redaktörer/Editors:

Nilla Nilsdotter-Linde och Gun Bernes
Omslagsteckning: Ellinor Spörndly-Nees

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

Copyright ©2020 SLU.
De enskilda bidragen i denna publikation och eventuella felaktigheter i dem är författarnas ansvar.

Förord

Äntligen dags för den tredje vallkonferensen! Det är den känsla som vi som har jobbat i programgruppen har med oss inför årets konferens. Med all den positiva feedback vi har fått vid tidigare tillfällen så har det varit mycket inspirerande att sätta ihop programmet till årets konferens.

En av utgångspunkterna har varit att lyfta och aktualisera vallens betydelse för vårt klimat. Konferensens inledning behandlar just detta. Hur kan vall och bete användas för att hjälpa oss att hantera klimat- och miljöutmaningar? Hur kan vi arbeta för att öka resiliensen i gräsbasead produktion? Resiliens, ett ord som kan ha olika betydelse beroende på i vilket sammanhang det används. Den vanligaste synonymen till ordet är elasticitet, men i jordbrukssammanhang kanske det bäst beskrivs som förmågan att upprätthålla ekonomi och produktion efter måttliga störningar eller återhämta sig från stora störningar.

Naturligtvis redovisar vi nya kunskaper och försöksresultat som har producerats sedan 2017 även från andra områden och vi hoppas att innehållet i konferensen kommer att uppskattas av er som deltar. Inramningen och upplägget känner Ni 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 skördestrategier till konservering och utfodring. Nya tekniker för tillsyn av djur på bete, spännande teknologi för att bestämma botanisk sammansättning och fodervärde i vall samt försök med fraktionering av vall redan vid skörd är ämnen som vi kommer att höra mer om. Intervjuer med inspirerande innovatörer inom EU-projektet Inno4Grass samt presentation av Årets Vallmästare ingår också.

Hästnäringen är omfattande i Sverige idag och vullen är, på samma sätt som för idisslare, central i hästarnas utfodring. Att kunna erbjuda optimal kvalitet av vallfoder till olika djurkategorier är lika viktigt för hästar som för idisslare. I år fokuserar hästsessionen på grovfodrets betydelse för djurhälsan. Bland annat diskuteras vilken betydelse endofytiska svampar i vullen kan ha samt hur halm och/eller sent skördat ensilage kan påverka hästhälsan.

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 vullen utgör.

Ni är alla varmt välkomna till Vallkonferens 2020. 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 vullen på bästa sätt.

Organisationskommittén vill också passa på att tacka SLU och KSLA samt övriga organisationer och sponsorer som stöttar konferensen och medverkar som utställare.

Bollnäs den 21 januari 2020

Organisationskommittén

/genom Hans Lindberg

Innehåll

Föredrag

Perspektiv på vallen

- Resilience of grassland-based production systems, addressing climatic, environmental and economic issues 7
C. Huyghe
- Odlingssystemens effekter på kolinlagring i jordbruksmark 13
T. Kätterer, G. Börjesson och M.A. Bolinder
- Optimising grass supply, labour, economy and mind-set to create added value from grazing 17
A. van den Pol-van Dasselaar
- Ekonomi och ekosystemtjänster i gräsmarksbaserad nötkreatursproduktion 21
C. Cederberg

Bete och ny teknik

- Blandningar av betesväxter och dess förmåga att motstå tramp vid rotationsbete 25
N. Nilsson-Linde, E. Salomon och E. Spörndly
- Virtuelle gjerder for beitedyr 29
S. Eftang och K.E. Bøe
- Ny teknik för tillsyn av djur på bete 31
A. Herlin och J. Hultgren
- Mätning av foderkvalitet med fältspektrometern Yara N-sensor 34
D. Parsons, Z. Zhou och J. Morel
- Uppskattning av botanisk sammansättning med hjälp av Yara N-sensor 38
J. Morel, Z. Zhou, A.-M. Gustavsson och D. Parsons
- Ny slåttertjänst för fraktionering i två näringskvaliteter vid vallskörd 41
T. Eriksson, H. Gonda, N. Andresen och N. Nilsson-Linde

Sådd och gödsling

- Hjälpså eller plöja vallen? Nya hjälpmedel ger vägledning 45
M. Höglind och V. Rueda-Ayala
- Ekonomiska och miljömässiga effekter av olika kvävenivåer i vall 47
M. Lindberg, M. Henriksson, S. Bååth Jacobsson och M. Berglund

Fördelning av kvävegivan mellan delskördar i gräsvall <i>A.-M. Gustavsson</i>	51
--	----

Majs

Att odla majs som foder handlar om att välja sort och att skörda i tid <i>M. Hetta och M. Halling</i>	55
--	----

Inventering av sjukdomar i majs <i>L. af Geijersstam</i>	59
---	----

Behandling och utfodring av vallfoder

Intensiv mekanisk bearbetning av ensilage – ett sätt att öka smältbarheten? <i>E. Elgemark, T. Eriksson och B.O. Rustas</i>	63
--	----

Vallfodrets inverkan på ostens kvalitet <i>T. Eliasson, Å. Lundh och A. Höjer</i>	67
--	----

Metoder för att bestämma ligninstrukturer i vallväxter <i>A. Larsson, M. Hedenström, M. Murphy, E. Nadeau och S. Krizsan</i>	70
---	----

Två biologiska metoder som under anaerob lagring kan förbättra smältbarheten av grovfoder <i>K. Mogodiniyai Kasmaei</i>	74
--	----

Grovfoder i fri tillgång till dräktiga dikor under vintern <i>M. Jardstedt, E. Nadeau, P. Nørgaard och A. Hessle</i>	77
---	----

Betesbaserad uppfödningmodell för stutar – produktionsresultat och ekonomi <i>K. Holmström, A. Hessle, H. Andersson och K.-I. Kumm</i>	81
---	----

Hitta de grovfodereffektiva korna och öka lönsamheten <i>K. Holtenius och J. Karlsson</i>	85
--	----

Mjölproduktion med stora ensilagegivor över en hel laktation <i>J. Karlsson, M. Lindberg och K. Holtenius</i>	89
--	----

Förbättrat foderutnyttjande för mindre metanutsläpp <i>R. Danielsson, M. Eklund, J. Karlsson, C. Kronqvist och M. Åkerlind</i>	93
---	----

Hästar – bete och utfodring

Fri fekal vätska hos häst i relation till utfodring med hösilage? <i>K.M. Lindroth, A. Johansen, V. Båverud, J. Dicksved, J.E. Lindberg och C.E. Müller</i>	97
--	----

”Den gode, den onde och den fule” – kolhydrater i gräsarter till hästfoder: icke strukturella kolhydrater <i>C.E. Müller, M. Halling, Å. Ergon och R.B. Jensen</i>	101
---	-----

Vad innebär kolvsjuka i gräs? <i>L. Norrlund och E. Edin</i>	104
Vad kan endofytsvampar i vall betyda för hästhälsan? <i>K. Darenius</i>	108
Häst på bete året runt? <i>S. Ringmark och A. Jansson</i>	112
Halm i stället för hösilage i hästfoderstaten – påverkas hälsan? <i>A. Jansson och S. Ringmark</i>	113
Arter, sorter och fröblandningar	
Aktuella växtförädlingsprojekt på Lantmännen med inriktning vall <i>L. Öhlund</i>	115
Vallsortprovning i konkurrens <i>O. Hallin och M. Halling</i>	118
Avkastning och näringskvalitet i lusersorter jämfört med rödklöver <i>E. Nadeau, D. Sousa, H.H. Hansen och O. Hallin</i>	122
Förändringar i botanisk sammansättning över fyra år i vallfröblandningar för slåtter <i>M. Halling</i>	126
Hållbar produktion av vallbaljväxter i ekologiska odlingssystem <i>A.-C. Wallenhammar, Z. Omer, E. Edin och A. Granstedt</i>	129
Innovation – Inno4Grass	
Inno4Grass – axplock ur ett EU-projekt om vall och bete <i>N. Nilsson-Linde och A. Carlsson</i>	132
Inge Karlsson, Hults gård – Multivallskördare som ger renare foder och mindre packning <i>H. Lindberg</i>	136
Nicolaus Cederblad, Tuna gård – Odlar, använd och sälj kvalitetsprotein från vall <i>H. Lindberg</i>	138
Postrar	
Vallsortprovning <i>M. Halling, B. Sandström och O. Hallin</i>	141
Växtförädling av vallväxter inom SLU Grogrund <i>E. Johansson, M. Geleta Dida och P. Ingvarsson</i>	144

Potentialen hos "Mattenklee" – en ny typ av rödklöver i Sverige <i>M. Älmefur och A.-C. Wallenhammar</i>	147
NP-balans – växtbehovsanpassade gödselmedel från biogasanläggningar <i>C. Palmborg och A.-S. Hahlin</i>	151
Ersättningsfoder till nötkreatur vid grovfoderbrist <i>R. Spörndly, N. Nilsdotter-Linde, G. Bergkvist och T. Eriksson</i>	155
Svenska naturbetesmarker – betesdjur, beteskvalitet och betesproduktion <i>E. Spörndly och A. Glimskär</i>	158
Bete i skog som en foderresurs <i>F. Dahlström, A. Hessle och K.-I. Kumm</i>	160
Lönsam nötköttsproduktion och naturvård i stora betes-skogsmosaiker <i>K.-I. Kumm, F. Dahlström och A. Hessle</i>	163
Skördeprognos för helsäd i norra Sverige <i>T. Persson, M. Höglind, J. Wallsten, E. Nadeau, X. Huang och B.O. Rustas</i>	167
Vallfoder till ekologiska grisar – inverkan av gräs/klöverensilage på produktion, fertilitet, N-förluster och beteende <i>E. Vu, J. Friman och M. Åkerfeldt</i>	170
ProRefine: Fraktionering av vallbaljväxter för produktion av proteinrikt foder <i>B. Micke, S.A. Adler, H. Steinshamn och D. Parsons</i>	174

Resilience of grassland-based production systems, addressing climatic, environmental and economic issues

C. Huyghe

Inrae, Paris, France

Correspondence: christian.huyghe@inrae.fr

I ett sammanhang med ökande osäkerhet beroende på såväl miljö som ekonomi måste jordbrukets produktionssystem söka mer resiliens, alltså förmåga att upprätthålla ekonomi och produktion efter måttliga störningar, eller kunna återhämta sig från stora störningar. I Inno4Grass-projektet ansågs klimatförändringar med mer extremt väder och marknadstillträde vara de största störningarna bland projektets deltagande jordbrukare. De lösningar som tillämpades för ökad resiliens var i) en ökad diversitet av arter och sorter i blandvallar samt en ökad variation av valltyper, framför allt i Sydeuropa där störningarna har större strukturell betydelse ii) förändrad skötsel av vall och bete samt andra fodergrödor iii) mer lagringsmöjligheter för foder med bättre kvalitet och längre hållbarhet. För att bli resilienta mot marknadssvängningar, var en överraskande stor andel av lantbruken ekologiska för att få ett ökat mervärde. De utvecklade också egen förädling och gårdsbutiker för att öka konsumenternas betalningsvilja.

Sökandet efter resiliens innebär ett avgörande paradigmskifte där lösningar kräver både tekniska och organisatoriska innovationer, med stort beroende av lokala förhållanden och där samskapande med lantbrukare kommer att vara av godo.

Summary

In a context of increasing uncertainties related to both environment and economy, agricultural production systems must look for more resilience, i.e. the ability to maintain economic and productive performances after a moderate perturbation, or to recover them after a strong one. In the Inno4Grass project, climate change with more extreme events and market access were considered as the major perturbations by the farmers involved in the project. The solutions implemented to be resilient against climate change were i) an increasing diversity of varieties and species in mixed swards and an increasing diversity of the grasslands types, the diversity being larger in the South of Europe where the perturbations are structurally more important; ii) changes in grasslands and fodder crops management and iii) more feed stocks with better quality and long-term duration. To become resilient against market volatility, a surprisingly high share of farms was organic to get higher added value. They also developed on farm processing workshop and on farm shops to capture the willingness to pay of the consumers.

Searching for resilience is a major paradigm shift where solutions will require both technical and organisational innovations, with a strong dependency to local conditions and where co-creation with farmers will be beneficial.

Introduction

Agriculture is today facing a societal context where it is expected to simultaneously provide several performances. It must i) ensure a secure provision of high-quality food, at low prices, ii) ensure the economic viability of the farms and contribute to the viability of associated industries, iii) limit the environmental impacts of plant and animal production or even restore environment (storing carbon in the soils to limit climate changes, restoring biodiversity), and iv) do all this under strong expectations from the society (societal acceptance).

These very challenging objectives are becoming more complex because agricultural activity is exposed to increasing uncertainties. It is especially true in two domains. The first one refers to the climate, where, as a consequence of climate change, there are more and more variation among years and an increasing frequency of extreme events. The second one refers to the market, with an increasing price volatility due to globalisation of the world market of commodities.

Because of these uncertainties in the context of actions, it is expected that the farming activity reaches its objectives whatever the conditions. It means that farming systems must consider not only the average performance, but also the variation among years or among seasons. This is where the paradigm of resilience has been defined and has to be implemented to define the optimum systems and adapted practices (Knickel *et al.*, 2018).

What is resilience?

Resilience is a concept that arose from several domains under various names. In ecology, resilience of an ecosystem defines its ability to recover a stable functioning after a severe perturbation (Holling, 1973; Greenwell *et al.*, 2019). In economy, it includes risk management, while in agronomy, the words stability and robustness have been more often used to define the ability of a system to maintain its performances under a variable environment (Urruty *et al.*, 2016). Gathering the definition from ecology and agronomy, and applying it to grassland-based farming systems, resilience refers to the ability of a production system, exposed to an increasingly variable context (economy, environment), to maintain its performance and to ensure its capability to recover a favorable state even after a difficult period.

It is always necessary to define the resilience regarding "of what", "to what" and "for what".

Of what: the resilience concept only applies to systems that are able to vary, be reshaped and recover, and over sufficient periods of time. So, it applies to farming systems. It does not make sense to analyse resilience of a wheat crop. Here, we focus on grassland-based farming systems. In the case of a dairy farm, it could also be envisaged to analyse the resilience of the production of a given animal, such as the milk yield of a dairy cow, but this would give a very narrow vision of the possible option.

To what: it is essential to define the perturbations that are anticipated, as the solutions that will be searched for will differ depending on the type of perturbations. We will here mainly focus on two types of perturbations: climatic and market.

For what: the objectives must be clearly identified. In animal systems, the objective may be resilient animal production or resilient farming activity.

The peculiarity of resilience is that it is strongly dependent on the context where the farming activity is run. This dependency to local conditions has often been reported as a difficulty for implementing innovations. Indeed, it means that there is no recipe applicable to all farms; but the generic principles are holding true in various contexts.

How to analyse resilience?

The analysis of resilience is achieved through four questions. It is first necessary to assess 1) the variability over time of the perturbing factor and 2) the variability of the results (e.g. the milk yield of the farm). The next step is to 3) analyse the relationship between these two factors. In a simplistic representation, once the severe perturbation has been released, milk

yield will recover. This vision may be true when a single animal is considered. When considering a more complex system (a farm), it could however easily be envisaged that beyond a certain level of perturbation, the system will not be able to recover its initial state. If a farm is concerned, it clearly means a danger for the preservation of the farming activity. This defines the level of resilience of a system, which may be improved through 4) technical and organisational levers.

The sources of perturbations for grasslands-based farming systems

In the Inno4Grass project, run from 2017 to 2019, a survey has been undertaken in 87 case study farms to analyse the innovations that have been implemented by the farmers. In the results, including the description of the farms and the objectives, as well as expectations and feelings expressed by the farmers, it was possible to identify what was considered as threats for the farming activity. Among these threats, two groups have been identified, that could be named as perturbations and as structural issues (Table 1). The table clearly shows that climate change and market access are among the major perturbations for grassland-based farming. It thus makes sense to search for resilience against these two types of perturbations.

Table 1. Frequency of the threats expressed by farmers in the Inno4Grass project.

Threat		Frequency (%)
Perturbations	Climate change	42.5
	Market access	13.8
	Regulatory and agricultural policy issues	18.4
Structural issues	Workload and team structure	11.5
	Knowledge and mindset	18.4
	Plant material	13.8
	Farm structure	10.3

Resilience to climate change

The climate change is becoming an increasing evidence, and the present curves of worldwide temperature and concentrations of greenhouse gases are following the most pessimistic prediction of IPCC (IPCC, 2018). In the coming decades, the consequences for European agriculture will be i) higher average temperature both in winter and summer, ii) a modified rainfall regime with more rain in autumn and winter and less in the summer, and iii) more extreme events. The consequences are expected not to be homogeneous over Europe, the most deleterious incidences are expected in Southern Europe and on the border of the Black Sea.

The impacts on grasslands-based systems will be due to the impacts on the production and growth of grasslands and fodder crops. On average, the modified temperature and rainfall regime will potentially increase mean grass production in Ireland, UK and Northern Europe, with a longer growing season. On the opposite, the consequences will be negative in Southern Europe, and will further reduce the availability of biomass in the late spring and the summer months.

This situation is clearly a case where the analysis of resilience is essential. Indeed, the poor capability of predicting the coming weather requires the feed source, i.e. grasslands and fodder crops, to be able to ensure a sufficient production of biomass (digestible energy and proteins) every year, whatever the weather conditions.

The analysis of the case study farms of Inno4Grass showed the strategy implemented by the farmers in different countries. It is interesting to see that change in the type of animal production is never mentioned as an option, all efforts are devoted to the feed source and they mainly concern the sources of feed, the stocks and the management of grasslands and fodder crops.

Regarding the sources of feed, two opposite strategies have been investigated.

In Ireland, under a wet and mild average climate where the scenarios of climate change are not too severe, and where grasslands are mainly based upon grazed perennial ryegrass, the privileged option is the search for more stability in biomass production, by using mixtures of varieties and species. In the mixtures of varieties, it is proposed to combine varieties with different ploidy levels, as tetraploid varieties exhibit a better behavior in case of a limited drought. Mixtures of species are proposed, including legumes such as clovers.

In situations with more variation among years, the preferred option is to increase the diversity of grassland types exploited on the farm. This includes

- the combination of natural, permanent and temporary grasslands that will have contrasting cycles of biomass production,
- the introduction of new species, especially perennial legumes. This includes lucerne (*Medicago sativa*) and birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) in the northern part of Europe, sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) in Central Europe and sulla (*Hedysarum coronarium*) in the South,
- the introduction of annual crops as part of the feed source, where it is possible to have a rapid production of extra feed. In such cases, it is proposed to use mixtures of cereals and annual legumes, which is harvested as silage or hay at soft grain stage. This makes it possible to sow a new crop after harvest.

It is noticeable that the use of more diverse of grassland types is often in place in Southern conditions, where more variation among years have already been anticipated.

In terms of **grassland and fodder crops management**, there are three options. In Ireland again, under limited variation among years, it is mainly a strategy based upon an improved efficiency with a better use of the available biomass. The decision support tools for an improved management and their accuracy are listed by the farmers as critical.

In most situations, the establishment of the grasslands is considered to be essential, and many farmers consider regular reseeding and overseeding as options to keep the swards in the best conditions, including the capability of restoring the swards' density after climatic or management impacts.

As high sward quality is a key objective over years, development of machinery adapted to different soils has also been identified.

When exposed to less predictable conditions, the **availability of stocks** is essential. The strategies developed by farmers are related to

- the volume of stocks, that have to be adapted to the most severe conditions that are likely to be met,
- a better quality of the stored feed (energy and protein content),
- the possibility to store feed over very long periods of time.

This can be met in two different directions, depending on region. In Northern and Central Europe, the main option is the search for high quality silage and haylage, including silo structures in order to minimise the losses. In France, Belgium and Italy, the proposed options are

mainly based upon high quality hay, including construction of barn-drying structures, either independently or as collective system to reduce the costs.

Resilience to market volatility

The options implemented by farmers who expressed market volatility as a threat are all based upon an increasing value on the farms.

The farms that were surveyed as case studies in Inno4Grass were selected independently in every country, and the selection was done upon the single criterion of their innovative approach for grassland-based systems, i.e. from grassland management to animal production and marketing. It is surprising to see that, as a result, the proportion of organic farms was very high, reaching 32 %, while the share of organic area in total agricultural area in Europe is 7 % (from Eurostat). In Ireland only, no organic farm was included into the panel, while the highest share was reached in Sweden.

The resilience to market volatility is also achieved through diversification of the animal products, e.g. through a cross-breeding strategy in dairy cattle which makes it possible to produce calves with a higher market value. The most frequent and innovative option for increasing on-farm added value is however to implement a processing workshop (18 % of the farms) and to look for direct markets (17 %). By doing so, the farmers are aiming at capturing the willingness to pay of the consumers (Emberger-Klein *et al.*, 2016). The on-farm processing workshops are producing liquid milk, and above all, local cheeses. Only two Belgian farms of the network was processing meat. The direct market is done through on-farm shops, local markets and retailing to local restaurants. In most cases, this is a major change in farm organisation, requiring new competences and special advices. Alongside with the traditional advisory support for grasslands and animal management, these farms are appointing advisors from the processing industry, such as a professional cheese-maker.

Conclusion

It is not possible anymore to implement agronomic practices that would compensate for climate change, and the European and national public policies are not able to avoid market volatility. As a consequence, European farmers are exposed to increasing intensities of perturbations, and must voluntarily become resilient. Considering resilience in agriculture is a major paradigm shift, as it implies to consider the variance of response at the same level as the average performance. It is increasingly important as the level of perturbation is increasing. This induces large differences among European countries and among types of productions. Moreover, the options must be adapted to the types of perturbations to be addressed and to the local conditions and local environments.

Resilient systems will implement technical and organisational innovations, but moreover, structural changes will be required. They include a change in the national brokering systems and in the training of the young farmers. It is both a question of knowledge and a question of mindset. It also calls for a marked change in the innovative process, with more co-conception with the farmers and with the actors of the value chains. Such co-conception procedures, based upon the principles of the living labs (Hagy *et al.*, 2017; Zavratinik *et al.*, 2019), are offering new perspectives for out-of-the-box innovations and for a quicker adoption of innovations.

The presentation was partly funded by the European Agricultural Fund for Rural Development.

References

- Emberger-Klein A., Menrad K. and Heider D. (2016) Determinants of consumers' willingness-to-pay for fairly-produced, locally grown dairy products. *German Journal of Agricultural Economics* 65, 94–111.
- Greenwell M.P., Brereton T., Day J.C., Roy D.B. and Oliver T.H. (2019) Predicting resilience of ecosystem functioning from co-varying species' responses to environmental change. *Ecology and Evolution* 9, 11775–11790. <https://doi.org/10.1002/ece3.5679>
- Hagy S., Morrison G.M. and Elfstrand P. (2017) Co-creation in Living Labs. In: D.V. Keyson, O. Guerra-Santin and D. Lockton (eds.) *Living Labs: Design and assessment of sustainable living*. Publisher: Springer International Publishing, Delft, the Netherlands, pp 169–178.
- Holling C.S. (1973) Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 4, 1–23.
- IPCC (2018) Summary for Policymakers. In: V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor and T. Waterfield (eds.). *Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.
- Knickel K., Redman M., Darnhofer I., Ashkenazy A., Calvao Chebach T., Smane S., Tisenkopfs T., Zemeckis R., Atkociuniene V., Rivera M., Strauss A., Kristensen L.S., Schiller S., Koopmans M.E. and Rogge E. (2018) Between aspirations and reality: Making farming, food systems and rural areas more resilient, sustainable and equitable. *Journal of Rural Studies*, 59, 197–210.
- Urruty N., Tailliez-Lefebvre D. and Huyghe C. (2016). Stability, robustness, vulnerability and resilience of agricultural systems. A review. *Agronomy for sustainable development* 36, 15. <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0347-5>
- Zavratnik V., Superina A. and Duh E.S. (2019) Living Labs for rural areas: Contextualization of Living Lab frameworks, concepts and practices. *Sustainability* 11(14), Article Number: 3797, 17 pp. <https://doi.org/10.3390/su11143797>

Odlingssystemens effekter på kolinlagring i jordbruksmark

T. Kätterer¹, G. Börjesson² och M.A. Bolinder¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för ekologi, Uppsala ²SLU, Institutionen för mark och miljö, Uppsala

Korrespondens: thomas.katterer@slu.se

Sammanfattning

Kolhalten ökar i svenska mineraljordar främst p.g.a. ökande areal med vall, men det sker stora förluster av kol från mulljordarna. Kolinlagring gynnas främst av perenna växter med stort rotsystem. Grön mark året om är nyckeln. På rena växtodlingsgårdar kan kolhalten höjas genom ökad produktivitet och mellangrödor.

Introduktion

Markens mullhalt är mycket viktig för dess bördighet. Enligt ett långliggande försök på Ultuna ökar skörden med drygt 20 % om mullhalten ökar med en procentenhet (Henryson, 2018). Kol är fundamentet i allt organiskt material och drygt hälften av markens mull består av kol. Markens kolbalans bestäms huvudsakligen av skillnaden mellan den årliga tillförseln och förluster av kol genom nedbrytning av mullen. Nedbrytningen styrs främst av temperatur och vattenhalt i marken som varierar med klimatförhållanden och jordart, men kan också påverkas i begränsad omfattning exempelvis genom dränering. Tillförseln av kol är mera påverkbar eftersom den främst beror på fotosyntesen som kan styras genom val av gröda samt skötselåtgärder såsom gödsling och bevattning. Ju mera rötter, skörderester och annat organiskt material (stallgödsel, kompost, rötslam) som tillförs marken, desto större blir kolinlagringen, men öknings-takten avtar successivt till dess att ett nytt jämviktstillstånd har uppnåtts när koltillförseln är lika med förlusterna. Kolbalansen i de svenska naturbetesmarkerna ligger nära jämviktstillståndet eftersom skötseln har varit ganska lika under lång tid (Karlton *et al.*, 2010).

Eftersom kolförrådet i marken är så stort tar det lång tid innan effekten av olika odlingssystem och skötselåtgärder blir mätbara. I långliggande fältförsök har små årliga skillnader mellan försöksleden ackumulerats under lång tid. I dessa försök studeras oftast en faktor i taget mellan försöksleden och de är därför ovärderliga för att kvantifiera långsiktiga effekter av enskilda skötselåtgärder (Kätterer *et al.*, 2012). Återkommande markinventeringar är också ett sätt att undersöka utvecklingen av markegenskaper till följd av förändringar i odlingssystem på gårds-nivå, regionalt eller över hela landet.

Material och metoder

Vi har sammanställt relevant litteratur för svenska förhållanden från studier som har kvantifierat effekten av olika skötselåtgärder på kolförrådet i marken. Dessa studier inkluderar analys av kolhaltsförändringar i matjorden under de senaste 25 åren enligt den nationella mark- och grödoinventeringen, analyser av långliggande svenska fältförsök, samt metaanalyser av data från internationell vetenskaplig litteratur.

Resultat och diskussion

Mullhalten ökar i svenska mineraljordar

I det nationella miljöövervakningsprogrammet "Mark- och grödoinventeringen" togs jordprover över hela den svenska åkerarealen under perioden 1988 till 1997. I den andra (2001–2007) och tredje omgången (2010–2017) användes provtagningspunkter med fasta koordinater som förbättrade möjligheterna att följa förändringar. Det är totalt ungefär 2 000 provplatser som kan följas över tid. Analyser visar att mullhalten i mineraljordar ökade med 7,7 % i genomsnitt över hela landet under perioden mellan första och tredje provtagningen (Poeplau *et al.*, 2015b). Detta motsvarar en nettoinlagring av över 2 Mton koldioxid per år för hela landet.

Sedan 1980-talet har andelen fleråriga vallar och grönträda ökat från ca 30 till nästan 50 % av åkerarealen. Detta är den främsta förklaringen till kolinlagringen. Då antalet nötkreatur under samma period minskat kraftigt kan detta inte förklara den ökande vallodlingen. Däremot kunde 72 % av ökningen i vallarealen på länsnivå förklaras med en ökning av antalet hästar. Detta leder till hypotesen att en ökande population av fritidshästar troligtvis varit en viktig faktor för kolinlagring i marken under de senaste 25 åren. Ändras inte markanvändningen kommer mineraljordarna fortsätta att lagra in kol under de närmaste decennierna tills en ny jämvikt mellan koltillförsel och nedbrytning har uppnåtts.

Mulljordar förlorar kol

Trots att dikade mulljordar bara utgör cirka 6 % av åkerarealen släpper de ut 3,4 Mton koldioxid samt 1,1 Mton koldioxidekvivalenter lustgas per år. En gängse uppfattning är att utsläppen skulle vara mindre om vall odlades istället för ettåriga grödor, men senare forskning tyder på att vilken gröda som odlas spelar mindre roll (Norberg *et al.*, 2016). Snarare är det dikningsintensiteten som är avgörande för utsläppen. Att höja grundvattnet verkar vara den enda åtgärden som generellt ger effekt (Musarika *et al.*, 2017). Vid återvätning bromsas nedbrytningen av mullen, vilket gör att avgången av koldioxid och lustgas minskar. Även om metanavgången ökar i samband med återvätningen blir den sammanlagda effekten oftast att utsläppen av växthusgaser totalt minskar.

Vallväxter bygger upp kolförrådet

Vallens positiva effekt för kolinlagring är väl känd. I jämförelse med växtföljder som endast består av ettåriga grödor visar det sig oftast att kolinlagringen ökar ju mera vall som inkluderas i växtföljden (Bolinder *et al.*, 2010). Jämfört med ettåriga grödor lagrar vallar in ungefär 0,6 ton mer kol per ha och år i matjorden, enligt en sammanställning av data från långliggande fältförsök i Sverige och andra länder med liknande mark- och klimatförhållanden (Kätterer *et al.*, 2013). Vallen kan också i vissa fall ha en positiv effekt på kolförråden i övre delen av alven (Börjesson *et al.*, 2018). Variationen mellan platser är dock ganska stor.

Orsaken till att vallar ökar markens kolförråd är att fleråriga växter, i motsats till ettåriga växter som spannmål eller oljeväxter, producerar större mängd underjordisk biomassa. Ettåriga växter har förädlats för att investera merparten av sina resurser på att bilda frö, medan fleråriga växter måste investera i rotsystemet för att kunna överleva vintern. Vallar kommer också igång tidigt på säsongen och växer länge på hösten. Den ovanjordiska produktionen av biomassa hos vall skiljer sig inte mycket från den hos stråsåd, däremot är upptaget av koldioxid större p.g.a. ett större rotsystem. Vid normalskörd finns det ungefär ett ton rötter per ha i stråsåd, medan det kan finnas upp till tio ton rötter och rhizom per hektar i en väletablerad vall (Xiong och Kätterer, 2010). Rötter bidrar också mer till kolinlagring än motsvarande mängd ovanjordiska

växtrester (Kätterer *et al.*, 2011). En permanent växtlighet bidrar även till att minska kolförluster genom vatten- och vinderosion. Detsamma gäller andra fleråriga växtslag, såsom energiskog, energigräs, permanent bevuxna åkerkanter samt slätter- och betesmarker.

Stallgödsel är en del av kretsloppet

En del av kolet i vallfodret återförs till marken som gödsel och blir då ett extratillskott som ökar kolförrådet i marken där gödseln sprids (Bolinder *et al.*, 2020). Var stallgödseln sprids spelar i princip inte någon roll för kolförråden. Därför utgör den inte något nettotillskott av kol på regional eller nationell nivå så länge antalet djur inte ändras. Däremot kan tillförsel av restprodukter från industrin eller samhället som för närvarande inte återförs leda till kolinlagring. Kolinlagringen påverkas också av processer som materialet genomgår och som påverkar dess nedbrytbarhet (t.ex. fermentering, kompostering, pyrolys, förgasning). Byter t.ex. en jordbrukare eller ett värmeverk ut sin halmpanna mot en pyrolysanläggning som ger biokol istället för aska som restprodukt och denna biokol tillförs marken, så ökar kolförrådet och man har skapat en ny kolsänka.

Plöjningsfri odling är bra men ökar ofta inte kolförrådet i vårt klimat

En ofta framförd uppfattning är att jordbruket borde ställa undan plogen för gott och istället direktså, då själva plöjandet anses stimulera nedbrytningen och därmed sänka jordens mull- och kolhalt. Plogen är jordbrukets klimatmarodör hävdas det. Generellt tycks dock inte omblandning i marken, varken genom ytlig bearbetning eller plöjning, nämnvärt påverka nedbrytningen av det organiska materialet i matjorden mer än kortvarigt efter bearbetningstillfället (Kainiemi *et al.*, 2013).

Ett stort antal långliggande försök visar i genomsnitt inga skillnader i det totala kolförrådet mellan plöjda och icke plöjda parceller (Meurer *et al.*, 2018). Kolhalten ökar vid markytan men minskar längre ner; det sker alltså en omfördelning av kol i markprofilen men den totala mängden förblir ungefär densamma. Däremot har plöjningsfri odling många andra fördelar; minskad erosion, livet i marken gynnas (särskilt dagmaskar), samt mindre maskin- och drivmedelskostnader för jordbrukaren vilket är positivt för klimatet. Emellertid kan behovet av bekämpningsmedel och mekanisk ogräsharvning öka om man avstår från att plöja. Den positiva effekten på markens kolbalans i valldominerade växtföljder kan därför inte tillskrivas en lägre plöjningsfrekvens utan den drivs främst av ökad koltillförsel genom rotbiomassa.

Fånggrödor för kolinlagring och minskad utlakning

Generellt kan man säga att kolinlagring gynnas av grön mark året om och av stor biomassa-produktion; perioden med öppen mark bör därför minimeras av flera skäl. I växtföljder utan vall är mellangrödor ett bra alternativ för att åstadkomma detta. Kolinlagringseffekten av mellangrödor är ungefär hälften så stor som för vallen, dvs. ungefär 0,3 ton kol per hektar och år enligt svenska (Poeplau *et al.*, 2015a) och utländska försök (Bolinder *et al.*, 2020).

Uthållig intensifiering kan höja mullhalten även på växtodlingsgårdar

Stor produktion genererar både mera ovanjordiska skörderester och rötter som lämnas kvar i fält. Enligt svenska långliggande försök ökar kolhalten i marken med drygt ett kilo för varje kilo mineralkväve som gödslas (Kätterer *et al.*, 2012). Analysen av hundratals internationella

långtidsförsök med olika kvävegivor visar att kolförråden i genomsnitt är 6 % högre, eller att de lagrar in 0,2 ton mer per ha och år i försöksled med stor kvävegödsling jämfört med ogödslade kontroller (Bolinder *et al.*, 2020). Kanske ännu mera betydelsefulla är de indirekta effekterna av stor produktion som leder till att mark kan friställas för andra ändamål än jordbruk, exempelvis naturmark med perenna växter som kommer att bygga upp kolförrådet ytterligare. Odlingsystem med låg produktivitet såsom ekologisk odling leder till lägre kolförråd i marken och är därför inte klimatsmarta.

Referenser

- Bolinder M.A., Kätterer T., Andrén O., Ericson L., Parent L.-E. och Kirchmann H. (2010) Long-term soil organic carbon and nitrogen dynamics in forage-based crop rotations in Northern Sweden (63–64 °N). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 138, 335–342.
- Bolinder M.A., Crotty F., Elsen A., Frac M., Kismányoky T., Lipiec J., Tits M., Zoltán T. och Kätterer T. (2020) The effect of crop residues, cover crops, manures and nitrogen fertilization on soil organic carbon changes in agroecosystems: A synthesis of reviews. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* (under tryckning).
- 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.
- Henryson K., Sundberg C., Kätterer T. och Hansson P.-A. (2018) Accounting for long-term soil fertility effects when assessing the climate impact of crop cultivation. *Agricultural Systems* 164, 185–192.
- Kainiemi V., Arvidsson J. och Kätterer T. (2013) Short-term organic matter mineralisation following tillage on a Swedish clay soil. *Biology and Fertility of Soils* 49, 495–504.
- Karlton E., Jacobson A. och Lennartsson T. (2010) Inlagring av kol i betesmark. Jordbruksverket. Rapport 25, 40 s.
- Kätterer T., Bolinder M.A., Berglund K. och Kirchmann H. (2012) Strategies for carbon sequestration in agricultural soils in northern Europe. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A* 62, 181–198.
- Kätterer T., Bolinder M.A., Thorvaldsson G. och Kirchmann H. (2013) Influence of ley-arable systems on soil carbon stocks in Northern Europe and Eastern Canada. *Grassland Science in Europe* 18, 47–56.
- Kätterer T., Bolinder M.A., Andrén O., Kirchmann H. och Menichetti L. (2011) Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 141, 184–192.
- Meurer K.H.E., Haddaway N.R., Bolinder M.A. och Kätterer T. (2018) Tillage intensity affects total SOC stocks in boreo-temperate regions only in the topsoil – A systematic review using an ESM approach. *Earth-Science Reviews* 177, 613–622.
- Musarika S., Atherton C.E., Gomersall T., Wells M.J., Kaduk J., Cumming A.M.J., Page S.E., Oechel W.C. och Zona D. (2017) Effect of water table management and elevated CO₂ on radish productivity and on CH₄ and CO₂ fluxes from peatlands converted to agriculture. *Science of the Total Environment* 584–585, 665–672.
- Norberg L., Berglund Ö. och Berglund K. (2016) Seasonal CO₂ emission under different cropping systems on Histosols in southern Sweden. *Geoderma Regional* 7, 338–345.
- Poeplau C., Aronsson H., Myrbeck Å. och Kätterer T. (2015a) Effect of perennial ryegrass cover crop on soil organic carbon stocks in southern Sweden. *Geoderma Regional* 4, 126–133.
- Poeplau C., Bolinder M.A., Eriksson J., Lundblad M. och Kätterer T. (2015b) Positive trends in organic carbon storage in Swedish agricultural soils due to unexpected socio-economic drivers. *Biogeosciences* 12, 3241–3251.
- Xiong S. och Kätterer T. (2010) Carbon-allocation dynamics in reed canary grass as affected by soil type and fertilization rates in northern Sweden. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Soil and Plant Science* 60, 24–32.

Optimising grass supply, labour, economy and mind-set to create added value from grazing

A. van den Pol-van Dasselaar

Aeres University of Applied Sciences, Dronten, the Netherlands

Corresponding author: a.van.den.pol@aeres.nl

Sammanfattning

Betesdrift ger många fördelar för jordbrukarna och samhället i stort. Trots att ekosystemtjänsterna uppskattas mycket av samhället är de sällan tillräckligt belönade. I denna uppsats diskuteras ämnen som kan skapa mervärde från betesdrift genom optimering av tillgången på vall, arbetskraft, ekonomi och tänkesätt. Nya lovande affärsmodeller presenteras, där jordbrukarna blir ekonomiskt belönade för de mervärden de bidrar med. Ett exempel ges på ett lätt tillämpbart betessystem, "New Dutch Grazing" (Ny holländsk betesdrift), som optimerar arbetskraft och vallutnyttjande. Slutligen diskuteras betydelsen av jordbrukarnas attityd. Jordbrukarna är nyckelaktörer när det gäller att underhålla och förbättra betessystemen eftersom de bestämmer över gårdens dagliga drift. Detta är viktigt att beakta när man utvecklar stimulansåtgärder. Speciellt viktigt är det att uppmärksamma unga jordbrukare, eftersom de representerar nästa generations jordbruk.

Abstract

Grazing provides multiple benefits to farmers and to the wider society. While the ecosystem services provided to society are certainly appreciated, they are thus far hardly rewarded. This paper discusses topics related to creating added value from grazing by optimising grass supply, labour, economy and mind-set. New promising business models are presented, in which farmers are financially rewarded for their added value contributions. An example of a grazing system that is easy to implement is given, the "New Dutch Grazing", which optimises labour and grass utilisation. Finally, the importance of the mind-set of the farmer is discussed. Farmers are key actors when it comes to maintaining and improving grazing systems since they decide on the day-to-day management on the farm. When developing stimulating initiatives, this should be taken into account. Special attention should be paid to young farmers since they represent the next generation of farming.

Introduction

Grazing is important for the human population, since ruminants deliver food for humans as they convert the human inedible plant biomass from grasslands via grazing into high quality edible proteins. Thus, by providing feed to ruminants, grasslands contribute to the feeding of mankind. Additionally, grass-based ruminant production delivers a number of other services to society, like carbon (C) sequestration (e.g. Conant *et al.*, 2017) and biodiversity (e.g. Isselstein *et al.*, 2005; Plantureux *et al.*, 2016). These services indeed provide multiple benefits to the wider society, but it is the individual farmer that needs to maintain these benefits by maintaining the grasslands. While the services are certainly appreciated by society, they are thus far hardly rewarded.

This paper discusses topics related to creating added value from grazing by optimising grass supply, labour, economy and mind-set:

- New business models
- Optimising grass supply and labour in a new grazing system: New Dutch Grazing
- Mind-set of the farmer

New business models

In the past, additional services, like the ecosystem services provided by grasslands, were not specifically rewarded by society, which was used as rationale for government interventions and associated taxes, subsidies and regulations. It is interesting to see that in recent years, a number of societal initiatives has started to support the farmer in maintaining grasslands and grass-based production systems:

- Treaties (formal agreements between stakeholders)
- Premiums (prizes, bonuses, or awards given as inducements)
- Market concepts and differentiation of products (constructs to promote products)

These societal initiatives are illustrated by a few examples. The Netherlands provide a good example of the first two categories (treaties and premiums). In Dutch politics and society, there is a broad interest to promote cows having access to pasture. The grazing dairy cow is seen as part of the cultural heritage of the Netherlands, and the Dutch society has expressed its concern about less grazing. As a consequence, a "Treaty on Grazing" was initiated by a number of organisations in the full dairy chain to reverse this trend. By now, this Treaty, which aims to stabilise the percentage of farms that practise grazing, has been signed by more than 80 organisations, including farmer organisations, industry (e.g. feed and milk robot industry), education, NGO's, government and research. As part of the Treaty, many stimulating initiatives took place. The most prominent one was the introduction of a grazing premium that is provided by the dairy industry to farmers that practise grazing for at least 120 days per year for at least six hours per day. This initiative has been followed in other countries. For example, since 2016 there is also a German "Grazing Charta". The German farmers that produce pasture milk also get a premium. In several other countries, like Spain, France and Belgium, premiums are paid to farmers in certain regions that practise grazing or maintain grasslands. The institutions that pay for these premiums can be very different, from consumers to industry to government. In Switzerland, for example, the government provides premiums to farmers that deliver certain ecosystem services. This is on a voluntary basis; each farmer can decide whether or not to comply with the programme. In Portugal, a Carbon Fund was established, paying farmers for delivering the ecosystem service C sequestration (Teixeira *et al.*, 2015). Finally, in many countries there are initiatives that relate to the quality of the animal products produced and associated market concepts. Local products are promoted as authentic and marketed as such leading to premium prices for farmers. All these initiatives have led to "new" business models where farmers are rewarded either for animal production or for societal demands or for both.

New Dutch Grazing: a method to optimise grass supply and labour

The grazing system "New Dutch Grazing" was developed a few years ago in the Netherlands as a system that combines high grazing efficiency with ease of labour in dairy systems. It can easily be used in situations of high stocking rates and large milk productions per cow but also in other situations. New Dutch Grazing, which is also referred to as "compartmented continuous grazing" is an adapted set-stocking system for stocking rates up to 10 animals per ha in which the cows rotate on a daily basis between six compartments on one platform (which is the total area where the animals can graze). The approach consists of three steps. First (and usually only once), the grazing platform is divided in a number of equal-sized paddocks and investments in infrastructure are done to facilitate grazing: water, roadways, fencing, etc. Second, every 4–6 weeks, the paddocks that were set for mowing are mowed. Third, cows are moved each day to a new compartment and in a period of 5–6 days, they rotate on five or six compartments. The (variable) sixth compartment is cut for silage to increase sward utilisation. Therefore, cows come back in the same compartment after 5–6 days. The average grass height in the compartments is kept constant (8–12 cm) so that daily regrowth is available for intake. The gap between daily regrowth and animal demand is filled with supplementation. If the grass is too long, less supplementation is given. If the grass is too short, more supplementation is given. The system is easy to implement, can be done on every farm, does not require a lot of labour / management skills and gives good result with respect to milk production and grass utilisation. The area on the farm that is available for grazing will be optimally used with this grazing system.

The farmer as a focal point: the importance of the mind-set of the farmer

A final aspect to discuss is the mind-set of the farmer. Farmers are key actors when it comes to maintaining and improving grazing since they decide on the day-to-day management on the farm (Van den Pol-van Dasselaar *et al.*, 2018). It is the farmer that decides on the future of grazing. From on-farm participatory research and analysis of basic motivational drivers of European farmers, it is known that personal values, preferences, experiences and habits of farmers are very important in management decisions (e.g. Kristensen *et al.*, 2010; Reijs *et al.*, 2013; Baur *et al.*, 2016; Becker *et al.*, 2018). This is linked to the human tendency to avoid cognitive dissonance. When confronted with an advice which implies another behaviour or management, farmers (like every human person) experience cognitive dissonance. Cognitive dissonance centres around the idea that if a person knows various things that are not psychologically consistent with one another, he or she will, in a variety of ways, try to make them more consistent (Festinger, 1962). Cognitive dissonance can be reduced by a change of opinion, a change of behaviour, a change of perception or a combination of these. This implies that farmer education is very important. Special attention should be paid to the young farmers, since the future of grassland farming in Europe is in the hands of young farmers (Van den Pol-van Dasselaar *et al.*, 2019). Education provides farmers knowledge, analytical tools and technical skills that allow them to be more independent in their judgement.

Conclusion

Grazing provides multiple benefits to farmers and to the whole of society. To support farmers, farmers need new business models to be rewarded for the added value they provide. Furthermore, optimising the grazing system at farm level will be profitable for the farmer. Easy to implement systems, like "New Dutch Grazing" can be useful in this respect. It is clear from research and practice that the mind-set of the farmer is relevant for the on-farm decisions

about grassland management. Farmer education is therefore important. Indeed, the students of today are the farmers and farm advisors of the future, and as such, they determine the future of grazing.

The presentation was partly funded by the European Agricultural Fund for Rural Development.

References

- Baur I., Dobricki M. and Lips M. (2016) The basic motivational drivers of northern and central European farmers. *Journal of Rural Studies* 46 (Supplement C), 93–101.
- Becker T., Kayser M., Tonn B. and Isselstein J. (2018) How German dairy farmers perceive advantages and disadvantages of grazing and how it relates to their milk production systems. *Livestock Science* 214, 112–119.
- Conant R.T., Cerri C.E.P., Osborne B.B. and Paustianm K. (2017) Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications* 27, 662–668.
- Festinger L. (1962) Cognitive dissonance. *Scientific American* 207, 93–107.
- Isselstein J., Jeangros B. and Pavlů V. (2005) Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe – A review. *Agronomy Research* 3, 139–151.
- Kristensen T., Madsen M.L. and Noe E. (2010) The use of grazing in intensive dairy production and assessment of farmers' attitude towards grazing. *Grassland Science in Europe* 23, 964–966.
- Plantureux S., Bernués A., Huguenin-Elie O., Hovstad K., Isselstein J., McCracken D., Therond O. and Vackar D. (2016) Ecosystem services indicators for grassland in relation to ecoclimatic regions and land use systems. *Grassland Science in Europe* 21, 524–547.
- Reijs J.W., Daatselaar C.H.G., Helming J.F.M., Jager J. and Beldman A.C.G. (2013) Grazing dairy cows in North-West Europe: economic farm performance and future developments with emphasis on the Dutch situation. LEI Wageningen UR, Wageningen, 124 pp.
- Teixeira R.F.M., Proença V., Crespo D., Valada T. and Domingos T. (2015) A conceptual framework for the analysis of engineered biodiverse pastures. *Ecological Engineering* 77, 85–97.
- Van den Pol-van Dasselaar A., Becker T., Botana Fernández A., Hennessy T. and Peratoner G. (2018) Social and economic impacts of grass based ruminant production. *Grassland Science in Europe* 23, 697–708.
- Van den Pol-van Dasselaar A., Bastiaansen-Aantjes L.M., Bogue F., O'Donovan M. and Huyghe C. (eds.) (2019) Grassland use in Europe, a syllabus for young farmers. ISBN: 978-2-7592-3145-4. Quae Éditions, 263 pp. <https://www.quae-open.com/produit/123/9782759231461/grassland-use-in-europe>
<https://doi.org/10.35690/978-2-7592-3146-1>

Ekonomi och ekosystemtjänster i gräsmarksbaserad nötkreatursproduktion

C. Cederberg

Chalmers Tekniska Högskola, Avdelningen för fysisk resursteori, Göteborg

Korrespondens: christel.cederberg@chalmers.se

Sammanfattning

Ekonomi i mjölk- och nötköttsproduktion undersöktes vid fem modellerade typgårdar, dels utan jordbruksstöd, dels med stöd utformade på olika sätt. Mjolkproduktionen gav positiva resultat, medan köttproduktionen genomgående bidrog med negativa resultat. En annorlunda design av jordbruksstöd som bättre tar hänsyn till hur brukningskostnader varierar med skiftens storlek skulle gynna bibehållandet av mosaiklandskap som är positiva för en rad ekosystemtjänster. Nuvarande jordbruksstöd förefaller ge en underbetalning till gräsmarkerna, och i synnerhet naturbetesmarkerna, relaterat till de nyttor och ekosystemtjänster som samhälle och medborgare värderar i jordbrukslandskapet.

Introduktion

Detta projekt har analyserat ekonomi och ekosystemtjänster i produktionssystem för nötkreatur där foderintaget domineras av grovfoder och bete. Studien inkluderar några möjliga framtida system för mjölkproduktion där avkastningen per ko är mindre än dagens; i stället är mjölkproduktionen inriktad på att kombinera mjölk och kött. Projektet har kvantifierat markanvändning och analyserat markernas leverans av ekosystemtjänster när produktionen domineras av grovfoder och bete. Analysen har varit grunden för diskussioner med lantbrukare om hur jordbruksstöd kan designas för att gynna gräsmarks- och betesbaserad nötkreatursproduktion så att lantbrukarnas ekonomi såväl som leveransen av ekosystemtjänster understöds.

Material och metoder

Projektet baseras på ekonomiska lönsamhetsberäkningar för typgårdar, en genomgång och värdering av ekosystemtjänster kopplade till nötkreatursproduktion samt dialoger med näringen vid två workshopar för att diskutera hur en framtida nötkreatursproduktion och hur jordbruksstöd kan designas för att främja en mer betesbaserad produktion.

Beräkningar har gjorts för fem modellerade typgårdar med ekologisk produktion (Cederberg, *et al.*, 2018). Fyra av dessa har mjölkproduktion inklusive uppfödning av överskottskalvar till kött. En benämns "intensiv" och motsvarar dagens mjölkproduktion framräknad till år 2030. De andra tre benämns "gräsbaserade", och på dessa baseras djurens foderintag till så stor del som möjligt på grovfoder och bete. Dessa skiljer sig åt i avkastning, med 6, 7 respektive 8 ton mjölk/ko och år. Den femte typgården har enbart köttproduktion, baserad på dikor. Alla typgårdarna beräknas för 120 kor. En skillnad mellan gårdarna är också rekryteringsandelen, eftersom denna styr produktionen av kött. Allt grovfoder samt spannmål odlas på gården, andra fodermedel köps in.

De ekonomiska beräkningarna baseras på ett antal grundkalkyler som upprättats för de olika djurkategorierna på respektive typgård samt för åkermarkens grödor (inklusive vall). Datakällor för intäkter och kostnader utgörs främst av olika produktionskalkyler och jordbruksstatistik. Kostnader för eget odlat foder motsvaras av nettot i grödkalkylerna. Det totala ekonomiska nettot för respektive typgård beräknas utifrån grundkalkylerna och gårdens djurantal.

Metodiken för grundkalkylerna är s.k. totalstegkalkyl som tar upp alla intäkter och kostnader (dvs. även arbete, ränta, företagsgemensamma kostnader, inventariestkostnader och byggnader). Dock ingår inte några jordbruksstöd i grundkalkylerna, eftersom syftet var att belysa produktionens lönsamhet baserad enbart på marknadsersättningar. En viktig post i kalkylerna är markkostnaden. I kalkylerna utgörs den av markens alternativvärde, vilken antagits motsvara värdet för granskog på motsvarande marker. Osäkerheter i indata, t.ex. skördenivåer och produktpriser, har hanterats genom ett antal olika känslighetsanalyser. Utifrån dessa totalkalkyler testades sedan olika utformning och effekt av jordbruksstöd.

Tabell 1. Produktion, foderstat och arealer för de olika typgårdarna, baserat på en besättning med 120 kor.

		Enhet	Mjolk				Kött
			Gräs 6 ton	Gräs 7 ton	Gräs 8 ton	Intensiv 10 ton	Diko
Produktion	Mjolk	ton ECM/år	720	840	960	1200	-
	Kött	ton kött/år	31,9	31,9	31,9	29,7	35,7
Foderstat – kor	Ensilage	andel	65 %	59 %	53 %	59 %	54 %
	Bete	andel	31 %	29 %	25 %	9 %	44 %
	Kraftfoder	andel	4 %	11 %	21 %	32 %	1 %
Areal	Åker	ha	223	245	246	255	115
	<i>Vall</i>	andel	52 %	48 %	46 %	49 %	78 %
	<i>Bete</i>	andel	27 %	25 %	23 %	15 %	13 %
	<i>Spannmål</i>	andel	20 %	28 %	31 %	36 %	10 %
	Naturbete	ha	79	79	79	73	262

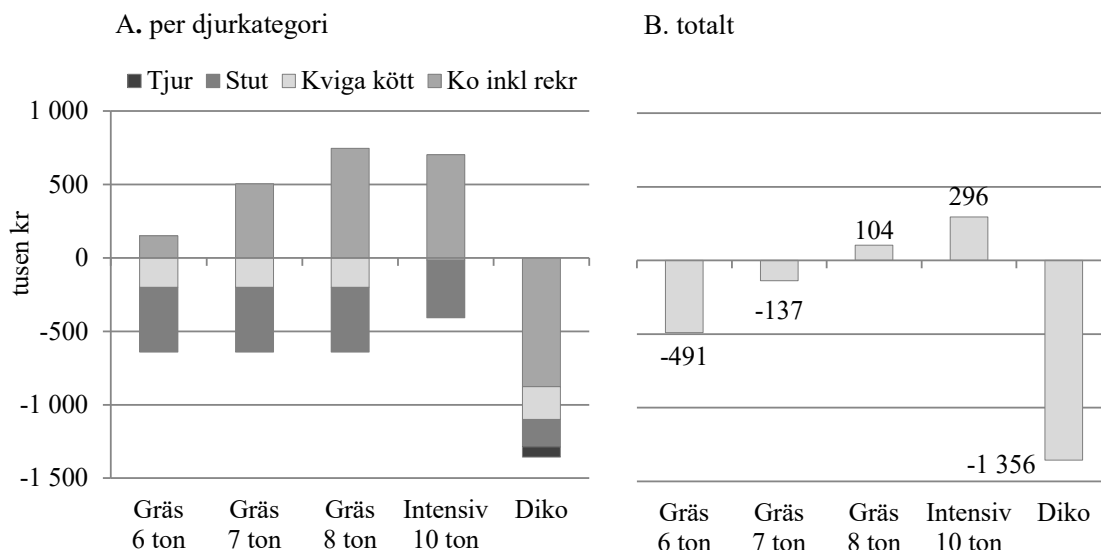
Eftersom produktionskalkyler för naturbetesmarker är en bristvara samlades data in från lantbrukare vid projektets workshopar och kalkyler upprättades för tre olika skiftesstorlekar: 1, 5 respektive 15 hektar.

En litteraturöversikt genomfördes rörande ekosystemtjänster som direkt kopplar till nötkreatursproduktion, via de olika typer av marker som används. Exempel på värderingar för ekosystemtjänster på typgårdarna redovisades och andra värderingsstudier av markanvändning kopplat till nötkreatur togs fram som underlag till de dialoger som genomfördes med lantbrukare och lantbruksnäringens organisationer vid workshopar. Syftet var att ta del av kunskap och åsikter kring en möjlig utveckling mot mer gräsmarks- och betesbaserade produktion, att diskutera idéer om utformning av framtida jordbruksstöd samt att förankra de ekonomiska beräkningarna i verkligheten. Totalt deltog 17 lantbruksföretag från olika delar av landet. Förutom lantbrukarna deltog också experter och handläggare från LRF Mjolk, LRF Kött, Ekologiska Lantbrukarna och Jordbruksverket.

Resultat och diskussion

De framtagna produktionskalkylerna för naturbetesmark visar att skiftesstorleken har stor inverkan på den slutliga foderkostnaden för bete. För små skiften var den nära dubbelt så hög (4,43 kr/kg torrs substans (ts) bete) som för de "normalstora" skiftena (2,42 kr/kg ts), medan den minskade med knappt en fjärdedel för stora skiften om 15 ha (1,74 kr/kg ts). Resultatet från medelstora skiften användes i de vidare beräkningarna av typgårdarnas totala lönsamhet.

Mjolkproduktionen på alla fyra typgårdar levererade positiva resultat, medan köttproduktionen levererade negativa (figur 1A). Detta grundresultat är alltså beräknat utan några jordbruksstöd och med en markkostnad som motsvarar alternativvärdet.



Figur 1. Resultat utan stöd för de olika typgårdarna (dvs. 120 kor inkl. rekryterings- och slaktdjur), uppdelat på djurkategori (A) samt totalt (B).

Eftersom mjölkgårdarna föder upp samtliga överskottskalvar och producerar kött från dessa, lades mjölk- och köttkalkylerna ihop till ett totalresultat (figur 1B). Detta visar att mjölktypgårdarna "Gräs 8 ton" och "Intensiv 10 ton" får alla sina kostnader täckta samt erhåller en viss vinst. För mjölkavkastning mindre än ca 7,5 ton/ko täcks inte längre alla kostnader, eftersom gården då får en större andel köttproduktion. På typgården med dikoproduktion som endast producerar kött är underskottet stort.

Förändringen i lönsamhet när några olika typer av stöd läggs till i kalkylerna framgår av tabell 2. Testade stöd var dels arealstöd för olika marktyper, dels ett djurstöd för att stimulera betesproduktion. Arealstödens inverkan är linjär; om ett arealstöd tillkommer om 2 000 kr för åker- och naturbetesmark, förändrar det resultatet för typgården "Gräs 6 ton" med +618 tkr (2×309 tkr). Vid workshoparna diskuterades en helt annorlunda design av stöd som bättre tar hänsyn till hur brukningskostnaderna varierar med ett skiftes storlek. Detta diskuterades för att gynna brukandet av mindre åker- och naturbetesmarker som riskerar att växa igen eller planteras med skog p.g.a. att de är kostsamma att bruka. Stödet baseras därför på skiftets omkrets, dvs. med ett belopp per löpmeter skifteskanter istället för per hektar.

Tabell 2. Det ekonomiska resultatets ökning i tusen kronor om olika typer av stöd adderas till grundresultatet för typgårdarna. Inverkan av arealstöden är linjär. Exempelvis, om arealstödet till åker och naturbete skulle vara 2 000 kr/ha, så skulle resultatet för typgård "Gräs 6 ton" efter stöd bli $-491 + (2 \times 309) = 127$ 000 kr.

	Gräs 6 ton	Gräs 7 ton	Gräs 8 ton	Intensiv 10 ton	Diko
Resultat utan stöd (tusen kr)	-491	-137	104	296	-1 356
Arealstöd					
Åker och naturbete, 1000 kr/ha	309	331	331	326	326
Vall och bete på åker, 1000 kr/ha	179	179	171	158	101
Naturbetesmark, 1000 kr/ha	83	83	83	71	214
Djurstöd					
>18 mån + diko, 1000 kr/djur	68	68	68	61	158
Kantmeterstöd, 10 kr/m					
Åker och naturbetesmark	586	627	628	618	619

Viktiga agrara ekosystemtjänster är produktion av livsmedel och genetiska resurser (*försörjande*), samt olika nyttor i form av klimat-, sjukdoms- och vattenreglering, vattenrening, pollinering och erosionskontroll (*reglerande*). Jordbruket ger också icke-materiella nyttor i form av kulturarv, rekreation, tillhörighet, inspiration och estetiska värden (*kulturella*). För att de agrara systemen ska fungera måste ekosystemtjänster som jordmånsbildning, kretslopp av näringsämnen, produktionen av växter, djur och mikroorganismer (ovan och under jord) vidmakthållas (*stödjande*). I miljökvalitetsmålet "Ett rikt odlingslandskap" uttalas en klar vilja om att bevara ett variationsrikt odlingslandskap med fungerande ekosystemtjänster. För att nå målet krävs god tillgång på betesdjur, platser för biologisk mångfald i områden med intensiv odling samt ett levande jordbruk i hela landet. Igenväxningen av odlingslandskapet fortsätter dock och genom den fortsatta strukturrationaliseringen ökar risken att skötseln av betesmarker med dålig arrondering försämras. Man bedömer därför att det behövs starkare incitament för djurägare att hålla djur på naturbetesmarker. Samtidigt visar studier att det finns en betalningsvilja hos medborgarna för att bevara naturbetesmarkerna. I genomsnitt kan den grovt beräknas till mellan 4 000 och 7 000 kr/ha.

Den markanvändning som gräsmarkerna, och i synnerhet naturbetesmarkerna utgör, förefaller alltså vara underbetald i dagens jordbruksstöd, relaterat till de nyttor och ekosystemtjänster som samhälle och medborgare värderar i jordbrukslandskapen. Det behövs en diskussion kring hur de totala stöden fördelas mellan de båda ytterligheterna intensivt odlad åkermark med stora skiften och naturbetesmarker som ofta utgörs av små skiften med stora skötselkostnader per hektar. Leveransen av reglerande och kulturella ekosystemtjänster som är viktiga för samhället skiljer sig kraftigt åt mellan dessa två ytterligheter av markanvändning i jordbruket.

Referens

Cederberg C., Henriksson M. och Rosenqvist H. (2018) Ekonomi och ekosystemtjänster i gräsbaserad nötkreatursproduktion. Chalmers Tekniska Högskola. Avd. Fysisk Resursteori, Rapport. https://research.chalmers.se/publication/503644/file/503644_Fulltext.pdf

Blandningar av betesväxter och dess förmåga att motstå tramp vid rotationsbete

N. Nilsson-Linde¹, E. Salomon² och E. Spörndly³

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala

²RISE – Jordbruk och Livsmedel, Uppsala ³SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: nilla.nilsson-linde@slu.se

Sammanfattning

När antalet djur i besättningen ökar kan det leda till ökade problem med upptrampade beten och smutsiga djur. I det här projektet undersökte vi tramptåligheten hos fyra olika betesfröblandningar vid intensivt bete under fyra säsonger på betesvallar med styv lera. Slutsatserna är följande: För att minska risken för svåra trampskador behöver man undvika hårt bete vid regn och på senhösten. Uppstår det ändå svåra trampskador är det avgörande att ge betesvallen tillräckligt med tid för återhämtning – för den har stor potential att återhämta sig.

Introduktion

Lantbrukare upplever ofta att problemen med trampskador på betet ökar när besättningen blir större. Det behövs betesvallar som är tramptåliga för att ge korna ett frodigt och bladrikt bete, främja deras välfärd och behålla ett tätt och produktivt vegetationstäck över tid.

I ett fältexperiment på Lövsta forskningsstation utvärderade vi fyra betesfröblandningar under fyra betessäsonger (2014–2017) gällande förmågan att återhämta sig efter trampskador från nötkreatur. Ambitionen var att efterlikna ett intensivt rotationsbete genom att vid varje avbetning erbjuda korna en frodig betesvall som de fick beta ner till cirka 5 cm stubbhöjd. Projektet finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning.

Material och metoder

Fältexperimentet låg på styv lerjord öster om Uppsala. Det var såväl normala som torra förhållanden under de fyra betessäsongerna. Fröblandningarna komponerades med målsättningen att ha god förmåga att tåla tramp. De såddes in med tre upprepningar i juli 2012 och skillnader i etableringsfasen analyserades (Nilsson-Linde *et al.*, 2015). De 12 försöksytorna låg intill varandra och bildade en betesfälla på ca 0,65 ha (inklusive skyddsytor i kanterna) där korna kunde beta fritt över hela ytan. Som framgår av tabell 1 fanns möjlighet att jämföra likartade fröblandningar som innehöll antingen engelskt rajgräs eller rörsvingel (A – B), blandningar med eller utan vitklöver (A – C) samt blandningar som innehöll samma arter men olika sorter, av "fodertyp" eller "sporttyp" (C – D), den senare typen framtagen för att vara tramptålig på t.ex. fotbollsplaner. Fröblandningar utan vitklöver gödslades med 30 kg N/ha på våren samt med samma mängd kväve en gång till vid midsommar. Fältexperimentet betades av sinkor och/eller kvigor 4–5 gånger per år (totalt 17 gånger under fyra år) där varje avbetning varade ca fyra dagar. Djurtätheten under avbetningsdagarna var i genomsnitt 44 kor per hektar. Målsättningen var att ha förhållandevis många djur under betesdagarna för att vissa trampskador skulle uppstå.

De tolv försöksytorna fotograferades av en drönare (Unmanned Aerial Systems, UAS) efter varje avbetning och också på våren varje år. Detta gjordes för att fastställa hur stor andel av ytan som bestod av bar mark (dvs. var trampskadad eller utvintrad) och hur stor andel som bestod av betesvegetation. Fotona utvärderades med bildanalys som med hjälp av "pixlar"

kunde beräkna andelen vegetation och andelen bar jord på varje försöksyta. Samtliga resultat analyserades statistiskt med proceduren "mixed" i statistikprogrammet SAS (Cary, USA). För bildanalysen utgjorde tidpunkten för fotografering en upprepad mätning och behandling var en s.k. "fix" faktor. Före och efter varje avbetning mättes beståndets höjd med en betesplatta (Jenn Quip rising plate meter, NZ Agriworks Ltd.) (Salomon *et al.*, 2019). Avkastningen från försöksrutorna och betets näringsinnehåll utvärderades under de två sista betesåren (2016–2017) genom att fyra remsor klipptes inför varje avbetning i respektive ruta, vid varje tillfälle på olika ställen. Torrsubstans (ts) bestämdes och representativa prover från försommar, högsommar och sensommar analyserades med våtkemiska standardmetoder för torrsubstans, aska, omsättbar energi (VOS), NDF och råprotein (Nilsson-Linde *et al.*, 2019). Provtagning för analys av botanisk sammansättning gjordes i maj 2014–2018 samt i augusti/september 2015–2017.

Tabell 1. Fröblandningarna A–D i försöket.

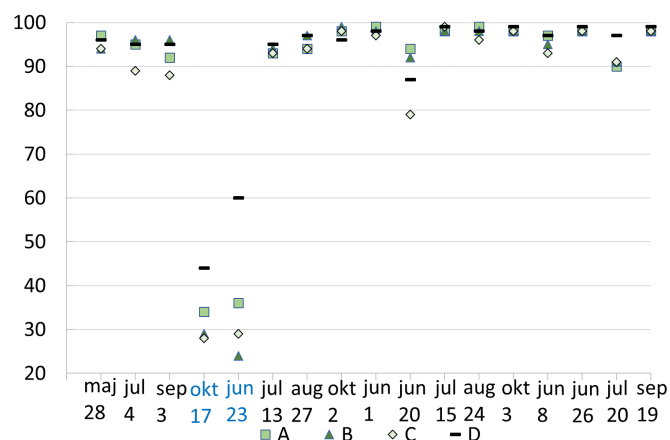
Art	Sort	Betesfröblandning, %			
		A	B	C	D
Vitklöver	<i>Trifolium repens</i>	20	20		
Ängsgröe	<i>Poa pratensis</i>	35	35	44	
	Julius (sport)				44
Rödsvingel	<i>Festuca rubra</i>	10	10	12	
	Gondolin (foder)				12
	Cezanne (sport)				12
Engelskt rajgräs	<i>Lolium perenne</i>	35		44	
	Foxtrot (sen, diploid, foder)				44
	Bizet 1 (sen, diploid, sport)				44
Rörsvingel	<i>Festuca arundinacea</i>		35		
	Borneo (sport)				

Resultat och diskussion

Alla betesfröblandningarna hade god förmåga att återhämta sig efter avbetning och trampsador. Generellt var andelen bar (trampskadad) mark låg, vanligtvis <12 %, alltså en täckningsgrad på >88 %, med få skillnader mellan betestillfällena över tid (figur 1) (Salomon *et al.*, 2019). Vid två tillfällen, efter försökets fjärde och femte betesomgång, uppstod svåra trampsador och marken som täcktes av vegetation var så låg som 23–32 % (figur 1). Vid en separat statistisk analys av dessa två tillfällen var skillnaderna mellan behandlingarna också större med signifikant högre vegetationstäckning i blandningen av sporttyp (D). En närmare granskning visar att det fjärde betestillfället ägde rum i oktober 2014, då det råkade regna 30 mm under de dagar som djuren betade i fällan. Hösten är en tidpunkt då grödan har dålig förmåga att återhämta sig. En viss återhämtning ägde ändå rum, och våren efter var andelen av försöksytorna som täcktes av vegetation betydligt högre, 70–85 % (ej visat i figur) (Salomon *et al.*, 2019). I juni 2015 betades fältförsöket för femte gången. Även då regnade det mycket, 44 mm under fem dagar, vilket orsakade stora trampsador, endast 25–60 % av marken var täckt av vegetation efter detta betestillfälle (figur 1). Det visade sig dock att betesvegetationen hade god förmåga till återhämtning, då det efter 29 dagar åter fanns rikligt med bete. Efter sjätte avbetningen var andelen av försöksytorna som täcktes av vegetation så hög som 93–95 % i alla fyra betesfröblandningar. Under försökets återstående avbetningar höll sig vegetationstäckningen på en hög nivå i alla försöksled.

Eftersom korna vid varje betningstillfälle kunde välja fritt var de skulle beta fanns det risk för betesselektion. Det visade sig dock att det inte fanns några skillnader i beteshöjd mellan de fyra fröblandningarna före eller efter avbetningarna. Detta tyder på att kornas betesval inte har

påverkat resultaten i denna studie. Ett separat försök (Sandberg, 2015) med samma fröblandningar på andra försöksytor visade dock att djuren föredrog en fröblandning med vitklöver (blandning A) framför en blandning utan vitklöver (C).



Figur 1. Andel vegetation (%) efter varje avbetning, 2014–2017 i fröblandningarna A–D.

Vi fann inga signifikanta skillnader i kg torrs substans per ha mellan fröblandningarna under de två år som detta registrerades. Avkastningen varierade mellan 900 och 1 100 kg ts/ha per betestillfälle och mellan 4 300 och 5 400 kg ts/ha per år. Fröblandningen med vitklöver och engelskt rajgräs (A) innehöll mindre fiber, mer energi, samt vid betestillfällena på hög- och sensommaren även mer protein, än motsvarande blandning utan vitklöver (C) (tabell 2 och 3).

Tabell 2. Torrs substans, omsättbar energi, råprotein och NDF i fröblandningarna A–D, 2016–2017.

Kvalitetsparameter	Fröblandning			
	A	B	C	D
Torrs substans, g/kg ts	231 ^a	252 ^{ab}	267 ^{bc}	290 ^c
Energi, MJ/kg ts	11,2 ^a	10,8 ^{ab}	10,4 ^{bc}	10,1 ^c
Råprotein, g/kg ts	210 ^a	213 ^a	172 ^{bc}	187 ^c
NDF, g/kg ts	358 ^a	366 ^a	436 ^{bc}	440 ^c

^{a-c} Värden inom rad med olika bokstäver skiljer sig signifikant åt mellan fröblandningar ($P < 0,05$).

Tabell 3. Innehåll av råprotein (g/kg ts) i fröblandningarna A–D på för-, hög och sensommaren, 2016–2017.

Betesperiod	Fröblandning			
	A	B	C	D
Försommar	209 ^{aA}	209 ^{aA}	193 ^{aA}	196 ^{aA}
Högsommar	196 ^{abA}	202 ^{bA}	155 ^{cb}	170 ^{acB}
Sensommar	232 ^{abB}	229 ^{bdB}	170 ^{cb}	200 ^{da}

^{a-d} Värden inom rad med olika bokstäver skiljer sig signifikant åt mellan fröblandningar ($P < 0,05$).

^{A-C} Värden inom kolumn med olika bokstäver skiljer sig signifikant åt mellan betesperioder ($P < 0,05$).

De botaniska analyserna visade att vid jämförelse mellan fröblandning A och B, där engelskt rajgräs respektive rörsvingel fanns i jämförbara proportioner vid sådd, var andelen rörsvingel efter fyra betesår låg i försöksled B (2 %) jämfört med andelen rajgräs i försöksled A (37 %) (Nilsson-Linde *et al.*, 2019). I takt med att andelen rörsvingel minskade med åren, ökade andelen ängsgröe avsevärt (70 % i slutet av experimentet), troligen p.g.a. den svaga konkurrenskraften hos denna rörsvingelsort (tabell 4). Efter fyra betesår fanns också mer ängsgröe i

ledet med fodersorter (C) jämfört med ledet med sportsorter (D). I försöksleden med engelskt rajgräs höll sig andelen rajgräs kvar på en förhållandevis hög nivå under alla sex vallåren och ökade till och med över tid. Andelen vitklöver var i medeltal 24 % på våren och 42 % på sensommaren ($P < 0,01$). Klöverandelen minskade dock signifikant ($P < 0,001$) från de första två betesåren (50 %) till de två sista (16 %). Andelen örtogräs, främst maskros, var mindre i led med vitklöver än utan. Det är anmärkningsvärt att det endast förekom 2 % kvickrot i detta bete sex år efter anläggning.

Tabell 4. Andel ängsgröe (%) i fröblandningarna A–D, 2015–2018.

Betesår	Fröblandning			
	A	B	C	D
2015	12 ^{aAB}	16 ^{aA}	19 ^{aA}	21 ^{aA}
2016	10 ^{aA}	20 ^{aAB}	19 ^{aA}	14 ^{aA}
2017	22 ^{aB}	27 ^{aB}	24 ^{aA}	23 ^{aA}
2018	23 ^{acAB}	70 ^{bC}	33 ^{aA}	10 ^{cA}

^{a-c} Värden inom rad med olika bokstäver skiljer sig signifikant åt mellan fröblandningar ($P < 0,05$).

^{A-C} Värden inom kolumn med olika bokstäver skiljer sig signifikant åt mellan år ($P < 0,05$).

Sammanfattningsvis kan följande slutsatser dras av försöket:

- Inga skillnader i trampsador (övergripande analys med all data)
- Vid separat analys av två avbetningar med stora trampsador var betesfröblandningen av sporttyp mer tramptålig än övriga blandningar
- Inga skillnader i avkastning
- Rörsvingel minskade med åren
- Engelskt rajgräs höll sig kvar och t.o.m. ökade fram till 2018 (efter fyra betesår)
- Ängsgröe ökade om andra arter var svaga
- Vitklöver minskade med åren
- Vitklöver gav höga näringsvärden
- Örtogräsen hölls tillbaka av vitklöver
- I en separat beteendestudie med samma fröblandningar föredrog djuren vallarna med vitklöver – särskilt vällen med engelskt rajgräs och vitklöver

Referenser

- Nilsdotter-Linde N., Salomon E., Adolfsson N. och Spörndly E. (2015) Establishing trampling-resistant mixed swards – a comparison of four seed mixtures. *Grassland Science in Europe* 20, 277–279.
- Nilsdotter-Linde N., Salomon E. och Spörndly E. (2019) Effects of trampling-resistant seed mixtures on botanical content, nutrients and herbage mass. *Grassland Science in Europe* 24, 173–175.
- Salomon E., Engström J., Nilsdotter-Linde N. och Spörndly E. (2019) Effects of trampling-resistant seed mixtures on pasture vegetation cover. *Grassland Science in Europe* 24, 191–193.
- Sandberg P. (2015) Nötkreaturs betesselektion på vallar baserade på fyra olika fröblandningar. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Examensarbete 510. https://stud.epsilon.slu.se/7632/7/sandberg_p_150218.pdf

Virtuelle gjerder for beitedyr

S. Eftang^{1,2} och K.E. Bøe¹

¹Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Ås, Norge ²Nofence AS, Batnfjordsøra, Norge

Korrespondens: silje@nofence.no

Sammanfattning

Virtuelle gjerder er ny teknologi som har blitt tatt i bruk i Norge de seneste årene. Systemet består av en app på bondens mobil, hvor han kan tegne inn beiteområdet, samt en klave med GPS-teknologi som henger rundt dyrets hals. Klaven spiller av en toneskale når dyret kommer til grensen. Denne signaliserer til dyret at det skal snu og gå innover i beitet igjen. Dersom dyret ikke snur på lydsignalet får det et svakt støt.

Nofence virtuelle gjerder har i flere år blitt utviklet til bruk på geit. I 2018 ble det gjennomført flere studier på både storfe og sau, med gode resultater. Som et resultat av dette har det gjennom beitesesongen 2019 blitt gjennomført et større pilotprosjekt i felt, som har inkludert ca 1 500 storfe og 1 000 sauer.

For å få oppsummert bøndenes erfaringer ved bruk av produktet ble det gjennomført en brukerundersøkelse senhøsten 2019. Resultatene viser at bøndene valgte å prøve virtuelle gjerder fordi det ville gi dem tilgang til større beiteområder, gi dem bedre kontroll over hvor dyrene befant seg samt utnytte flere av de fleksible løsningene produktet gir. De fleste som var med i pilotforsøket mener at virtuelle gjerder vil være en del av deres fremtidige drift, men at batterikapasiteten må forbedres for en smidigere bruk.

Introduksjon

Virtuelle gjerder er en av få innovasjoner i landbruket som retter seg mot en mer ekstensiv produksjonsform, nemlig beitebruk. Nofence (Nofence AS, Batnfjordsøra, Norge) virtuelle gjerder består av en app på bondens mobil og en solcelledrevet klave (halsbånd) med GPS-teknologi som henger rundt halsen på dyret. I appen tegner bonden opp beiteområdet som da utgjør det virtuelle (usynlige) gjerdet. Når dyret med klaven passerer den virtuelle grensen, vil klaven begynne å gi en lyd med stigende frekvens. Hvis dyret ikke snur på lydsignalet, vil det få et svakt elektrisk støt.

Produktutviklingen var inntil 2017 rettet mot bruk på geit. Senhøsten 2017 ble det gjort noen innledende forsøk ved NMBU på storfe (Eftang och Bøe, 2018), med relativt positive resultater. Sommeren 2018 ble det gjort nye forsøk for å se om man kunne holde storfe innenfor virtuelle gjerder, samt finne ut av hvordan man på best mulig måte kunne introdusere dyrene til systemet (Eftang och Bøe, 2019a). Resultatene var gode både med tanke på å holde dyrene innenfor gjerdene samt med tanke på dyrevelferd. Høsten 2018 ble det også gjort innledende forsøk med virtuelle gjerder for sau (Eftang och Bøe, 2019b). Med bakgrunn i rapporter fra disse forsøkene gav Mattilsynet tillatelse til å gjennomføre et større pilotforsøk ute hos storfe- og sauebønder gjennom beitesesongen 2019.

Material och metoder

Det ble våren 2019 solgt 1 500 storfeklaver til 100 storfebønder, samt 1 000 saueklaver til omlag 70 sauebønder. Bøndene har bodd spredt over hele landet, fra nord til sør. Femten ulike storferaser har vært med i pilotforsøket, med en hovedvekt på Norsk Rødt Fe i tillegg til de

tradisjonelle kjøttferasene. Det har vært representanter for 11 ulike saueraser, men over 50 % har vært Gamalnorsk spæl og rundt 30 % har vært Norsk kvit sau. De virtuelle gjerdene har vært brukt både på innmarks-, utmarks-, skogs- og fjellbeiter. I september 2019 ble samtlige pilotkunder (storfe og sau) invitert til å delta i en skriftlig brukerundersøkelse for å få innsikt i deres erfaringer ved bruk av virtuelle gjerdet.

Resultat og diskussion

På spørsmålet om hvorfor de bøndene som har storfe valgte å prøve Nofence var en av hovedårsakene at de ønsker å øke tilgangen til beitearealer og utnytte utmarksområdene sine. Positive effekter som mindre parasittpress, færre utfordringer med tanke på gjerdeplikten, samt rolige og harmoniske dyr som et resultat av at dyrene får utfolde seg naturlig på beite blir også nevnt. De andre hovedårsakene til at man har gått til anskaffelse av Nofence har vært ønske om å redusere arbeidet og kostnaden med å sette opp gjerde, at det virtuelle gjerdet er veldig fleksibelt, samt muligheten for god kontroll over hvor dyrene befinner seg til enhver tid.

På spørsmål om i hvor stor grad bonden hadde tillit til at Nofence holdt dyrene innenfor ønsket område, svarte 74 % "i stor grad", 24 % "i middels grad" 9 % svarte "i liten grad".

Det var forventet at batterikapasiteten på 2–8 uker ville bli utfordrende for noen. Bøndene ble de spurt om hvordan de opplevde å få tak i dyrene for batteribytte; 21 % svarte "enkelt", 45 % svarte "overkommelig", mens 25 % svarte "vanskelig" og 9 % svarte "umulig". På tross av utfordringer med batteribytte ble det svart følgende på spørsmålet om de ville anbefale andre å benytte Nofence: "ja, uten tvil": 57 %, "ja, med forbehold": 37 %, "hverken eller": 0 %, "ikke spesielt": 3 % og "ikke i det hele tatt": 0 %. I tillegg svarte 85 % av storfebøndene at Nofence vil være en del av det fremtidige dyreholdet deres.

Sauebøndene som ble spurt om årsaken til at de ønsket å bruke virtuelle gjerdet svarte at i tillegg til å kunne ta i bruk flere utmarksområder og ha kontroll på dyrene sine, var det nyttig å kunne gjerde ut hus og hytter i beiteområdene. Mulighet til å avgrense beitet med tanke på giftige vekster, slippe at dyr satte seg fast i gjerdet, samt unngå konflikter på grunn av dyr på avveie var andre argumenter.

Hele 92 % av sauebøndene svarte at Nofence vil være en del av det framtidige dyreholdet deres, 2 % svarte "vet ikke", 2 % svarte "nei", 2 % svarte at prisen måtte ned og 2 % svarte at det ikke vil være mulig uten bedre batterikapasitet.

Basert på at relativt mange av bøndene, 85 % storfebønder og 92 % sauebønder, svarte at virtuelle gjerdet er noe for deres fremtidige dyrehold, kan det se ut til at bøndene på tross av batteriskifte i løpet av beitesesongen var fornøyde. Et viktig mål med undersøkelsen var å finne ut av hva som fungerte, og hva som måtte bli bedre i fremtidige prototyper. Nofence jobber til enhver tid med å optimalisere produktets brukervennlighet, holdbarhet og ikke minst batterikapasiteten.

Referenser

- Eftang S. og Bøe K.E. (2018) Report from initial studies with virtual fences for cattle. Norwegian University of Life Sciences. Department of Animal and Aquacultural Science. Internal report. Unpublished, 17 pp.
- Eftang S. og Bøe K.E. (2019a) Virtual fences for cattle. Norwegian University of Life Sciences. Department of Animal and Aquacultural Science. Internal report. Unpublished, 31 pp.
- Eftang S. og Bøe K.E. (2019b) Virtual fences for sheep. Norwegian University of Life Sciences. Department of Animal and Aquacultural Science. Internal report. Unpublished, 28 pp.

Ny teknik för tillsyn av djur på bete

A. Herlin¹ och J. Hultgren²

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU). Institutionen för biosystem och teknologi, Alnarp

²SLU. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

Korrespondens: anders.herlin@slu.se

Sammanfattning

Vetenskaplig litteratur om digital teknik vid övervakning och kontroll av djur som vistas utomhus på stora ytor har sammanställts. Sammanställningen motiverades av ett uppdrag från Jordbruksverket till SLU:s vetenskapliga råd för djurskydd. Tre tillämpningsområden behandlades: sensor- och positioneringsteknologi,amerateknologi med användning av t.ex. drönare (obemannade luftfarkoster) samt teknologi för att styra djurens rörelser, såsom drivning med drönare och användning av s.k. virtuella stängsel. De tre tillämpningarna överlappar delvis varandra. Den tekniska utvecklingen har främst varit inriktad mot mjölkproduktion inomhus eller begränsade ytor utomhus. Det finns svårigheter med överföringen av data från djurburna sensorer till användare. Sensoranvändning har dock stor potential att förbättra övervakningen av djurs hälsa och välfärd. Drönare kan användas för att övervaka djur och har även använts för drivning av djur. Virtuella stängsel, där djuren får en ljudsignal och slutligen elstöt när de närmar sig en osynlig gräns, behöver utvärderas mer. Det saknas i viss mån regelverk för tekniken och hur den kan användas för övervakning av betesdjur. Användning av elektricitet i virtuella stängsel är för närvarande otillåten och kräver förändringar i lagstiftningen. Det finns ett behov av forskning på flera områden för att ge underlag för lagstiftning och praktisk användning.

Introduktion

Det kan vara tidskrävande att övervaka och kontrollera djur som vistas på stora betesmarker. Markerna kan vara svåra att överblicka och det är förenat med betydande kostnader att stängsla så att betesmarken utnyttjas på ett optimalt sätt. Enligt lagstiftningen ska betesdjur besökas för tillsyn minst en gång per dag. Ny teknologi, där djuren övervakas och kontrolleras med hjälp av sensorer eller kameror, obemannade flygfarkoster eller osynliga stängsel (bestämda i digitala kartor) kan bidra till en effektiv djurtillsyn och kontroll av djurens rörelser. Lagstiftning saknas i viss mån om hur sådan teknik kan användas och det kan finnas behov av att ändra befintliga regler för t.ex. tillsyn och användning av elektricitet i osynliga stängsel. Med anledning av detta uppdrog Jordbruksverket till SLU:s vetenskapliga råd för djurskydd att belysa aktuell forskning kring digital teknik vid övervakning och kontroll av djur som vistas utomhus på stora ytor.

Material och metoder

En systematisk litteratursökning gjordes i Web of Science Core Collection, CAB Abstracts® och Scopus från alla tillgängliga publikationsår. Ytterligare publikationer hittades med hjälp av tidigare sökningar och litteraturlistor. Fyra experter sammanställde litteraturen och skrev ett yttrande, som godkändes av SLU:s vetenskapliga råd för djurskydd och publicerades i april 2019 (Berg *et al.*, 2019).

Resultat och diskussion

Digital tillsyn av utegående djur är beroende av att sensorer mäter det man tror att de mäter med tillräcklig noggrannhet och att data kan överföras och bearbetas till information som lagras och analyseras på ett säkert och korrekt sätt. Sådana teknologier benämns med samlingsnamnet "Precision Livestock Farming" (PLF). Användningen av informationen är avgörande för teknikens användbarhet i tillsyns- och djurskyddsarbete. Tillämpningarna är till viss del reglerade av gällande lagstiftning, exempelvis genom krav på tillsyn, begränsad användning av elektricitet för att styra djurs beteende, användning av drönare, samt åtgärder för att förhindra att utrustning skadar djuren eller påverkar deras hälsa och beteende.

Inom PLF används en rad olika sensorer som direkt eller indirekt kan registrera djurens miljö, beteende och fysiologiska tillstånd. Den teknologiska utvecklingen har främst varit inriktad på mjölkkor inomhus, samt i viss mån fjäderfå och grisar, men endast i liten utsträckning till häst, nötkreatur för köttproduktion samt till får och get. För djur på bete är överföringen av data från en enhet på eller vid djuret till en mottagare särskilt problematisk p.g.a. stora avstånd men det sker en snabb teknisk utveckling mot effektivare överföring. PLF innebär i de flesta fall att djuren övervakas nästan kontinuerligt och att avvikelser i t.ex. deras hälsotillstånd och välfärd i princip kan upptäckas i realtid, vilket ska ställas mot nuvarande lagkrav på tillsyn minst en eller två gånger dagligen.

En av de vanligaste sensorteknikerna registrerar djurens aktivitet. Indirekt kan en sensor ge information om idissling, stegantal, liggtid och ättid och utlösa larm om exempelvis brunst, hälsoproblem, hälta och kalvning. Sensorer kan även placeras i förmagen hos idisslare (s.k. våmbolus) där de mäter våm-pH och kan larma om störningar i magfunktionen. De kan också förses med termometrar som kan larma om hälsostörningar, kalvning och vattenintag. Sensorer med mikrofoner kan placeras på djurets hals för att registrera idisslingsmönster och larma om brunst, kalvning och onormal idissling. Med kamerateknik kan man mäta aktivitet, kroppsform och hudtemperatur, vilket kan ge information om energistatus, hull, rörelsemönster och juverhälsa. Kameror monterade på drönare kan användas för att lokalisera och räkna djur, bestämma deras position, djurens val av vistelseplats och till viss del djurens beteende, även när djuren rör sig över stora arealer. Nattmörker, skuggor och tät vegetation utgör särskilda utmaningar vid användning av kamerateknik. Användningen av drönare begränsas av nuvarande bestämmelser om att föraren måste ha ögonkontakt med drönaren. I renskötseln har drönare börjat användas för att förflytta djur men denna tillämpning är ännu inte juridiskt reglerad.

Det finns flera elektroniska positioneringssystem. Det vanligaste systemet är "Radio Frequency Identification" (RFID) som är passivt då det inte själv sänder ut någon signal och har kort räckvidd. Tekniken kan vara användbar på bete om man t.ex. vill mäta hur ofta djuren besöker en vattenpost. Andra system kan med hjälp av antenner följa djurens positioner i realtid. GPS ("Global Positioning System") är ett förhållandevis energikrävande och kostsamt satellitbaserat navigations- och positioneringssystem. GPS-enheter monterade i halsband kan regelbundet registrera djurens geografiska position. Användningen av GPS har blivit relativt vanlig i renskötseln vilket eventuellt kan ha lett till en förbättrad arbetssituation för renskötarna.

Positionering med GPS ger inte alltid exakta uppgifter men tekniken har visat sig användbar för studier av vistelseplats, sociala interaktioner och gruppdyamik. Med hjälp av information från GPS har man kunnat styra djur till områden med bättre betestillgång. Med en tillräckligt frekvent bestämning av position (ca en gång per minut) är det möjligt att bestämma betestiden för nötkreatur på ett tillförlitligt sätt.

Virtuella stängsels avgränsning bestäms genom att ange koordinater i en digital karta, alternativt med hjälp av en elektronisk sändare på marken. Stängslen fungerar som osynliga hinder eller gränser för djuren, som mottar signaler (vanligen ljud) och stimuli (vanligen elstötar från ett halsband) när de närmar sig eller passerar stängslet. I vetenskapliga studier har man med varierande framgång lyckats få djuren att associera ljudsignaler och elstötar med en gräns som inte får passeras. Förmågan att lära sig skilja mellan olika djurslag och mellan individer. Det finns fortfarande obesvarade frågor om hur djur kan anpassa sig till virtuella stängselsystem, men också hur de påverkas under inlärnings- och bruksfas.

Digitala data överförs ofta mellan djur och människa med hjälp av s.k. molntjänster (IT-tjänster som tillhandahålls över Internet) och de tekniska och praktiska svårigheterna med detta bör inte underskattas, även om de digitala systemens funktionalitet förbättras successivt. Driftsäkerheten hos olika kommersiella digitala system för djurtillsyn är till stor del okänd. Förekomsten av, eller funktionen hos, larm, för avbrott eller störningar och i vilken utsträckning insamlade data sparas och går att återskapa vid avbrott behöver också klarläggas.

Även om den digitala tekniken har potential att förbättra djurskyddet utomhus finns djurvälståndsrisker vid användning av digital teknik i djurhållningen. En uppenbar risk är att tekniken inte fungerar tillfredsställande, så att djuren inte får den avsedda lagstadgade tillsynen och eventuella djurskötselåtgärder inte vidtas i tid eller uteblir. Sådana risker finns emellertid även vid tekniska tillämpningar inomhus. Utöver detta finns risker förknippade med direkt fysisk eller mental påverkan på djuren vid normal tillämpning av digital teknik. Vanliga problem är skavsår av sensor- eller GPS-halsband samt stress till följd av djurens bristande anpassning till, eller acceptans för, virtuella stängsel.

För att till fullo bedöma hur användbar digital teknik är vid djurhållning utomhus saknas forskning om övervakning med hjälp av drönare som flygs utom synhåll, hur djur påverkas av närvaron av (åsynen av och ljudet från) drönare och hur sensornätverk kan användas för bedömning av djurvälstånd. Vad gäller virtuella stängsel saknas vetenskapliga studier om inlärningsförmåga, stressnivå och välfärd hos de individer som utsätts för många elchocker. Det saknas också studier av långsiktiga effekter av virtuella stängsel i jämförelse med vanliga elstängsel.

Referenser

Berg C., Fall N., Hansson H., Herlin A., Hultgren J., Jacobson M., Jarmar A., Keeling L.J., Lunner Kolstrup C., Rydhmer L., Sandberg E., Steen M. och Wall H. (2019) Yttrande från SLUs vetenskapliga råd för djurskydd om digital tillsynsteknik i djurhållning utomhus <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/scaw-nationellt-centrum-for-djurvalfard/vetenskapliga-radet/yttrande-till-jordbruksverket-digitala-hjalpmedelslu.scaw.2019.2.6-21.pdf> [2019-04-30].

Mätning av foderkvalitet med fältspektrometern Yara N-sensor

D. Parsons¹, Z. Zhou^{1,2} och J. Morel¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

²Zhejiang University, College of Biosystems Engineering & Food Science, Hangzhou, China

Korrespondens: david.parsons@slu.se

Sammanfattning

Vallen är bland de viktigaste grödorna i nordeuropeisk animalieproduktion och det är viktigt att kunna styra dess kvalitet. Vi använde en kommersiellt tillgänglig fältspektrometer (Yara N-sensor) för att uppskatta näringskvaliteten i fältförsök med blandvallar belägna på fyra platser i norra Sverige. Spektrala mätningar gjordes av bestånden i samband med skörd och analys av näringsinnehållet gjordes på laboratorium med våtkemiska metoder. Två olika multivariata modeller skapades för att länka ihop spektralmätningarna med resultaten från laboratorieanalyserna. Resultaten visar att båda modellerna hade god förmåga att uppskatta näringsinnehållet, dock med något bättre resultat för den som byggde på s.k. *support vector regression*. Eftersom den sensor vi använde redan finns på marknaden skulle våra resultat efter bekräftande studier (flera platser, flera år) enkelt kunna överföras till praktisk användning i lantbruket.

Introduktion

Vallfoder är den viktigaste ingrediensen i våra idisslares foderstat och odlingen av vall och bete täcker ca 54 % av jordbruksmarken i Sverige. Tidpunkten för skörd har avgörande betydelse för vallfodrets kvalitet. Vid beslut om skördedatum måste lantbrukaren väga avkastning mot kvalitet. En metod som ofta används är att utgå från antalet graddagar. Detta system används av www.vallprognos.se. En förutsägelse görs av lämpligt skördedatum utifrån beräknat antal graddagar till önskad smältbarhet. Denna metod fungerar dock bara för förstaskörden och den tar inte hänsyn till den variation som finns mellan olika fält eller andra faktorer som kan inverka på den enskilda gården.

Användningen av spektrometrar för fältbruk har ökat, såväl för forskningsändamål som i praktiken, och vi har undersökt hur sådana redskap kan användas som hjälpmedel i vallodlingen. Sensorerna fångar den information som ges av det reflekterade ljuset från vegetationen. Detta kan i sin tur ge information om olika egenskaper hos grödan, såsom grödans friskhet (Zhang *et al.*, 2014) eller dess produktion av biomassa (Biewer *et al.*, 2009).

Yara N-sensorn (YNS) finns redan på marknaden och används främst för att bedöma kvävebehovet hos spannmålsgrödor. Aktuell forskning har visat att YNS kan göra en bra uppskattning av kväveupptaget i vall (Zhou *et al.*, 2019), även i vallar med vitklöver. Detta gav upphov till frågan om YNS även kan användas för att mäta t.ex. foderkvalitet.

Huvudsyftet med detta projekt har varit att utveckla matematiska modeller som kopplar den spektrala information som erhållits med YNS till resultat från våtkemisk analys gällande *in vitro* smältbarhet analyserat som IVTD (*in vitro* true digestibility, ANKOM Technology), neutral detergent fiber (NDF) och råprotein.

Material och metoder

Under säsongerna 2017 och 2018 samlades sammanlagt 98 prover in på de fyra nordliga försöksplatserna Öjebyn, Röbbäcksdalen, Ås och Lännäs. Proverna klipptes i fältförsök och på åkrar med vallar främst bestående av timotej (*Phleum pratense* L.) och rödklöver (*Trifolium*

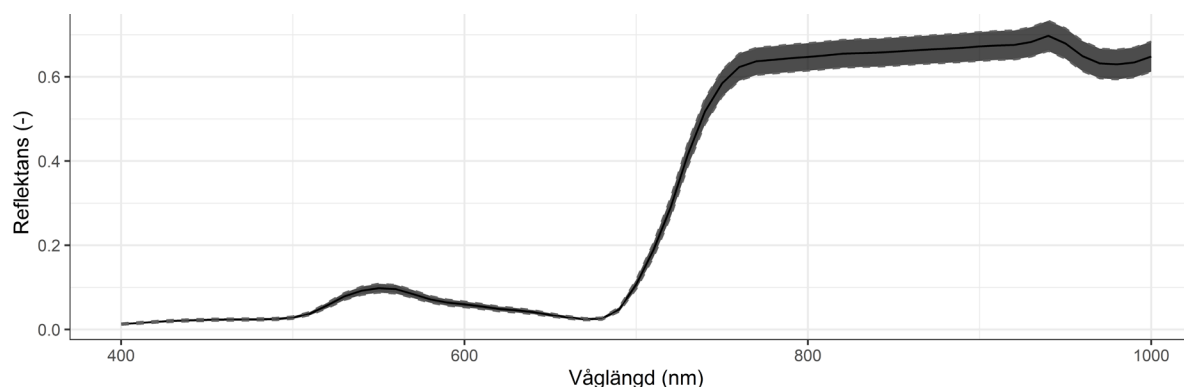
pratense L.). Provytorna hade olika botanisk sammansättning och olika gödslingsnivå. Ytan avgränsades med en metallring med 50 cm diameter. Den genomsnittliga höjden på gräs respektive klöver mättes med linjal. Därefter gjordes en spektral mätning av beståndet. Den utfördes mitt på dagen vid klart väder, med en vinkel på 45° med en YNS spektrometer (Yara International ASA, Oslo, Norge). Sensorn hölls på en konstant höjd av 0,86 m över beståndet och placerad så att det område som mättes av sensorn skulle överensstämma med provtagningsområdet. De spektra som erhöles bestod av 60 våglängdsband från 400 till 1 000 nm, med en upplösning på 10 nm. Solens strålning mättes samtidigt med en annan sensor och användes för att omvandla erhållna spektrala rådata till reflektans. Därefter klipptes proverna med 7 cm stubb och separerades manuellt i gräs och baljväxter. Delprover torkades vid 70 °C i 48 timmar och maldes. Neutral detergent fiber (NDF) analyserades enligt Van Soest *et al.* (1991), med ANKOM-systemet (ANKOM Technology, Fairport, NY). *In vitro*-smältbarheten (IVTD48) bestämdes enligt ANKOM (Valentine *et al.*, 2018) med en Daisy II 200/220 inkubator (ANKOM Technology, Fairport, NY). Proven inkuberades i påsar under 48 timmar vid 39 °C. Kvävet analyserades med Leco FP-528N utrustning (Leco Corp., St. Joseph, MI) (AOAC 976.06, 1990) och värdena multiplicerades med 6,25 för att få fram mängden råprotein.

Två typer av kemometriska modeller användes för att uppskatta provernas näringsinnehåll med hjälp av beståndets spektrala reflektans; en partiell minstakvadratregression (PLSR) och en s.k. *support vector regression* (SVR). Alla beräkningar gjordes med det statistiska programmet R 3.6.1. För båda modellerna gjordes också en korsvalidering och särskilda bearbetningar gjordes för att hantera det potentiellt icke-linjära sambandet mellan näringsinnehåll och spektrala data. Modellernas förklaringsgrad (R^2) och medelkvadratfel ($RMSE$) användes för att utvärdera deras noggrannhet.

Resultat och diskussion

Beståndets spektrala reflektans, såsom den uppmättes av YNS stämmer väl med förväntade värden (figur 1). I det synliga våglängdsområdet (400–700 nm) absorberas det mesta av ljuset för fotosyntesen, vilket leder till liten reflektans. En svag ökning kan ses vid den gröna delen av spektrumet (550 nm) beroende på bladens innehåll av klorofyll. Vid ca 700 nm ses en tydlig ökning av reflektansen. I det nära-infraröda området (750–1000 nm), stabiliseras reflektansen på omkring 0,65 med en svag ökning mellan 750 och 950 nm. Den minskning som ses efter 950 nm beror troligen på bladens innehåll av vatten (Peñuelas och Filella, 1998).

PLSR- och SVR-modellerna varierade i hur väl de kunde uppskatta de olika måtten på näringskvalitet. I figur 2 ses att regressionslinjens lutning för båda modellerna är relativt nära 1:1-linjen, dvs. den linje där de av modellen uppskattade värdena överensstämmer helt med de observerade. Dock var SVR-modellen överlägsen PLSR genom den mindre spridningen av mätpunkter. Detta bekräftas av de statistiska indikatorer som redovisas i tabell 1.



Figur 1. Mätning av beståndets spektrala reflektans. Den svarta linjen representerar det genomsnittliga värdet av den uppmätta reflektansen. Den gråa ytan visar värdenas standardavvikelse.

Tabell 1. Statistisk utvärdering av modellerna.

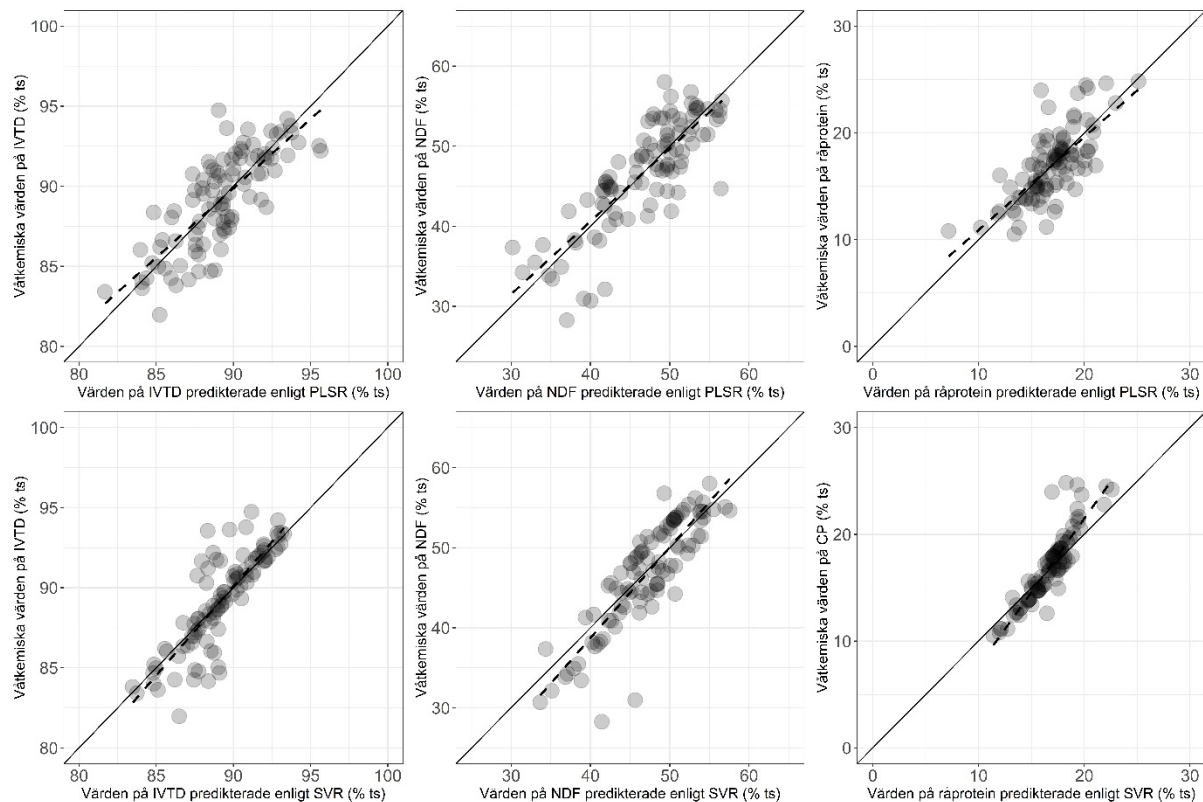
Modell	Indikator	IVTD	NDF	Råprotein
PLSR	R ²	0,61	0,68	0,53
	RMSE	1,9	3,8	2,3
SVR	R ²	0,7	0,75	0,82
	RMSE	1,7	3,4	1,6

Skillnaderna i hur väl de båda modellerna lyckades uppskatta näringskvaliteten kan troligen förklaras av att SVR-modellen är bättre på att hantera icke-linjära samband. Den noggrannhet som uppnåddes för råprotein stämmer väl med tidigare studier (Zhou *et al.*, 2019), vilket talar för att de modeller som utvecklats i båda studierna kan användas för att uppskatta råproteinhalten.

De våglängdsområden som är viktigast för uppskattning av näringskvaliteten i foder ligger enligt tidigare studier inom det infraröda intervallet (1400–2400 nm), (Norris *et al.* 1976). Trots att vi använde information från en annan del av spektrumet (400–1000 nm, motsvarande det synliga och delar av det nära-infraröda intervallet), fick vi godtagbara uppskattningar av IVTD, NDF och råprotein. Halten råprotein är en direkt funktion av halten kväve i växten, vilken i sin tur har ett starkt samband med bladens innehåll av klorofyll. Som nämnts ovan kan klorofyllhalten uppskattas via ljus reflekterat inom det synliga våglängdsområdet (400–700 nm). NDF har ett direkt samband med biomassan, medan IVTD har ett omvänt samband med biomassan. Det är troligt att dessa samband har uppfångats i den nära-infraröda delen av spektrat och att detta utgör grunden för att modellerna har fungerat så väl.

Slutsatser

Detta arbete visar på potentialen hos spektrala redskap i kombination med SVR för att uppskatta *in vitro* smältbarhet samt halterna av NDF och råprotein i vall. Resultaten kan, om de bekräftar, öppna möjligheterna för snabba, noggranna och kostnadseffektiva uppskattningar i vallodlingen.



Figur 2. Överensstämmelse mellan uppskattade mått på näringskvalitet och våtkemiska mått enligt PLSR (överst) respektive SVR (underst). Varje punkt motsvarar ett prov.

Tack

Projektet har finansierats av Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige och Stiftelsen Lantbruksforskning. Vi tackar också SITES (Swedish Infrastructure for Ecosystem Science) för support och Jerry Cherney för hjälp med provanalyserna.

Referenser

- Biewer S., Fricke T. och Wachendorf M. (2009) Determination of dry matter yield from legume–grass swards by field spectroscopy. *Crop Science* 49, 1927. <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.10.0608>
- Norris K.H., Barnes R.F., Moore J.E. och Shenk J.S. (1976) Predicting forage quality by infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Animal Science* 43, 889–897. <https://doi.org/10.2527/jas1976.434889x>
- Peñuelas J. och Filella I. (1998) Visible and near-infrared reflectance techniques for diagnosing plant physiological status. *Trends in Plant Science* 3, 151–156. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(98\)01213-8](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(98)01213-8)
- Valentine M.E., Karavilanli E., Cherney J.H. och Cherney D.J. (2018) Comparison of *in vitro* long digestion methods and digestion rates for diverse forages. *Crop Science* 58, 1–14. <https://doi.org/10.2135/cropsci2018.03.0159>
- Van Soest P.J., Robertson J.B. och Lewis B.A. (1991) Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74, 3583–3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Zhang F., John R., Zhou G., Shao C. och Chen, J. (2014) Estimating canopy characteristics of Inner Mongolia's grasslands from field spectrometry. *Remote Sensing* 6, 2239–2254. <https://doi.org/10.3390/rs6032239>
- Zhou 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>

Uppskattning av botanisk sammansättning med hjälp av Yara N-sensor

J. Morel¹, Z. Zhou^{1,2}, A.-M. Gustavsson¹ och D. Parsons¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

²Zhejiang University, College of Biosystems Engineering & Food Science, Hangzhou, China

Korrespondens: julien.morel@slu.se

Sammanfattning

Blandvall är en av de viktigaste grödorna i nordeuropeisk animalieproduktion. Vallens produktivitet och hur man sköter den beror till stor del på dess botaniska sammansättning, framför allt gällande kvävegödslingen som ofta baseras på klöverinnehållet. Att få fram metoder för att i realtid uppskatta klöverhalten kan ge ökad lönsamhet för lantbrukaren och minskad miljöpåverkan genom optimerad gödslingsnivå. Vi använde en kommersiellt tillgänglig fältspektrometer (Yara N-sensor) för att uppskatta den botaniska sammansättningen i fältförsök med blandvallar belägna på fyra platser i norra Sverige. Spektrala mätningar gjordes av bestånden i samband med skörd. Den botaniska sammansättningen analyserades genom manuell sortering av insamlade prover. Två olika multivariata modeller skapades för att länka ihop spektralmätningarna med den botaniska sammansättningen. Det var stor variation i förklaringsgrad mellan de båda modellerna, men den bästa förklarade hela 70 % av sambandet. Eftersom den sensor vi använde redan finns på marknaden skulle våra resultat, efter ytterligare bekräftande studier, enkelt kunna överföras till praktisk användning i lantbruket.

Introduktion

Grovfodergrödor, framför allt vallar, utgör en viktig del av foderstaten för idisslare på nordliga breddgrader. Vallens produktivitet och kvalitet påverkar därför i hög grad den ekonomiska effektiviteten i mjölk- och köttproduktionen. Den botaniska sammansättningen är särskilt viktig i optimeringen av odlingen, eftersom den rekommenderade mängden gödsel beror på mängden baljväxter i grödan. För närvarande bestäms den botaniska sammansättningen antingen i fält, med stor risk för felbedömningar, eller på laboratorium för forskningsändamål. Det sistnämnda ger ett mer korrekt resultat men är också mycket mer tidskrävande. Följaktligen skulle ett verktyg som uppskattar vallens botaniska sammansättning i realtid vara till god hjälp när man bestämmer kvävegivan, och i förlängningen bidra till förbättrad ekonomi och en mindre miljöpåverkan från odlingen.

Sensorer kan fånga information från det ljus som grödan reflekterar. Detta kan sedan användas för att utvärdera olika egenskaper hos grödan. Aktuella exempel är att använda sensorer för att mäta grödors friskhet (Zhang *et al.*, 2014), dess produktion av biomassa (Biewer *et al.*, 2009) eller upptaget av kväve (Zhou *et al.*, 2019).

Yara N-sensorn (YNS) finns redan på marknaden och används främst för att bedöma kvävebehovet hos spannmålsgrödor. Ett YNS-baserat verktyg för att anpassa gödslingen utifrån den sensorberäknade botaniska sammansättningen hos en vall skulle lätt kunna komma i praktisk drift, eftersom sensorn redan används av ett flertal lantbrukare i de nordiska länderna.

Huvudsyftet med detta projekt har varit att utveckla matematiska modeller som kopplar den spektrala information som erhållits med en YNS till grödans botaniska sammansättning analyserad på laboratorium.

Material och metoder

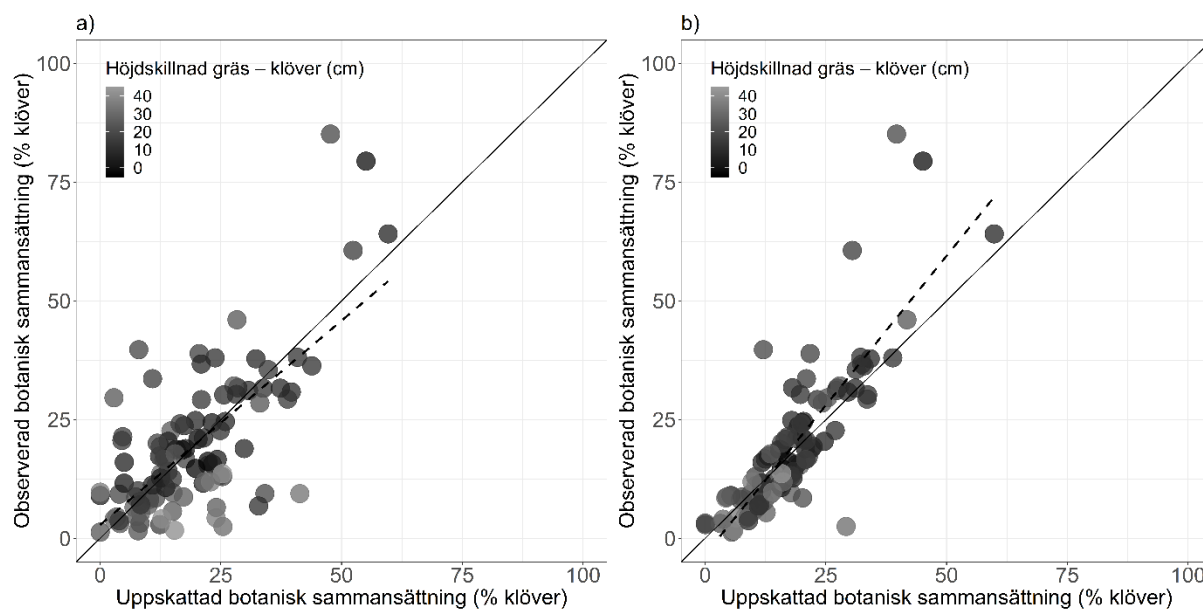
Under säsongen 2017 samlades sammanlagt 103 prover in på de fyra nordliga försöksplatserna Öjebyn, Röbbäcksdalen, Ås och Lännäs. Proverna klipptes i normalt skördestadium vid första skörd och återväxt i olika fältförsök och åkrar med vallar främst bestående av timotej (*Phleum pratense* L.) och rödklöver (*Trifolium pratense* L.). Provytorna hade olika botanisk sammansättning och olika gödslingsnivå. Ytan avgränsades med en metallring med 50 cm diameter. Den genomsnittliga höjden på gräs respektive klöver mättes med linjal. Därefter gjordes en spektral mätning av beståndet. Den utfördes mitt på dagen vid klart väder, med en vinkel på 45° med en YNS spektrometer (Yara International ASA, Oslo, Norge). Sensorn hölls på en konstant höjd av 0,86 m över beståndet och placerad så att det område som mättes av sensorn skulle överensstämma med provtagningsområdet. De spektra som erhöles bestod av 60 våglängdsband från 400 till 1000 nm, med en upplösning på 10 nm. Solens strålning mättes samtidigt med en annan sensor och användes för att omvandla erhållna spektrala rådata till reflektans. Därefter klipptes proverna med 7 cm stubb och separerades manuellt i gräs och baljväxter. Delprover torkades vid 70 °C i 48 timmar för att kunna beräkna den botaniska sammansättningen på torrsubbansbasis.

Två kemometriska modeller kalibrerades för att uppskatta den botaniska sammansättningen hos provytorna med hjälp av beståndets spektrala reflektans; en partiell minstakvadratregression (PLSR) och en så kallad *support vector regression* (SVR). Alla beräkningar gjordes med det statistiska programmet R 3.6.1 (R Core Team, 2019). För båda modellerna gjordes också en korsvalidering och särskilda bearbetningar gjordes för att hantera det potentiellt icke-linjära sambandet mellan botanisk sammansättning och spektral data. Modellernas förklaringsgrad (R^2) och medelkvadratfel ($RMSE$) användes för att utvärdera dess noggrannhet.

Resultat och diskussion

PLSR- och SVR-modellerna varierade i hur väl de kunde uppskatta den botaniska sammansättningen. I figur 1 ses att regressionslinjens lutning för båda modellerna är relativt nära 1:1-linjen, dvs. den linje där de av modellen uppskattade värdena överensstämmer helt med de observerade. Dock visade PLSR-resultaten dålig överensstämmelse mellan värdena simulerade av modellen och referensvärdena ($R^2 = 0,49$; $RMSE = 11,0$) och gav stor spridning av värdena runt 1:1-linjen. SVR gav betydligt bättre resultat ($R^2 = 0,70$; $RMSE = 8,4$). För SVR-modellen tycktes spridningen öka med andelen baljväxter i proven (figur 1). Skillnaderna i hur väl de båda modellerna lyckades uppskatta den botaniska sammansättningen kan troligen förklaras av att SVR-modellen är bättre på att hantera icke-linjära samband.

Värt att notera är att skillnaden i höjd mellan gräs och klöver inte påverkade noggrannheten i skattningen av den botaniska sammansättningen (figur 1). Detta var förväntat, särskilt i bestånd där gräset var betydligt högre än klöver, eftersom klöverns inverkan på det reflekterade ljuset skulle ha kunnat döljas av gräset. Ändå indikerar både PLSR och SVR att det inte finns någon påverkan av skillnaden i höjd mellan gräs och baljväxt.



Figur 2. Överensstämmelse mellan uppskattad och observerad botanisk sammansättning (klöverhalt) enligt PLSR (a) respektive SVR (b). Varje punkt motsvarar ett prov. De olika nyanserna anger olika höjdskillnad mellan gräs och klöver.

Slutsats

Detta arbete visar potentialen hos spektrala redskap i kombination med SVR för att uppskatta klöverhalt. Efter bekräftande studier (flera år, andra platser, andra vallblandningar) skulle resultaten snabbt kunna utvecklas till ett verktyg som skulle hjälpa jordbrukarna att förbättra sin lönsamhet och minska miljöpåverkan.

Tack

Projektet har finansierats av Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige och Stiftelsen Lantbruksforskning. Vi tackar också SITES (Swedish Infrastructure for Ecosystem Science) för support.

Referenser

- Biewer S., Fricke T. och Wachendorf M. (2009) Determination of dry matter yield from legume–grass swards by field spectroscopy. *Crop Science* 49, 1927. <https://doi.org/10.2135/cropsci2008.10.0608>
- R Core Team (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Zhang F., John R., Zhou G., Shao C. och Chen J. (2014) Estimating canopy characteristics of Inner Mongolia's grasslands from field spectrometry. *Remote Sensing* 6, 2239–2254. <https://doi.org/10.3390/rs6032239>
- Zhou 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>

Ny slåttert teknik för fraktionering i två näringskvaliteter vid vallskörd

T. Eriksson¹, H. Gonda¹, N. Andresen² och N. Nilsdotter-Linde³

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala ²HIR Skåne, Kristianstad ³SLU, Institutionen för växtproduktionsökologi, Uppsala
Korrespondens: torsten.eriksson@slu.se

Sammanfattning

I en pilotstudie undersöktes, genom manuell provtagning, olika höjdfraktioner av timotej skördade på tre platser antingen i stadium 3 (begynnande axgång) eller i stadium 5 (i ax). Syftet var att bedöma potentialen för att genom separation vid slätter få fram ett vallfoder med högre kvalitet trots sen skörd. Proven togs med 8 cm stubb och delades upp i fyra höjdfraktioner före analys. Koncentrationen av omsättbar energi var 1,4–2,0 MJ högre i den översta fraktionen, >38 cm, än i den lägsta fraktionen, 8–18 cm. Koncentrationen av råprotein skilde på motsvarande sätt med 61–100 g/kg ts mellan den högsta och den lägsta fraktionen. Halterna av både omsättbar energi och råprotein var starkt korrelerade till bladandelen. Den översta fraktionen utgjorde 39 % av torrsbstansmängden vid stadium 5 med värden för omsättbar energi och råproteinhalt som var obetydligt lägre än för hela grödan vid stadium 3.

Introduktion

Med tilltagande utvecklingsstadium minskar vallväxtens smältbarhet och därmed tillgänglig energi, något som lett till allt tidigare skörd och fler skördetillfällen i vall för mjölkkor. Det innebär också högre skördekostnader, särskilt i områden med dålig arrondering där vallodling annars är som mest konkurrenskraftig. Ett ökat antal skördetillfällen reducerar också total-skörden (Tuveesson, 1986) genom att förstaskördens avkastningspotential inte utnyttjas fullt ut. Det vore därför en stor fördel om det vore möjligt att minska antalet skördetillfällen i vall och ändå kunna bärga ett foder med hög smältbarhet för mjölkkor. Samtidigt är det för en del andra djurkategorier önskvärt med ett grovfoder med lägre smältbarhet, t.ex. för sinkor och hästar (Müller, 2012). Att på något sätt sortera vallfodret vid slätter skulle innebära att samma vallskörd kan användas för båda ändamålen.

En princip för sortering kan vara uppdelning i två höjdfraktioner. De tekniska möjligheterna för det finns sannolikt redan med de maskinelement moderna slättermaskiner består av. Sammansättningen hos olika höjdfraktioner hos vallväxter har studerats internationellt men då antingen med arter som inte odlas i Sverige, som bermudagräs (*Cynodon dactylon* L.) (Wilkinson *et al.*, 1970), eller med specifik inriktning på bete (Clark *et al.*, 1974; Delagarde *et al.*, 2000). Clark *et al.* (1974) skördade en australisk blandvall med hundäxing (*Dactylis glomerata* L.), losta (*Bromus unioloides* HBK), engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.), paspalum (*Paspalum dilatatum* Poir) och vitklöver (*Trifolium repens* L.) varannan månad från juni till februari. Smältbarheten var då konsekvent högst i skiktet ca 20–35 cm ovan markytan, oavsett om det utgjorde toppskikt eller mellanskikt i en mer högväxt vall. Både Wilkinson *et al.* (1970) och Delagarde *et al.* (2000) fann ökad smältbarhet från det lägsta skiktet till det översta. I det senare fallet var smältbarheten ca 25 procentenheter högre i betets toppskikt, >15 cm ovan markytan, vilket omräknat enligt VOS-metoden skulle motsvara ca 4 MJ/kg ts skillnad i omsättbar energi mellan högsta och lägsta skikt.

De gräs som är mest angelägna att undersöka på varierande breddgrader i Sverige är timotej (*Phleum pratense* L.) och ängssvingel (*Festuca pratensis* L.). Dessa gräs har olika fysiologisk utveckling, vilket påverkar deras näringsinnehåll och förhållandet mellan blad och strå. Timo-

tej mognar också senare än ängssvingel. I detta projekt, finansierat av Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige, har vi genom manuell provtagning kartlagt sammansättningen i olika höjdfraktioner av timotej och ängssvingel vid olika utvecklingsstadier i förstaskörd. De resultat som förelåg vid konferensrapportens pressläggning presenteras här.

Material och metoder

Provtagningar gjordes under perioden 29 maj–19 juni 2019 på fyra platser i Sverige: Rådde, Uppsala, Lännäs och Umeå. Parceller i sortförsök av timotej (Grindstad) och ängssvingel (Minto) utnyttjades för provtagningarna, som med undantag för Uppsala genomfördes av sortförsökens utförare. Tre parceller av vardera art provtogs på varje lokal. Parcellerna var anlagda 2017 (vall II) och under tidig vår gödslade med P och K efter näringsstatus samt med 120 kg N/ha (Rådde och Uppsala) respektive 90 kg N/ha (Lännäs och Umeå).

Provtagningarna var schemalagda till begynnande ax-/vippgång respektive i fullt ax/vippa, motsvarande stadium 3 respektive 5 enligt Halling (2018). Vid provtagningarna dokumenterades alla parceller med foto, varefter beståndshöjden mättes på 30 punkter inom provtagningssytan för att ge ett tillförlitligt medelvärde. Ett prov om ca 300 g färskvikt togs därefter ut genom att samla ca 10 delprov där allt gräs inom en yta på ca 6 cm × 6 cm greppades med ena handen och sedan klipptes vid markytan. Delproven samlades på ett utvikt hushållspapper med höjdstrukturen intakt. Pappret veks och rullades ihop som en blombukett innan provet packades i påse och kylväska för transport till laboratoriet.

På laboratoriet klipptes först 8 cm stubb bort. Resten av varje prov delades därefter upp i fyra höjdfraktioner, de tre lägsta om 10 cm vardera, medan resten fick utgöra den översta fraktionen. Varje fraktion förvarades sedan i papperspåsar vid -20 °C innan de tinades upp för sortering i blad och strå. Blad och strå från varje höjdfraktion torkades vid 60 °C i 24 timmar och proven vägdes varma. Därefter maldes blad och strå från varje fraktion tillsammans på slagkvarn genom ett 1 mm såll. Proven analyserades med våtkemiska standardmetoder för torrs substans, aska, omsättbar energi (VOS), NDF och råprotein.

Data analyserades separat för tidig och sen skörd med SAS version 9.4 och en modell i Proc GLM med odlingslokal, nivå och deras samspel som försöksfaktorer.

Resultat och diskussion

Här presenteras resultat för tidig och sen provtagning i timotej i Uppsala (5 juni och 17 juni), Lännäs (10 juni och 18 juni) och Umeå (11 juni och 19 juni). De tidiga proven graderades som stadium 3 och de sena som stadium 5 på alla lokalerna. Beståndshöjden var i Uppsala 66 cm vid tidig provtagning och 68 cm vid sen. I Lännäs var höjden 64 cm vid tidig provtagning, och i Umeå 55 cm men liggvall gjorde att höjdmätningen vid den sena tidpunkten bedömdes som ett dåligt mått på strå längden.

Det fanns en effekt av odlingslokal för de flesta av de analyserade variablerna (tabell 1). Koncentrationerna av omsättbar energi var lägre i Lännäs än för de andra lokalerna, men förändringen mellan tidig och sen skörd var där mycket liten. För Uppsala och Umeå sjönk koncentrationen av omsättbar energi med 1,1–1,3 MJ/kg ts och för alla tre lokalerna minskade råproteinhalten med 41–43 g/kg ts från tidig till sen skörd. Halten av NDF förändrades inte eller relativt lite mellan skördetillfällena. Detta stämmer väl med resultat för timotej tidigare rapporterade av Johansson (1995). Bladandelen var vid tidig skörd lägre i Uppsala än på de båda andra lokalerna men vid sen skörd fanns ingen skillnad.

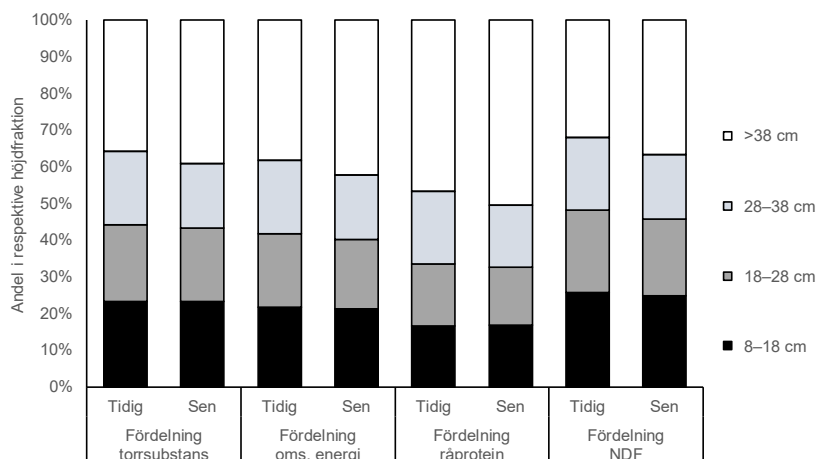
Tabell 1. Omsättbar energi (OE), kemisk sammansättning och bladandel hos höjdfraktioner (nivå) av timotej vid tidig och sen förstaskörd (utvecklingsstadium 3 och 5 (Halling, 2018)). Medelvärden från 3 observationer vardera i Uppsala, Lännäs och Umeå.

Nivå	OE MJ/kg ts		Råprotein g/kg ts		NDF g/kg ts		Aska g/kg ts		Bladandel %	
	Tidig	Sen	Tidig	Sen	Tidig	Sen	Tidig	Sen	Tidig	Sen
<i>Uppsala</i>										
<i>Hela provet</i>	11,1	9,8	171	130	569	554	81	72	36,9	31,8
>38 cm	11,7	10,8	211	161	519	515	73	71	46,6	33,8
28–38 cm	11,3	9,7	174	123	557	562	84	74	33,5	35,2
18–28 cm	10,7	9,1	144	105	605	587	86	75	29,9	28,6
8–18 cm	10,3	8,8	130	100	624	594	86	71	30,8	27,8
<i>Lännäs</i>										
<i>Hela provet</i>	10,5	10,4	157	114	576	550	73	55	43,5	35,0
>38 cm	11,3	11,2	208	149	520	515	74	59	61,9	44,9
28–38 cm	10,5	10,6	146	120	573	542	79	60	35,5	38,5
18–28 cm	10,0	10,1	121	94	617	565	72	54	29,0	29,0
8–18 cm	9,7	9,5	108	81	642	585	68	48	30,6	25,5
<i>Umeå</i>										
<i>Hela provet</i>	11,3	10,2	148	107	526	560	66	58	45,3	34,5
>38 cm	12,1	11,0	201	141	450	530	67	67	73,4	43,2
28–38 cm	11,4	10,2	150	95	530	565	70	61	35,6	32,1
18–28 cm	10,9	9,5	121	77	568	583	67	50	29,1	25,8
8–18 cm	10,7	9,4	103	73	586	596	63	45	31,8	26,3
<i>Effekter^a</i>										
Lokal	***	***	***	***	***	*	***	***	***	Ns
Nivå	***	***	***	***	***	***	ns	**	***	***
Lokal × Nivå	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	†	***	*
Medelfel	0,12	0,13	6,7	6,2	7,5	7,9	3,5	3,7	2,27	2,26

a) *** ($P < 0,001$); ** ($P < 0,01$); * ($P < 0,05$); † ($P < 0,10$); ns ($P > 0,10$).

Det fanns en genomgående effekt av nivå för alla variabler vid båda skördetillfällena utom för askhalten vid tidig skörd. Det var som förväntat högre näringsmässig kvalitet i de högre skikten av beståndet med ökande koncentration av omsättbar energi och råprotein men avtagande koncentration av NDF. Effekten var för dessa variabler också generell i så måtto att det inte fanns några samspel mellan nivå och lokal, nivåeffekten var likartad på alla lokalerna. Bladandelen i Uppsalaproverna avvek däremot genom att den högsta nivån inte alls hade samma höga bladandel som de båda andra lokalerna. Halterna av omsättbar energi och råprotein var för varje plats och skördetillfälle starkt korrelerade med bladandelen ($r = 0,72-0,99$).

En fraktionering vid slåtter, som vid sen skörd separerade fram skiktet över 38 cm, skulle innebära råproteinhalter något under de i hela grödan vid tidig skörd. För omsättbar energi skulle effekten bli liknande för proven från Uppsala och Umeå där det fanns en tydlig effekt av skördetid. En sådan fraktion skulle vid sen skörd innehålla 39 % av ts-mängden, 42 % av den omsättbara energin och 51 % av råproteinmängden hos den hela grödan (figur 1). Den relativt likartade fördelningen mellan fraktionerna vid tidig och sen skörd gör att höjdviss fraktionering även kan betraktas som ett sätt att säkra en god kvalitet oberoende av skördetidpunkt. Den höjddindelning som tillämpades i försöket är sannolikt inte den optimala i alla situationer, utan det är möjligt att det går att nå en ytterligare förbättrad bästa kvalitet, alternativt större skörd, med bibehållen kvalitet genom situationsanpassad höjddindelning.



Figur 1. Fördelning av torrsubstans, omsättbar energi, råprotein och NDF mellan olika höjdfraktioner hos förstaskörd av timotej vid utvecklingsstadium 3 (tidig) respektive 5 (sen). Medelvärden för prover från Uppsala, Lännäs och Umeå (n = 9).

Referenser

- Clark J., Kat C. och Santhirasegaram K. (1974) The dry-matter production, botanical composition, *in vitro* digestibility and protein percentage of pasture layers. *Journal of British Grassland Society* 29, 179–184.
- 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.
- Halling M. (2018) Utvecklingsskalor – gräs och baljväxter. Hela bestånd. Sveriges lantbruksuniversitet. Fältforsk. Försökshandboken 10.2. <https://www.slu.se/faltforsk>
- Johansson L. (1995) Utveckling, tillväxt och fodervärde i gräsvall från vegetativt stadium till blomning. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtodlingslära. Seminarier och examensarbeten 914. Uppsala.
- Müller C.E. (2012) Equine digestion of diets based on haylage harvested at different plant maturities. *Animal Feed Science and Technology* 177, 65–74.
- Tuvesson M. (1986) Skördetidsförsök med rödklöver-gräsvall. Sveriges lantbruksuniversitet. Grovfoder, forskning – tillämpning. Rapport 2.
- 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.

Hjälpså eller plöja vallen? Nya hjälpmedel ger vägledning

M. Höglind och V. Rueda-Ayala

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO), Særheim, Norge

Korrespondens: mats.hoglund@nibio.no

Sammanfattning

Hjälpsådd av vall är ekonomiskt och miljömässigt fördelaktig jämfört med att totalrenovera vallen genom plöjning och konventionell sådd. Hjälpsådd ger dock ett osäkrare resultat än renovering med plöjning och konventionell sådd. Det kan vara svårt att bedöma när den ena eller andra metoden bör användas. I projektet FOREFF arbetar vi med hypotesen att det går att ta fram konkreta råd om behov för renovering och val av såmetod baserat på vallens täthet. Här presenterar vi resultat från en serie försök som visar tydliga samband mellan vallens täthet och lyckad etablering vid hjälpsådd av rödklöver i gräsdominerad vall. Detta ger stora möjligheter för utveckling av digitala verktyg som beslutstöd angående renovering av vall.

Introduktion

Hjälpsådd innebär att man sår in vallfrö i en befintlig vall. Syftet är vanligtvis att reparera vallen genom att ersätta ursprungliga vallplantor som har gått ut, t.ex. på grund av utvintring eller körskador. Man kan också tänka sig att hjälpså vall som i och för sig har gott om ursprungliga plantor men där man önskar påverka den botaniska sammansättningen, t.ex. öka klöverandelen. Alternativet till hjälpsådd är renovering där den gamla vallen avdödas, ofta genom kombination av herbicidbehandling och plöjning. Lyckas hjälpsådden är den ekonomiskt och miljömässigt fördelaktig jämfört med totalrenovering genom plöjning och konventionell sådd (Nesheim och Höglind, 2018).

Hjälpsådd fungerar dock bara under vissa förutsättningar. För det första måste fröna gro, vilket kräver god vattenförsörjning av utsädet. Detta säkras bäst genom god jordkontakt. För det andra måste de nysådda plantorna växa tillräckligt snabbt för att konkurrera med de befintliga vallplantorna. Försök och praktisk erfarenhet visar att det är svårt att lyckas med hjälpsådd om vallen är tät (Nesheim och Höglind, 2018). I tät vall med tjock svål ger renovering med plöjning bäst resultat. Däremot finns det goda förutsättningar för lyckad hjälpsådd i glesa och luckiga bestånd, med bar jord som säkrar frögoningen och ger utrymme för de nysådda plantorna.

Hur kan man bedöma behovet av renovering av en vall och vilka kriterier skall vara uppfyllda för att hjälpsådd skall rekommenderas? I projektet FOREFF arbetar vi med hypotesen att det går att ta fram konkreta råd om behov av renovering och val av såmetod baserat på vallens täthet. Vi arbetar också med metoder för att skatta vallens täthet med hjälp av bildanalys. Visionen är en applikation som skattar vallens täthet utifrån bilder från t.ex. traktorkamera och baserat på detta ger beslutstöd om renovering med värdering av möjligheten att lyckas med hjälpsådd.

I en serie nyligen publicerade försök (Rueda-Ayala och Höglind, 2019) har vi undersökt hur gles vallen måste vara för att hjälpsådd skall ge lyckad etablering av rödklöver i gräsdominerad vall. Här sammanfattar vi resultaten från de publicerade försöken och ett uppföljande försök.

Material och metoder

Samtliga försök är genomförda hos Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) på vår försöksstation Særheim i södra Norge. I försöken skapade vi bestånd med olika grad av luckighet genom punktsprutning med glyfosat med olika antal punkter per försöksruta. Varje försök innehöll rutor med från 0 till 100 % täckningsgrad av grön vegetation, dvs. bestånden hade 100–0 % synliga fläckar med bar jord sett ovanifrån. Efter att luckorna hade skapats hjälpsådde vi försöksrutorna med direktsåmaskiner för vallfrö (fabrikat Kuhn respektive Vredo). Utsädesmängden av rödklöver var 5 kg/ha och den diploida rödklöversorten som användes var Lea. Två försök lades ut i timotejdominerad vall och två i rajgräsdominerad vall. Ett försök i vardera valltyp hjälpsåddes på våren (21 april 2018) och ett på sommaren (20 juli 2017) efter andraskörden. Därefter följdes utvecklingen på fältet fram till 19 september 2019 i försöket med vårsådd och till 18 juni 2018 i försöket med sommarsådd, då vallen skördades med försöksskördemaskin för bestämning av avkastning och botanisk sammansättning. Innehållet av gräs, klöver och andra tvåhjärtbladiga arter bestämdes genom handseparering.

Resultat och diskussion

Försöken visar att vallen måste vara förhållandevis gles för att hjälpsådd skall ge god etablering. Sambandet mellan vallens täthet och klöverns etablering kunde beskrivas matematiskt med tröskelvärden över vilken vallen var för tät för att ge fullgod klöveretablering. Se Rueda-Ayala och Höglind (2019) för närmare beskrivning av de matematiska funktionerna. I timotejvallen låg tröskelvärdet runt 40 % täthet i försöket med hjälpsådd i juli, dvs. det behövdes minst 60 % bar jord för att ge fullgod klöveretablering, medan det räckte med 40 % bar jord i försöket med hjälpsådd på våren. I rajgräsvallen krävdes ännu glesare vall för att ge fullgod klöveretablering, vilket var förväntat med tanke på att det är väl känt att engelskt rajgräs har ett aggressivare växtsätt än timotej. Det krävs flera försök för att fastställa tröskelvärdet under olika förhållanden och vi jobbar vidare med detta. Vi genomför också försök där vi ser på effekten av olika åtgärder för att reducera konkurrensen från den befintliga vallen i etableringsfasen. I dessa försök ser vi inte bara på hjälpsådd av klöver utan också av klöver/gräsblandningar.

Försöken indikerar tydligt att det bör vara möjligt att bedöma chansen att lyckas med hjälpsådd utifrån skattningar av vallens täthet, samt att bildanalys kan användas för skattningen av täthet. Detta ger stora möjligheter för digitala verktyg som beslutstöd angående behov för renovering av vallen samt hjälp att välja mellan hjälpsådd och andra renoveringsmetoder.

Att vallen måste vara såpass gles för att hjälpsådd skall lyckas kan nog verka förvånande för många. Samtidigt bidrar detta till att förklara varför hjälpsådd har gett dåligt utbyte i många tidigare försök. Preliminära resultat från uppföljande försök visar att det går att förskjuta tröskelvärdet med hjälp av konkurrenshämmande åtgärder som putsning och avbetning, dvs. man kan då få god etablering även i något tätare vall än vad ovanstående tröskelvärden antyder.

Projektet FOREFF är finansierat av "Forskningsmidlane for jordbruk og matindustri" och av flera näringsaktörer i norskt lantbruk (projektnummer i Norges forskningsråd: 255245).

Referenser

- Nesheim L. och Höglind M. (2018) Fornyning av eng uten pløying. En gjennomgang av nylig avsluttede og tidligere forsøk. NIBIO Rapport 5:110, 26 s.
- Rueda-Ayala V. och Höglind M. (2019) Determining thresholds for grassland renovation by sod-seeding. *Agronomy* 9, 842. <https://doi.org/10.3390/agronomy9120842>

Ekonomiska och miljömässiga effekter av olika kvävenivåer i vallM. Lindberg¹, M. Henriksson², S. Bååth Jacobsson³ och M. Berglund²¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala²Hushållningssällskapet Halland, Lilla Böslid, Eldsberga ³Växa Sverige, Lilla Böslid, Eldsberga

Korrespondens: mikaela.lindberg@slu.se

Sammanfattning

Den här studien visar att en stor del av vallfodrets miljöpåverkan kan kopplas till kväve eftersom många emissioner från växtodling är förknippade med kvävet omsättning i mark och med spridning av gödsel. Dessutom är produktionen av mineralgödselkväve energikrävande och genererar stora utsläpp av växthusgaser. Mängden tillfört kväve är därför ett mått som indikerar en stor del av vallens negativa miljöpåverkan och miljöpåverkan är ofta störst för de vallar som gödslats med mest kväve. Vid gödsling för samma skördenivå hade gräsvallen ett större klimatavtryck per kg torrsbstans (ts) jämfört med blandvallen. Liknande mönster sågs för övriga miljöpåverkanskategorier. Produktionskostnaden var lägst för ogödslad blandvall. Insatsvarorna hade den största effekten på produktionskostnaden, där mineralgödsel var en stor kostnadspost vid de större kvävegivorna. Den ogödslade gräsvallen gav dock en så låg skördenivå att produktionskostnaden per kg ts blev den högsta.

Introduktion

I dag står jordbruket för cirka 20 % av de globala utsläppen av växthusgaser (IPCC, 2015). Av landarealen används 38 % för jordbruk (Foley *et al.*, 2011) varav cirka 70 % för foderproduktion (FAO, 2010). Av den svenska åkermarken används ca 75 % till produktion av djurfoder och en stor del av marken används till vallodling. En åtgärd för att minska miljöpåverkan från denna del av jordbruket kan vara att anpassa kvävegivan i vallodlingen för att minska utsläppen av växthusgaser. En anpassad kvävegiva kan också innebära ökad lönsamhet för lantbrukaren. Syftet med denna studie var att utvärdera miljöpåverkan och produktionskostnader för vallfoder producerat med olika kvävegödslingsstrategier.

Material och metoder

Inom det s.k. Fortune-projektet (Mjolk på gräs och biprodukter) finansierat av Formas, Mistra och Lantmännen utfördes ett antal vallförsök med syfte att studera optimal kvävegödsling till gräs- och blandvallar passande för utfodring med stor andel biprodukter till mjölkkor. Ett av dessa gödslingsförsök utfördes på Rådde gård i Västergötland. Försöket bestod av ren gräsvall (timotej, engelskt rajgräs och rörsvingelhybrid) samt blandvall med rödklöver och vitklöver och gräs (samma arter som i gräsvallen) och omfattade två vallår.

Olika nivåer av kvävegödsling med enbart mineralgödsel studerades; 0, 150, 225, 300 och 375 kg/ha för gräsvallen och 0, 75, 150, 225 och 300 kg/ha för blandvallen. Detaljer rörande utförande och resultat har publicerats av Gustavsson (2017).

I våra beräkningar anpassades försöksresultaten för att spegla praktisk odling. I försöket hade fosfor och kalium tillförts i mängder så att eventuella brister inte skulle inverka negativt på resultatet, men i våra beräkningar anpassades fosfor- och kaliumgödslingen efter Jordbruksverkets rekommendationer (Jordbruksverket, 2017). De skördemängder som använts i beräkningarna har justerats till 80 % av försöksskördarna och därefter reducerats med 5 % för

torkningsförluster och 15 % för förluster under lagring (Spörndly, 2018). Maskinkostnader och dieselåtgång beräknades med vissa kostnader fasta per hektar (insådd i korn, jordbearbetning efter tre vallår) och andra per ton grönmassa (skörd, lagring) (Maskinkalkylgruppen & HIR-Skåne, 2017). Åtgång av övriga insatsvaror såsom kalk och plast hämtades från produktionsgrenskalkyler och egna beräkningar (Hushållningssällskapet, 2017).

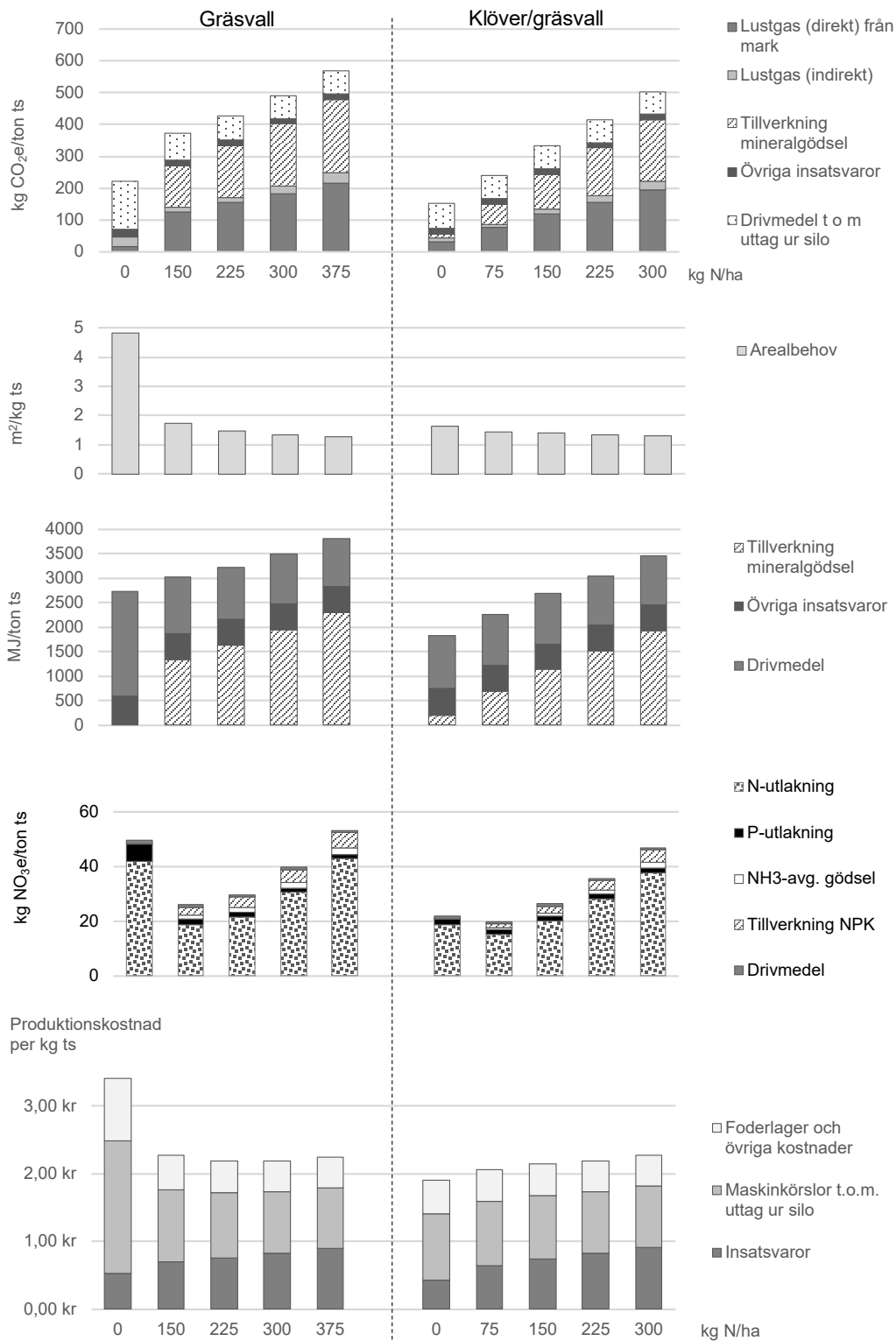
Livscykelanalyser (LCA) utfördes enligt de regler som beskriver metoder för foderproduktion (PEFCR, 2018). Funktionell enhet var "1 kg ts vallfoder på foderbordet". De miljöpåverkansfaktorer som beräknades var potentiell klimatförändring (GWP₁₀₀, kg koldioxidekvivalenter (CO₂e)), markbehov (m²), potentiell övergödning (CML2; omräknad till kg NO₃e) och användning av icke förnybar energi (MJ).

Vid beräkningarna av produktionskostnaden ingår kostnader till och med uttag från plansilo så hänsyn tas till den merkostnad som det innebär att hantera ett grovfoder i jämförelse med hanteringen av ett kraftfoder. Detaljer för LCA-beräkningarna och de ekonomiska beräkningarna finns beskrivna av Henriksson *et al.* (2019).

Resultat och diskussion

Våra resultat visade att ensilage från blandvallar kan ge mindre klimatavtryck och mindre kväveutlakning än rena gräsvallar vid samma avkastningsnivå. Detta beror på att behovet av kvävegödning vid samma förväntade skörd är mindre för blandvallar eftersom klöver fixerar kväve. Vid den optimala gödselgivan för gräsvallen, 265 kg N per ha, hade den högre klimatavtryck per kg ts än blandvallen vid motsvarande skördenivå, men vid samma gödslingsnivå var klimatavtrycket ungefär likvärdigt. Den största delen av klimatpåverkan består av direkt lustgasavgång från mark samt av växthusgasutsläpp från produktion av mineralgödsel. Den direkta lustgasavgången beräknas vara direkt proportionell mot mängden tillfört kväve, och ökar därför med ökad kvävetillförsel. På samma sätt ökar de beräknade utsläppen av växthusgaser från gödselproduktionen med ökad tillförsel av kväve. Utsläpp orsakade av produktion och användning av drivmedel var ungefär samma per kg foder i alla led. Nolledet i gräsvallen avviker, vilket förklaras med den mycket ringa avkastningen som ska bära samma utsläpp för anläggandet av vallen som de större skördarna i de andra leden. Växthusgasutsläppen per hektar ökar i större grad än skördenivån vid ökade kvävegivor, vilket leder till ökande utsläpp per kg ts ensilage. Från minsta till största kvävegivan ökade klimatavtrycket med ca 50 % för ensilaget från gräsvallen och med ca 100 % för ensilaget från blandvallen. Vid gödslingsnivån 150 kg N per ha var klimatavtrycket från blandvallen mindre än för gräsvallen, medan klimatavtrycket vid gödslingsnivåerna 225 och 300 kg N per ha var likvärdiga för båda valltyperna.

Markbehovet är skörderelaterat och minskar därför när skördenivåerna ökar. Tydligast ses skillnaden för gräsvallen eftersom ökade kvävegivor har större skördeökande effekt för gräs jämfört med blandvall. Den totala användningen av icke-förnybar energi visar samma mönster som klimatpåverkan, dvs. den ökar med stigande kvävegiva, och det är framför allt kvävetillförseln som orsakar ökningen. Från leden med 150 kg N per ha och uppåt utgör produktionen av mineralgödsel dessutom den största delen av energianvändningen. Energi-användningen i form av drivmedel och insatsvaror är i princip densamma oavsett kvävegödslingsnivå. Gräsvallen utan gödning avviker p.g.a. den låga skördenivån.



Figur 1. Klimatpåverkan per ton torrsbstans (ts), arealbehov per kg ts, energianvändning per ton ts, övergödning per ton ts samt produktionskostnad per kg ts efter lagring för vallfoder i kvävegödslingsförsök med mineralgödsel. Resultaten visar medelvärden för vallår 1–2.

Övergödning från vallodlingen kommer främst från kväveutlakningen. Ammoniakförlusterna är små vid spridning av mineralgödsel och bidrar därför marginellt till övergödningen. Fosforutlakningen är måttlig och står också för en liten del av den potentiella övergödningen när

kväve- och fosforförluster vägs samman. Minst kväveutlakning blev det för den minsta kvävegivan och denna ökade sedan med ökad kvävetillförsel (figur 1). Ökningen är en effekt av att utlakningen beräknats utifrån ett visst antaget kvävebehov för respektive skördenivå och ju mer detta behov överskrids, desto större blir utlakningen.

Produktionskostnaden var minst för ogödslad blandvall. Insatsvarorna har den största effekten på produktionskostnaden, där inköp av kväve i form av mineralgödsel blir en stor kostnadspost vid större kvävegivor. Andra kostnader minskar något med ökad skörd, men förändringen är förhållandevis liten. Den ogödslade gräsvallen skiljer sig dock markant från övriga med större kostnad per kg ts till följd av den mycket låga skördenivån. Det finns dock stora variationer på gårdsnivå vilket gör att många av kostnadsposterna är osäkra.

Referenser

- FAO (2010) Livestock in the balance: The state of food and agriculture 2009. FAO, Rome, Italy.
- Foley J.A., Ramankutty N., Brauman K., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K., West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockström, J., Sheehan, J., Siebert, S., Tilman, D. och Zaks, D.P.M. (2011) Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478, 337–342.
- Gustavsson A.-M. (2017) Kvävegödslingsstrategier till gräs- och blandvall – Fortune. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. Rapport 22, 40–43.
- Henriksson M., Bååth Jacobsson S., Lindberg M. och Berglund Lundberg M. (2019) Mjök på gräs och biprodukter. Rapport från Hushållningssällskapet Halland. 58 s.
- Hushållningssällskapet (2017) Produktionsgrenskalkyler för växtodling, Efterkalkyler för år 2016 – Södra Sverige.
- IPCC (2015) Introductory chapter. I: Climate change 2014: Mitigation of climate change: Working Group III Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Cambridge University Press, Cambridge, UK, s. 111–150.
- Jordbruksverket (2017) Riktlinjer för gödning och kalkning 2018. Jordbruksinformation 4. Jönköping, Sverige.
- Maskinkalkylgruppen & HIR-Skåne (2017) Maskinkostnader 2017, underlag och kalkylexempel för lantbruksmaskiner.
- PEFCR (2018) Feed for food producing animals. First public version 4.1, April 2018. Bruxelles, Belgium.
- Spörndly R. (2018) Mål för foderkvalitet, skördeuppskattning och ensilering. Greppa Näringen. <https://adm.greppa.nu/download/18.28b36abe16527b8975b3a861/1545315881879/mal-for-foderkvalitet-skordeuppskattning-ensilering-rolf-sporndly-160914-15.pdf>

Fördelning av kvävegivan mellan delskördar i gräsvall

A.-M. Gustavsson

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

Korrespondens: anne-maj.gustavsson@slu.se

Sammanfattning

Vi har tagit fram produktionsfunktioner baserade på avkastning för varje delskörd i ren gräsvall, samt studerat hur kvävenivåerna påverkar råproteinhalten. Den optimala kvävegivan baserad på torrsubstansavkastning per delskörd var 80, 70 och 60 kg N/ha per delskörd år 2018, och 90, 70 och 80 kg N/ha per delskörd år 2019 vilket totalt resulterade i 11 000 kg ts/ha år 2018 och 10 000 kg ts/ha år 2019. Råproteinhalten var dock ofta låga vid dessa kvävegivor. För att nå upp till 13 % råprotein krävdes det 80–85 kg N/ha till första och andra skörd år 2018 och till tredje skörd 2019, och för att nå 13 % råprotein i första och andra skörd 2019 krävdes det 105 kg N/ha. I tredje skörd 2018 var råproteinhalten över 13 % redan i ledet utan kvävegödsling.

Introduktion

Det har utförts mycket få kvävegödslingsförsök i vall under de senaste 50 åren. Under den tiden har dock många faktorer förändrats vilket kan leda till ändrade kvävegödslingsrekommendationer. Den viktigaste faktorn är att antalet skördar i vällen har ökat beroende på att vegetationsperioden blivit längre, att vi vill skörda vällen vid en högre smältbarhet och att vi har börjat använda timotejsorter som utvecklas snabbare och har en bättre återväxtförmåga (t.ex. Grindstad och Switch). Vi har även börjat använda timotejsorter och rörsvingel samt hybrider mellan svinglar och rajgräs med större avkastningspotential än tidigare. Därför är det angeläget att utföra studier som kan bidra till att anpassa kvävegödslingsstrategierna till de nya förhållandena. I det här projektet har vi studerat kvävestegar till varje delskörd som har gjorts så oberoende som möjligt från kvävegivorna till de andra delskördarna.

Material och metoder

Ett fältförsök med vall etablerades i tidigt vårkorn (gödslat med 130 kg N/ha) på våren 2017 och har skördats under två vallår (2018 och 2019). Försöket låg på Rådde försöksstation i Västra Götaland och hade 16 behandlingar som slumpats ut inom varje block (3 block).

Fältförsöket har bestått av kvävestegar i varje delskörd som har gjorts så oberoende som möjligt av kvävegivan till de andra delskördarna. Kvävestegarna till respektive delskörd var 0, 42, 96, 120 och 168 kg N/ha till skörd 1, samt 0, 42, 84 och 112 kg N/ha till skörd 2 och till skörd 3. Den största kvävegivan för varje delskörd har planerats att vara så stor att vi har nått över den nivå där kväveresponsen avtar. Dessutom har försöket gödslats med 28 kg P/ha, 216 kg K/ha och 35 kg S/ha. Målet har varit att skörda tre gånger vid 11,0–11,5 MJ/kg ts omsättbar energi.

Utsädesmängden vallfrö var 22 kg/ha. Huvudfröblandningen bestod av 47 % timotej Switch, 6 % engelskt rajgräs Foxtrot (2n), 6 % engelskt rajgräs Kentaur (4n) och 41 % rörsvingel Swaj.

Som jämförelse har vi dessutom haft ett led där vi har bytt ut rörsvingel Swaj mot rörsvingelhybrid Hykor, samt ett led med en traditionell vallfröblandning bestående av 55 % timotej Switch och 45 % ängssvingel Minto. Båda dessa blandningar har provats vid normalgivan

Sådd och gödning

(120 + 84 + 84 kg N/ha) och vid den största kvävegivan (168 + 112 + 95 kg N/ha och år). Timotej-ängssvingelblandningen har även provats i ett nollad (0 + 0 + 0 kg N/ha).

Provtagningar och kemisk analys

Prover har tagits ut rutvis för kemisk analys och torrsubstansbestämning. Proverna har analyserats kemiskt vid SLU:s laboratorium vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård i Uppsala. Alla prover har analyserats avseende råprotein, socker, aska samt torrsubstans (ts) och utvalda prover har analyserats för VOS.

I försöket har vi också utfört hyperspektrala mätningar med en handburen Yara N-sensor (våglängder 400–1 000 nm) fyra gånger per säsong, dels då beståndet var cirka 25 cm på våren, dels strax före varje delskörd.

Beräkning av optimal kvävegiva beräknad baserad på torrsubstansskörden

För att beräkna ett enkelt mått på optimal kvävegiva har priset på ts-avkastningen satts till 0,70 SEK per kg ts och kvävegödseln till 10 SEK per kg N. Vi har gjort en enkel regressions-ekvation och beräknat den kvävegiva då värdet på avkastningsökningen för de sista 10 kg N har blivit mindre än priset för 10 kg N (100 SEK) (enligt samma metod som Frankow-Lindberg (2017) har använt).

Nederbörd och vattenhållande förmåga

Jordarna på Rådde är kapillära och har bra vattenhållande förmåga. År 2018 var månadsnederbörden i maj 18 %, juni 64 %, juli 14 %, augusti 118 % och september 101 % av normal nederbörd (1991–2018). För år 2019 var motsvarande nederbördssiffror: maj 77 %, juni 20 %, juli 84 %, augusti 64 % och september 90 %.

Statistisk analys

Analys av data har utförts med PROC REG i SAS och med REG-funktionen i Excel.

Resultat och diskussion

Skördetid

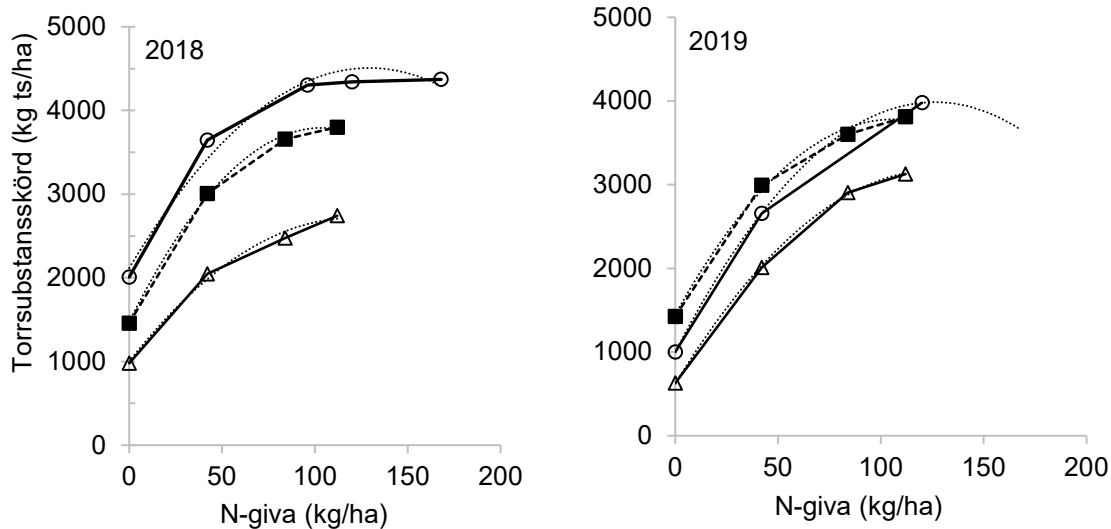
År 2018 skördades vallen 24 maj, 10 juli (47 dagar efter skörd 1) och 17 september (69 dagar efter skörd 2), och år 2019 den 29 maj, 8 juli (40 dagar efter skörd 1) och 27 augusti (50 dagar efter skörd 2). Energihalten vid skörd var i medeltal 11,0, 10,6 respektive 10,9 MJ/kg ts för de tre delskördarna år 2018 och 11,4, 10,8 och 10,7 MJ/kg ts för år 2019. Det var bara andra skörd år 2018 som togs någon dag senare än den önskade skörde kvaliteten.

Optimal kvävegiva baserad på torrsubstansavkastning

Torrsubstansavkastningen steg med kvävegivan (figur 1). De produktionsfunktioner som togs fram med hjälp av regressionsanalys och andrageradekvationer hade hög förklaringsgrad ($r^2 = 0,99$). Sätter man ett pris på vallfodret till 0,7 SEK/kg ts och kvävegödselmedlet till 10 SEK/kg N, blev ekonomiskt optimum 80, 70 och 60 kg N/ha för de tre delskördarna år 2018

och 90, 70 och 80 kg N/ha år 2019 för leden med timotej, rörsvingel och engelskt rajgräs. Det innebär en totalgiva på 210 kg N/ha år 2018 och 240 kg N/ha för år 2019. Avrundar man till jämna tiotal var fördelningen mellan delskördarna 40 %, 30 % och 30 % båda åren. Torrsubstansavkastningen blev 4 000, 3 600 respektive 3 400 kg/ha för de tre delskördarna år 2018 och 3 700, 3 500 och 2 800 kg/ha år 2019. Totalavkastningen vid optimal kvävegiva baserad på avkastning var alltså 11 000 kg ts/ha år 2018 och 10 000 kg ts/ha år 2019.

År 2018 hade blandningen med timotej och ängssvingel samma optimala kvävegiva som blandningen med timotej, rörsvingel, och engelskt rajgräs. I första och tredje skörd hade den även samma avkastning. I andra skörd hade den däremot en avkastning på cirka 2 400 kg ts/ha, alltså cirka 900 kg mindre ts-avkastning. År 2019 hade timotej-ängssvingelblandningen större första skörd (ca 500 kg ts/ha), mindre andra skörd (ca 800 kg ts/ha) och större tredje skörd (ca 600 kg ts/ha), vilket gjorde att totalskörderna år 2019 blev i stort sett lika. Blandningen med bara timotej och ängssvingel drabbades hårdare av den torra väderleken före andra skörd båda åren.



Figur 1. Torrsubstansavkastning (kg ts/ha) som en funktion av kvävegivan på Rådde åren 2017–2018. Timotej/rörsvingel/engelskt rajgräs (O; heldragen linje = skörd 1; ■; streckad linje = skörd 2; Δ; heldragen linje = skörd 3). De prickade linjerna är andrags regressionslinjer.

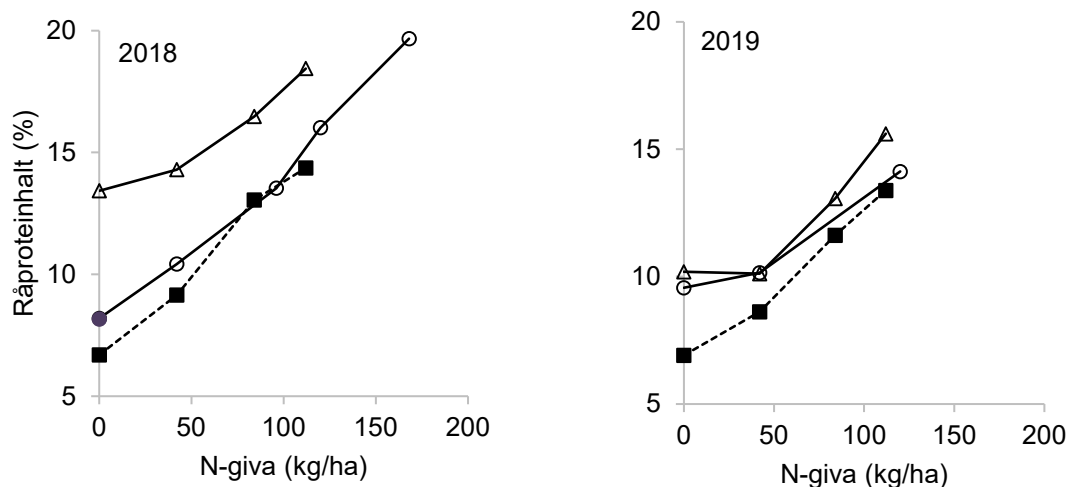
Råproteinhalt

Råproteinhalten steg med kvävegivan båda åren (figur 2). I blandningen med rörsvingel, timotej och engelskt rajgräs kom man år 2018 upp till 13 % råprotein vid 80–85 kg N/ha till både första och andra skörd. I tredjeskörd var råproteinhalten 13,5 % redan i nollrutan. År 2019 krävdes 105 kg N/ha till både första och andra skörd för att komma upp till 13 % råprotein. Till tredjeskörd behövdes det 85 kg N/ha.

Råproteinhalterna för blandningen med timotej och ängssvingel var i samma storleksordning som i rörsvingelblandningen förutom för skörd 2 och 3 år 2018 och skörd 2 år 2019 då halterna var högre för timotej-ängssvingelblandningen både vid den normala N-givan och vid maxgivan. Nollrutan med timotej-ängssvingel i skörd 2 och 3 år 2018 var kontaminerad med vitklöver som sprutades bort på våren 2019.

Kväveavkastningen vid noll-givan kan ses som ett mått på det aktuella årets kvävemineralsättning och den var relativt liten båda åren (år 2018: 26, 15 och 21 kg/ha till respektive delskörd; år 2019: 15, 16 och 10 kg/ha).

Råproteinhalten i dessa rena gräsvallar har varit låga vid optimal kvävegiva baserad på ts-avkastning. Det kan bero på att kvävetillförseln från marken var relativt liten och att kvävet har späts ut i en stor skörd. Man har alltså varit tvungen att gödsla mer än optimalt utifrån ts-avkastning för att få upp råproteinhalten till ett minimumvärde på 13 % råprotein (som motsvarar att vallfodret ger proteinbalans i våmmen). Andra studier har visat att om man blandar in klöver i vallfröblandningen får man högre råproteinhalter än i rent gräs oberoende av vilken kvävegiva man väljer (Gustavsson, 2017; Frankow-Lindberg, 2017).



Figur 2. Råproteinhalt (kg ts/ha) som en funktion av kvävegivan på Rådde åren 2017–2018. Timotej/rörsvingel/engelskt rajgräs. (O; heldragen linje = skörd 1; ■; streckad linje = skörd 2; Δ; heldragen linje = skörd 3).

Tack

Den här studien har finansierats av Jordbruksverket.

Referenser

Frankow-Lindberg B. (2017) Uppdatering av kvävegödslingsrekommendationer för vall. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. Rapport 24.

Gustavsson A.-M. (2017) Kvävegödslingsstrategier till gräs- och blandvall – Fortune. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. Rapport 22, 403–43.

Att odla majs som foder handlar om att välja sort och att skörda i tid

M. Hetta¹ och M. Halling²

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

²SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala

Korrespondens: marten.hetta@slu.se

Sammanfattning

Våra resultat visar att majs är en gröda för framtiden med goda förutsättningar att kunna odlas i allt större delar av Sverige. Majsen har stora möjligheter att öka som fodergröda med hjälp av utveckling av odlingstekniker kombinerat med framtagandet av nya sorter. Idag odlas ensilagemajs i de mest gynnsamma områdena upp till Mälardalen. Forskningen vid SLU har under senare tid inriktats mot att kunna hantera risker vid val och odling av olika majssorter för ensilage och samtidigt utveckla sortprovningen för säkrare underlag. Vårt fokus har varit att utveckla verktyg såsom tillväxtmodeller och säkrare NIR-bestämningar av näringskvaliteten. Som ett nästa steg söks pengar till ett innovationsprojekt för att omsätta kunskaperna i applikationer som den enskilde lantbrukaren kan använda i val av sort som ger säkrast avkastning och för att kunna bestämma skördetid för optimal mängd och kvalitet.

Introduktion

Majs är en gröda som odlas alltmer i Sverige som foder till mjölkkor och köttdjur men även som substrat för biogas. Vi på SLU har under en längre tid arbetat med grödan i ett nordeuropeiskt perspektiv i nära samarbete med lantbrukets organisationer. Majsodlingen i Sverige omfattar ca 23 000 ha, främst i Götaland. Grödans torktålighet, stora avkastning och goda energivärde gör majsen till ett attraktivt fodermedel. Ensilagemajs ska skördas vid en mognad som motsvarar en torrsustanshalt på omkring 34 % ts. Då är grödan mogen för ensilageskörd och har uppnått maximal avkastning och kvalitet. Det är en utmaning att följa majsens mognad i fält då få hjälpmedel finns. En möjlighet att hjälpa lantbrukare att skörda i tid är att ta hjälp av datormodeller som utifrån lokala väderdata förutsäger majsens mognad. En sådan modell är den tyska tillväxtmodellen MAISPROQ (Herrmann *et al.*, 2005). Andra tillgängliga modeller är APSIM som är en global modell som kan anpassas till olika grödor och klimat (Holzworth *et al.*, 2014; Keating *et al.*, 2003).

Majs som helsädesgröda är mer heterogen i kvalitetsegenskaper i förhållande till vallfoder eftersom de tyngre kärnorna separerar från övrigt material. En utmaning vid kvalitetsanalyser av majs är därför svårigheten att ta ut ett representativt prov av grödan. Huvuddelen av alla majsanalyser görs med multivariata modeller baserade på nära infrarött ljus (NIR) som är en snabb, indirekt metod att mäta kemiskt innehåll och näringsvärde. För att vi skall kunna förbättra odlingen av majs och få rättvisare resultat av sortprovningen, behöver vi bättre verktyg både för analys av fodret och modeller för att prediktera grödans utveckling och mognad. Målet med den här presentationen är att belysa delar av det arbete med fodermajs som SLU bedriver.

Material och metoder

För att skapa ett referensmaterial som beskriver majsens tillväxt och kvalitet under olika förhållanden genomfördes ett större fältförsök med sex majssorter som upprepades under två år, 2013 och 2014 (Swensson *et al.*, 2017a). Försöket var utlagt på tre platser: Kristianstad (Önnestad), Kalmar (Färjestaden) och Lidköping (Bajgården, Norra Härene). Tio plantor

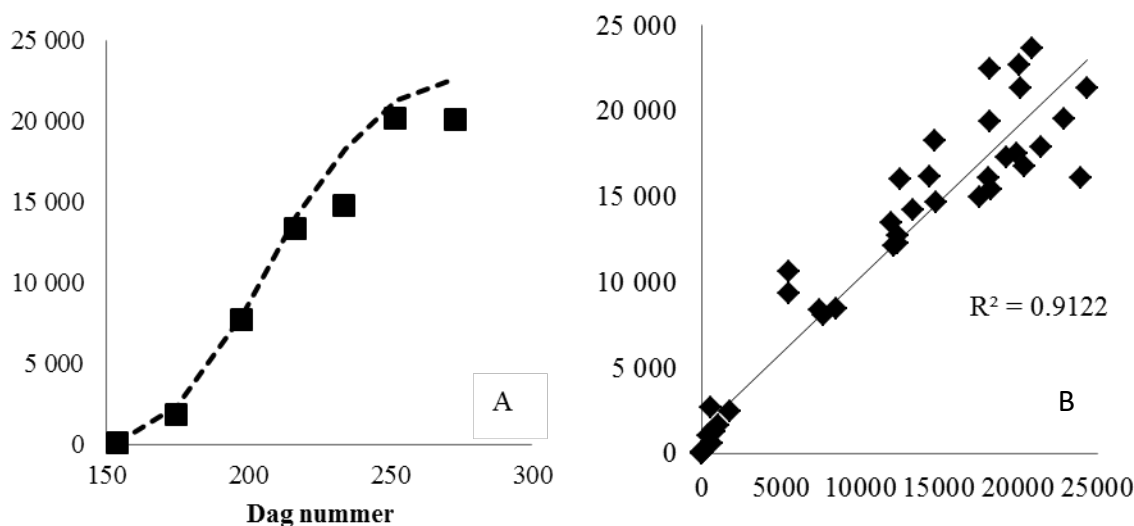
klippes vid markytan i varje ruta vid åtta skördetillfällen med ökad mognad. Totalt skannades 550 majsprover med NIR tillsammans med ett urval av 90 referensprover av dessa som underlag för modeller till spektrala analyser. Våtkemiska analyser gjordes på ts-halt, aska, fiber (NDF, neutral detergent fibre) osmältbar fiber (iNDF), socker (WSC), stärkelse, råprotein och smältbarhet (OMD).

Majsmodellen MAISPROQ anpassades till svenska förhållanden för var och en av de sex sorterna av olika mognadstid i försöket, vilka alla har ingått i svenska sortförsök (Swensson *et al.*, 2017a). Vid anpassningen för varje majssort fick de olika konstanterna i modellen ett specifikt värde, vilket kallas parameterisering av modellen. Vid simuleringen används dessa värden för att beräkna ett värde. För att validera modellen jämfördes prediktioner från MAISPROQ med nya prover från ordinarie sortförsök (Swensson *et al.*, 2017b). I valideringsprojektet användes en alternativ provtagningsteknik, som möjliggjorde att växtmaterial från samma parcell kunde användas i både valideringen och den ordinarie sortprovningen. I stället för att skörda hela försöksrutor skördades 10 majsplantor från skyddsraderna. Försöksutförarna instruerades att skörda majsen när mätarsorten Beethoven hade en uppskattad ts-halt på 34 %.

Resultat

Resultat med modellen MAISPROQ

Figur 1 visar resultat från sorten Amagrano efter anpassning och parameterisering med MAISPROQ-modellen. Motsvarande gjordes för alla sex sorterna.



Figur 1. Validering av modellen MAISPROQ för sorten Amagrano. Graf A visar avkastning (kg ts/ha) för sju skördetidpunkter (dag på året) under 2013 i Kristianstad. Graf B visar observerade (x-axeln) och beräknade värden (y-axeln) (kg ts/ha) för alla platser åren 2013 och 2014.

Validering av modellen

För valideringsprojektet användes parametrar från sorter med liknande mognadsindex (FAO-tal) för att förutsäga hur de nya sorterna presterar med MAISPROQ-modellen i relation till resultaten i den ordinarie sortprovningen. FAO-tal ligger mellan 150 och 220 för sorter som odlas i Sverige. Varje 10-steg anger en skillnad på ca 2 dagar i mognadstid. Fokus låg på

skillnader i ts-halt mellan resultaten från valideringen, resultaten från simuleringen med MAISPROQ och ordinarie sortförsök. Parametrar från sorter med samma FAO-tal från 2013–2014 har använts för sorterna i valideringen för 2016, eftersom bara en sort, Amagrano, var gemensam för dataseten. Från hela datasetet har vi till valideringen valt ut 13 ts-provtagningar som hade en observerad ts-halt i intervallet 32–36 %, och som vid simuleringen av ts-halten som modellen beräknade fick ett värde som kom närmast 34 %.

I valideringen ingick sorterna (FAO-tal inom parantes) Ambition (180), Sunlite (170), Beethoven (200), Amagrano (200), MAS 16V (210) och Tiberio (220). Jämförs spridningen hos ts-värdena har sortprovningen betydligt större spridning än resultaten från valideringen. Resultaten visar tydligt att skörden har skett för sent i de ordinarie sortförsöken. Medel för ts-halten ligger där drygt 6 % högre än för valideringen. Datum när MAISPROQ uppnådde 34 % ts var i genomsnitt 18 september för 2016, tre dagar senare jämfört med valideringen, vilket är en mycket bra överensstämmelse. Detta visar att modellen kan simulera tillväxten hos majs, men att det finns behov av att utvärdera varför vissa avvikelser uppträder och om det finns alternativa modeller som enklare kan parameteriseras för nya sorter.

Exempel från sortprovningen på platser med olika förutsättningar

Majs är en gröda med en dokumenterad risk att inte uppnå önskad odlingskvalitet och ett starkt väderberoende för sådd, mognad och skörd. Den årsvisa genomsnittliga avkastningen samt innehåll av ts och stärkelse i sortförsöken med ensilagemajs (L6-0703) speglar odlingsförutsättningarna olika år och vilka risker som finns på olika platser (tabell 1). Roberga i Småland, som har minst gynnsamt klimat, och Önnestad (Skåne), som har mest gynnsamt klimat, är två ytterligheter bland försöksplatserna. Önnestad har en betydligt större avkastning samt större innehåll av ts och stärkelse, men samtidigt en lägre variation i ts- och stärkelsehalt i förhållande till Roberga. På båda platser finns det stora variationer mellan år. På Önnestad sticker torråret 2018 och året 2015 med en kall och blöt inledning ut. På Roberga är det särskilt åren 2009 och 2012 som har liten avkastning beroende på svala sommartemperaturer. Ts-halten bör ligga på 30–32 % vid skörd. Önnestad ligger ofta högre och Roberga ofta lägre med en senare mognad. Höga ts-halter på Önnestad beror delvis på att tidiga sorter mognar snabbare (alla sorter skördas vid samma tidpunkt) samt att försöken har skördats för sent. På Roberga är de låga ts-halterna påverkade av låga sommartemperaturer. Stärkelsenivåerna på Roberga når mycket sällan upp till önskvärda 30 %. Stärkelsevärdena uppåt 40 % på Önnestad beror på säsonger med en starkt torkpåverkad gröda.

Diskussion

Resultaten visar att det är möjligt att modellera majsens utveckling och mognad för att underlätta för lantbrukare och entreprenörer att odla majs med mindre risktagande i växtodlingen, även under år med stark variation i temperatur och nederbörd.

Vår forskning har visat att med ny spektral instrumentering och adekvata referensanalyser kan förutsäga majsens foderkvalitet under hela tillväxten. De nya modellerna har en god överensstämmelse mellan referensanalyser och de spektrala NIR-modellerna.

Arbetet med MAISPROQ-modellen visade att den har potential att förutsäga avkastning, mognad (ts-halt) och kvalitet (stärkelsehalt) hos majs under olika odlingsförutsättningar i Sverige. Den kunde även prediktera optimal skördetidpunkt för ett flertal platser i Sverige. Valideringen av modellen mot resultaten i den ordinarie sortprovningen pekar på att det finns

ett tydligt behov av ett digitalt verktyg som hjälper försöksutförare, entreprenörer och lantbrukare att välja sort och skörda majsens vid rätt tidpunkt.

Tabell 1. Avkastning ensilagemajs (kg ts/ha), ts (%) och stärkelse (% av ts) på två försöksplatser under 11 år. Årsvisa genomsnitt av alla sorter i försöken.

Skördeår	Roberga, Jönköping			Önnestad, Skåne		
	Avkastning kg ts/ha	Ts-halt %	Stärkelsehalt %	Avkastning kg ts/ha	Ts-halt %	Stärkelsehalt %
2008	9 869	27,6	20,6	15 704	36,8	29,2
2009	6 452	22,3	18,5	16 323	33,4	32,3
2010	9 015	25,9	14,1	15 217	33,5	30,4
2011	11 095	26,1	24,9	18 962	35,8	41,4
2012	6 759	19,2	3,8	19 526	34,7	37,8
2013	13 425	32,6	27,2	18 638	37,7	29,0
2014	12 956	28,8	29,0	20 649	38,6	37,3
2015	8 590	23,4	8,5	14 024	33,0	28,8
2016	13 746	33,9	31,2	15 299	47,1	39,3
2017	9 835	23,9	12,9	19 962	38,1	32,4
2018	9 124	37,7	23,1	11 592	32,9	26,0
<i>Medel</i>	<i>10 079</i>	<i>27,4</i>	<i>19,4</i>	<i>16 900</i>	<i>36,5</i>	<i>33,1</i>
<i>Std</i>	<i>2 384</i>	<i>5,2</i>	<i>8,4</i>	<i>2 717</i>	<i>3,9</i>	<i>4,8</i>

Resultaten från valideringsprojektet visar även att det finns behov att utveckla metodiken för provtagningen vid mognadsbedömning i sortprovningen. För att gå vidare med arbetet vill vi tillsammans med företag och lantbrukare skapa en digital applikation som kombinerar tillväxtmodeller och spektrala analyser som kan användas i det praktiska lantbruket. En ansökan om medel från European Innovation Partnership (EIP) har lämnats in till Jordbruksverket.

Tack

Tack riktas till Stiftelsen Lantbruksforskning, Lantmännens forskningsstiftelse och Partnerskap Alnarp.

Referenser

- Herrmann A., Kornher A. och Taube F. (2005) A new harvest time prognosis tool for maize production in Germany. *Agricultural and Forest Meteorology* 130, 95–111.
- Holzworth D., Huth N.I., Fainges J., Brown H., Zurcher E., Cichota R., Verrall S., Herrmann N.I., Zheng B. och Snow V. (2018) APSIM Next Generation: Overcoming challenges in modernising a farming systems model. *Environmental Modelling & Software* 103, 43–51.
- Keating B.A., Carberry P.S., Hammer G.L., Probert M.E., Robertson M.J., Holzworth D., Huth N.I., Hargreaves J.N.G., Meinke H., Hochman Z., McLean G., Verburg K., Snow V., Dimes J.P., Silburn M., Wang E., Brown S., Bristow K.L., Asseng S., Chapman S., McCown R.L., Freebairn D.M. och Smith, C.J. (2003) An overview of APSIM, a model designed for farming systems simulation. *European Journal of Agronomy* 18, 267–288.
- Swensson C., Halling M., Hetta M. och Geladi P. (2017a) Utveckling av sortprovningen av majs. Sveriges lantbruksuniversitet. LTV-fakultetens faktablad 3, 3 s.
- Swensson C., Halling M., Hetta M. och Geladi P. (2017b) Utvärdering av MAISPROQ-modellen. Sveriges lantbruksuniversitet. LTV-fakultetens faktablad 4, 4 s.

Inventering av sjukdomar i majs

L. af Geijersstam

Jordbruksverket, Växtskyddscentralen Kalmar, Kalmar

Korrespondens: linda.afgeijersstam@jordbruksverket.se

Sammanfattning

När majsodlingen ökar så ökar förekomsten av skadegörare. Inventeringar gjorda i Syd- och Mellansverige 2018 och 2019 visade att majssot och stjälskröta var vanligast. Majsmott förekommer längs Sveriges ostkust, i Skåne och i Halland. Flera skadegörare kan bara bekämpas med odlingsåtgärder. Kännedom om skadegörarna gör att man kan begränsa deras utbredning.

Introduktion

Majsodlingen i Sverige har expanderat de senaste 15 åren. Majs odlas ofta utan växtföljd eftersom man väljer gårdens mest lämpade jordar till odlingen. Det finns många skadegörare på majs men ingen har hittills ansetts problematisk. I en i areal växande gröda i intensiv odling gör dock att växtskyddsläget kan förändras snabbt. Växtskyddscentralerna följer i viss mån majsfältsveckovis liksom övriga grödor i Prognos- och varningsverksamheten. Angrepp av svamp och insekter förekommer dock sällan tidigt på säsongen utan är mest intressant att följa tiden innan skörd. Därför har skadegörarläget vid skörd inventerats i större omfattning 2018 och 2019.

Material och metoder

Fält i Småland, Skåne, Blekinge, Halland och på Öland inventerades 2018. År 2019 utökades området med Gotland, Östergötland, Södermanland, Uppland, Västmanland och Västergötland. Det var 44 fält 2018 och 69 fält 2019. De viktigaste skadegörarna inventerades: Majsmott (*Ostrinia nubilalis*), majssot (*Ustilago maydis*), kolvfusarios och stjälskröta (*Fusarium* spp), majsögonfläcksjuka (*Kabatiella zae*) och majsbladfläcksjuka (*Setosphaeria turcica* även *Helmintosporium turcicum*, *Drechlera turcica*). I varje fält kontrollerades plantor på fem ställen med ca 20 meter mellan. På varje ställe noterades eventuella angrepp av majsmott, majssot, kolvfusarios och stjälskröta på totalt 50 plantor. För bladsvamparna noterades procent angripen bladyta på blad vid kolven på 25 plantor. Bland övriga skadegörare noterades i huvudsak fritfluga (*Oscinella frit*) och havrebladlus (*Rhopalosiphum padi*). Inventeringarna har genomförts i samarbete med Växtskyddscentralerna samt Växa Sverige i Halland.

Resultat

Mängden angrepp varierar mycket mellan fält och även mellan områden (tabell 1 och 2). Majssot var en av de mest förekommande skadegörarna. Den finns spridd över hela Sydsverige men tenderar att avta norrut. Inga fynd gjordes i Södermanland, Uppland, Västmanland eller Västergötland. Angreppen är ofta kopplade till vattenbrist och varierar därför mellan år. De intensivaste majsodlingsområdena har mest angrepp. De största angreppen hittades i Skåne både 2018 och 2019. I Blekinge fanns stora angrepp 2018. Även Gotland hade stora angrepp 2018 (Viken, 2018, pers. medd.). Gotland, Halland och Kalmar län hade ett medelstort angrepp 2019. Teoretiskt, antaget att angripen kolv förlorar sitt fodervärde, tappar man grovt räknat 0,3 % för varje procent planta med helt angripen kolv (normal stärkelsehalt 35 %).

Tioprocenligt angrepp gav då stärkelseförlusten 4 procentenheter. Maxvärdet 72 % gav teoretiskt bara 9 % stärkelse i majsensilaget, en allvarlig förlust.

Fusarium, framförallt på stjälgar, fanns i stor mängd. Stjälkröta fanns i alla områden utom i Jönköpings län, där dock bara tre fält graderades. Under 2019 fanns mest stjälkröta i östra Sverige och den tendensen fanns även 2018. Stjälkröta fanns i de intensiva områdena men också där majs troligen odlats många år på samma fält. Kolvfusarios förekom inte 2019. Denna sjukdom utvecklas framförallt i väl mogen majs sent på säsongen. Den förekom 2018 när majsen brådmognade. *Fusarium* graderades inte i Halland 2018.

Tabell 1. Inventering av majsskadegörare vid skörd 2018.

Område	Antal fält	% av antal plantor								% av bladyta			
		Majsmott		Majssot		Fusarium				Ögonfläcksjuka		Bladfläcksjuka	
		Medel	Max	Medel	Max	Kolv		Stjälk		Medel	Max	Medel	Max
Skåne	10	1,9	16	13	72	1,1	8	1	5	0,05	0,2	0,5	5
Blekinge	3	0,7	2	9,3	22	4,0	8	0,7	2	0,1	0,2	1,8	4
Öland	17	3,3	22	1,5	6	0,9	8	2,6	12	0,0	0,2	2,7	7
Kalmar söder	2	0,0	4	2,0	4	0,0	0	0,0	0	0,0	0	3,7	6
Kalmar norr	5	0,0	0	3,6	10	1,2	4	8,8	22	0,6	2	1,2	3
Kronoberg	4	0,0	0	0,5	2	0,0	0	5,0	14	0,5	0,8	0,7	1
Jönköping	3	0,0	0	0,7	2	0,0	0	0,0	0,01	0,0	0	2,9	5
Halland	10	0,0	0	2,2	18	-	-	-	-	0,0	0	0,4	1
Medel alla fält		1,2		3,0		0,9		3,0		0,1		1,8	

Tabell 2. Inventering av majsskadegörare vid skörd 2019.

Område	Antal fält	% av antal plantor								% av bladyta			
		Majsmott		Majssot		Fusarium				Ögonfläcksjuka		Bladfläcksjuka	
		Medel	Max	Medel	Max	Kolv		Stjälk		Medel	Max	Medel	Max
Skåne	10	2,7	8	5,2	10	0,0	0	0,4	4	0,0	0,0	0,0	0
Blekinge	3	1,0	2	0,5	2	0,0	0	12,5	30	0,3	0,8	0,1	0,4
Öland	6	5,3	30	1,5	6	0,0	0	10,0	6	0,3	0,5	3,4	8
Kalmar	7	0,9	6	8,0	24	0,0	0	8,3	16	0,3	1	0,7	3
Gotland	11	0,9	6	2,7	16	0,0	0	9,3	34	0,7	0,8	1,5	1
Östergötland	5	0,4	2	0,8	4	0,0	0	22,8	50	1,3	3,6	0,0	0,1
Sörm-/Upp-/													
Västmanland	10	0,0	0	0,0	0	0,0	0	4,2	8	0,3	1,8	0	0
Västergötland	7	0,0	0	0,0	0	0,0	0	2,9	6	1,9	5,4	0,9	3
Halland	10	0,2	2	2,8	22	0,0	0	3,7	6	1,3	5	1,9	4
Medel alla fält		1,4		2,2		0,0		8,2		0,7		1,0	

Majsmott fanns framförallt i majsodlingsintensiva områden i östra Sverige. Den är etablerad i större mängd på Öland och i Skåne. I Blekinge fanns den i mindre mängd. År 2019 hittades den också i Halland och på Gotland i mängd som tyder på att den funnits där en tid. Den har också hittats i Östergötland och Uppland. Majsmott har inte hittats i Västmanland, Västergötland, Kronoberg, Jönköping eller i norra Kalmar län. Inga undersökta fält hade liggmajs.

Bladfläcksvampar finns i hela odlingsområdet men i små mängder. Värmen 2018 gynnade bladfläcksjuka. Torkskador gjorde dock angreppen svåra att gradera. Ögonfläcksjuka fanns 2018 bara i mindre mängd och utbredning. År 2019 fanns det mer ögonfläcksjuka än bladfläck-

sjuka. Av ögonfläcksjuka 2019 fanns de högsta värdena i Västergötland och Halland. Bladfläcksjuka tenderade att finnas mest i de östra områdena. Skåne hade generellt lite bladfläcksvampar. Majsrost är ovanlig men fanns 2019 i Kalmar/Ölandsområdet och i Skåne. Den övervintrar inte i Sverige.

Havrebladlus förekom i östra Sverige 2019. Ett stort angrepp av misstänkt rödsot upptäcktes i norra Kalmar län. Detta är ovanligt. År 2018 fanns bladlöss mer sporadiskt. Fritflugeskador är ovanliga eftersom utsädesbetningen har effekt. Fält i Västergötland hade skador 2019 i form av sidoskott. I landet förekom även majsst på stjälgkar där fritflugan kan ha gjort en inkörsport.

Diskussion

Vi kan se hur skadegörare ökar i majsodlingen men de flesta i en måttlig mängd. Flera skadegörare har potential att bli problematiska. Av de skadegörare som förekom i inventeringarna är stjälkrota och majsrott de som är värda mest uppmärksamhet.

Majsmott är under spridning i landet och är en fruktad skadegörare utomlands. I Sverige förekommer knappt skördesänkande skador. Larverna gnager på stjälk och kolv. Knäckt stjälk, ingångshål och bormjöl är kännetecken på angrepp (Andersson, 2015). Den ca 2 cm långa gråvita larven kan hittas i stjälken. Skadan blir liggmajs. *Fusarium* angriper ofta vid skadorna.

Kolvfusarios ger en rosa eller vit beläggning på kolvarna eller vid majsens ledknutar, oftast sent på säsongen. Stjälkrota syns tidigare och förstör bl.a. kolvar i tidigt stadium (af Geijerstam, 2016a). Den syns ofta först som fläckar på bladet utanför kolven. *Fusarium* kan ge skördebortfall men det allvarligaste är att den bildar toxiner (Andersson, 2015). Risken är störst när majsens följs av spannmål som utfodras till svin eller fågel. Även majsensilage kan dock innehålla toxiner och utgöra en onödig belastning för nötkreatur. I en studie från SVA fanns *Fusarium* i 70 % av majsensilageproverna men toxiner endast i 10 av 114 prover varav ett med mer än gränsvärdet för foder (Bondesson, 2016). *Fusarium* smittar från skörderester genom regn och vind, och gynnas av svalt, regnigt väder då honblommans silke utvecklas. Den kan även smitta med utsäde eller via majsmottets larver (Andersson, 2015). Majs gynnar svampen mer än vete gör; *Fusarium* växer betydligt bättre på majsstubb än på vete. Tvåårig vete är nästan helt nedbruten i jorden och här växer nästan ingen *Fusarium*, medan majsstubben kan fortsätta sprida smittan mer än två år efter att den odlats på fältet (Friberg *et al.*, 2016).

Bladfläcksvampar skadar genom att bladen vissnar i förtid. Majsögonfläcksjuka är den vanligaste. Den syns som små ljusa fläckar med brun ring runt och trivs bäst vid ca 15 °C. Majsbladfläcksjuka är den allvarligare av bladfläcksvamparna. Den växer till vid 24–30 °C och är därför ovanligare. Fläckarna är avlånga, först ljusgrå och senare ljusbruna. Stora angrepp kan förväxlas med frostsador (Andersson, 2015). Bladfläcksvamparna, framförallt majsbladfläck, är skördesänkande men finns antagligen sällan i skadlig mängd i Sverige. Enstaka fält kan dock behöva svampbehandling eller växtföljd som åtgärd i för svampen gynnsamma områden.

Torra år kan **majssoten** bli påtaglig. Den har dock oftast liten betydelse (Andersson, 2007). Den är inte giftig och påverkar inte djurhälsan. Däremot blir näringsvärdet sämre när majs kärnans stärkelse omvandlas till spormassor och stora angrepp kan ha ekonomisk betydelse (Cordsen Nielsen och Mikkelsen, 2018). Sporer lever 6–10 år i marken, men sprids med vind och växtrester. Svampen infekterar oftast via skador eller under blomningen (English och Cahill, 2005). Skador kan vara mekaniska eller av fritfluga. Stress, av t.ex. herbicidbehandling, frost och torka, gör plantan mottaglig (Andersson, 2007). Sporer gynnas av hög jordtem-

peratur. En liten jordsmitta kan ge stort angrepp vid gynnsamt väder. Eftersom vindspridningen är stor anses växtföljd inte vara en motiverad bekämpningsåtgärd (Cordsen Nielsen och Mikkelsen, 2018).

Fritflugans larv angriper plantbasen så att växten bestockar sig. Allvarligare angrepp är ovanliga och bekämpning är sällan nödvändig (Mikkelsen, 2018) men fritfluga kan vara ett problem i skogs- och mellanbygder (Karlsson, 2013). **Bladlus** förekommer sporadiskt, ofta havrebladlus. Den kan skada genom att försämra pollineringen. Bekämpningströskeln är flera hundra löss per planta (Mikkelsen, 2018). Att den kan sprida rödsotvirus är troligen allvarligare.

Få av majsens skadegörare kan bekämpas kemiskt med bra effekt. Flertalet bekämpas med förebyggande odlingsåtgärder. Att inte lämna några växtrester ovan jord hindrar svamparna. Nedplöjning till minst 10 cm djup hämmar majsmottet avsevärt (af Geijersstam, 2016b). Majs i växtföljd är en åtgärd mot svampsjukdomarna, så även sortvalet. Det finns skillnader i mottaglighet för *Fusarium* och för bladfläcksvampar (af Geijersstam, 2014). Tidig skörd minskar svamparnas skada och kan föra bort majsmottlarver som inte hunnit ner till plantans rot.

Vi har inte stora växtskyddsproblem i majs i Sverige, men vi har stora möjligheter att begränsa de skadegörare som finns. Det gör vi genom att vara uppmärksamma och att använda de förebyggande odlingsåtgärderna.

Referenser

- Af Geijersstam L. (2016a) Farliga svampar frodas. *Arvensis* 6, 10–11.
- Af Geijersstam L. (2016b) Välj rätt mot mott. *Arvensis* 7, 14–15.
- Af Geijersstam L. och Pålsson O. (2014) Ta svamp i majs på allvar. *Arvensis* 4, 8–9.
- Andersson, G. (2007) Majssot – går det att minska angreppen? Presentation vid Kalmar Lantmäns majsdag 1 februari 2007.
- Andersson L. (red.) (2015) Skadegörare i jordbruksgrödor. Jordbruksverket. Jönköping. 251 s.
- Bondesson U. (2016) Förekomst av mykotoxiner i majsensilage. SVA. SLF-projekt V0930013. www.lantbruksforskning.se/projektbanken.
- Cordsen Nielsen G. och Mikkelsen M. (2018) Angreb av majsbrand i flere marker. SEGES. Landbrugsinfo. https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Foder/Grovfoder/Majshelsaed-og-kolbemaajs/Sider/pl_pn_18_majsbrand.aspx [2020-01-19]
- English M. och Cahill M. (2005) Maize disorders: The UTE guide. Department of Primary Industries and Fisheries. Queensland. 139 s.
- Friberg H., Persson P. och Funck Jensen D. (2016) Utveckling av växtsjukdomar i framtida odlingsystem med majs och höstvet. SLU. SLF-projekt H1033190. www.lantbruksforskning.se/projektbanken.
- Karlsson T. (2013) Skadegörare i majs. Grovfoderverktyget. <http://grovfoderverktyget.se/?p=31132&m=4566>
- Mikkelsen M. (2018) Dyrkningsvejledning majshelsaed juni 2018. SEGES. Landbrugsinfo. https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Foder/Grovfoder/Majshelsaed-og-kolbemaajs/Sider/pl_dv_18_3876_2439_Majshelsaed.pdf [2020-01-19].

Personligt meddelande

Bengt Viken (2018) Hushållningssällskapet Gotland, Lövsta, Romakloster.

Intensiv mekanisk bearbetning av ensilage – ett sätt att öka smältbarheten?

E. Elgemark, T. Eriksson och B.O. Rustas

Sveriges lantbruksuniversitet, Institution för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: bengt-ove.rustas@slu.se

Sammanfattning

Grovfoder är det naturliga foderslaget för nötkreatur. Grovfoderkonsumtionen begränsas av grovfoderfoderpartiklarnas relativt långa uppehållstid i vommen och därför behövs betydande mängder kraftfoder för att tillgodose mjölkornas näringsbehov. Minskad storlek hos grovfoderpartiklarna kan ge ökat grovfoderintag genom att foderpartiklarna passerar snabbare genom vommen. Ökad passagehastighet kan emellertid sänka fodersmältbarheten och därmed motverka den positiva effekt på näringsförsörjningen som ökad konsumtion innebär. Extrudering av foder är en processmetod där mekanisk bearbetning av fodret medför minskad partikelstorlek och uppluckring av cellstrukturen i växtmaterial som är rika på lignocellulosa. Metoden har gett förbättrat utbyte i biogasreaktorer vilket indikerar att den även skulle kunna ha positiv effekt på grovfodrets smältbarhet i kon. Syftet med denna studie var att undersöka om extrudering ökar *in vitro*-smältbarheten av gräs- respektive klöverensilage. Ensilage från förstaskörd av timotej respektive rödklöver, vid två olika utvecklingsstadiet, bearbetades i en s.k. bioextruder. Prover av ensilagen inkuberades med vomvätska under 72 timmar i ett *in vitro*-system med kontinuerlig mätning av gasproduktion. Extrudering ökade den totala gasproduktionen och fermentationshastigheten från både timotej och klöver, vilket indikerar förbättrad vomsmältbarhet. Resultaten antyder att extrudering har potential att öka utnyttjandet av vallensilage och andra typer av grovfoder utfodrade till idisslare.

Introduktion

Grovfoder från vallgrödor är det viktigaste foderslaget för svenska mjölkkor men p.g.a. begränsad foderintagskapacitet kan högvastande mjölkors näringsbehov inte täckas av enbart grovfoder. Betydande mängder kraftfoder kan behövas för att förse djuren med tillräckliga mängder energi och protein. Genom att minska grovfodrets partikelstorlek kan passagehastigheten genom vommen öka och därmed ökar foderintaget. Korthackning kan ge ett något större grovfoderintag hos mjölkkor (Nasrollahi *et al.*, 2015) men för att få betydande effekt på konsumtionen krävs metoder som reducerar partikelstorleken mer än som är möjligt med hackning. Pelletering av grovfoder innebär en kraftig minskning i partikelstorlek. Metoden började tillämpas på 1950-talet för att öka grovfodervärdet. Det kan ha positiv effekt för djurproduktionen, genom att ökat intag kompenserar för den lägre smältbarhet som följer med snabbare passage (Minson, 1963). Det finns också indikationer på att förbättrad smältbarhet efter vommen är en ytterligare kompenserande mekanism. Rode *et al.* (1985) jämförde pelleterat hö med långsträigt hö till mjölkkor och fann sänkt vomsmältbarhet men ingen skillnad i total smältbarhet med pelleterat hö. Det finns således potential att öka näringsintaget från grovfoder genom minskad partikelstorlek. Risken att detta leder till sänkt foderutnyttjande, och därmed lägre fodereffektivitet, skulle kunna motverkas om grovfodrets nedbrytbarhet förbättras.

Extrudering är en mekanisk bearbetningsmetod som används i biogasindustrin och som innebär kraftigt minskad partikelstorlek och uppluckring av cellstruktur i växtmaterial rika på lignocellulosa. Metoden har gett förbättrat utbyte i biogasreaktorer (Hjorth *et al.*, 2011) vilket indikerar att den även skulle kunna ha en positiv effekt på fodernedbrytning i vommen.

Syftet med den här studien var att undersöka om extrudering kan ge ökad *in-vitro*-smältbarhet av gräs- och klöverensilage. Projektet finansierades av Lantmännens forskningsstiftelse.

Material och metoder

Renbestånd av timotej (*Phleum pratense* L.) och rödklöver (*Trifolium pratense* L.), odlade vid Säby i Uppsala, skördades vid två mognadsstadier, 5–6 juni (tidigt) och 19–20 juni (sent) 2018. För att minska partikelstorleken till ca 2–4 cm kördes växtmaterialet först genom en stationär hack och därefter en kompostkvarn. Grödorna torkades inomhus till 35–40 % torrsubstanshalt (ts), packades för hand i småsilor (4 L, 3 kg färskvikt) och lagrades i 15–17 veckor.

Ensilaget från de båda grödorna bearbetades sedan i en extruder för fibrösa växtmaterial (Bio-extruder MSZ-B15e, LEHMANN Maschinenbau GmbH). Prover från bearbetat och obearbetat ensilage frystes in och lagrades i -20 °C för att senare analyseras på torrsubstans (103 °C i 18 timmar), aska (550 °C i 3 timmar), råprotein (Kjeldahl; Kjeltec 2460, Tecator, Höganäs) och NDF (Chai och Udén, 1998).

Ett *in vitro*-system med kontinuerlig mätning av gasproduktionen (Gas Endeavour, Bioprocess Control AB, Lund, Sweden) användes för att utvärdera fodrets nedbrytning. Tinade foderprover (motsvarande 4 g ts) inkuberades i vomvätska blandad med buffertlösning (VOS-buffert; Lindgren, 1979) i proportionen 1:3 i flaskor om 500 ml. Fyra inkuberingsomgångar genomfördes, två med timotej och två med rödklöver. Varje körning inkluderade tripletter av obearbetat och bearbetat ensilage från respektive skörd (totalt 12 flaskor) samt en blank (utan prov) och två interna standardprover: ett med hög smältbarhet (socker) och ett med låg smältbarhet (halm).

Data för timotej respektive rödklöver analyserades gällande effekt av behandling, skörd och skörd × behandling med Proc GLM i SAS (SAS, 2018; version 9.4). Kurvanpassning gjordes på de löpande gasmätningarna för att skatta fermentationshastigheten enligt en modell som vanligtvis används till *in sacco*-data (Oerskov och McDonald, 1979):

$$p = a + b [1 - \exp(-ct)]$$

p är gasvolym vid tidpunkt t , a är volym vid tidpunkt 0, b är asymptotisk gasvolym vid oändlig tid och c är fermentationshastighet. Behandlingsmedeltal för data registrerade vid 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 och 72 timmar användes.

Resultat och diskussion

Ensilagens sammansättning visas i tabell 1. Råproteininnehållet var mindre vid sen skörd vilket indikerar ett förväntat lägre näringsvärde. Det verifieras av att sen skörd gav mindre gasproduktion ($P < 0,05$) vid 12, 24 och 48 timmar för timotej samt vid 24, 48 och 72 timmar för rödklöver.

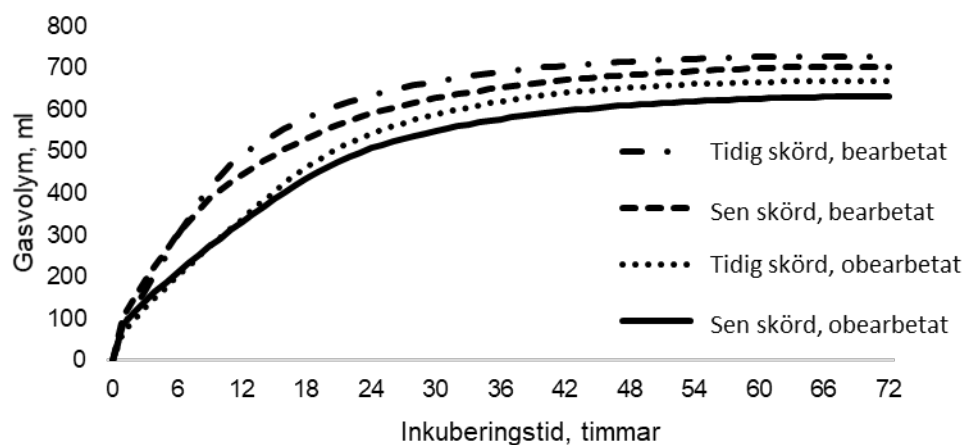
Extrudering resulterade i större gasproduktion från såväl timotej- som klöverensilage vid 6, 12, 24, 48 och 72 timmars inkubering ($P < 0,05$, figur 1 och figur 2). Gasproduktionen var efter 12 timmars inkubering 49 %, 43 %, 45 % och 35 % större hos extruderat ensilage av rödklöver tidig, rödklöver sen, timotej tidig respektive timotej sen jämfört med motsvarande ensilageslag utan extrudering. Vid 72 timmar var skillnaden mindre, 5–11 % större gasproduktion med extrudering. Liknande resultat har erhållits i biogasförsök, om än på en annan tidsskala. Extrudering har gett 62 % större metanproduktion från gräs efter 28 dagars fermentering, efter 90 dagar har skillnaderna utjämnats till 9 % större för extruderat gräs (Rodriguez *et al.*, 2017). Den större gasproduktionen i biogasförsök har förklarats med att tillgängligheten

för mikrobiell nedbrytning förbättras genom den minskade partikelstorleken som leder till att växtmaterialets exponerade yta ökar (Weiss och Bruckner, 2008).

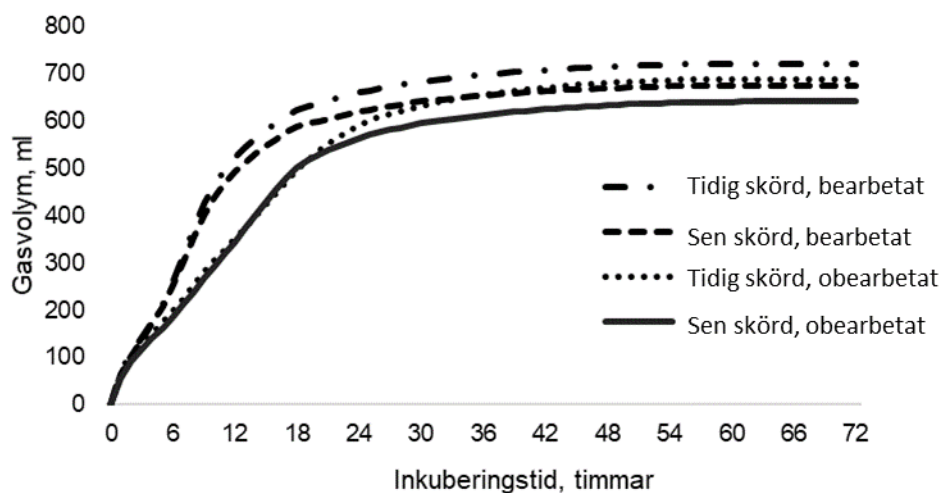
Tabell 1. Sammansättning av ensilage från timotej och rödklöver skördade vid olika tidpunkter.

	Timotej		Rödklöver	
	Tidig skörd	Sen skörd	Tidig skörd	Sen skörd
Torrsubstans (ts), %	35,0	39,7	33,6	34,6
NDF ¹ , g/kg ts	532	534	324	382
Råprotein, g/kg ts	156	115	188	162
Aska, g/kg ts	79,9	72,0	92,1	79,4

¹ Neutral detergent fibre.



Figur 1. Producerad fermentationsgas från timotejensilage under 72 timmars inkubering *in vitro* i vomvätska. Bearbetat ensilage var processat i en bioextruder.



Figur 2. Producerad fermentationsgas från klöverensilage under 72 timmars inkubering *in vitro* i vomvätska. Bearbetat ensilage var processat i en bioextruder.

Fermentationshastigheten hos både rödklöver och timotej var högre för extruderat ensilage: 6,2–6,8 % före och 8,5–9,2 % efter extrudering. Ökad fermentationshastighet tillsammans med den större gasproduktionen indikerar att extrudering förbättrar vomsmältbarheten. Den huvudsakliga fördelen med att bearbeta och därmed finfördela grovfoder ligger förmodligen i en ökad konsumtionspotential. För att inte tappa i fodereffektivitet får smältbarheten inte

sjunka nämnvärt. Det är viktigt att komma ihåg att den ökade nedbrytningshastigheten har stor betydelse för den effektiva vomsmältbarheten, dvs. hur mycket som hinner smältas innan det passerar ut från vommen. Resultaten från det här försöket visar att intensiv mekanisk bearbetning av vallensilage kan förbättra vomsmältbarhet *in vitro* vilket antyder en positiv effekt även i kon men det behöver utvärderas i utfodringsförsök.

Referenser

- Chai W.H. 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.
- Hjorth M., Granitz K., Adamsen A.P.S. och Moller, H.B. (2011) Extrusion as a pretreatment to increase biogas production. *Bioresource Technology* 102, 4989–4994.
- Lindgren E. (1979) Vallfodrets näringsvärde bestämt *in vivo* och med olika laboriemetoder. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 45. 61 s.
- Minson D.J. (1963) The effect of pelleting and wafering on the feeding value of roughage – a review. *Journal of British Grassland Society* 18, 39–44.
- Nasrollahi S.M., Imani M. och Zebeli Q. (2015) A meta-analysis and meta-regression of the effect of forage particle size, level, source, and preservation method on feed intake, nutrient digestibility, and performance in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 98, 8926–8939.
- Oerskov E.R. och McDonald I. (1979) The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage [sheep]. *Journal of Agricultural Science* 92, 499–503.
- Rode L.M., Weakley D.C. och Satter L.D. (1985) Effect of forage amount and particle-size in diets of lactating dairy-cows on site of digestion and microbial protein-synthesis. *Canadian Journal of Animal Science* 65, 101–111.
- Rodriguez C., Alaswad A., Benyounis K.Y. och Olabi A.G. (2017) Pretreatment techniques used in biogas production from grass. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 68, 1193–1204.
- Weiss D. och Brückner C. (2008) Biomasseaufbereitung zur vergärung. Schrittenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Heft 19.

Vallfodrets inverkan på ostens kvalitet

T. Eliasson^{1,2}, Å. Lundh¹ och A. Höjer²

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för molekylära vetenskaper, Uppsala

²Norrmejerier Ek. förening, Umeå

Korrespondens: thomas.eliasson@slu.se

Sammanfattning

I olika gemensamma forskningsprojekt arbetar vi (SLU, Norrmejerier, Växa Sverige och Umeå universitet) för att förbättra kvalitetssäkringen av mjölkens hela värdekedja; från vallen och produktionen av grovfoder till utvecklingen av smak och karaktär under ostens mognadsprocess. En viktig frågeställning i våra projekt är hur mjölkråvarans mikroflora varierar med olika gårdsfaktorer samt hur mikrofloran i mjölkråvaran påverkar ostmognadsprocessen. Genom att samla och analysera foderprover, mjölkprover från gårdstank och mejerisilo, samt prover från de resulterande ostarna under lagringsperioder på upp till två år, har vi i olika projekt genererat en stor mängd data för statistisk bearbetning. Resultaten visar bl.a. att inhysnings- och mjölkningssystem har en effekt på tankmjölkens mikroflora. Vi ser också att olika ensileringsmedel bidrar till varierande sammansättning av mikrofloran i grovfodret. I en kommande utfodringsstudie kommer vi att undersöka om detta kan bidra till variationen i mjölkens mikroflora och slutligen ostmognadsprocessen. Ett av de övergripande målen med vår forskning är att omvandla genererad kunskap till rådgivning som beskriver vad man som mjölkföretagare ska tänka på för att producerad mjölk ska gynna tillverkningen av svensk långlagrad hårdost.

Introduktion

Svensk mjölkproduktion har under de senaste årtiondena genomgått stora förändringar avseende djurmaterial, foderproduktion, utfodringsstrategi, inhysnings- och mjölkningssystem samt besättningsstorlek. Det är naturligt att tänka sig att denna utveckling bidragit till förändringar i mjölkråvarans sammansättning och egenskaper, vilket sannolikt i första hand påverkar produkter med en förväntad lång hållbarhet. Exempel är drycker baserade på UHT-behandlad mjölk samt produkter som kräver en lång lagringstid för att skapa önskad smak, såsom långlagrad hårdost. I Västerbotten tillverkas långlagrad hårdost enligt traditioner som sträcker sig 150 år bakåt i tiden. Trots att processen i princip är densamma, upplever man att det idag tar längre tid för osten att utveckla sin karaktäristiska smak, och att variationen i mognadstid ökat. I olika avslutade och pågående projekt samarbetar SLU, Norrmejerier, Växa Sverige och Umeå universitet för att förstå kopplingen mellan olika faktorer på gården, tankmjölkens sammansättning och egenskaper, samt smakutveckling och mognadstid för de resulterande ostarna. Projektet, med bidrag från RJN, familjen Kamprads stiftelse, SLF och SLU, syftar till att generera kunskap som belyser (1) vilka kvalitetsegenskaper hos mjölkråvaran som gynnar tillverkningen av långlagrad hårdost, (2) vilka gårdsfaktorer som har betydelse för dessa egenskaper, (3) hur man på gården på bästa sätt producerar mjölk för tillverkning av långlagrad hårdost, och (4) hur mejerifaktorer såsom val av starterkultur och processen i sig påverkar osten i slutänden.

Vad vi hittills lärt oss av projekten är att många av de faktorer vi såg ha betydelse för antalet bakterier i mjölken, såsom celltal och rutiner för diskning av mjölkningssystem, är kända sedan tidigare. Det som är nytt är att vi ser en effekt av mjölkningssystem och inhysningssystem på sammansättningen av gårdsmjölkens bakterieflora. Vi kunde även se skillnader i mikrofloras

sammansättning mellan mjölk från gårdar med mjölkningsrobotar från olika tillverkare. Mjölken från gårdarna med uppbundna kor uppvisade större förekomst av de bakterier som normalt förknippas med ost, men det är i dagsläget för tidigt att säga något om hur olika gårdsfaktorer påverkar ostmognaden.

Det senaste projektet syftar till att studera de bakterier som visat sig vara viktiga för ostens smakutveckling, mjölksyrabakterierna. I ett industridoktorandprojekt initierat av Norrmejerier under 2018, studeras förekomst och sammansättning av olika mjölksyrabakterier i grovfodret, från det gröna växtmaterialet på vallen till det resulterande ensilaget. Syftet med projektet är ta fram kunskap om hur variation i skördeplats, skördetillfälle och ensileringsmetod påverkar förekomst och antal av för ostmognaden viktiga mjölksyrabakterier i grovfodret. Denna information kommer sedan att användas som grund för ett större utfodringsförsök vid SLU Röbbäcksdalen i Umeå under 2020/2021.

Material och metoder

Sommaren 2018 skördades vallväxter på fyra platser i Sverige; Lönnstorp (Alnarp), Lanna (Skara), Säby (Uppsala) och Röbbäcksdalen (Umeå). I Säby och Röbbäcksdalen togs både första och andra skörd. Platserna valdes med hänsyn till att de ingick i ett av de långliggande fältförsöken (R3-0021) vid SLU, detta för att minimera inverkan av odlingsmetod. Prover för näringsanalys och sekvensering av bakteriellt DNA togs i växande gröda för direktfrysning i flytande kväve. Det skördade vallväxtmaterialet ensilerades i glasburkar direkt efter skörd på respektive fältstation. I studien användes tre olika behandlingar vid ensileringen; kontroll (vatten), en blandning av myr- och propionsyra samt en starterkultur med mjölksyrabakterier. Vid öppning av ensilageburkarna efter ca 100 dagar togs prover för kvalitetsanalys av ensileringsprocessen (pH, organiska syror), näringsmässig analys och sekvensering av bakteriellt DNA. På grund av den extremt varma och torra sommaren 2018, samt för att garantera en hög kvalitet i studien, upprepades dessa aktiviteter även sommaren 2019 i anslutning till första och andra skörd i Säby och Röbbäcksdalen.

Resultat och diskussion

I industridoktorandprojektet visar preliminära resultat för 2018 skillnader mellan orter och skördetillfälle avseende mikrofloras sammansättning och antalet mjölksyrabakterier i det färska växtmaterialet. Provtagning och skörd av det färska växtmaterialet gjordes i tre försöksrutor på varje ort och viss variation förekommer även mellan rutorna. De dominerande bakterierna i vallväxtmaterialet tillhör släktena *Sphingomonas* och *Pseudomonas* samt familjen *Enterobacteriaceae*. Mjölksyrabakterierna utgör endast en liten del. Vad gäller ensileringsmetodens effekt på mikrofloran, visar prelimära resultat att mjölksyrabakterierna utgör en större andel i ensilaget än i det färska vallväxtmaterialet. Sammansättningen av mikrofloran i de olika ensilagen skiljer sig mellan orter, mellan skördetillfälle 1 och 2 på samma ort, och i något fall även mellan rutorna inom fält (gäller främst kontrollen). Vad gäller det syra-behandlade ensilaget dominerar i många fall släktet *Lactobacillus* mikrofloran. I ensilagen som producerats med tillsats av starterkultur, är det en klar dominans av de tillsatta mjölksyrabakterierna; släktena *Lactobacillus* och *Pediococcus*. Sammanfattningsvis kan man säga att man ser den största variationen i ensilagens mikroflora i kontrollen, där inte något tillsatsmedel använts. I dessa ensilage utgör familjen *Enterobacteriaceae* och släktet *Lactobacillus* relativt stora andelar av den totala mikrofloran, men diversiteten är större än i de ensilage där tillsatsmedel använts. Slutligen verkar det också finnas en "carry-over-effekt", där några få arter av *Lactobacillus* i det färska vallväxtmaterialet blir väldigt många i det slutgiltiga ensilaget. Detta

är dock baserat på en jämförelse av en begränsad del av genomet. För att säkerställa att det verkligen är samma bakterier i både vallväxtmaterial och ensilage bör en större del av genomet hos dessa sekvenseras.

Det är ett omfattande datamaterial som har samlats in i de olika projekten. Vi har funnit intressanta samband mellan gårdsfaktorer och sammansättningen av mjölkråvarans mikroflora i gårdstanken. Flera av de faktorer som har betydelse har dock samband med varandra (system för inhysning och mjölkning, koras m.m.), vilket gör det problematiskt att utvärdera effekten av enskilda faktorer. I uppföljande projekt, bl.a. det pågående industridoktorandprojektet, hoppas vi kunna öka kunskapen om hur mikrofloran i grovfoder och mjölkråvara påverkar osten under mognad. Projektet fortsätter under kommande år med ett utfodringsförsök i Röbäcksdalen. Olika ensilage ska produceras och utfodras, mikrofloran i grovfodret, i tankmjölken och på utvalda platser i stallmiljö och mjölktrum ska karaktäriseras. Den resulterande tankmjölken kommer i slutet av varje utfodringsomgång att hämtas till mejeriet i Burträsk för att användas i ystningsförsök. Den producerade osten kommer slutligen att följas under hela mognadsprocessen. Syftet är att se om utfodring med ensilage, producerade med olika behandlingar och med olika sammansättning av mikrofloran, kan ge en effekt i mjölkens mikroflora och därmed även påverka ostens mognadsprocess.

Referenser

Bernes G., Höjer A., Lundh Å., Dicksved J., Johansson M., Priyashantha H., Sun L., Gustafsson A.H., Langton M., Hetta M. och Hallin Saedén K. (2018) Forskning pågår – från foder till ost. Sveriges lantbruksuniversitet. Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, 1.

Bernes G., Höjer A., Lundh Å., Johansson M., Hallin Saedén K., Hetta M., Dicksved J., Sun L. och Nilsson D. (2019) Vad påverkar mikrofloran i mjölken på gård och mejeri? Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap 3.

Bernes G., Höjer A., Hallin Saedén K., Lundh Å., Johansson M., Sun L., Hetta M., Dicksved J. och Nilsson D. (2019) Från vallfoder till ost. Svenska Vallföreningen. Svenska Vallbrev 2, 3–5.

Sun L., Bernes G., Dicksved J., Höjer A., Hallin Saedén K., Gustafsson A.H., Johansson M., Hetta M. och Lundh Å. (2018) Impact of farm management on microflora of raw cow milk – a Swedish farm-based study. *Journal of Dairy Science* 101:2, 373–374.

Metoder för att bestämma ligninstrukturer i vallväxter

A. Larsson^{1,3}, M. Hedenström², M. Murphy³, E. Nadeau⁴ och S. Krizsan¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

²Umeå universitet, Kemiska institutionen, Svenskt NMR Centrum, Umeå ³Lantmännen,

Stockholm ⁴SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

Korrespondens: annie.larsson@slu.se

Sammanfattning

Ligninfraktionen i vallväxter har en viktig roll både för växtens tillväxt och stabilitet, men även för smältbarheten av fiberfraktionen i grovfoder till mjölkkor och växande djur. Tre s.k. monomerer bildar större ligninstrukturer som tillsammans med ferulin- och kumarsyra binder till strukturella kolhydrater. De kan på så vis påverka grovfodrets smältbarhet. Målet med föreliggande studie var att hitta relevanta metoder för att kunna identifiera skillnader i ligninstrukturer mellan olika gräs- och baljväxter. Totalt 14 gräs- och baljväxtarter torkades, maldes och analyserades med pyrolys-gaskromatografi/masspektroskopi (Py-GC/MS) samt isolerades genom "Milled Wood Lignin" och analyserades med kärnmagnetisk resonansspektroskopi (NMR). Py-GC/MS är en snabb metod som kräver minimal provberedning, den ger dock inte detaljerad information om bindningar eller ferulin- och kumarsyra. NMR däremot kan ge detaljerad information om bindningar och ligninstrukturer, men kräver en omfattande provberedning och är mycket tidskrävande. Genom att ha information om ligninets struktur och dess kopplingar till kolhydraterna i fiberfraktionen kan vi påverka fibersmältbarheten i vallväxter, vilket har stor betydelse för konsumtion och produktion hos idisslare.

Introduktion

Lignin, som är en del av växtens fiberfraktion, är en strukturell polymer av fenoler som är nödvändig för tillväxt och stabilitet i växten. Ligninhalten i gräs varierar beroende på växtens utvecklingsstadium (Wallsten och Hatfield, 2016) och beroende på vilken analysmetod som används för att kvantifiera ligninet registreras olika mycket av ligninet (Krizsan *et al.*, 2014). Då ligninet i sig anses osmältbart spelar dess andel en stor roll för grovfodrets smältbarhet, som i sin tur har stor påverkan på såväl mjölkproduktion som tillväxt hos idisslare. De tre monomererna syringyl (S), guaiacyl (G) och *p*-hydroxyfenyl (H) bildar huvuddelen av ligninstrukturen som även innehåller mindre mängd ferulinsyra och kumarsyra som binder både till ligninet och till de strukturella kolhydraterna i växtens cellväggar. De här lignin-kolhydratbindningarna anses påverka fibersmältbarheten i grovfoder (Grabber *et al.*, 2009). Analys av ligninets sammansättning har under en längre tid varit vanlig i trä- och skogsindustrin, men för vallväxter är sammansättningen till stor del fortfarande outforskad. Gräs- och baljväxter består, till skillnad från trä, av en stor andel proteiner och lösliga kolhydrater som försvårar isolering och analys av lignin komplexets sammansättning. Nedanstående metodutveckling är en del av ett större projekt med mål att kartlägga och koppla ligninstrukturer till skillnader i fibersmältbarhet mellan olika vallväxter. Detta sker för att i samarbete med växtförädlare söka ta fram vallväxter med optimal fiberkvalitet för effektivare mjölk- och köttproduktion. Projektet kommer att koppla ligninstrukturer med smältbarhet och produktion genom ytterligare försök så som *in situ*-försök på laboratorium och produktionsförsök med mjölkkor på Lantmännens försöksgård Nötcenter Viken.

Målet med den här pilotstudien var att hitta relevanta metoder för att kunna identifiera skillnader i ligninstrukturer mellan olika gräs- och baljväxtarter.

Material och metoder

Totalt 14 prover bestående av tre ängssvingelsorter (*Festuca pratensis* Huds.), en sort av vardera rörsvingel (*Festuca arundinacea* Schreb) och engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.), fyra timotejsorter (*Phleum pratense* L.), en lusersort (*Medicago sativa* L.), två vitklöversorter (*Trifolium repens* L.) och två rödklöversorter (*Trifolium pratense* L.) skördades vid begynnande axgång 18–28 maj 2018 i Svalöv. Proven torkades i värmeskåp (35 °C i 24 timmar), maldes på kulkvarn och analyserades med pyrolys-gaskromatografi/masspektroskopi (Py-GC/MS). Proven separerades och analyserades enligt Gerber *et al.* (2012). Dessutom gjordes en cellväggsisolering innan extraktion av ligninet från cellväggarna genom "Milled Wood Lignin (MWL) enligt Björkman (1954) och det extraherade provet analyserades med kärnmagnetisk resonansspektroskopi (NMR).

Lösligt protein och lösliga kolhydrater avlägsnades genom cellväggsisolering. Proven tvättades tre gånger med buffertlösning (50 mM NaCl), tre gånger med 80 % etanol, tre gånger med aceton och två gånger med kloroform:metanol (2:1). Proven behandlades med cellulas i tre dygn i roterande ugn, 50 °C. Därefter centrifugerades och tvättades de två gånger med destillerat vatten.

MWL-extraktion utfördes enligt modifierat protokoll av Björkman (1954). Torkade cellväggsisolerade prover maldes i en planetkulkvarn i 5 × 10 minuters cykler. De malda proven extraherades (3 × 24 timmar) i 96 % dioxan (10 ml dioxanlösning/g prov). Proven centrifugerades och supernatanterna poolades. Supernatanten filtrerades och evaporerades med vacuum i en rotationsindunstare vid 35 °C, 2 × 5 ml vatten tillsattes under evaporationen. Den slutliga produkten frystorkades.

NMR-analysen av MWL utfördes på en Bruker 600 MHz Avance III HD-spektrometer utrustad med en kryoprob för optimal känslighet. Inför analysen löstes ca 20 mg av varje prov upp i 600 µl dmso-d₆ direkt i ett 5 mm NMR-rör. Vi använde oss av tvådimensionella ¹H-¹³C HSQC (Heteronuclear Single-Quantum Coherence)-experiment där vi identifierat toppar från olika ligninstrukturer och integrerat volymen för utvalda toppar för att kunna bestämma de relativa förekomsterna av olika sub-strukturer i ligninet (Kim *et al.*, 2008). Analystiden per prov var ungefär 2 timmar och identifieringen av toppar bygger på tidigare publicerad data (del Rio *et al.*, 2012). NMR-data processades och integrerades i Topspin 3.5 (Bruker Biospin, Tyskland).

Resultat och diskussion

Under Py-GC/MS frigörs komponenter från lignin, kolhydrater och enkla fenoler. Fenoler kan dels vara förstadium till ligninmonomerer, dels finnas fritt i växten. Vid Py-GC/MS kan fenoler tillverka liknande produkter som de som härstammar från ligninstrukturen, såsom 4-vinylfenol (från kumariner) och 4-vinylguaiacol (från ferulater), vilket leder till en överskattning av H- samt G- lignin och påverkar S/G-kvoten om de inte utesluts från beräkningarna. Därför har dessa utelämnats vid beräkning av S/G- kvoten för proven i Py-GC/MS. Identifieringen av dessa komponenter indikerar att det finns kumar- och ferulinsyra i proven. Resultat från Py-GC/MS redovisas i tabell 1.

Försök att analysera intakta prover utan provberedning med NMR gav inga urskiljbara lignintoppar i spektrumet då andra substanser, såsom kolhydrater och proteiner, gav starkare signaler och överskuggade ligninsignalerna. Detta gjorde det omöjligt att kvantifiera mängden lignin i intakta prover.

Tabell 1. Relativ sammansättning av S-, G-, H-lignin samt S/G- kvot i % av torkat intakt prov av gräs- och baljväxter analyserade med Py-GC/MS.

Art	Sort	S	G	H	S/G
Ängssvingel	SW Minto	1,38	2,69	1,49	0,50
Ängssvingel	Tored	1,47	3,18	1,43	0,46
Ängssvingel	SW Revansch	1,72	3,15	1,65	0,54
Rörsvingel	Swaj	1,60	2,86	1,34	0,56
Engelskt rajgräs	SW Birger	1,64	2,86	1,36	0,58
Timotej	Grindstad	2,13	4,13	1,73	0,52
Timotej	Switch	2,45	4,57	1,54	0,54
Timotej	Tryggve	1,53	3,80	1,82	0,40
Timotej	Rakel	1,84	3,80	1,96	0,49
Blålusern	SW Nexus	1,67	3,03	1,63	0,55
Vitklöver	SW Hebe	0,31	1,99	1,45	0,33
Vitklöver	Edith	0,46	1,41	1,61	0,33
Rödklöver	Vicky	0,54	1,14	1,64	0,47
Rödklöver	SW Ares	0,98	1,40	1,46	0,69

Provberedning enligt Björkman (1954) har under en längre period varit standard i trä- och skogsindustrin men har ännu inte blivit applicerad på gräs- eller baljväxter. Då det är betydligt mindre mängd lignin i gräs (ca 7–15 % av ts enligt Klason-lignin-metoden) (Krizsan *et al.*, 2014) än vad det är i t.ex. trä (20–35 % av ts av Klason-lignin) (White, 2007), innebär det en svårighet att isolera ligninet tillräckligt för analys, utan att förstöra grundstrukturen. del Rio *et al.* (2012) visade dock att provberedningen för MWL var applicerbar på vetealm, varpå idén att testa även på gräs- och baljväxter uppstod. Resultat från NMR-analysen med föregående MWL-provberedning redovisas i tabell 2.

Tabell 2. Procentandel S-, G-, H-lignin, förhållandet mellan S/G-lignin samt ferulin- och kumarsyra av totala ligninfractionen i gräs- och baljväxter beredda enligt Milled Wood Lignin-protokoll och analyserade med NMR.

Art	Sort	S	G	H	FS	KS	S/G
Ängssvingel	SW Minto	26,0	57,9	16,1	11,3	11,3	0,31
Ängssvingel	Tored	26,1	64,5	9,30	11,5	9,60	0,29
Ängssvingel	SW Revansch	31,2	59,9	8,90	8,10	10,7	0,34
Rörsvingel	Swaj	27,7	62,3	10,0	11,4	13,0	0,31
Engelskt rajgräs	SW Birger	28,9	62,8	8,30	10,3	13,5	0,31
Timotej	Grindstad	26,9	61,4	11,7	10,8	10,5	0,30
Timotej	Switch	30,3	64,1	5,50	12,0	11,1	0,32
Timotej	Tryggve	27,5	66,2	6,20	10,7	11,1	0,29
Timotej	Rakel	28,4	65,3	6,30	11,0	12,1	0,30
Blålusern	SW Nexus	33,5	56,8	9,80	3,20	0,50	0,37
Vitklöver	SW Hebe	15,2	56,8	28,0	8,90	1,10	0,21
Vitklöver	Edith	18,4	53,6	28,0	7,80	1,80	0,26
Rödklöver	Vicky	32,7	53,6	13,7	5,80	10,2	0,38
Rödklöver	SW Ares	35,0	53,5	11,5	10,0	15,8	0,40

FS = ferulinsyra, KS = kumarsyra.

Tabell 1 och tabell 2 bekräftar resultaten från studien av Chen *et al.* (2002) att S-, G-, och H-lignin finns i vallväxter, liksom vetealm (del Rio *et al.*, 2012). Tabellerna visar även att det finns skillnader både inom och mellan arter; båda tabellerna visar att baljväxter generellt har lägre andel G-lignin än gräs samt att S/G-kvoten är högst för rödklöver och lägst för vitklöver.

Vilken metod är då den bästa för att identifiera ligninstrukturen i gräs- och baljväxter? Det är inte en helt lätt fråga att besvara, då det finns för- och nackdelar med båda metoderna.

Py-GC/MS är en snabb metod som kräver minimal provberedning. Det är dock med denna metod inte möjligt att analysera på vilket sätt de olika ligninmonomererna binder till varandra, inte heller kan man identifiera kumar- eller ferulinsyra och behovet av att utelämna vissa komponenter för att få ett värde på H- och G-lignin bidrar med en osäkerhet i resultaten. NMR däremot kan ge detaljerad information om bindningar, slutgrupper, de olika ligninmonomererna samt både kumar- och ferulinsyra, men kräver en omfattande provberedning och är mycket tidskrävande. Enligt del Rio *et al.* (2012) är ett alternativ att komplettera Py-GC/MS med en pyrolys med tillsatt tetrametylammoniumhydroxid (Py-TMAH), vilket inducerar en transesterifiering av estrarna i fenolerna och gör det möjligt att skilja på om fenolerna härstammar från ligninmonomerer, kumar- eller ferulinsyra. Py-TMAH kan alltså vara ett komplement till Py-GC/MS för att kartlägga ligninstrukturen på ett relativt snabbt och enkelt sätt, men för att granska detaljer i ligninstrukturen, som t.ex. bindningar mellan de olika enheterna, krävs NMR-analys med föregående provberedning.

Samarbeten

Tack till Junko Takahashi Schmidt vid Biopolymer Analytical Platform (BAP) vid Umeå Plant Science Centre (UPSC)/SLU, som stöts av Bio4Energy och TC4F, för hjälp med Py-GC/MS analysen. Projektet finansieras av Lantmännen och SLU genom Livs-ID programmet.

Referenser

- Björkman A.J.N. (1954) Isolation of lignin from finely divided wood with neutral solvents. *Nature* 174(4440), 1057–1058.
- Chen L., Auh C., Chen F., Cheng X., Aljoe H., Dixon R.A. och Wang, Z. (2002) Lignin deposition and associated changes in anatomy, enzyme activity, gene expression, and ruminal degradability in stems of tall fescue at different developmental stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50(20), 5558–5565.
- del Rio J.C., Rencoret J., Prinsen P., Martinez A.T., Ralph J. och Gutierrez, A. (2012) Structural characterization of wheat straw lignin as revealed by analytical pyrolysis, 2D-NMR, and reductive cleavage methods. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 60(23), 5922–5935.
- Gerber L., Eliasson M., Trygg J., Moritz T., Sundberg B.J.J. (2012) Multivariate curve resolution provides a high-throughput data processing pipeline for pyrolysis-gas chromatography/mass spectrometry. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 95, 95–100.
- Grabber J.H., Mertens D.R., Kim H., Funk C., Lu F. och Ralph J. (2009) Cell wall fermentation kinetics are impacted more by lignin content and ferulate cross-linking than by lignin composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89(1), 122–129.
- Kim H., Ralph J. och Akiyama T.J.B.R. (2008) Solution-state 2D NMR of ball-milled plant cell wall gels in DMSO-d₆. *BioEnergy Research* 1(1), 56–66.
- Krizsan S., Mirzaei Alamouti H., Rinne M. och Huhtanen P. (2014) Indigestible neutral detergent fibre in predictions of grass and red clover silage digestibility. *Grass and Forage science* 69(2), 266–275.
- Wallsten J. och Hatfield R. (2016) Cell wall chemical characteristics of whole-crop cereal silages harvested at three maturity stages. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96(10), 3604–3612.
- White R.H. (2007) Effect of lignin content and extractives on the higher heating value of wood. *Wood and Fiber Science* 19(4), 446–452.

Två biologiska metoder som under anaerob lagring kan förbättra smältbarheten av grovfoder

K. Mogodiniyai Kasmaei

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: kamyar.mogodiniyai.kasmaei@slu.se

Sammanfattning

Biomassa, som exempelvis vallfoder och halm, är rik på cellulosa, hemicellulosa och lignin. Cellulosan och hemicellulosan kan utnyttjas anaerobt i vommen hos idisslare för att producera animalier, eller i anaeroba fermentatorer för att producera biokemiska produkter eller biogas. Är växterna kraftigt lignifierade begränsas emellertid den enzymatiska hydrolysen och därmed utnyttjandet av cellulosa och hemicellulosa kraftigt. Man kan tillämpa ett flertal kemiska och fysikaliska behandlingar för att minska lignifieringsgraden och förbättra utnyttjandet i industriell bioraffinering. Dessa behandlingar är ofta mycket energikrävande och har negativa effekter på miljön. Intresset är därför stort för att hitta alternativa metoder. Biologiska metoder uppfattas som lockande alternativ men även dessa har sina begränsningar bland annat på grund av varierande effektivitet och ofta långa behandlingstider. I denna rapport presenteras två biologiska metoder som vi för närvarande arbetar med, eller planerar att inkludera, i arbetet med att förbättra utnyttjandet av lignifierad cellulosabaserad biomassa för djurfoder och bioraffinaderi.

Introduktion

Det är viktigt att hitta hållbara och miljövänliga alternativ till fossil energi och annan användning av fossila kolkällor. Samtidigt ökar behovet av livsmedel p.g.a. att jordens befolkning ökar. Biomassa bestående av delvis lignifierad cellulosa utgör en viktig resurs för att säkerställa behoven av foder, kemiska produkter och energi eftersom den är förnybar, billig och för att den inte kan användas som humant livsmedel.

Lignifierad cellulosabaserad biomassa (LCB) består huvudsakligen av de tre strukturella polymererna cellulosa, hemicellulosa samt lignin och finns framförallt i cellväggarna i växten. Av dessa tre polymerer, som vanligen kallas fiber, är det bara cellulosa och hemicellulosa som kan utnyttjas anaerobt i t.ex. idisslarnas vom eller i industriella anaeroba fermentatorer för att producera biogas, biokemiska produkter eller animalieprodukter. Den anaeroba nedbrytningen är emellertid generellt liten, främst beroende på förekomsten av lignin som är bundet till cellulosan och hemicellulosan. I gräsväxter, inklusive spannmål, är cellulosa och hemicellulosa sammanbundna främst med ferulinsyrabindningar och de bildar en matris som binder cellulosan (Wong, 2006; Rubin, 2008). Denna konfiguration av fibern tror man är den huvudsakliga orsaken till svårigheten att bryta ner LCB. För vallfoder till mjölkkor uppnår man hög smältbarhet genom att skörda vällen i ett tidigt utvecklingsstadium innan lignifieringen har gått så långt. Det innebär emellertid många skördar per säsong där varje skörd ger en liten mängd biomassa och stora arbets- och maskinkostnader. Kunde man öka smältbarheten av den lignifierade biomassan skulle man kanske kunna få samma avkastning på vällen med bara en eller två skördar och ändå få en hög smältbarhet.

Det finns olika metoder för att förbättra smältbarheten av LCB. Vanligast är mekaniska, kemiska eller biologiska behandlingar. Här presenteras en behandling med bakterien *Lactobacillus* som har testats i två experiment och en behandling med vitrötesvamp som kommer att testas i framtida forskning om ansökningarna beviljas. Hittills har forskningen finansierats av Formas.

Det finns stammar av både bakterier och mögelsvamp som kan producera ferulinsyraesteras (FAE) (EC 3.1.73), ett enzym som klyver bindningen mellan lignin och hemicellulosa i cellväggarna. På det sättet ökar tillgängligheten av både hemicellulosa och cellulosa så att dessa kan smältas och utnyttjas som energikälla. Ett antal försök har gjorts att använda FAE-producerande arter av mjölksyrabakterier, *Lactobacillus*, som tillsatsmedel vid ensilering (Kang *et al.*, 2009; Jin *et al.*, 2015; Lynch *et al.*, 2015) men effekten på smältbarheten av ensilaget har varit varierande. Orsaken till varierande effekt har inte kunnat klarläggas. För att söka förklaringar till det varierande utfallet utfördes två experiment.

Material och metoder

I det första experimentet (Mogodiniyai Kasmaei *et al.*, 2019), var hypotesen att mjölksyrabakterierna som tillsattes inte producerade FAE under ensileringen därför att det fanns ett överskott av lättillgängliga kolhydrater. Hypotesen grundade sig på att glukos hämmar FAE-generna i *Aspergillus niger* (de Vries *et al.*, 2002). För att testa vår hypotes studerade vi FAE-aktiviteten genom att som tillsatsmedel använda FAE-producerande *Lactobacillus buchneri* LN4017 (ATCC no. PTA-6138) vid tre nivåer av tillsatt glukos (ingen, låg och hög nivå). Enzymaktiviteten följdes genom att mäta bakteriens nedbrytning av ett substrat (metylferulat) under 48 timmar vid en inkubation på ett tillväxtmedium.

I det andra experimentet (Kelkay Haile och Mogodiniyai Kasmaei, 2019), var hypotesen att den tillsatta bakterien med dess enzymssystem inte i tillräcklig utsträckning kom i kontakt med fiberfraktionen och ligninbindningarna. Vi testade därför att tillsätta samma *Lactobacillus buchneri* till grönmassa som utsatts för olika mekanisk bearbetning. Två olika gräs användes till grönmassa, dels rajgräs, dels ängssvingel, båda av andra skörd. Dessa gräs ensilerades, antingen efter att endast ha hackats eller efter att ha utsatts för två nivåer av mekanisk bearbetning. Den mekaniska bearbetningen bestod i att låta en 4,8 kg tung metallstav falla 100 gånger från 55 cm höjd mot den hackade grönmassan (lätt bearbetning) samt att låta den hackade grönmassan passera en köttkvarn (tung bearbetning). Dessa försök genomfördes genom att ensilera grönmassan i 100 ml glasrör i 48–49 dagar varefter fibernedrytningen analyserades *in vitro* genom att ensilaget inkuberades i buffrad vomvätska i 96 timmar vid 38 °C och den återstående fiberfraktionen vägdes.

Resultat och diskussion

Bakterier som kan producera ferulinsyraesteras

Resultatet av det första försöket visade klart att FAE-aktiviteten hos *Lactobacillus buchneri* inte minskade vid ökande glukosnivå. Vi kunde alltså konstatera att tillgången på lättillgängligt substrat inte hade en hämmande effekt på FAE-aktiviteten. Resultaten av det andra försöket visade att den mekaniska bearbetningen inte heller hade någon effekt på fiberns smältbarhet. I detta försök genomförde vi även en analys av fältfloran och konstaterade att den tillsatta mjölksyrabakterien inte dominerade fermentationen p.g.a. den stora mängden naturligt förekommande mjölksyrabakterier på grödan. Fortsatta studier, baserade på de genomförda, är planerade för att undersöka orsaken till varierande FAE-aktivitet.

Användning av vitrötesvamp

Många svamparter kan bryta ner lignin. Bland dessa är vitrötesvampen (white-rot-fungi, WRF) väl studerad (Nayan *et al.*, 2019). WRFs förmåga att bryta ner lignin beror på ett unikt ligninolytiskt enzym-komplex som främst består av laccas, ligninperoxidas och manganperoxidas (Ma och Ruan, 2015; Andlar *et al.*, 2018). Det finns emellertid ett antal problem med att använda WRF i stor skala. Ett av problemen är att WRF fungerar bäst om biomassen är steril. Ett annat är att det krävs lång behandlingstid (flera veckor) och att förlusten av cellulosa och hemicellulosa under inkubationen kan vara stor. Ett forskningsprojekt planeras för att kunna studera dessa problem. Kortfattat går det ut på att utsätta biomassen för en mild ureabehandling och därigenom åstadkomma en basisk miljö före tillsatsen av WRF. WRF växer bra i alkalisk miljö samtidigt som en alkalisk miljö hämmar tillväxten av skadliga mikroorganismer under denna aeroba förbehandling (Magri *et al.*, 2013). Det kan eventuellt upphäva behovet av en steril biomassa. Den alkaliska miljön ger sedan denna typ av WRF goda förutsättningar att utvecklas och bryta ner ligninstrukturerna. Den behandlade biomassen kan därefter lagras anaerobt för att kunna användas året runt. Denna metod är möjlig att testa både för tillverkning av bioetanol från lignifierad biomassa och som foder till mjölkkor med stor grovfoderandel i foderstaten.

Referenser

- Andlar M., Rezić T., Marđetko N., Kracher D., Ludwig R. och Šantek B. (2018) Lignocellulose degradation: An overview of fungi and fungal enzymes involved in lignocellulose degradation. *Engineering in Life Sciences* 18, 768–778.
- de Vries R.P., vanKuyk P.A., Kester H.C.M. och Visser J. (2002) The *Aspergillus niger faeB* gene encodes a second feruloyl esterase involved in pectin and xylan degradation and is specifically induced in the presence of aromatic compounds. *Biochemical Journal* 363, 377–386.
- Jin L., Duniere L., Lynch J.P., McAllister T.A., Baah J. och Wang Y. (2015) Impact of ferulic acid esterase producing lactobacilli and fibrolytic enzymes on conservation characteristics, aerobic stability and fiber degradability of barley silage. *Animal Feed Science and Technology* 207, 62–74.
- Kang T.W., Adesogan A.T., Kim S.C. och Lee S.S. (2009) Effects of an esterase-producing inoculant on fermentation, aerobic stability, and neutral detergent fiber digestibility of corn silage. *Journal of Dairy Science* 92, 732–738.
- Kelkay Haile K. och Mogodiniyai Kasmaei K. (2019) Digestibility of grass silage treated with a feruloyl esterase producing inoculant. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 302, 150–153.
- Lynch J.P., Baah J. och Beauchemin K.A. (2015) Conservation, fiber digestibility, and nutritive value of corn harvested at 2 cutting heights and ensiled with fibrolytic enzymes, either alone or with a ferulic acid esterase-producing inoculant. *Journal of Dairy Science* 98, 1214–1224.
- Ma K. och Ruan, Z. (2015) Production of a lignocellulolytic enzyme system for simultaneous bio-delignification and saccharification of corn stover employing co-culture of fungi. *Bioresource Technology* 175, 586–593.
- Magri M.E., Philippi L.S. och Vinnerås B. (2013) Inactivation of pathogens in feces by desiccation and urea treatment for application in urine-diverting dry toilets. *Applied and Environmental Microbiology* 79, 2156–2163.
- Mogodiniyai Kasmaei K., Schlosser D., Sträuber H. och Kleinstüber S. (2019) Does glucose affect the de-esterification of methyl ferulate by *Lactobacillus buchneri*? *MicrobiologyOpen*. 2019;00:e971. <https://doi.org/10.1002/mbo3.971>
- Nayan N., van Erven G., Kabel M.A., Sonnenberg A.S., Hendriks W.H. och Cone J.W. (2019) Improving ruminal digestibility of various wheat straw types by white-rot fungi. *Journal of food and agriculture* 99, 957–965.
- Rubin E.M. (2008) Genomics of cellulosic biofuels. *Nature* 454, 841–845.
- Wong D.W.S. (2006) Feruloyl esterase – a key enzyme in biomass degradation. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 133, 87–112.

Grovfoder i fri tillgång till dräktiga dikor under vintern

M. Jardstedt¹, E. Nadeau^{1,2}, P. Nørgaard³ och A. Hessle¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

²Hushållningssällskapet Sjuhärad, Rådde Gård, Länghem ³Københavns Universitet, Institut for Veterinær- og Husdyrvidenskab, Danmark

Korrespondens: mikaela.jardstedt@slu.se

Sammanfattning

Syftet med denna studie var att utvärdera den näringsmässiga kvaliteten hos en traditionell blandad gräsvall och jämföra den med några alternativa fiberrika grovfoder genom att utfodra dem i fri tillgång till dräktiga dikor. Fyra olika foderstater utfodrades; a) ensilage av timotej-ängssvingel, b) ensilage av rörsvingelhybrid (Hykor) plus urea, c) ensilage av rörflen, d) kornhalm plus urea och rapsmjöl, till 36 dikor under 16 veckor innan kalvning. Gräsen skördades i ett sent utvecklingsstadium. Försöket visade att den traditionella blandvallen baserad på timotej och ängssvingel, samt foderstaten med Hykor, blev för näringsrika för dräktiga dikor, trots sen skörd. Överutfodring av energi och protein före kalvning resulterade i vikt- och hullökning samt i högre foderkostnader, jämfört med att utfodra rörflen. Kor som fick rörflen och de som fick halm plus urea och rapsmjöl tappade däremot i hull under stallperioden. Kor som ätit rörflen återhämtade dock sitt hull under den efterföljande betesperioden. Att utfodra rörflen av en kvalitet likt den i försöket, eller ett grovfoder med liknande egenskaper, skulle därför vara en möjlig strategi för att undvika hullökning och minska foderåtgång och foderkostnad under stallperioden i dikalvsföretag där man vill ge korna fri tillgång till grovfoder under dräktigheten.

Introduktion

Foderkostnaden under stallperioden utgör en betydande andel av de totala kostnaderna för en diko under ett år (Kumm, 2009). En majoritet av de svenska dikalvarna föds under våren, vilket innebär att dikorna är dräktiga under en stor del av stallperioden och har då ett förhållandevis litet näringsbehov. Dikor utfodras vanligtvis i fri tillgång under vintern av rationella skäl. Dock medför den fria tillgången på foder, i kombination med det ringa näringsbehovet under de två första tredjedelarna av dräktigheten, att dikorna riskerar att överutfodras med både energi och protein under denna tid (Arnesson och Salevid, 2011). Detta resulterar i onödigt höga foderkostnader och kan leda till feta kor som löper ökad risk för komplikationer vid kalvning. En vanlig metod för att reglera foderintaget hos dräktiga dikor vid utfodring i fri tillgång är att senarelägga vallskörden. Detta resulterar i ett grovfoder med hög koncentration av fibrer (neutral detergent fibre, NDF) och låg smältbarhet, vilket ger en hög vomfyllnad som begränsar kons intag (Oba och Allen, 1999). Timotej (*Phleum pratense* L.) och ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds.) är vanliga i traditionella svenska gräsblandningar. Fältstudier har dock visat att dessa blandningar, trots sen skörd, kan ha ett för högt näringsmässigt innehåll för dräktiga dikor (Arnesson och Salevid, 2011). Hykor, en hybrid mellan italienskt rajgräs (*Lolium multiflorum* L.) och rörsvingel (*Festulolium arundinacea* Schreb.), och rörflen (*Phalaris arundinacea* L.) är två föreslagna alternativ till det traditionella timotej-ängssvingelbaserade grovfodret. Halm skulle också kunna vara ett ekonomiskt lämpligt alternativ i områden med mycket spannmålsproduktion, om den kompletteras med ett proteinfoder.

Syftet med denna studie, finansierad av EU:s regionala utvecklingsfond, Agroväst, Skaraborgs kommunalförbund och SLU, var att utvärdera den näringsmässiga kvaliteten hos olika typer av fiberrika grovfoder och jämföra dessa med en traditionell blandad gräsvall genom att

utfodra dem i fri tillgång till dräktiga dikor. Vårt fokus var att studera grovfodrens effekter på foderintag, intag av energi och protein i förhållande till kornas behov, kalvens prestation, samt kostnaden för de olika foderslagen under dräktigheten.

Material och metoder

Studien genomfördes med 36 vårkalvande vuxna dikor av rasen hereford med start i oktober 2013. Studien var upplagd som ett randomiserat blockförsök, där korna blockades i tre kalvningsgrupper baserat på förväntat kalvningsdatum. Kor inom kalvningsgrupp slumpades till en av fyra boxar och varje box slumpades i sin tur till ett av fyra försöksfoder. Direkt efter kalvning flyttades korna till en gemensam box. Det genomsnittliga antalet dagar på försöksfoder före kalvning var 126 (± 19) dagar och data redovisas för de sista 16 veckorna innan kalvning. Efter kalvning utfodrades korna på stall under 28 (± 10) dagar, innan de släpptes på bete. Kor och kalvar betade tillsammans på 28 hektar naturbetesmarker under 152 (± 15) dagar fram till avvänjning den 3 oktober. De avvanda korna fortsatte beta fram till installation den 29 oktober 2014 när studien avslutades.

De fyra försöksfoderstaterna baserades på ensilage av en timotej- och ängssvingelblandning, rörsvingelhybriden Hykor, rörflen (sort Palaton), samt kornhalm (*Hordeum vulgare* sort Rosalina). Samtliga gräsensilage skördades som förstaskörd mellan den 3 till 7 juli i liknande utvecklingsstadium (blomning) och ensilerades i rundbalar. Efter kalvning utfodrades alla kor med ett ensilage dominerat av timotej från en förstaskörd den 18 juni. På grund av låg proteinbalans i vommen (PBV) kompletterades Hykorensilaget och kornhalmen med urea (6,9 respektive 11,3 g per kg ts), som blandades med fodret före utfodring. De kor som fick kornhalm och urea gavs dessutom 0,48 kg ts rapsmjöl per dag fram till åtta veckor före kalvning, då givan ökades till 0,63 kg ts per ko och dag. Grovfodren utfodrades i fri tillgång i krubbor med automatisk foderintagsregistrering och rapsmjölet gavs i kraftfoderstationer (Biocontrol, CRFI, Rakkestad, Norge). Fodrens innehåll av nettoenergi (NE) och aminosyror absorberade i tunntarmen (AAT) samt kornas intag av NE och AAT i förhållande till sitt behov skattades enligt NorFor (Volden, 2011). Kornas vikt och hull registrerades vid försöksstart och därefter kontinuerligt fram till kalvning, inom 12 timmar efter kalvning och tre veckor efter kalvning. Även kalvens födelsevikt och avvänjningsvikt registrerades samt kornas vikt och hull vid avvänjning och installation. Data analyserades som ANOVA i PROC MIXED i SAS (ver. 9.3), med fix effekt av foder, slumpmässig effekt av kalvningsgrupp och antal dagar på försöksfoder före kalvning för respektive ko inkluderad som kovariat. Resultaten redovisas som medeltal (least square (LS) means) och standardfel (standard error of means (SEM)).

Utifrån försöksresultaten gjordes ekonomiska beräkningar av vad de olika foderstaterna skulle kosta att utfodra under en 120 dagars stallperiod före kalvning. Foderåtgången beräknades med utgångspunkt från kornas medelintag per dag för respektive försöksfoder. Urea inkluderades inte i Hykorfoderstaten i de ekonomiska beräkningarna, eftersom det inte är brukligt att tillsätta detta i praktiken till denna typ av foder. Korna som fick kornhalm plus rapsmjöl och urea i försöket underutfodrades med protein under dräktigheten p.g.a. att deras behov beräknats enligt äldre normer. Därför beräknades kostnaden för denna foderstat utifrån den mängd rapsmjöl som behövdes för att täcka kornas behov av AAT. Vi antog att ensilagen producerades i Götalands skogsbygder (Gsk), med en avkastning på 8 ton/ha med tre års ligg-tid för timotej-ängssvingel och Hykor samt nio år för rörflen. Produktionskostnaderna för ensilagen inkluderade kostnader för anläggning, skörd, ränta och arbete. Priset per kg ts beräknades till 1,07 kr för timotej-ängssvingel och Hykor, och till 1,05 kr för rörflen. Priset för rapsmjöl, 6,43 kr/kg, urea, 3,23 kr/kg och halm, 1,00 kr/kg (inklusive transport), baserades på rådande marknadspriser.

Resultat och diskussion

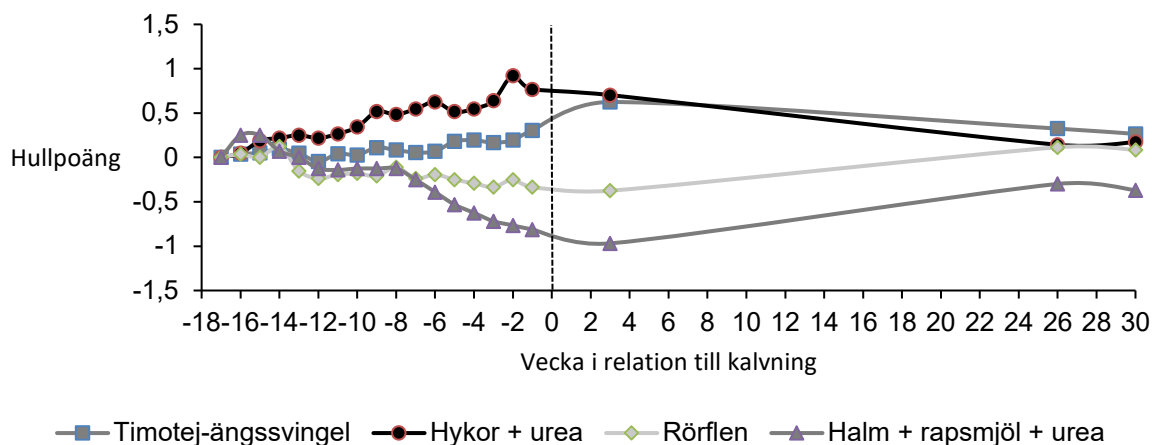
Trots skörd vid samma utvecklingsstadium uppvisade timotej-ängssvingelblandningen, Hykor och rörflen stora skillnader i NDF-koncentration och smältbarhet av organisk substans (tabell 1). Dessa skillnader avspeglade sig i kornas foderintag. Fodrets smältbarhet, i vilken fodrets NDF-koncentration ingår som en betydande del, påverkar kornas vomfyllnad och därmed kornas intag (Oba och Allen, 1999). Kornas åt mer av de mer smältbara foderstaterna baserade på timotej-ängssvingel och Hykor, 12,9 respektive 13,9 kg ts/dag, jämfört med de baserade på rörflen och kornhalm, 9,2 respektive 8,2 kg ts/dag ($P < 0,001$). Det var ingen effekt av behandling på kornas foderintag efter kalvning.

Tabell 1. Näringsinnehåll i ensilage, kornhalm och rapsmjöl (medel \pm standardavvikelse), $n = 8$ för timotej-ängssvingel och Hykor plus urea, $n = 10$ för rörflen, $n = 9$ för kornhalm plus urea och $n = 1$ för rapsmjöl. Urea tillsattes före provtagning och analys i en mängd av 20 respektive 33 g/kg ts till Hykor respektive kornhalm.

	Timotej- ängssvingel	Hykor + urea	Rörflen	Kornhalm + urea	Timotej (efter kalvning)	Rapsmjöl
Torrsubstans g/kg	483 \pm 29	361 \pm 19	472 \pm 60	808 \pm 20	498 \pm 74	869
Råprotein, g/kg ts	111 \pm 7	97 \pm 4	130 \pm 15	70 \pm 5	128 \pm 8	378
NDF, g/kg ts	576 \pm 19	543 \pm 13	648 \pm 15	774 \pm 19	596 \pm 13	275
<i>In vitro</i> smältbarhet av organisk substans, %	70 \pm 0,7	79 \pm 1,2	59 \pm 2,5	37 \pm 1,4	76 \pm 0,9	79
Nettoenergi, MJ/kg ts	5,8 \pm 0,1	6,4 \pm 0,1	5,2 \pm 0,2	4,0 \pm 0,1	6,5 \pm 0,1	6,7
AAT, g/kg ts	63 \pm 0,6	63 \pm 0,8	58 \pm 0,2	44 \pm 1,0	65 \pm 1,0	145

Timotej-ängssvingel och Hykor försåg korna med mer NE än de behövde för att täcka sitt behov före kalvning, 118 respektive 139 % av behovet, medan kor som åt rörflen respektive halmfoderstat fick 79 respektive 61 % av sitt behov ($P < 0,001$). Intaget av AAT i förhållande till behov var 166, 188, 106 respektive 66 % för kor som fick timotej-ängssvingel, Hykor, rörflen respektive halmfoderstat. Kor som fick timotej-ängssvingel och Hykor ökade 3,3 respektive 6,6 % i vikt före kalvning (fostervikt och placenta borträknad), medan kor som fick rörflen respektive halmfoderstat tappade 3,2 respektive 3,8 % i vikt ($P < 0,001$). Likaså ökade korna som fick timotej-ängssvingel och Hykor 0,32 respektive 0,77 hullpoäng före kalvning, medan kor som fick rörflen respektive halmfoderstat tappade 0,35 respektive 0,88 hullpoäng ($P < 0,001$; figur 1). Under betesperioden tappade kor som hade utfodrats med timotej-ängssvingel och Hykor i hull, 0,36 respektive 0,53 hullpoäng, medan de kor som fått rörflen respektive halmfoderstat ökade 0,46, respektive 0,60 hullpoäng ($P = 0,23$). Vi fann ingen effekt av försöksfoder på kalvarnas födelsevikt eller avvänjningsvikt ($P > 0,29$), men det bör poängteras att det var ett begränsat antal djur i studien.

De ekonomiska beräkningarna baserades på det totala foderintaget under 120 dagar före kalvning, vilket var 1 548, 1 668 respektive 1 100 kg ts för kor som åt timotej-ängssvingel, Hykor respektive rörflen. Kor som åt halmfoderstat konsumerade 1 207 kg halm (81 % ts), 258 kg rapsmjöl och 11 kg urea. Att utfodra halm plus urea och rapsmjöl var dyrast, 2 111 kr, följt av Hykor, 1 785 kr och timotej-ängssvingel, 1 656 kr. Rörflen var den foderstat med lägst kostnad, 1 157 kr, vilket främst berodde på det ringa foderintaget.



Figur 1. Förändringar i hullpoäng (skala 1–9) hos dikor före och efter kalvning. Den streckade linjen indikerar kalvningstidpunkt, vecka 25 = avvänjning och vecka 30 = installning. Data presenteras som LS means. Antal kor som fick timotej-ängssvingel, Hykor + urea, rörflen respektive halm + rapsmjöl och urea, var n = 9, 8, 9 respektive 8 före kalvning och n = 6, 5, 8 respektive 5 i vecka 26 och 30.

Detta försök visade att en traditionell blandvall baserad på timotej och ängssvingel, trots sen skörd, blev för näringsrik för dräktiga dikor, vilket resulterade i vikt- och hullökning samt högre foderkostnader jämfört med att utfodra rörflen. Kor som fick rörflen tappade i hull under stallperioden, men återhämtade sig under den efterkommande betesperioden. Att utfodra rörflen av den kvalitet som användes i detta försök, eller ett grovfoder med liknande foderenskaper, till dräktiga dikor skulle därmed vara en möjlig strategi för att undvika hullökning och minska foderåtgången och därmed foderkostnaderna under stallperioden.

Referenser

- Arnesson A. och Salevid P. (2011) Dikalvsproduktion på två gårdar i Västsverige. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. Rapport 30. 24 s.
- Kumm K.-I. (2009) Produktionskostnad för grovfoder till kött djur. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. Rapport 23. 50 s.
- Oba M. och Allen M.S. (1999) Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82, 589–596.
- Volden H. (2011) Norfor – The Nordic feed evaluation system. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, *EAAP publication* 130.

Betesbaserad uppfödningmodell för stutar – produktionsresultat och ekonomi

K. Holmström^{1,2}, A. Hessle¹, H. Andersson³ och K.-I. Kumm¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

²Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem ³SLU, Institutionen för ekonomi, Uppsala

Korrespondens: kristina.holmstrom@slu.se

Sammanfattning

Intäkter inom nötköttproduktionen består dels av slaktintäkter, dels av stöd och ersättningar, där ett exempel är miljöersättning för betesmarker. Ett sätt att öka slaktintäkten för kalvar efter mjölkkor är att seminera en del av korna med köttras såsom charolais. I den här studien jämfördes stutar av mjölk × charolais med renrasiga mjölkkrasstutar i två olika intensiteter av betesbaserad produktion med olika slaktålder, där data baserades på försöksresultat. Jämförelserna gjordes för tre olika geografiska områden. Det var ingen skillnad mellan raser i fodereffektivitet eller viktökning under uppfödningen men det var skillnader i slaktvikt och slaktkroppssammansättning. Utifrån dessa resultat konstaterades att det går att få en bättre slaktkropp på stutar som betar naturbetesmarker om de har köttras som faderras. Resultatet från de ekonomiska beräkningarna visar att mjölk × charolaisstutarna visserligen hade ett lite högre ekonomiskt resultat än de rena mjölkkrasstutarna hade, men slaktålder hade större betydelse för resultatet än ras. Kompensationsstöd och miljöersättningar gjorde i förekommande fall de äldre stutarna mer lönsamma än de yngre stutarna.

Introduktion

Av det svenska nötköttet kommer 60 % från mjölkkor och deras avkommor (LRF 2019). Majoriteten av kalvar födda efter mjölkkor är av ren mjölkkras, men knappt 13 % är korsningsdjur med köttras (Växa, 2019). Det kan finnas fördelar både för mjölk- och nötköttproducenten med större inslag av köttrasemin. Mjölkproducenten får ett högre värde på sin korsningskalv, och nötköttproducenten får en större slaktkropp och därmed ofta en bättre klassning. Slaktavräkningen är emellertid inte den enda viktiga intäkten i nötköttproduktionen utan olika former av stöd och ersättningar, t.ex. för betade marker, har stor inverkan på kalkylen och gynnar olika former av produktion. Vidare är det stora skillnader inom landet hur mycket ersättning och stöd som kan erhållas. I en betes- och grovfoderbaserad produktion är miljöersättningar för naturbetesmark, kompensationsstöd (komp-stöd) och gårdsstöd stora intäktsposter. I betesbaserad produktion utan naturbetesmarker är det istället gårds- och förgröningsstöden samt det kopplade nötkreatursstödet som är de största stödposterna, om gården inte återfinns inom ett komp-stödområde.

Syftet med den här studien var att se om det finns ett mervärde med uppfödning av korsningskalv som stut i olika former av betesbaserad produktion i tre olika geografiska områden i Sverige. Projektet finansierades av Västra Götalandsregionen, Interreg ÖKS, Agroväst och Nötkreaturstiftelsen Skaraborg.

Material och metoder

Bidragskalkyler beräknades för olika former av betes- och vallfoderbaserad uppfödning av stutar (tabell 1). Biologiska bakgrundsdata erhöles från en studie utförd på SLU Götala nötkött- och lammköttforskning (Hessle *et al.*, 2019).

Djuren var stutar av ren mjölkras respektive korsningar mjölkras × charolais och uppfödda enligt någon av följande uppfödningmodeller:

- lite högre utfodringsintensitet, en betessommar och slakt vid 21 månaders ålder
- lägre utfodringsintensitet, två betessomrar och slakt vid 28 månaders ålder

Foderkonsumtionen från omgångsuppfödningen på Götala räknades dock om till en tänkt kontinuerlig produktion där djuren hölls i liggbåsstall med 50 levererade stutar per år. Detta gjordes för att större besättningar oftast har mellangårdsavtal och därmed kontinuerlig insättning av djur. Stutarna placerades vidare ut i tre tänkta områden, Götalands skogsbygd (Gsk) med naturbetesmark er (komp-stödområde 6), Götalands norra slättbygd (Gns) med åkermarksbete samt nedre Norrland (Nn) med 1/5 naturbetesmark och resterande andel åkermarksbete (komp-stödområde 3). Av naturbetesmarken beräknades att 30 % hade ersättning för särskilda värden. Slåttervallens nettoavkastning varierade från 7 ton ts/ha i norr till 9 ton ts/ha i söder (SLU, 2020). Totalt blev det således tolv olika bidragskalkyler med olika kombinationer av ras, ålder och område. I grundkalkylen antas nuvarande stöd och ersättningar samt att byggnaderna är nya. I känslighetsanalyser har vi undersökt hur lönsamheten förändras vid lägre stöd och ersättningar samt om det skulle finnas befintliga byggnader utan lönsam alternativ användning.

Tabell 1. Beskrivning av poster vid beräkning av stutars lönsamhet.
Täckningsbidrag 3 = Intäkter – \sum särkostnader.

<i>Intäkter</i>	
Slaktintäkt	Medelpris 2014–2018, 32–42 kr/kg (HKScan Agri. 2018)
Jordbruksstöd och ersättning	Euro-kurs 10,25 (Jordbruksverket, 2019)
<i>Särkostnader 1</i>	
Kalvkostnad (inköp kalv, förmedlingsavgift, vaccination, avhoring, kastrering)	Medelpris 2014–2018, 20–34 kr/kg (HKScan Agri. 2018; Jordbruksverket, 2019)
Foderkostnad (ensilage, bete, kraftfoder, mineral)	Ensilagepris baserat på skördesystem och avkastning 97–159 öre/kg ts (Neuman, 2019), inköpt/egen spannmål 123–162 öre/kg (Jordbruksverket, 2019)
Strö	Spån 180 kr/m ³ beräknat utifrån gårdsdata (Gradén, 2017)
Diverse (veterinär., medicin, diverse, dödlighet)	SCB (Leonardsson, 2019)
<i>Särkostnader 2</i>	
Byggnadsunderhåll	Byggnadskostnad exkl. markarbete, 29 000–40 000 kr/plats (Lindman Larsson, 2019), underhåll 0,5 %
Ränta rörelsekapital	Ränta 4 %
Ränta djurkapital	Ränta 4 %
<i>Särkostnader 3</i>	
Byggnad avskrivning och ränta	Byggnadskostnad se ovan, ränta 4 %, avskrivningstid 15 år
Arbete	Lantarbetarlön (237 kr/h) × antal timmar (Nelson, 2016)

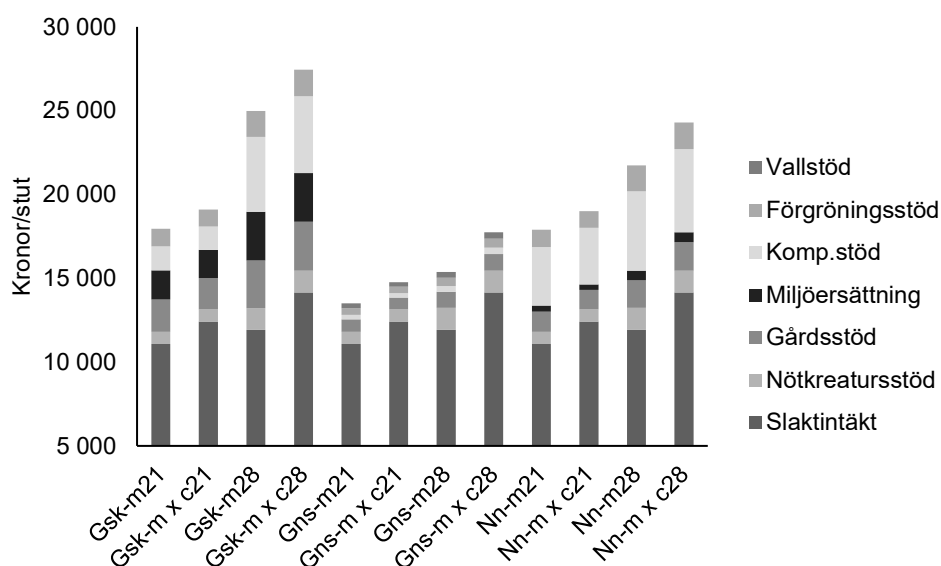
Resultat

Den dagliga tillväxten på stutarna skiljde inte mellan raser, däremot hade korsningsdjuren högre formklass och slaktutbyte (tabell 2). Korsningsdjuren hade högre andel värdefulla detaljer samtidigt som de hade mindre andel ben. Ju äldre stutarna blev desto större blev skillnaden

mellan mjölkrasstutar och korsningsstutar. Kalkylerna visar att ålder vid slakt har större betydelse för det ekonomiska resultatet än ras. De äldre och tyngre stutarna, som betade två säsonger, ger generellt högre intäkter än de yngre och lättare stutarna, som betade en säsong (figur 1). I områden med komp-stöd är slaktintäkten för de äldre stutarna ungefär lika stor som intäkten från olika jordbruksstöd och ersättningar, medan den är något mindre för de yngre stutarna. Utan naturbetesmarker och komp-stöd utgör stöden en mindre andel och den totala intäkten blir mindre (figur 1).

Tabell 2. Foderåtgång och slaktresultat hos stutar av ren mjölkras (m) eller mjölkras × charolais (m × c), uppfödda till 21 (21) eller 28 (28) månaders slaktålder.

	m21	m × c21	m28	M × c28
Ensilage, kg ts	3500	3300	3900	4300
Bete, kg ts	1400	1400	2400	2400
Kraftfoder, kg	180	130	200	170
Slaktvikt, kg	283	315	305	355
Formklass (1–15)	4	5	3,8	6,4
Fettklass (1–15)	7,6	7,9	6,7	7



Figur 1. Fördelning av intäkter i Götalands skogsbygd (Gsk), Götalands norra slättbygd (Gns) samt nedre Norrland (Nn) för stutar av mjölkras (m) eller mjölk × charolaiskorsning (m × c) med slakt vid 21 eller 28 månaders ålder.

Kostnaderna skiljer inte mycket mellan de olika områdena förutom kostnaden för ensilage som varierar mellan 0,97 (Gns) och 1,59 (Gsk) kr/kg ts. Förutom inköp av kalv och ensilagekostnad utgör kostnaderna för byggnad och arbete stora särkostnader.

Stutar utan naturbetesmarker och komp-stöd (Gns) har ett negativt lönsamhetsresultat oavsett ålder i grundkalkylen. Med naturbetesmarker och komp-stöd (Gsk) har de äldre stutarna ett positivt netto i grundkalkylen och stutar, oavsett ålder, har ett positivt resultat med högre komp-stöd (Nn), i känslighetsanalyserna med lägre stöd och ersättningar är lönsamheten negativ eller nära noll i samtliga fall, medan den är positiv i samtliga fall vid befintlig byggnad och

nuvarande stöd och ersättningar. Korsningsstutarna har bättre lönsamhet än de rena mjölkrasstutarna i samtliga fall (tabell 3).

Tabell 3. Täckningsbidrag 3 i grundkalkylen och tre känslighetsanalyser i Götalands skogsbygder (Gsk), Götalands norra slättbygder (Gns) samt nedre Norrland (Nn) för stutar slaktade vid 21 eller 28 månaders ålder. Resultaten anges för stutar av mjölkras/stutar mjölk × charolaiskorsning.

	Gsk21	Gsk28	Gns21	Gns28	Nn21	Nn28
Grundkalkyl	-300/-200	3000/3300	-1600/-1600	-2800/-2400	1100/1100	1600/2000
20 % lägre ersättn. och stöd	-1700/-1500	300/600	-1800/-1800	-3200/-2800	-200/-200	-400/0
Utan ersättning och stöd	-7200/-6900	-10100/-10000	-3800/-3600	-6000/-5600	-5700/-5500	-8200/-8100
Befintlig byggnad	2300/2400	6600/6900	1000/1000	800/1200	3700/3700	5300/5700

Diskussion

Kalkylerna visar att om ersättningar och stöd skulle försvinna skulle det inte finnas någon lönsam betesbaserad stutproduktion i landet. Avräkningspriset på slaktungnöt skulle i dessa fall behöva uppgå till nära 75 kr/kg för att få ett nollresultat i vissa av uppfödningalternativen. Slaktintäkten är större för korsningsdjuren än mjölkrasdjuren och skillnaden är större hos de äldre stutarna. Detta tyder på att om stutar med köttrasinslag ska födas upp på naturbetesmark så vinner de på att få några månader till att växa på. I denna studie valdes liggbåsstall för att komma ifrån frågan om halmtillgång. Liggbås är en dyr inhysningsform, vilket avspeglar sig på kostnadssidan, men det genererar förhoppningsvis mindre arbetstid vilket vi har tagit hänsyn till. Finns det en byggnad som saknar lönsam alternativ användning blir resultatet positivt eller nära noll för samtliga beräknade alternativ. Köttrastillägget för en köttraskorsningskalv är väl anpassat för nötköttsproducenten. Om det täcker eventuella merkostnader i form av sjukdom eller förlängt kalvningsintervall hos mjölkorna är inte undersökt i denna studie.

Referenser

- Hessle A., Therkildsen M. och Arvidsson-Segerkvist K. (2019) Beef production systems with steers of dairy and dairy × beef breeds based on forage and semi-natural pastures. *Animals* 9(12), 1064.
- HKScan Agri (2018) *HKScan Agri notering*. <http://www.hkscanagri.se/notering/notering-arkiv/> [2017-12-12].
- Jordbruksverket (2019) Startside. <http://www.jordbruksverket.se> [2019-11-28].
- Leonardsson M. (2019) Jordbrukstekniska undersökningen 2017, SCB, Sverige.
- LRF (2019) Statistikplattform kött – LRF. Lantbrukarnas Riksförbund. <https://www.lrf.se/om-lrf/organisation/branschavdelningar/lrf-kott/marknadsstatistik/statistikplattform-kott/> [2019-12-02].
- Sveriges lantbruksuniversitet (2020) Fältförsök. Sveriges lantbruksuniversitet. Fältforsk. <https://www.slu.se/fakulteter/nj/om-fakulteten/centrumbildningar-och-storre-forskningsplattformar/faltforsk/resultat/> [2020-01-16]
- Växa (2019) Husdjursstatistik 2019. <https://www.vxa.se/globalassets/dokument/statistik/husdjursstatistik-2019.pdf> [2019-03-25].
- Personliga meddelanden*
- Hans Gradén (2017) Granareds Gård AB. Granared, Hökerum.
- Sofia Lindman Larsson (2019) HS konsult AB. Knivstagatan, Uppsala.
- Bert-Ove Nelson (2016) Villastigen, Ängelholm.
- Lars Neuman (2019) Spirina Consult. Hasselbacken, Timmele.

Hitta de grovfodereffektiva korna och öka lönsamheten

K. Holtenius och J. Karlsson

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: kjell.holtenius@slu.se

Sammanfattning

I den här studien har vi valt att identifiera kor som grovfodereffektiva om de hade ett litet totalt foderintag i förhållande till det beräknade behovet (lågt residual feed intake) men ett stort grovfoderintag i förhållande till sin metaboliska kroppsvikt. Dessa kor vägde mindre än genomsnittet av kor i gruppen och de gav högre mjölkintäkter i relation till foderkostnaderna, men de var inte effektivare att omsätta fodret i mag-tarmkanalen.

Introduktion

Fodereffektivitet kan beskrivas på olika sätt, ett vanligt begrepp är residual feed intake (RFI). Residual feed intake påverkas inte av kornas avkastningsnivå eller kroppsvikt. Kor med ett lågt RFI är effektiva foderomvandlare, de konsumerar mindre foder än förväntat när man tar hänsyn till mjölkavkastning, hullförändring och skattat behov för underhåll och eventuell tillväxt. Residual feed intake är främst ett mått på den enskilda kons genetiska förmåga att utnyttja fodrets näring för mjölkproduktion (Vandehaar *et al.*, 2016). Flera olika biologiska processer, bl.a. kons förmåga att både smälta och omsätta fodret, anses bidra till variationen i RFI mellan olika individer. En nackdel med RFI som effektivitetsmått är dock att även kor med liten avkastningsförmåga kan ha ett förmånligt RFI-värde.

Kraftfoder utgör vanligtvis en ganska stor del av högavkastande mjölkors foderstat. En betydande andel av den totala spannmålsproduktionen, såväl i Sverige som globalt, konsumeras av nötkreatur (Einarsson, 2015; Eiser och Lee, 2014). Många kor har dock kapacitet att upprätthålla en hög avkastningsnivå även om kraftfoderandelen i foderstaten är låg (Randby *et al.*, 2012; Karlsson *et al.*, 2020). Syftet med den här studien var att introducera ett mått för grovfodereffektivitet hos lakterande kor samt att redovisa några faktorer som påverkar grovfodereffektiviteten.

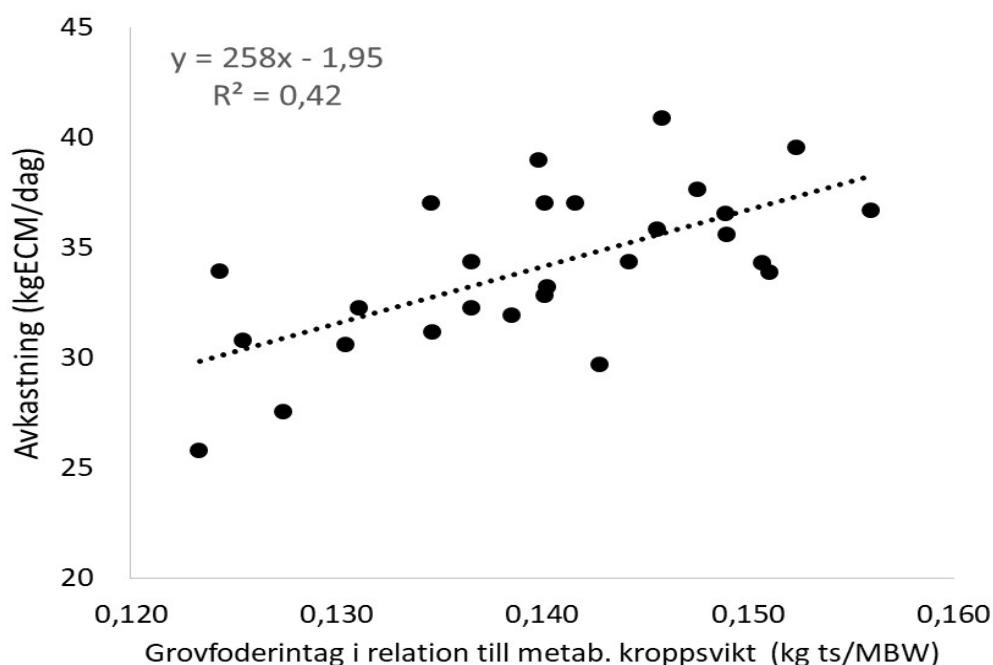
Projektet är finansierat av Formas och Stiftelsen Lantbruksforskning.

Material och metoder

I försöket följdes 27 mjölkkor under en hel laktation. Korna var i sin andra laktation eller äldre och av raserna SRB eller Holstein. De utfodrades med maximalt 6 kg torrsbstans (ts) kraftfoder per dag. Alla kor hade fri tillgång till grovfoder som utgjordes av ett gräs/klöverensilage från förstaskörd. Fodrens sammansättning redovisas av (Karlsson *et al.*, 2020). Kornas individuella kraftfoder- och grovfoderintag registrerades kontinuerligt och hull registrerades efter varje mjölkning med en 3D-kamera. Korna mjölkades i en automatisk mjölkningsstation och mjölmängden registrerades. Mjölksprover för analys av mjölksammansättning togs varannan vecka. Residual feed intake beräknades enligt beskrivning av Andrée O'Hara *et al.* (2018). Korna delades i fyra grupper baserat på deras RFI respektive grovfoderkonsumtion i förhållande till den metaboliska kroppsvikten (MBW) (figur 2). De statistiska beräkningarna är utförda med mjukvaran Minitab version 18 med procedurerna GLM respektive linjär regressionsanalys.

Resultat och diskussion

Alla korna i den här studien var andrakalvare eller äldre av SRB- eller Holsteinras. De utfodrades på ett likartat sätt med en begränsad mängd kraftfoder och fri tillgång till ensilage. De skillnader som vi har registrerat bör främst bero på kornas egna förutsättningar. En grovfodereffektiv ko bör ha en stor kapacitet att konsumera grovfoder och samtidigt utnyttja det konsumerade fodret väl. Det är väl känt att foderkonsumtionen är relaterad till kornas storlek. I den här studien var det ett tydligt linjärt samband mellan kornas kroppsvikt och deras grovfoderintag. Kornas levande vikt förklarade nästan halva foderintaget ($r^2 = 0,48$, $p < 0,001$). Däremot var det inget samband mellan kornas levande vikt och deras avkastning i kg ECM/305 dagars laktation ($r^2 = 0,07$, $p = 0,17$). Resultatet är i linje med tidigare studier som visar att det inte finns något genetiskt samband mellan kroppsvikt och ECM-produktion (Vandehaar *et al.*, 2016). Fodereffektiva kor, dvs. de med lågt RFI värde (LRFI), vägde omkring 70 kg mindre än gruppen kor med högre RFI värde (HRFI) (tabell 1). Sammantaget visar resultaten att de kor som vägde mindre utnyttjade grovfodret mer effektivt för mjölkproduktion.



Figur 1. Sambandet mellan den genomsnittliga avkastningen kg ECM/dag och grovfoderintagen i relation till den metaboliska kroppsvikten (MBV) under en hel laktation. N = 27 kor.

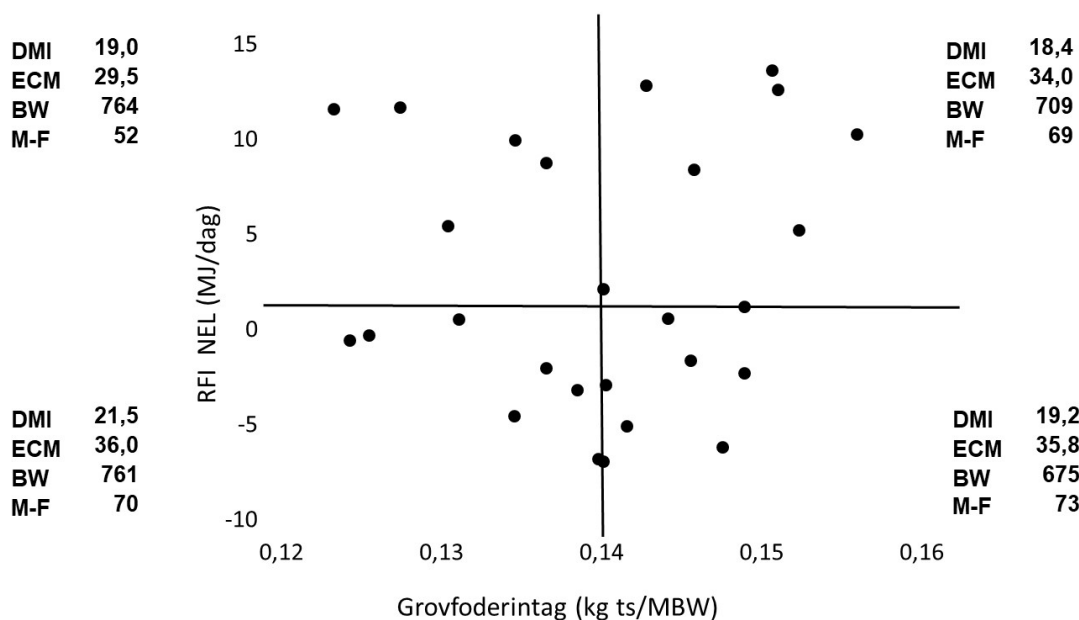
Av figur 1 framgår att kvoten mellan grovfoderkonsumtionen och MBW förklarade 42 % av ECM-avkastningen över hela laktationen. Resultatet tyder på att en förutsättning för att korna ska vara grovfodereffektiva är att de kan konsumera mycket grovfoder i förhållande till sin MBW. En annan tolkning av resultaten kan vara att det var den större mjölkavkastningen som drev upp foderintaget, men på individnivå har mjölkavkastningen begränsat inflytande över foderintaget (Andrée O'Hara *et al.*, 2018). Grupp LRFI (de 50 % av korna som hade lägst RFI) hade ungefär samma avkastning som kor i grupp HRFI men grovfoderintaget var mindre (tabell 1).

Tabell 1. Effekt av RFI (låg = LRFI, respektive hög = HRFI) på levande vikt, grovfoderkonsumtion, mjölkavkastning, fodrets smältbarhet och grovfoderintag i relation till kroppsvikt. Medelvärden (Least Square Means) för 305 dagars laktation.

	LRFI	HRFI	Signifikansnivå
Levande vikt (kg)	694	762	0,003
Grovfoderkonsumtion (kg ts/dag)	18,7	20,5	0,005
Mjölkkavkastning (kg ECM/dag)	34,7	33,5	0,35
Fodrets torrsubstans-smältbarhet (%)	69,8	70,5	0,51
Grovfoderintag i relation till metabolisk kroppsvikt (kg ts/MBW)	0,138	0,142	0,39

Korna i HRFI vägde som nämnts mer än korna i LRFI men den skillnaden förklarar bara omkring 15 % av skillnaden i RFI mellan grupperna. Skillnaderna i RFI beror inte heller på skillnader i smältbarhet av fodrets torrsubstans (tabell 1). Resultaten överensstämmer med de som redovisas av Olijhoek *et al.* (2018). Det är troligt att de observerade skillnaderna mellan kor i RFI är relaterade till omsättningen av näringsämnen efter att de absorberats från mag-tarmkanalen men skillnaderna kan också bero på olika aktivitetsmönster hos korna (Herd och Arthur, 2009).

Ett syfte med denna studie var att identifiera grovfodereffektiva kor. Det finns oss veterligen ingen definition av grovfodereffektiva kor. I den här studien har vi därför valt att identifiera de kor som hade LRFI och stort grovfoderintag i förhållande till MBW som grovfodereffektiva (se beskrivning i figur 2). Den grupp som hade den högsta grovfodereffektiviteten var mest lönsam baserat på nettot från mjölkintäkter minus foderkostnader (M-F). Det var emellertid relativt små skillnader i M-F för tre av de fyra grupperna (figur 2). Däremot hade den grupp som enligt definitionen hade den lägsta effektiviteten betydligt lägre M-F. Korna i den gruppen hade den högsta kroppsvikten och den minsta mjölkavkastningen.



Figur 2. Grovfoderintag, kg ts/dag (DMI), Mjölkkavkastning, kg ECM/dag (ECM), levande vikt (BW) och mjölkintäkter minus foderkostnader (M-F) för 27 kor, andrakalvare och äldre. Alla data presenteras som Least Square Means baserat på 305 dagars laktation. Den lodräta linjen delar populationen i de 50 % med minst respektive störst grovfoderintag i förhållande till den metaboliska kroppsvikten. Den horisontella linjen delar populationen i de 50 % med lägst respektive högst residual feed intake (RFI). Effekten av kvadrant testades med den statistiska proceduren GLM. Vi observerade en signifikant effekt av grupp för alla presenterade parametrar ($p < 0,01$). Varken ras eller laktationsnummer skiljde signifikant mellan kvadranterna ($p > 0,2$).

Referenser

- Andrée O'Hara E., Omazic A., Olsson I. och Holtenius K. (2018) Effects of dry period length on milk production and energy balance in two cow breeds. *Animal* 12, 508–514.
- Einarsson P. (2015) Rent mjöl i påsen – Om spannmålsodling, miljöpåverkan och konsumtion. Rapport. 34 s. https://www.naturskyddsforeningen.se/sites/default/files/dokument-media/fakta_rent_mjol_2015_0.pdf
- Eiser M. och Lee M. (2014) Steps to sustainable livestock. *Nature* 507, 32–34.
- Herd R. och Arthur P. (2009) Physiological basis for residual feed intake. *Journal of Animal Science* 87 (E. Suppl.), E64–E71.
- Karlsson J., Patel M. och Holtenius K. (2020) Whole lactation feed intake, milk yield, and energy balance of Holstein and Swedish red dairy cows fed grass silage and two levels of by-product-based concentrate (under publicering).
- Olijhoek D.W., Løvendahl P., Lassen J., Hellwing A.L.F., Höglund J.K., Weisbjerg M.R., Noel S.J., McLean F., Højberg O. och Lund P. (2018) Methane production, rumen fermentation, and diet digestibility of Holstein and Jersey dairy cows being divergent in residual feed intake and fed at 2 forage-to-concentrate ratios. *Journal of Dairy Science* 101, 9926–9940.
- 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. <http://doi.org/10.3168/jds.2011-4454>
- Vandehaar M., Aramento L., Weigel K., Spurlock D., Tempelman R. och Veerkamp R. (2016) Harnessing the genetics of the modern dairy cow to continue improvements in feed efficiency. *Journal of Dairy Science* 99, 4941–4954.

Mjölproduktion med stora ensilagegivor över en hel laktation

J. Karlsson, M. Lindberg och K. Holtenius

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: johanna.karlsson@slu.se

Sammanfattning

Mjölkkor kan producera mjölk på gräs och biprodukter som inte lämpar sig som livsmedel. Ändå utfodras högproducerade mjölkkor ofta med en stor andel spannmål men även ärter och bönor, som lika gärna kan livnära människor. I detta försök utfodrades 37 mjölkkor av raserna svensk rödbrokgig boskap (SRB) och Holstein i andra laktation eller äldre med max 6 kg eller max 12 kg kraftfoder per dag i kombination med fri tillgång på gräs/klöverensilage under en hel laktation. Kraftfodret var främst biproduktbaserat och ensilaget hade hög smältbarhet. Över hela laktationen hade korna som fick 6 kg kraftfoder ett mindre intag av total torrs substans (ts) men ett större intag av ensilage jämfört med korna som fick 12 kg kraftfoder. Det var ingen statistisk skillnad i avkastning av mjölk och energikorrigerad mjölk (ECM) eller i mjölk-sammansättning mellan de två kraftfodernivåerna. Inte heller hullförändring eller energibalans skiljde och det var ingen statistisk skillnad i mjölkintäkter minus foderkostnader mellan de två kraftfodernivåerna. Resultaten från detta försök visar att stor mjölkavkastning på mycket grovfoder är möjlig på ensilage med hög smältbarhet och stort energiinnehåll. Utfodrings-system med mycket grovfoder kan vara konkurrenskraftiga ur ett hållbarhetsperspektiv.

Introduktion

Den totala livsmedelsproduktionen i världen behöver öka, främst p.g.a. en växande befolkning (FAO, 2011). Globalt används ca 70 % (FAO, 2009), och i Sverige ca 75 %, av jordbruksmarken till foderproduktion (Röös *et al.*, 2016). För att nå klimatmålen behöver en stor andel av jordbruksmarken dessutom användas till att producera biobränsle och trä (IPCC, 2019). Därför behöver nettoproduktionen av livsmedel öka. Ett effektivt tillvägagångssätt för det kan vara att utfodra produktionsdjur med gräs och andra produkter som inte människor kan tillgodogöra sig som livsmedel (Karlsson *et al.*, 2018).

Idag utfodras normalt mjölkkor med relativt stora mängder spannmål och andra produkter som människor kan äta direkt, trots kornas fantastiska förmåga att omvandla gräs och andra fiberrika produkter till livsmedel av hög kvalitet som mjölk och kött. Kan en stor produktion bibehållas på ingredienser med lågt livsmedelvärde skulle det kunna öka hållbarheten inom mjölkproduktionen.

Material och metoder

I försöket följdes 37 mjölkkor som var i andra laktation eller äldre av raserna SRB och Holstein under en hel laktation. En grupp på 27 kor fick max 6 kg kraftfoder per dag (6kgKrf) och resterade 10 kor fick max 12 kg kraftfoder per dag (12kgKrf). Försöket var obalanserat p.g.a. ett parallellt genetikförsök på korna som fick 6kgKrf. Ingångsgivan för alla kor var 3 kg kraftfoder per dag. Kraftfodergivan ökades i jämn takt över 21 dagar till uppnådd max-giva. Från dag 210 i laktationen (DIM) minskades kraftfodergivan i jämn takt ner till 0 kg/dag innan sinläggning (vid 9 veckor före förväntad kalvning) alternativt då djuren var 305 DIM, det som inträffade först för varje ko. Alla kor i försöket fick kraftfoder som framförallt var baserat på olika biprodukter (57 % betfiber, 12 % kli, 10 % fodervetemjöl, 7 % ExPro, 7 % drank, 2,5 % AkoFeed Cattle, 2,6 % melass, 1 % salt, 0,7 % kalk samt 0,2 % premix av torrs substans (ts)).

Hälften av korna utfodrades med kraftfoder berikat med våmskyddat lysin och metionin. Hänsyn till detta har tagits i alla statistiska beräkningar men resultaten av den jämförelsen presenteras inte här. Alla kor hade fri tillgång till ett gräs/klöverensilage från förstaskörd (tabell 1). Kornas individuella kraftfoder- och ensilageintag registrerades och hullet bedömdes automatiskt efter varje mjölkning med en 3D-kamera. Korna mjölkades i en automatisk mjölkningstation. Mjölksprover för analys av mjölksammansättning togs varannan vecka.

Tabell 1. Kemisk sammansättning (\pm standardavvikelse) av ensilaget och de biproduktbaserade kraftfoder som ingick i detta försök. Där standardavvikelse rapporteras var antal prover som analyserades för kemisk sammansättning 31 för ensilage och 16 per kraftfodersort.

	Gräsenilage ¹	Kraftfoder med våmskyddade aminosyror	Kraftfoder utan våmskyddade aminosyror
Torrsubstans (g/kg)	407 \pm 50	870 \pm 8,2	873 \pm 8,2
Aska (g/kg ts)	86,4 \pm 4,0	64,5 \pm 5,6	66,3 \pm 3,5
Råprotein (g/kg ts)	166 \pm 17	155 \pm 6,4	148 \pm 3,6
NDF ² (g/kg ts)	425 \pm 35	358 \pm 11	364 \pm 10
Stärkelse (g/kg ts)	-	60,0 \pm 13	48,9 \pm 4,7
NE _L ³ (MJ/kg ts)	5,9 ⁴	6,18 ⁴	6,15 ⁴

¹Ensilaget hade ett pH på 4,24 \pm 0,14, NH₃-N på 36 \pm 10 g/kg N och en *in vivo* smältbarhet av organisk substans på 80 \pm 1,5 % av organisk substans. ²NDF = neutral detergent fiber. ³Standardfodervärde för nettoenergi för laktation vid 20 kg dagligt ts-intag. ⁴Beräknat i NorFor baserat på kemisk sammansättning, samt tabellvärden och skattningar där analyserad data saknades.

Vid beräkning av mjölkintäkter minus foderkostnader skattades foderkostnaderna till 1,90 kr/kg ts för ensilaget och 3,22 kr/kg ts för kraftfodret medan mjölkpriset sattes till 3,44 kr/kg ECM. Energibalans (EB) beräknades i nettoenergi (NE) som $EB = NE_{\text{intag}} - (NE_{\text{underhåll}} + NE_{\text{mjölk}})$ där NE_{intag} , $NE_{\text{underhåll}}$ och $NE_{\text{mjölk}}$ skattades enligt NorFor (Volden och Nielsen, 2011). De statistiska beräkningarna är utförda i SAS (version 9.4, SAS Institute Inc., Cary, USA) med proceduren MIXED. I modellen ingick ko som slumpmässig variabel, ras, laktationsnummer (andra laktation eller äldre), mängd kraftfoder (6 jämfört med 12 kg), kraftfodersort (med eller utan våmskyddade aminosyror), avkastning i föregående laktation, laktationsvecka och samspel mellan mängd kraftfoder och laktationsvecka samt mellan mängd kraftfoder och ras. Hullförändringar analyserades med proceduren GLM med ko, ras, laktationsnummer, mängd kraftfoder, kraftfodersort och laktationsvecka som ingående variabler i modellen. Resultaten presenteras som minsta kvadratmedelvärden om inget annat anges och skillnader betraktades som signifikanta där *P*-värden var lägre än 0,05 och tendenser noterades vid *P*-värden lägre än 0,10.

Resultat och diskussion

Korna som utfodrades med 6kgKrf hade ett större ensilageintag men ett mindre intag av total ts jämfört med korna som utfodrades med 12kgKrf (tabell 2). Dock var det totala ts-intaget stort för båda foderstaterna om man jämför med flera andra försök med liknande nivåer av utfodrat kraftfoder (Lawrence *et al.*, 2015; Patel *et al.*, 2016). Det finns dock rapporter om stora intag av gräsenilage med hög smältbarhet i kombination med 8 till 12 kg kraftfoder (Kuoppala *et al.*, 2008; Randby *et al.*, 2012).

Tabell 2. Resultat uttryckt som minsta kvadratmedelvärde med standardfel för medelvärdet (SEM) och *P*-värde från kor i andra eller senare laktation som utfodrades med maximalt 6 (6kgKrf) eller 12 (12kgKrf) kg biprodukt-baserat kraftfoder i kombination med fri tillgång på ensilage under laktationsvecka 1 till 42.

	Kraftfodernivåer			
	6kgKrf	12kgKrf	SEM	<i>P</i> -värde
<i>Intag (kg ts/d)</i>				
Totalt	24,0	25,0	0,30	0,04
Ensilage	19,7	16,7	0,30	<0,01
Kraftfoder	4,24	8,34	0,042	<0,01
<i>Avkastning (kg/d)</i>				
Mjök	32,1	33,4	0,88	0,35
Energikorrigerad mjök	33,9	36,3	0,94	0,13
<i>Mjölksammansättning (%)</i>				
Fett	4,36	4,56	0,077	0,12
Protein	3,54	3,53	0,040	0,86
Laktos	4,72	4,74	0,027	0,70
<i>Energibalans (MJ NE₁/d)</i>	3,71	3,45	2,336	0,94
<i>Hullvärde (skala 1–5)</i>	3,24	3,44	0,058	0,04
<i>Hullförändring (poäng/vecka)</i>	-0,002	-0,002	0,0016	0,95

Över hela laktationen fanns ingen statistisk skillnad i mjök-/ECM-avkastning eller mjölksammansättning mellan de två kraftfodernivåerna. Dock skulle det krävas skillnader på över 2,8 kg mjök för att i detta försök kunna fastställa några statistiskt säkerställda skillnader i avkastning mellan 6kgKrf och 12kgKrf. Medelavkastningen för alla besättningar i Kokontrollen är 10 417 kg ECM (Växa, 2019) vilket är jämförbart med medelavkastningen på 10 434 kg ECM för hela laktationen i detta försök. Detta skedde trots att korna i detta försök konsumerade 68 % ts (12kgKrf) respektive 83 % ts (6kgKrf) ensilage i snitt över hela laktationen. Det bör emellertid påpekas att endast äldre kor ingick i försöket, varför en direkt jämförelse med data från Kokontrollen inte är möjlig då äldre kor producerar ungefär 15 % mer mjök över hela laktationen jämför med kor i första laktation (Pettersson *et al.*, 2011; Patel *et al.*, 2016).

Det var ingen skillnad i EB mellan de två kraftfodernivåerna. Andra som utfodrat relativt små mängder kraftfoder i tidig eller mittlaktation har dock sett att EB är mindre negativ hos kor som erbjuds mer kraftfoder (Randby *et al.*, 2012; Lawrence *et al.*, 2015). Korna i detta försök kom tillbaka till positiv EB i laktationsvecka 14 vilket är sent i jämförelse med Randby *et al.* (2012), vilket troligen kan förklaras med en större mjökavkastning i detta försök.

Korna som utfodrades med 12kgKrf hade högre hullpoäng jämfört med de som fick 6kgKrf. Skillnaderna i hull fanns dock redan från första laktationsveckan, då de olika kraftfodernivåerna ännu inte kan ha gett någon effekt, och genom hela laktationen. Det var alltså ingen skillnad mellan kor utfodrade med de två kraftfodernivåerna i hullförändring per vecka, vilket går i linje med resultaten gällande EB.

Det var heller ingen statistisk skillnad i mjölkintäkter minus foderkostnader mellan korna som utfodrades med 6kgKrf och 12kgKrf (65,5 kr respektive 66,1 kr, $P = 0,69$) med de priser som användes vid beräkningarna i denna uppsats i kombination med resultaten från detta försök. Över hela laktationen hade korna i detta försök ett medelvärde på 67,6 kr för mjölkintäkter minus foderkostnader. Henriksson *et al.* (2019) har sett att utfodring med mer biprodukter eller små kraftfodergivor inte ökade foderkostnaderna per kg ECM, och de drog slutsatsen att på gårdar som kan hålla nere produktionskostnaden för ensilage kan små kraftfodergivor vara ett ekonomiskt fördelaktigt alternativ.

Sammanfattningsvis visar resultaten från detta försök att det går att producera mycket mjölk även när korna utfodras med små biproduktbaserade kraftfodergivor och mycket grovfoder i form av ensilage med hög smältbarhet. Detta i sin tur skulle innebära att utfodringssystem med mycket grovfoder och små givor biproduktbaserat kraftfoder kan vara konkurrenskraftiga ur ett hållbarhetsperspektiv.

Referenser

- FAO (2009) The state of food and agriculture. Livestock in balance. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rom, Italien.
- FAO (2011) World Livestock 2011 – Livestock in food security. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rom, Italien.
- Henriksson M., Bååth Jacobsson S., Lindberg M. och Berglund Lundberg M. (2019) Mjölk på gräs och biprodukter – miljö och ekonomi. Hushållningssällskapet Halland.
- IPCC (2019) 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. Intergovernmental panel on climate change. Genève, Schweiz.
- Karlsson J., Patel M., Spörndly R. och Holtenius K. (2018) Replacing human-edible feed ingredients with by-products increase net food production efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101(8), 7146–7155.
- Kuoppala K., Rinne M., Nousiainen J. och Huhtanen P. (2008) The effect of cutting time of grass silage in primary growth and regrowth and the interactions between silage quality and concentrate level on milk production of dairy cows. *Livestock Science* 116(1–3), 171–182.
- Lawrence D.C., O'Donovan M., Boland T.M., Lewis E. och Kennedy E. (2015) The effect of concentrate feeding amount and feeding strategy on milk production, dry matter intake, and energy partitioning of autumn-calving Holstein-Friesian cows. *Journal of Dairy Science* 98(1), 338–348.
- Patel M., Wredle E., Spörndly E. och Bertilsson J. (2016) Whole lactation production responses in high-yielding dairy cows using high-quality grass/clover silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 97(9), 2883–2890.
- Pettersson G., Svennersten-Sjaunja K. och Knight C.H. (2011) Relationships between milking frequency, lactation persistency and milk yield in Swedish Red heifers and cows milked in a voluntary attendance automatic milking system. *Journal of Dairy Research* 78(3), 379–384.
- 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(1), 304–317.
- Röös E., Patel M., Spångberg J., Carlsson G. och Rydhmer L. (2016) Limiting livestock production to pasture and by-products in a search for sustainable diets. *Food Policy* 58, 1–13.
- Volden H. och Nielsen N. I. (2011) Energy and metabolizable protein supply. I: H. Volden (red) NorFor – the Nordic feed evaluationsystem. Wageningen Academic Publishers. Wageningen, Nederländerna, s. 81–84.
- Växa (2019) Rekordhög avkastningsökning under kontrollår 2018/19. <https://www.mynewsdesk.com/se/vaexasverige/pressreleases/rekordhoeg-avkastningsoekning-under-kontrollaar-2018-slash-19-2927317> [2020-01-07].

Förbättrat foderutnyttjande för mindre metanutsläpp

R. Danielsson¹, M. Eklund¹, J. Karlsson¹, C. Kronqvist¹ och M. Åkerlind²

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

²Växa Sverige, Uppsala

Korrespondens: rebecca.danielsson@slu.se

Sammanfattning

Tidigare studier har visat att kor har olika förmåga att konsumera stora mängder vallfoder samt att metanproduktionen varierar mellan individer. I denna studie undersökte vi flera olika parametrar som skulle kunna förklara variationen mellan kor som utfodras med stor grovfoder-giva. Sexton kor var inkluderade i studien och parametrar som undersöktes var metan, foderutnyttjande, vomjäsning samt fodrets uppehållstid i magtarmkanalen. Korna hade ett stort intag av grovfoder, i medeltal 19,5 kg torrs substans per dag. Metanproduktionen per kg totalt torrs substansintag varierade mellan 13,5 och 23,4 g. Det fanns tendens ($P = 0,08$) till samband mellan retentionstid i mag- och tarmkanalen och grovfoderintaget, men inga tydliga samband fanns mellan metan och smältbarhet eller retentionstid och smältbarhet. För att vidare kunna identifiera skillnader skulle förmodligen flera kor behöva studeras.

Introduktion

Metanproduktionen från kor beror på flera faktorer där foderintaget är den viktigaste. Våra och andras tidigare studier visar klart att den individuella variationen i metanproduktion är stor (Danielsson, 2016). Den individuella variationen pekar på att det skulle kunna vara möjligt att avla på kor som producerar mindre metan, men det är viktigt att inte samtidigt avla på kor som har ett sämre utnyttjande av foder vilket i sin tur ger mindre mjölk. Även kons förmåga att kunna konsumera stor andel grovfoder verkar skilja sig mellan individer (Patel, 2012). En hög andel grovfoder till mjölkkor är intressant p.g.a. att det kan ge förbättrad djurhälsa och även ekonomiska fördelar för lantbrukaren om korna samtidigt kan upprätthålla en stor mjölkproduktion. Syftet med denna studie var att undersöka om det finns tydliga samband mellan olika parametrar som kan förklara individuella skillnader mellan kor som äter stora mängder grovfoder. Parametrar som vi har undersökt är metan, foderutnyttjande, vomjäsning och fodrets uppehållstid i magtarmkanalen.

Projektet finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning.

Material och metoder

Denna studie var en del av en större undersökning där kornas foderintagskapacitet undersöktes. Studien utfördes vid SLU Lövsta, Uppsala. I vår studie ingick 16 kor (6 SH och 10 SRB) i mittlaktation (median laktationsvecka = 16,4 med intervall 12–22), som hade en fix kraftfodergiva på 5,25 kg torrs substans (ts). Provtagningsperioderna för att mäta fodrets retentionstid pågick i sju dagar vid fem olika tillfällen, varje ko var enbart med i en period. Korna hölls på lösdrift och mjölkades i robot (DeLaval VMS™; DeLaval, Tumba, Sweden) där mjölmängden registrerades vid varje mjölkningstillfälle. Grovfoderintaget registrerades vid varje ättillfälle (BioControl, Rakkestad, Norge) och kraftfoder tilldelades i kraftfoder-automat jämnt över dygnet. Grovfodret var från första skörd med en teoretisk snittlängd på 20 mm. Kemisk sammansättning av fodret redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Genomsnittligt näringsvärde i gränsensilage från alla fem mätperioder samt kraftfoder (standardavvikelser inom parentes).

	Ensilage	Kraftfoder ¹
Torrsubstans, g/kg	439 (54,0)	880
Omsättbar energi, MJ/kg ts	11,4 (0,51)	12,3
Aska, g/kg ts	89 (5,2)	91
Råprotein, g/kg ts	162 (13,5)	164
NDF, g/kg ts	490 (11,1)	442
Smältbarhet ² , % av organisk substans	79 (2,76)	
pH	4,3 (0,10)	
Ammoniumkväve, % av totalkväve	5,7 (1,05)	

¹Värden för den kemiska sammansättningen kommer från tillverkaren. Kraftfodret bestod av (baserat på torrsubstans) 56,6 % omelassad betfiber, 12,0 % vetekli, 9,4 % vetefodermjöl, 7,0 % Expro®, 7,0 % agrodrank, 2,6 % vegetabiliskt fett AkoFeed®Cattle, 2,3 % kalk, 2,0 % melass, 0,9 % stensalt, 0,2 % mineralpremix.

²Smältbarheten är beräknad som $0,9 \times \text{VOS} - 2$ enligt Lindgren (1983).

Grovfodret märktes in med krom (Cr) som markör på samma sätt som beskrivits av Udén *et al.* (1980). Varje ko gavs en mängd foder innehållande 2 g Cr. Träck samlades därefter in efter 0, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32, 36, 44, 52, 60, 68, 76, 84, 92, 100, 108, 116, 124, 132, 140, 148, 156 och 164 timmar. Träcken frystorkades i 72 timmar och maldes på 1 mm såll för att sedan skickas på analys till ALS Global (Luleå, Sweden). Analysen utfördes med induktivt kopplad plasma masspektrometri (ICP-SFMS). Kromkoncentrationerna relaterades sedan till exakt provtagningstid och anpassades till en kurva med ekvation enligt Udén och Sutton (1994) med hjälp av Excel Solver. I Danielsson *et al.* (2018) beskrivs kurvanpassningens skattning av retentionstiden i hela magtarmkanalen, även kallad total medelretentionstid (TMRT).

Metan mättes i samband med varje mjölkningstillfälle med infraröd teknik (Guardian Plus; Edinburgh Instruments Ltd., Livingston, UK), enligt Garnsworthy *et al.* (2012). Vomvätska samlades in genom en slang (Geishauer, 1993) från alla kor en gång i varje provtagningsperiod och frystes in vid -20 °C för senare analys av flyktiga fettsyror (VFA). VFA analyserades genom HPLC-analys som beskrivits tidigare av Westerholm *et al.* (2010).

Smältbarheten analyserades med två markörer, saltsyraolöslig aska (AIA) för 12 av korna och med osmältbar NDF (iNDF) för 4 av korna.

Resultaten analyserades med SAS® (ver. 9.3 Institute Inc., Cary, NC, 2008), Procedure MEANS användes för medel, min- och maxvärde. Procedure REG användes för att studera eventuella samband för TMRT och metan med alla parametrar som finns i tabell 2.

Resultat

För de 16 mjölkorna som ingick i studien var det genomsnittliga grovfoderintaget stort, 19,5 kg ts/dag (tabell 2). Metanproduktionen varierade mellan 353 och 651 g/dag, med ett genomsnitt på 450 g/dag. Värden för foderintag, mjölkproduktion, passagehastighet, metan och VFA presenteras i tabell 2.

Det fanns inga linjära samband mellan metan och TMRT. Det fanns inte heller några kopplingar mellan smältbarhet av organisk substans eller smältbarhet av torrsubstans med vare sig metanproduktion eller TMRT. Det fanns en tendens till samband ($P = 0,08$) mellan totalt ts-intag av gränsensilage per dag och TMRT ($R^2 = 0,20$, $RMSE = 5,81$). Mjolk per kilo foder hade också en liknande tendens till samband med TMRT ($P = 0,092$) ($R^2 = 0,29$, $RMSE = 5,86$). Mjolkproduktionen visade ett linjärt samband med metanproduktionen ($P = 0,0118$) ($R^2 = 0,38$, $RMSE = 72,82$), men inget samband sågs mellan metan och mjolk per totalt ts-intag.

Tabell 2. Kornas foderintag i torrsubstans (ts) anges för gräsensilage, kraftfoder och totalt, dessutom intag av neutral detergent fiber (NDF), total medelretentionstid (TMRT), kroppsvikt, mjölkproduktion, metanproduktion samt flyktiga fettsyror (VFA) i vomvätskan. Värden är presenterade som medel (min–max).

Parameter	(N = 16)	
Intag av gräsensilage, kg ts/dag	19,5	(15,1–24,0)
Intag av kraftfoder, kg ts/dag	5,1	(4,9–5,3)
Totalt foderintag, kg ts/dag	24,7	(19,9–29,1)
NDF-intag, kg/d	12,6	(10,8–14,2)
TMRT, timmar	52,2	(40,1–64,0)
Kroppsvikt, kg	720	(537–865)
Mjölmängd, kg/dag	34,0	(27,3–40,4)
Smältbarhet av organisk substans, %	70,6	(62,6–76)
Smältbarhet av torrsubstans, %	68,8	(61,2–74,7)
Mjök/Totalt ts-intag, kg/kg	1,75	(1,45–2,03)
Metan, g/dag	450	(353–671)
Metan/Totalt ts-intag, g/kg ts	18,2	(13,5–23,4)
Totalt VFA, millimol	100	(54,6–128)
Ättiksyra, mol/100mol	67,0	(62,9–71,3)
Propionsyra, mol/100mol	17,8	(13,9–19,7)
Smörsyra, mol/100mol	11,1	(9,5–14,3)

Diskussion

Produktionen av metan påverkas till stor del av foderintaget men även av andra parametrar som skiljer mellan olika typer av foder och olika individer. I denna studie har vi inte kunnat identifiera några specifika parametrar hos kor som kan förklara de individuella skillnaderna i metanproduktion. Vi fann heller inget tydligt samband med grovfoderintag och retentionstid men det fanns en tendens som indikerade att ett större foderintag ger en kortare retentionstid. Hade flera kor varit med i studien kan man anta att det skulle varit möjligt att finna signifikanta samband. Som diskuterats i en tidigare studie av Ramin och Huhtanen (2012) ger ett ökat foderintag en högre passagehastighet för foderpartiklar, vilket minskar smältbarheten och mängden jäst substrat per enhet intag. Vid ett ökat foderintag och ökad passagehastighet hinner fodret inte jäsa lika länge i vommen vilket gör att mindre andel av det totala energiintaget blir till metan (Yan *et al.*, 2000; 2009, Ramin och Huhtanen, 2012). Dock är minskningen i smältbarhet av foder inte så stor (Huhtanen *et al.*, 2009). Det skulle enligt Jentsch *et al.* (2007) kunna bero på att mer stärkelse passerar våmmen och på så sätt minskar mängden substrat tillgängligt för metanproduktion. I vår studie fanns inte något samband mellan fodrets smältbarhet och kons metanproduktion vilket skulle kunna förklaras av den effekt som diskuteras ovan. Smältbarheten skattades dock med två olika metoder, vilket kan ha gett en variation mellan mätmetoder som är större än ett eventuellt samband mellan metanproduktion och smältbarhet.

Det fanns ett samband mellan produktionen av metan och mjölkproduktionen, men inte med producerad mjölk per totalt ts-intag. För att utvärdera fodereffektivitetens eventuella samband med metanproduktionen bör kg energikorrigerad mjölk användas istället för kg total mjölk. Detta är något som vi kommer att titta mer på i våra fortsatta studier, med olika parametrar som skattar fodereffektiviteten.

Denna studie kommer även att kompletteras med data rörande den mikrobiella sammansättningen i vommen, som kanske kan ge en tydligare förklaring och samband med olika parametrar som vi tidigare sett uppvisar tydliga skillnader mellan individer, såsom samband mellan stor metanproduktion och olika grupper av metanproducerande mikroorganismer.

Referenser

- Danielsson (2016) Methane production in dairy cows – impact of feed and rumen microbiota. Sveriges lantbruksuniversitet. Doktorsavhandling 45.
- Danielsson R., Eklund M., Gonda H., Karlsson J., Kronqvist C. och Åkerlind M. (2018) Total digesta mean retention time in dairy cows with different abilities to consume large quantities of roughage. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 298, 95–99. https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/huv/nfsc/nfsc2018/nfsc-2018_proceedings_corr_e-version.pdf
- Garnsworthy P.C., Craigon J., Hernandez-Medrano J.H. och Saunders N. (2012) On-farm methane measurements during milking correlate with total methane production by individual dairy cows. *Journal of dairy science* 95, 3166–3180.
- Geishauser T. (1993) An instrument for collection and transfer of ruminal fluid and for administration of water soluble drugs in adult cattle. *Bovine Practitioner* 27, 38–42.
- Huhtanen P., Rinne M. och Nousiainen J. (2009) A meta-analysis of feed digestion in dairy cows. 2. The effects of feeding level and diet composition on digestibility. *Journal of Dairy Science* 92, 5031–5042.
- Jentsch W., Schweigel M., Weissbach F., Scholze H., Pitroff W. och Derno M. (2007) Methane production in cattle calculated by the nutrient composition of the diet. *Archives of Animal Nutrition* 61, 10–19.
- Lindgren E. (1983) Re-calibration of the VOS method for determining energy value in ley forage. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition and Management, 4 pp.
- Patel M. (2012) Effects of increasing proportion of high-quality grass silage in the diet of dairy cows. Sveriges lantbruksuniversitet. Doktorsavhandling 80.
- Ramin M. och Huhtanen P. (2012) Development of equations for predicting methane emissions from ruminants. *Journal of Dairy Science* 96, 2476–2493.
- Udén P. och Sutton J.D. (1994) Retention of Cr-labelled grass hay and silage in different segments of the gastrointestinal tract of dairy cows. *Livestock Production Science* 37, 297–309.
- Udén P., Colucci P.E. och Van Soest P.J. (1980) Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta rate of passage studies. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 31, 625–632.
- Westerholm M., Roos S. och Schnürer A. (2010) *Syntrophaceticus schinkii* gen. nov., sp. nov., an anaerobic, syntrophic acetate-oxidizing bacterium isolated from mesophilic anaerobic filter. *FEMS a Microbial Letter* 309, 100–104. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1574-6968.2010.02023.x>
- Yan T., Porter M.G. och Mayne C.S. (2009) Prediction of methane emission from beef cattle using data measured in indirect open circuit respiration calorimeters. *Animal* 3, 1455–1462.
- Yan T., Agnew R.E., Gordon F.J. och Porter M.G. (2000) Prediction of methane energy output in dairy and beef cattle offered grass silage-based diets. *Livestock Production Science* 64, 253–263.

Fri fekal vätska hos häst i relation till utfodring med hösilage?

K.M. Lindroth¹, A. Johansen², V. Båverud³, J. Dicksved¹, J.E. Lindberg¹ och C.E. Müller¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

²Norsk institutt for biøkonomi, Ås, Norge ³Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Uppsala

Korrespondens: katrin.lindroth@slu.se

Sammanfattning

Fri fekal vätska (FFV) innebär att hästars träck avges i två separata faser, en fast och en vätskefas, vilket medför ökat behov av rengöring och nedsatt djurvälstånd. Vad som orsakar FFV är inte känt, men nutritionella faktorer som utfodring av inplastat vallfoder har föreslagits, liksom djurbundna faktorer såsom hästtyp, pälsfärg och parasitstatus. En beskrivande enkätstudie genomfördes för att karaktärisera hästar med FFV och kartlägga deras utfodring och skötsel. Resultaten visar att bland hästar med FFV fanns det en stor variation av raser, åldrar, användningsområden, uppställningsförhållanden och utfodringsstrategier, vilket innebär att alla olika typer av hästar kan drabbas. Byte från inplastat vallfoder till hö, till bete eller till ett annat parti av inplastat vallfoder resulterade i minskad förekomst av FFV hos enskilda individer, men inte hos alla hästar i studien. Hästarna i studien rapporterades ha en jämförelsevis hög incidens av kolik (historiskt) jämfört med andra hästpopulationer. Resultaten indikerar att utfodring med inplastat vallfoder inte är en generell orsak till FFV, men att enskilda individer kan ha olika tolerans för olika typer av vallfoder. Det behövs mer detaljerade studier för att förstå de bakomliggande orsakerna till förekomst av FFV.

Introduktion

Ett problem som har uppmärksamrats de senaste ca 15 åren är ett tillstånd som ofta refereras till som "hösilage-intolerans" eller fri fekal vätska (FFV). Hästar med FFV avger träck i två faser; en fast fas (träckbollar) och en vätskefas. Vätskefasen avges antingen tillsammans med eller skilt från den fasta fasen, eller tillsammans med gas. Hästar med FFV kan visa obehag när de avger träck genom överdrivna svansviftningar och nervöst trampande med bakbenen (Kienzle *et al.*, 2016). Den konstanta kontamineringen av fekal vätska på bakben och runt anus kan också orsaka skador på huden. Förekomst av FFV kräver ofta rengöring av hästarna flera gånger dagligen. Utöver detta visar FFV-drabbade hästar inga sjukdomssymptom. Hästägare har associerat förekomst av FFV med utfodring av inplastat vallfoder, men andra orsaker som t.ex. hästtyp, pälsfärg, rang, parasitstatus etc. har också föreslagits. Eftersom inte mycket är känt om FFV utfördes en enkätstudie med syfte att kartlägga vilken typ av hästar som drabbas av FFV och hur dessa hästar utfodras och sköts.

Material och metoder

Studien utgjordes av en webbaserad enkät riktad till ägare av hästar med FFV. Kriterierna för att vara med i studien var att hästarna skulle vara mer än 2 år gamla, att de visade FFV när de utfodrades med inplastat vallfoder och att de var uppstallade i Norge eller Sverige. Enkäten innehöll 50 frågor gällande hästen, skötsel- och utfodringsrutiner, förekomst av FFV vid olika utfodringsstrategier och vilka kliniska symptom hästarna uppvisade vid FFV, samt tidigare historik av mag-tarmsjukdomar. Statistisk analys gjordes med SAS version 9.4 för Windows. För kontinuerliga variabler beräknades minimum- och maximumvärde, median, medelvärde och standardavvikelse. Hästarnas dagliga intag av foder (g eller kg) per 100 kg kroppsvikt och

dag beräknades. En hög förekomst av tidigare kolik i studiepopulationen resulterade i en uppdelning av hästarna i två grupper; en med hästar som tidigare haft kolik och en som inte haft kolik. Varje kliniskt symptom jämfördes separat mellan grupperna genom Chi²-test (med förväntad modell). Signifikansnivån sattes till $P < 0,05$.

Resultat

Typ av hästar och hästarnas skötsel

Totalt 339 enkätsvar samlades in, motsvarande data från lika många hästar. Hästarna var 2,5–28 år gamla, majoriteten var valacker (57 %, $n = 193$) och de flesta var av varmbloodstyp (53 %, $n = 180$). Hullpoängen varierade mellan 1 och 4 på en skala 0–6, enligt Carroll och Huntington (1988) och de flesta av hästarna hade hullpoäng 3 (55 %, $n = 186$). Majoriteten av hästarna användes för hobbyridning (82 %, $n = 278$) och rapporterades träna med låg intensitet (63 %, $n = 215$). Majoriteten av de svarande (52 %, $n = 170$) rapporterade att det endast var deras häst i stallet som visade FFV. Nästan hälften av hästarna hölls ute 8–12 timmar per dag (48 %, $n = 163$), vanligen i jord- (39 %, $n = 132$) eller gräshagar (28 %, $n = 94$). Nästan hälften (48 %, $n = 163$) av hästarna hölls på bete 9–12 veckor per år, och 55 % ($n = 186$) av hästarna i studien avmaskades årligen vid stort antal ägg i träcken. Alla hästar hade tillgång till vatten från antingen badkar, hinkar eller vattenkoppar både utomhus och inomhus.

Tabell 1. Daglig mängd av olika fodermedel (kg eller g/100 kg kroppsvikt (KV) och dag) och andel grovfoder och kraftfoder i foderstaten (% av total fodergiven) till hästarna i studien ($n = 339$), SD = standardavvikelse.

	Antal hästar	Kvartil					Medel	SD
		Min	0,25	0,5	0,75	Max		
Grovfoder och kraftfoder, kg/100 kg KV och dag ¹								
Hö	165	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5	0,2	0,06
Hösilage	251	0,2	1,7	2,0	2,3	6,0	2,0	0,67
Ensilage	4	1,2	1,2	2,9	3,8	4,7	2,9	1,73
Halm	14	0,1	0,2	0,3	0,6	2,3	0,4	0,45
Lusern ²	10	0,01	0,1	0,1	0,2	0,7	0,1	0,13
Total mängd grovfoder	217	0,3	1,5	2,0	3,1	4,8	1,8	2,17
Total mängd kraftfoder	190	0,01	0,1	0,2	0,3	1,0	0,2	0,18
Grovfoderproportion av totala foderstaten (%) ³	249	20	90	100	100	100	90	0,14
Kraftfoderproportion av totala foderstaten (%) ^{3,4}	107	0	1	5	10	80	7	0,14
Mineraler, g/100 kg BW	218	0,1	6,0	10,8	17,8	83,3	13,5	11,43

¹Hästar som rapporterades ha fri tillgång på grovfoder eller hade halm som strömedel inkluderades ej. ²Lusern inkluderar både pelleterad och hackad lusern (torkad) ³Hästar som rapporterades ha fri tillgång på grovfoder och som inte utfodrades med något kraftfoder inkluderades. ⁴Hästar som inte utfodrades med något kraftfoder inkluderades ej.

Utfodring

Majoriteten (74 %, $n = 250$) av hästarna utfodrades med vallfoder i portioner och resterande (26 %, $n = 89$) hade fri tillgång. Nittiofem procent av hästarna utfodrades med hösilage ($n = 322$), medan 5 % ($n = 17$) utfodrades med ensilage och 50 % ($n = 170$) hade hö inkluderat i foderstaten. Hästarnas foderstater innehöll en hög andel grovfoder (tabell 1). Majoriteten av hästarna (67 %, $n = 227$) utfodrades med grovfoder 3–4 gånger dagligen och den längsta rapporterade tiden mellan utfodringarna var 8 timmar. Majoriteten av hästarna som utfodrades i hagen fick sitt grovfoder i kar eller i hönät (60 %, $n = 204$), eller på marken (45 %, $n = 153$) (flera svar kunde anges). Majoriteten av de svarande (66 %, $n = 224$) köpte sitt vallfoder från en vallfoderproducent. Nästan hälften (48 %, $n = 163$) rapporterade att de inte hade tillgång

till någon foderanalys. Majoriteten av hästarna (56 %, n = 190) utfodrades med kraftfoder och den vanligaste kraftfodertypen som de utfodrades med var någon kommersiell foderblandning (63 %, n = 120). Fodertillskott (tabell 2) utfodrades till 84 % (n = 285) av hästarna i studien.

Förekomst av fri fekal vätska

Förekomsten av FFV rapporterades minska vid byte från inplastat vallfoder till hö, från inplastat vallfoder till bete och från ett parti inplastat vallfoder till ett annat (tabell 2). Alla hästar visade dock inte en minskning av FFV-förekomst när vallfodertypen byttes och alla respondenter hade inte provat alla olika varianter av foderbyten (tabell 2). Kliniska symptom rapporterades för alla hästar (n = 339) i studien under episoder av FFV var kolik (21 %, n = 71), hudproblem (4 %, n = 14), svullna ben (3 %, n = 10), uppsvälld buk (29 %, n = 98), irritation vid träckavgång (29 %, n = 98), medan 35 % (n = 119) rapporterades inte visa några kliniska symptom i samband med FFV. Vissa hästar uppvisade flera av symptomen.

Tabell 2. Förändringar i förekomst av fri fekal vätska (FFV) hos hästarna i studien (n = 339) vid förändringar i foderstaten rapporterades av de svarande. "Mindre lös" refererade till minskad separation mellan fast fas och vätskefas jämfört med innan foderförändringen. Alla svarande provade inte alla foderbyten.

	Antal hästar (n)	Andel hästar (%)
Träcken mindre lös vid byte från inplastat vallfoder till hö	198	58
Träcken mindre lös vid byte från inplastat vallfoder till bete	157	46
Träcken mindre lös vid byte från ett parti inplastat vallfoder till ett annat	56	17
Ingen förändring av träcken oavsett foderstatsförändring	24	7
Träcken mer lös vid alla typer foderstatsförändring	20	6
Träcken mindre lös vid byte från förstaskörd till andraskörd av inplastat vallfoder	16	5
Träcken mindre lös vid användning av fodertillskott ¹	8	2
Har inte provat någon förändring	5	1

¹Fodertillskott som rapporterades inkluderade jäst, linfrö, psyllium, tiamin och flera olika kommersiella pro- och prebiotika.

Nästan en fjärdedel (23 %, n = 78) av hästarna i studien rapporterades ha haft kolik tidigare. Hästarna delades in i två grupper, en med hästar med kolikhistorik och en utan tidigare kolik, för att undersöka skillnader i vilken typ av symptom grupperna visade under episoder av FFV. I gruppen av hästar med tidigare kolikhistorik var det fler som visade symptom på kolik under FFV episoder (87 %, n = 62) jämfört med i gruppen utan tidigare kolikhistorik (13 %, n = 9) ($p < 0,001$). I gruppen av hästar med tidigare kolikhistorik var det en tendens till fler som visade symptom på uppblåst buk under FFV episoder (67 %, n = 66) jämfört med i gruppen utan tidigare kolikhistorik (33 %, n = 32) ($p = 0,08$). I gruppen av hästar med tidigare kolikhistorik var det färre som inte visade några symptom under FFV episoder (26 %, n = 31) jämfört med i gruppen utan tidigare kolikhistorik (74 %, n = 88) ($p < 0,001$).

Diskussion

Då det var en stor variation av olika raser, åldrar och användningsområden som representerades i populationen med FFV i denna studie, indikerar det att FFV kan drabba många olika typer av hästar. Majoriteten av hästarna i denna studie hölls ute i 4–8 timmar dagligen i antingen jord- eller sandhagar och nästan hälften utfodrades på marken. Att utfodra grovfodret på marken kan leda till ökat intag av sand- och gruspartiklar vilket i sin tur kan skapa irritation

i tarmslemhinnan och leda till lös träck (Niinistö *et al.*, 2019). En stor andel av hästarna i studien rapporterades visa mindre symptom på FFV vid byte från inplastat vallfoder till hö (58 %) och till bete (46 %), men det gällde inte för alla hästar i studien. En fjärdedel av hästarna rapporterades visa mindre symptom på FFV vid byte från ett till ett annat parti inplastat vallfoder, vilket indikerar att FFV inte kan kopplas enbart till utfodring av inplastat vallfoder. Detta stöds även av resultat i tidigare studier av hästar med FFV där hästarna utfodrades med hö (Kienzle *et al.*, 2016; Valle *et al.*, 2013) och där endast ett fåtal hästar utfodrades med hösilage. Foderstatens sammansättning, speciellt vid inblandning av kraftfoder, har påvisats inverka på träckens fysiska utseende genom att dela upp träcken i en vätskefas och en fast fas (Lopes *et al.*, 2003). Även om hästarna i denna studie utfodrads med relativt små kraftfodermängder (tabell 1), har det visats att även mindre mängder kraftfoder kan kopplas till problem i mag-tarmkanalen, såsom kolik (Hudson *et al.*, 2001). Att många hästar med FFV inte visar några symptom på sjukdom indikerar att FFV skulle kunna vara en typ av osmotisk diarré, som kan bero på olika hydrofila egenskaper hos fodret. Att det finns en stor förekomst av kolik bland hästarna i studien (23 %) jämfört med andra populationer (10,6 %) (Hillyer *et al.*, 2002), indikerar att förekomst av FFV kan ha att göra med tarmens funktion och dess mikrobiota, och att olika individer kan ha olika tolerans för olika typer av vallfoder beroende på mikrobiotans sammansättning och funktion. Mer detaljerade studier behövs för att vidare utröna orsakerna till förekomst av FFV.

Studien finansierades av Stiftelsen Hästforskning och SLU.

Referenser

- Carroll C.L. och Huntington P.J. (1988) Body condition scoring and weight estimation of horses. *Equine Veterinary Journal* 20(1), 41–45.
- Hillyer M.H., Taylor F.G.R., Proudman C.J., Edwards G.B., Smith J. E. och French, N.P. (2002) Case control study to identify risk factors for simple colonic obstruction and distension colic in horses. *Equine Veterinary Journal* 34(5), 455–463.
- Hudson J.M., Cohen N.D., Gibbs P.G. och Thompson J.A. (2001) Feeding practices associated with colic in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 219(10), 1419–1425.
- Kienzle E., Zehnder C., Pfister K., Gerhards H., Sauter-Louis C. och Harris P. (2016) Field study on risk factors for free fecal water in pleasure horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 44, 32–36.
- Lopes M.A., White II N.A., Crisman M.V. och Ward D.L. (2004) Effects of feeding large amounts of grain on colonic contents and feces in horses. *American Journal of Veterinary Research* 65(5), 687–694.
- Niinistö K.E., Määttä M.A., Ruohoniemi M.O., Paulaniemi M. och Raekallio M.R. (2019) Owner-reported clinical signs and management-related factors in horses radiographed for intestinal sand accumulation. *Journal of Equine Veterinary Science* 80, 10–15.
- Valle E., Gandini M. och Bergero D. (2013) Management of chronic diarrhea in an adult horse. *Journal of Equine Veterinary Science* 33(2), 130–135.

"Den gode, den onde och den fule" – kolhydrater i gräsarter till hästfoder: icke-strukturella kolhydrater

C.E. Müller¹, M. Halling², Å. Ergon³ och R.B. Jensen⁴

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala ²SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala ³Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), Institutt for plantevitenskap Ås, Norge ⁴NMBU, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Ås, Norge

Korrespondens: cecilia.muller@slu.se

Sammanfattning

Gräs till bete och vallfoder innehåller olika koncentration av kolhydrater. Kolhydraterna beskrivs ibland som "den gode" (fiber), "den onde" (socker) och "den fule" (fruktaner) i förhållande till hälsoproblem som fång och kolik hos hästar. Fibrer i vallfodret bidrar till att ge lång ättid för hästen och är viktiga substrat för grovtarmens mikroorganismer. Socker i vallfoder diskuteras främst för hästkategorier med någon typ av avvikelser i glukos-insulinomsättningen (t.ex. insulinresistenta hästar). Höga halter av fruktaner i vallfodret antas kunna bidra till feljäsningar i grovtarmen, vilket i sin tur ökar risken för kolik och även fång. Projektets syfte är att undersöka innehållet av kolhydrater i olika gräsarter vid skörd i olika plantmognad. I den här delrapporteringen presenteras resultat för innehåll av lättlösliga kolhydrater i sex gräsarter skördade vid tre skördetidpunkter i första skörd. Preliminära resultat visar att om strävan är att innehållet av lättlösliga kolhydrater i vall skall vara lågt bör hundäxing eller ängssvingel användas, och engelskt rajgräs och foderlösa undvikas, särskilt om skörden sker i ett senare botaniskt utvecklingsstadium. Resultaten förväntas efter ytterligare studier kunna utgöra underlag för rekommendationer kring val av vallarter i slåttervall avsedd för hästar.

Introduktion

Gräs till bete och vallfoderproduktion innehåller olika koncentration av kolhydrater. Kolhydraterna beskrivs ibland som "den gode" (fiber), "den onde" (socker) och "den fule" (fruktaner) i förhållande till hälsoproblem som fång och kolik hos hästar. Kolhydraterna i vallfoder brukar delas in i strukturella (fiber) och icke-strukturella (socker och fruktaner samt i förekommande fall stärkelse). Fibrer i vallfodret bidrar till att ge lång ättid för hästen och är viktiga substrat för grovtarmens mikroorganismer som jäser fibern till energirika fettsyror. I rutinmässiga foderanalyser anges vanligen det totala innehållet av lättlösliga kolhydrater (water soluble carbohydrates – WSC) som innefattar glukos, fruktos, sukros och fruktaner, vilka alltså i huvudsak utgör de icke-strukturella kolhydraterna i vallgräs i norra Europa. Ur ett hästutfodringssperspektiv är dock uppdelning av de olika komponenterna i WSC av intresse. Socker i form av glukos och sukros i vallfoder diskuteras främst för hästkategorier med någon typ av avvikelser i glukos-insulinomsättningen (t.ex. för insulinresistenta hästar som kan ha ökad risk att drabbas av fång) (Lindåse *et al.*, 2018). Höga halter av fruktaner i vallfodret antas kunna bidra till feljäsningar i grovtarmen (Geor, 2009) vilket i sin tur misstänks kunna öka risken för både fång och kolik.

Det är sedan tidigare känt att innehållet av de olika sockerarterna och fruktan inte nödvändigtvis följs åt på samma sätt med ökande plantmognad hos vallväxterna, men i dagsläget finns mycket lite information om olika gräsarters innehåll av sockerarter och fruktan vid olika botaniska utvecklingsstadium. Ett av syftena med detta projekt var därför att undersöka innehållet

av sockerarter och fruktan i olika gräsarter vid skörd i olika plantmognad. I det här presenterade delförsöket redovisas preliminära resultat för innehållet av WSC i sex gräsarter skördade vid tre olika botaniska utvecklingsstadier.

Material och metoder

Engelskt rajgräs (*Lolium perenne*, sort Figgjo), hundäxing (*Dactylis glomerata*, sort Laban), foderlosta (*Bromus inermis*, sort Leif), timotej (*Phleum pratense*, sort Grindstad), ängssvingel (*Festuca pratensis*, sort Minto) och rörsvingel (*F. arundinacea*, sort Swaj) såddes in i försöksrutor i ett randomiserat blockförsök med nio parceller per art. Rutorna gödslades med 10 kg N/ha (22-3-10 NPK) vid växtstart på våren. Rutorna skördades vid tre skördetillfällen; tidigt (2019-06-04), medium (2019-06-17) och sent (2019-07-01), tre rutor per art och skördetillfälle. Försöksrutorna var placerade vid Vollebekk forsøksgård på NMBU i Norge. De skördade gräsen torkades till hö i värmeskåp två dygn i 50 °C. Proverna maldes och torkades samt analyserades med avseende på koncentration av glukos, fruktos, sukros och fruktaner med en enzymatisk-spektrofotometrisk analysmetod (Udén, 2006) samt för torrsbstanshalt. Innehållet av total WSC beräknades genom addition av halterna glukos, fruktos, sukros och fruktaner. Innehållet av WSC jämfördes mellan de olika arterna, de olika skördetidpunkterna och för interaktioner mellan art och skördetidpunkt genom variansanalys i programmet SAS 9.4.

Resultat och diskussion

Den preliminära resultatbearbetningen visade att koncentrationen av total WSC var högst i engelskt rajgräs följt av foderlosta, och lägst i hundäxing, då alla skördetidpunkter inkluderades ($P < 0,001$). Generellt sett över alla sex gräsarter var koncentrationen av total WSC högst ($P < 0,001$) vid den sena skördetidpunkten, medan tidig och medium skörd gav samma innehåll av total WSC. Alla gräsarterna svarade dock inte likadant på de olika skördetidpunkterna (figur 1). Engelskt rajgräs innehöll högst ($P < 0,001$) koncentration av total WSC vid tidig och medium skörd, men vid den sena skördetidpunkten var koncentrationen av total WSC lika hög i foderlosta som i engelskt rajgräs, medan samtliga andra testade arter hade lägre innehåll av total WSC (figur 1). Engelskt rajgräs hade också högst sammanlagt innehåll av glukos, fruktos och sukros vid alla skördetidpunkterna, jämfört med alla övriga testade gräsarter.

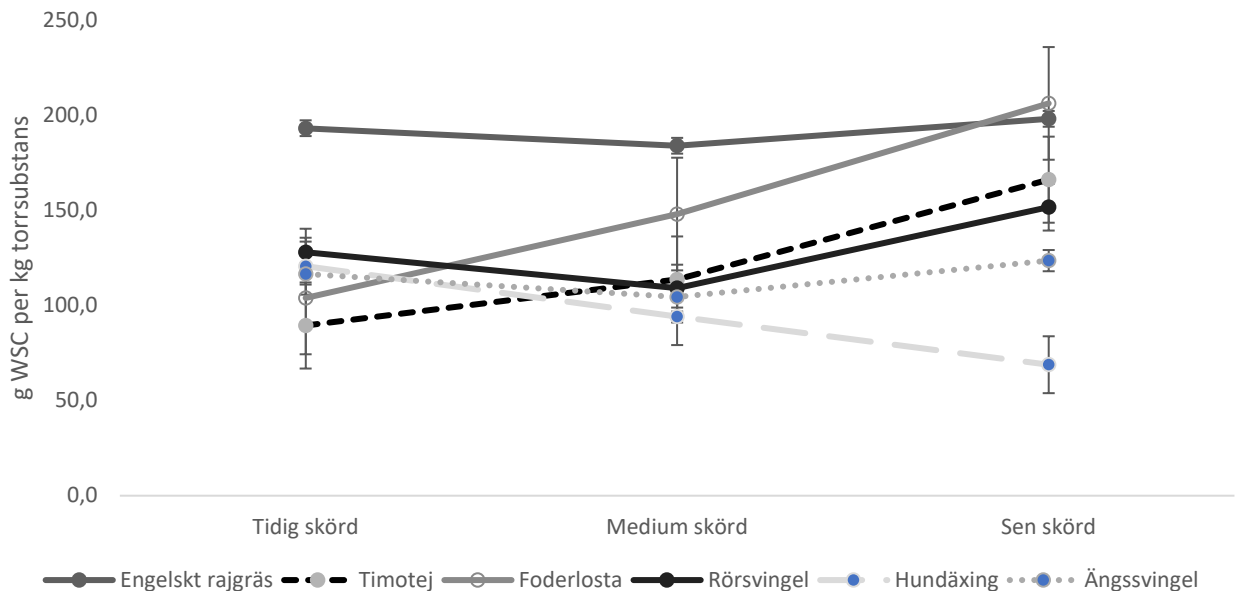
Koncentrationen av total WSC i hundäxing minskade kontinuerligt över tid, vilket den inte gjorde för övriga testade arter (figur 1). Det berodde på att samtliga komponenter i WSC generellt sett var lägre ($P < 0,001$) i hundäxing jämfört med i de övriga testade arterna. Innehållet av total WSC var dock lägre i timotej än i hundäxing vid den tidigaste skörden ($P < 0,03$) (figur 1).

Preliminär bearbetning av data visar också att innehållet av glukos och fruktos minskade och innehållet av sukros, fruktaner och total WSC ökade med ökande plantmognad vid skörd. Ökningen i totala WSC var till stor del beroende av en ökning i koncentrationen av fruktaner, särskilt för foderlosta och timotej där andelen fruktaner utgjorde i medel 47 respektive 48 % av totala WSC vid den sena skördetidpunkten (medelfel 2,7 %).

Resultaten innebär att förstahandsvalet av gräsart i fröblandningar till slättervall för skörd av vallfoder till hästar får avgöras beroende på vilken hästkategori som skall utfodras. Eftersträvas så lågt innehåll som möjligt av total WSC kan hundäxing sannolikt vara ett lämpligt artval. Hur fodret skall konserveras kan dock också inverka på val av fröblandning då t.ex.

ensilering kräver ett visst sockerinnehåll för att lyckas. Eftersträvas en låg fruktanhalt bör sen skörd (början av juli) av foderlostas och timotej undvikas, och överlag bör en tidig skördetidpunkt väljas (början av juni) oavsett gräsart eftersom fruktanhalten då generellt sett var lägre. Eftersträvas en så låg halt som möjligt av glukos, fruktos och sukros (summan av dem) bör sen skörd av hundäxing vara lämpligt.

Vidare analyser av data fortgår och presenteras under år 2020.



Figur 1. Koncentration av lättlösliga kolhydrater (WSC) i sex olika gräsarter vid tre olika skördetidpunkter, samtliga i förstaskörd. Felstaplar anger medelfel.

Försöket finansierades av Stiftelsen Hästforskning.

Referenser

- Geor R.J. (2009) Pasture-associated laminitis. *Veterinary Clinics: Equine Practice* 25, 39–50.
- Lindåse S., Müller C., Nostell K. och Bröjer J. (2018) Evaluation of glucose and insulin response to haylage diets with different content of nonstructural carbohydrates in 2 breeds of horses. *Domestic Animal Endocrinology* 64, 49–58.
- Udén P. (2006) *In vitro* studies of microbial efficacy from two cuts of ryegrass (*Lolium perenne* cv. Aberdard) with different proportions of sugars and protein. *Animal Feed Science and Technology* 126, 145–156.

Vad innebär kolvsjuka i gräs?

L. Norrlund¹ och E. Edin²

¹Jordbruksverket, Växtskyddscentralen, Uppsala ²HS Konsult AB, Brunnby gård, Västerås
Korrespondens: lina.norrlund@jordbruksverket.se

Föredragets och konferensrapportens innehåll

Föredraget ämnar ge kännedom om symptom och förekomst av kolvsjuka i timotej och hundäxing samt redogöra för studier som pågår. I denna konferensrapport trycks delar av en litteratursammanställning med fördjupning kring svampens biologi av Eva Edin. Foton på symptom av kolvsjuka finns på Växtskyddscentralernas bildarkiv: www.jordbruksverket.se

Sammanfattning

När svampen *Epichloë typhina* bildar kolvliknande sporsamlingar på gräs benämns det kolvsjuka. Svampen växer annars endofytiskt inne i växten i symbios, utan synliga symptom. Symbiosen har flera positiva effekter för plantan. Kolvsjuka förekommer främst på timotej och hundäxing. Sommaren 2019 fanns det platser där symptomen var mycket vanligare än de brukar vara. Det är vanligt att symptom förekommer i större utsträckning i äldre vallar.

Vissa svampar i *Epichloë*-släktet har förmågan att bilda toxin. Det är oklart om kolvsjuka på timotej kan leda till negativ inverkan på däggdjur via toxinerna. Det finns studier som visar att insektsavvisande toxiner kan bildas, även om det verkar vara ovanligt. Däremot visar ingen studie i dagsläget att *E. typhina* på timotej skulle bilda toxiner från grupperna indolditerpener eller ergotalkaloider, men timotej är sällan huvudfokus i utländska studier. Ett analyserat vallfoderprov från Sverige 2019 visade dock små mängder av indolditerpenen lolitrem B. Vidare undersökningar pågår därför på SVA och SLU vilka förväntas bli klara under 2020.

Introduktion till kolvsjukefrågan 2019

Kolvsjuka har noterats i större omfattning vissa år, t.ex. 2014 och 2019. Svampen finns troligen i gräsen hela tiden men ingen större inventering har gjorts i svenska vallar. Vad som gör att sporuleringen sker i större utsträckning vissa år är inte helt klarlagt. På strån med stroma (sporsamling) bildas inget ax, varvid ett större angrepp ger sänkt skörd i vallar för fröproduktion. Under tider utan sporulering är dock svampens påverkan på plantan positiv.

Från slåttervallar kom flest rapporter om kolvsjuka från Södermanlands, Uppsala och Östergötlands län. En inventering av symptom i timotejvallar för utsädesproduktion gjordes 2019 av Jordbruksverket i främst Skånes, Södermanlands, Öster- och Västergötlands, Västmanlands och Örebro län. Andelen angripna fält var ungefär en tredjedel, utom i Skåne där symptomen var ovanligare (Johanna Kroon, personlig kommentar).

Litteratursammanställning

Kolvsjuka orsakas av en endofytisk svamp

Kolvsjuka orsakas av arter inom det endofytiska svampsläktet *Epichloë*, familj *Clavicipitaceae*. Svampen lever som endofyt i symbios med värdväxten. Arten *Epichloë typhina* är den som kan orsaka kolvsjuka på gräsarter i Sverige, mestadels timotej (*Phleum pratense*) och hundäxing (*Dactylis glomerata*). Vissa arter av svampen, exempelvis *E. typhina*, har sexuell förökning och kan bilda stroma, men de flesta är anamorfa (icke sexuellt förökande) och ger

inga symptom på plantan. Tidigare användes namnet *Neotyphodium* för anamorfa arter, men idag benämns alla *Epichloë*. Endofyten lever systemiskt i värdväxtens ovanjordiska delar.

Flera Epichloë-arter förekommer i Sverige

Epichloë typhina är vanligt förekommande i Sverige och Finland. Hybrider mellan arter av *Epichloë* förekommer sannolikt. Inventeringar har även påvisat *Epichloë uncinata* i Sverige, då på ängssvingel (*Festuca pratense*) (Bylin, 2014). I juli 2019 hittades *Epichloë baconii* för första gången i Sverige, på ven (*Agrostis* sp.). En annan svensk studie påvisade infekterade plantor av tre svingelararter (släktet *Festuca*): *F. ovina*, *F. rubra* och *F. vivipara*) med *Epichloë* sp. (Huss-Danell, 2008), vilket liknar förhållandena i Finland (Saikkonen *et al.*, 2000; 2016). I en ny studie undersöktes förekomst av svampen i ett flertal gräsarter från flera platser, bland annat ängssvingel från Sverige varvid endofytsymbioser påträffades (Cagnano *et al.*, 2019). *Epichloë* sp. påträffades också i fyra undersökta vilda gräsarter i en svensk studie under början av 2000-talet (Bazely *et al.*, 2007). Vid undersökningen varierade andelen infekterade plantor stort men var högst i rödsvingel (*F. rubra*). Fröna från infekterade plantor var i allmänhet infekterade med *Epichloë* sp. Forskarna fann dock inte några kolvar.

Biologi hos svampsläktet Epichloë

Mängden mycel kan variera mellan olika delar av en infekterad planta. Mängden svamphyfer av *E. uncinata* i ängssvingelplantor ökade från juni till augusti i såväl förstaårs- som fjärdeårsvallar (Puentes *et al.*, 2007). Temperaturen tycks vara avgörande eftersom den styr värdväxtens tillväxt. Även en gödslings effekt konstaterades då det blev både mer växtbiomassa och mer myceltillväxt i gödslade delar av försöken. Andelen plantor som lever i symbios torde öka ju äldre vallen blir, då andelen fält med undersökta timotejplantor med kolvar orsakade av *E. typhina* ökade i tredjeårs- och äldre vallar i jämförelse med yngre vallar (Cagas och Macha, 2012). Liknande resultat framkom i Jordbruksverkets inventering 2019, då det i yngre vallar enbart var ett fåtal procent som hade fler än 15 plantor med kolvar per 100 m², medan det i fjärdeårs- och äldre vallar var 14 %.

Arter ur släktet *Epichloë* kan producera fyra typer av toxiner som är en slags sekundära metaboliter i form av alkaloider: ergotalkaloider (mjöldrygealkaloider), indolditerpener, peramin och lolin. De två första typerna kan påverka gräsätande djur negativt, medan de två sista är insektstoxiner och svamptoxiner. Enligt tidigare studier har *E. typhina* enbart förmågan att bilda toxiner som motverkar växtpatogener (peramin) och insektsangrepp (loliner) Leuchtmann *et al.*, 2000; Vikuk *et al.*, 2019). Dock förekommer det att vissa loliner kan orsaka kärlsjukdomar hos häst och nötkreatur (Kim Abney *et al.*, 1993; Blodgett, 2001).

Spridningsvägar varierar mellan olika Epichloë-arter

Epichloë-endofyterna växer systemiskt i växten och har oftast både en klonal och en sexuell reproduktion om plantorna får mogna utan att bli skördade. Vid vallskörd avbryts ofta reproduktionen. Det sexuella stadiet av *E. typhina* växer ut ur plantan och bildar kolvliknande stromata runt strået. Stroma är från början vitgrå till färgen och består av mängder av sporer. Befruktningen underlättas avflugor som befruktar *Epichloë*-svampen i samband med att flugan lägger ägg på kolven. Därefter utvecklas s.k. sporhus (perithecier) med askosporer. Då dessa mognar mörkfärgas stroma och får en orange-brun färg. Askosporerna slungas ut och kan med vind och regn spridas till nya plantor och infekterar blommor och nyanlagda frön och kan därmed föras vidare till nästa generation och/eller nya fält (Schardl och Leuchtmann, 2005;

Leuchtmann *et al.*, 2014). Askosporerna har även möjlighet att infektera avslagen vall, troligtvis då sporer från de avslagna kolvarna sprids med vinden till redan avslagna delar av fältet. Asexuella *Epichloë*-arter bildar inte stroma utan växer systemiskt i växten och in i fröet.

Symbios – fördelar och nackdelar för växten

Timotej lever mestadels i symbios med *E. typhina*. Symbiosen bidrar till att gräset skyddas mot olika faror, exempelvis vattenstress och insektsangrepp, vilket ökar konkurrensförmågan. Endofyten tros hjälpa till med att upprätthålla vattenstatusen genom att kontrollera klyvöppningarna samt förbättra rottillväxten. Studier har visat att *E. typhina* som är i symbios med timotej och hundäxing producerar toxinet peramin som motverkar insektsangrepp (Leuchtmann *et al.*, 2000; Saikkonen *et al.*, 2016; Vikuk *et al.*, 2019) samt gamahonolide A och B, vilket kan motverka växtpatogensvampen *Cladosporium herbarum* (Koshino *et al.*, 1992).

Foderkvalitet, toxiner och skördesänkningar

Epichloë uncinata på svingelarter och *Epichloë baconii* bildar inte indolditerpener (Young *et al.*, 2009; Barker *et al.*, 2015; Saikkonen *et al.*, 2016; Cagnano *et al.*, 2019; Vikuk *et al.*, 2019). *Epichloë festucae* är en av de arter som producerar flertalet toxiner som påverkar däggdjur, men svampen har inte påträffats i Sverige, enligt ArtDatabanken. I Danmark finns den toxinbildande endofyten *Epichloë festucae* var. *lolii* på engelskt rajgräs (Jensen, 2005). Toxinet lolitrem B tillhör indolditerpengruppen och kan produceras i engelskt rajgräs. Lolitrem B är ett nervgift som orsakar sjukdomen "stagers syndrome" hos häst, får och nötkreatur. Både miljö och produktionsform kan påverka toxinproduktionen: temperatur, torka, växtens ålder, kombination av svamp och växtgenotyp samt kvävetillförsel (Jensen, 2005).

Det bildas inte några fröstänglar på plantor med stroma, vilket kan ge förluster i utsädesodlingar vid kraftiga angrepp (Schardl och Leuchtmann, 2005). Jordbruksverkets Utsädesenhet gjorde en inventering under 2019 där det fann att i vallar upp till tredjeårsvallar var 3–7 % av fälten som hade fler än 15 plantor med kolvar per 100 m², medan det i fjärdeårsvallar och äldre var ca 14 % av fälten som hade fler än 15 plantor med kolvar per 100 m² (Johanna Kroon, 2019, pers. medd.).

Referenser

- Barker G., Patchett B. och Cameron N. (2015) *Epichloe uncinata* infection and loline content protect *Festulolium* grasses from crickets (*Orthoptera: Gryllidae*). *Journal of Economic Entomology* 108.
- Bazely D.R., Ball J.P., Vicari M., Tanentzap A.J., Bérenger M., Rakocevic T. och Koh S. (2007) Broad-scale geographic patterns in the distribution of vertically-transmitted, asexual endophytes in four naturally-occurring grasses in Sweden. *Ecography* 30, 367–374.
- Blodgett D.J. (2001) Fescue toxicosis. *Veterinary Clinics of North America: Equine Practice* 17, 567–577.
- Bylin A. (2014) Endophytic fungi in meadow fescue and other forage grasses. Doktorsavhandling. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae* 46.
- Cagas B. och Macha R. (2012) Effect of some factors on the incidence of choke (*Epichloë typhina*) in grass seed stands in Czech Republic. *Plant Protection Science* 48, 10–16.
- Cagnano G., Roulund N., Jensen C.S., Forte F.P., Asp T. och Leuchtmann A. (2019) Large scale screening of *Epichloë* endophytes infecting *Schedonorus pratensis* and other forage grasses reveals a relation between microsatellite-based haplotypes and loline alkaloid levels. *Frontiers in Plant Science* 10, 765.

- Huss-Danell K. (2008) Endophytic fungi (*Neotyphodium*) in grasses. What is the situation in Sweden? *Grassland Science in Europe* 13, 468–470.
- Jensen A.M.D. (2005) Endophyte persistence and toxin (lolitrem b) production in a Danish seed crop of perennial ryegrass. *European Journal of Agronomy* 23, 68–78.
- Kim Abney L., Oliver J.W. och Reinemeyer C.R. (1993) Vasoconstrictive effects of tall fescue alkaloids on equine vasculature. *Journal of Equine Veterinary Science* 13, 334–340.
- Koshino H., Yoshihara T., Okuno M., Sakamura S., Tajimi A. och Shimanuk S. (1992) Gamahonolides A, B, and gamahorin, novel antifungal compounds from stromata of *Epichloe typhina* on *Phleum pratense*. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 56, 1096–1099.
- Leuchtmann A., Schmidt D. och Bush L.P. (2000) Different levels of protective alkaloids in grasses with stroma-forming and seed-transmitted *Epichloë/Neotyphodium* endophytes. *Journal of Chemical Ecology* 26.
- Leuchtmann A., Bacon C.W., Schardl C.L., White J.F.Jr och Tadych M. (2014) Nomenclatural realignment of *Neotyphodium* species with genus *Epichloë*. *Mycologia* 106, 202–215.
- Puentes A., Bazely D.R. och Huss-Danell K. (2007) Endophytic fungi in *Festuca pratensis* grown in Swedish agricultural grasslands with different managements. *Symbiosis* 44, 121–126.
- Saikkonen K., Young C.A., Helander M. och Schardl C.L. (2016) Endophytic *Epichloë* species and their grass hosts: from evolution to applications. *Plant molecular biology* 90, 665–675.
- Saikkonen K., Ahlholm J., Helander M., Lehtimäki S. och Niemeläinen O. (2000) Endophytic fungi in wild and cultivated grasses in Finland. *Ecography* 23, 360–366.
- Schardl C.L. och Leuchtmann A. (2005) "The *Epichloë* endophytes of grasses and the symbiotic continuum", In: J. Dighton och J.F. White (eds.). *The fungal community: Its organization and role in the ecosystem*. Oudmans. Boca Raton, FL: CRC Press, 23, 475–503.
- Vikuk V., Young C.A., Lee S.T., Nagabhyru P., Krischke M., Mueller M.J. och Krauss J. (2019) Infection rates and alkaloid patterns of different grass species with systemic *Epichloë* endophytes. *Applied and Environmental Microbiology* 85, 17.
- Young C.A., Tapper B.A., May K., Moon C.D., Schardl C.L. och Scott B. (2009) Indole-diterpene biosynthetic capability of *Epichloë* endophytes as predicted by ltm gene analysis. *Applied and environmental microbiology* 75, 2200–11.

Personligt meddelande

Johanna Kroon (2019) Jordbruksverket, Utsädesenheten, Svalöv.

Vad kan endofytsvampar i vall betyda för hästhälsan?

K. Darenius

Caballa, Flenmo Egendom, Mellösa

Korrespondens: kerstin_darenius@yahoo.se

Sammanfattning

Foderkvaliteten hos gräs kan bli allvarligt försämrade när gräset är infekterat av s.k. endofytiska svampar. Svamparna, som tillhör släktet *Epichloë* (tidigare *Neothypodium* och *Acremonium*), ger inga synliga symptom på gräset. Flera vilda och odlade gräs kan leva i symbios med endofytiska svampar i Sverige. Rörsvingel (*Festuca arundinacea*) och engelskt rajgräs (*Lolium perenne*) införda till Nordamerika respektive Nya Zeeland är där mycket välstuderade p.g.a. de förgiftningssymptom endofyterna kan ge upphov till. Svamparna bildar ett antal giftiga alkaloider och några har gett hälsoproblem hos hästar och idisslare. Till exempel kan rörsvingel leva med *E. coenophialum* som bildar mer än 30 olika alkaloider, varav särskilt ergovalin är giftigt för nötkreatur, får och hästar. Toxiska koncentrationer av ergovalin kan finnas kvar i fodret under lång tid efter skörd. Hästar är känsligare än idisslare och speciellt påverkas dräktiga ston. Toxinerna påverkar bl.a. halterna av prolaktin, progesteron och relaxin i blodet, hormoner som är nödvändiga för normal dräktighet, fölning och laktation. I ett fältmaterial från ett stort svenskt travstuteri med 80–90 fölningar per år uppvisade ca 25 % av stona ett eller flera av de symptom som kan vara orsakade av endofytxoxiner. Det förekom en förhöjd frekvens tidig fosterdöd dag 14–21 i dräktigheten, förlängd dräktighet, stona gjorde sig inte klara för fölning, liten mjölkproduktion, fölningssvårigheter med fellägen, för tidig avlossning av placentan s.k. "red bag", förhöjd frekvens kvarbliven efterbörd och svaga föl. Flera ston dog/avlivades i samband med fölningen eller avlivades senare och ca 10 % av fölen dog/avlivades. I ett begränsat prov av hösilage påvisades endofytförekomst i svingel och i mindre omfattning i rajgräs.

Introduktion

För dräktiga ston, växande unghästar och tävlingshästar är ett vallfoder av jämn och hög kvalitet av största betydelse. Foderkvaliteten hos gräs kan bli allvarligt försämrade när gräset är infekterat av s.k. endofytiska svampar. Svamparna, som tillhör släktet *Epichloë* (tidigare *Neotyphodium* och *Acremonium*), ger vanligtvis inga synliga symptom på gräset. Det krävs mikroskopi eller immunologiska/molekylära metoder för att påvisa *Epichloë*. Därmed är förekomsten ofta förbisedd. Flera vilda och odlade gräs kan leva i symbios med endofytiska svampar i Sverige (Huss-Danell, 2008). Svinglar (*Festuca*) och rajgräs (*Lolium*) är mest kända i västvärlden. Rörsvingel (*Festuca arundinacea*, tall fescue) och engelskt rajgräs (*Lolium perenne*, perennial ryegrass) införda till Nordamerika respektive Nya Zeeland är där mycket välstuderade p.g.a. de förgiftningssymptom som endofyterna kan ge upphov till (Bacon och White, 2000; Roberts *et al.*, 2005). *Epichloë* har sin livscykel inuti sin värdväxt och symbiosen fortsätter när ett infekterat gräsfrö gror. Då skott växer ut följer svampens hyfer med inuti skotten och vidare till blomställningar och frön. När dessa frön senare gror är svampens livscykel slutet (Clay och Schardl, 2002). Infektionsgraden avseende endofyter hos vallgräs odlade i Sverige är dåligt utredd men tycks variera mellan både arter och sorter. I en studie av ängssvingel (*Festuca pratensis*, meadow fescue) var upp till hälften av plantorna infekterade, och dessutom varierade infektionsgraden inom en och samma planta under säsongen (Puentes *et al.*, 2007).

Endofytiska svampar bildar ett antal giftiga alkaloider och några har gett hälsoproblem hos hästar, nötkreatur och får i många länder (Bacon och White, 2000; Cheeke, 1995; Roberts *et al.*, 2005; Woodfield och Matthew, 1999). *Epichloë uncinatum* i symbios med ängssvingel bildar bl.a. lolin som är giftigt för insekter och små däggdjur (Bush *et al.*, 1997). Rörsvingel kan leva med *E. coenophialum* som bildar mer än 30 olika alkaloider, varav särskilt ergovalin är giftigt för nötkreatur, får och hästar (Aldrich-Markham *et al.*, 2007). Toxiska koncentrationer av ergovalin kan finnas kvar i fodret under lång tid efter skörd (Roberts *et al.*, 2005). Ergovalin ger nedsatt cirkulation, särskilt i extremiteterna. Hästar är känsligare än nöt och får, och speciellt påverkas dräktiga ston (Cross, 1997). Hos engelskt rajgräs bildar *E. lolii* många olika alkaloider varav bl.a. lolitrem B är giftigt för hästar, nötkreatur och får. Sedan 1940-talet har man i USA känt till att rörsvingel, infekterad med endofytiska svampar som producerar alkaloider, kan ge allvarliga störningar i reproduktionen hos nötkreatur, får och hästar. Problemen finns i åtskilliga stater i östra USA och man räknar med att 50 % av hästarna är utsatta för toxinpåverkan (Anas *et al.*, 1998). Reproduktionsstörningar är vanliga. Andra problem är att hästar i träning som ätit endofythaligt foder behöver en längre återhämtningsperiod efter ansträngning med förhöjd andnings- och hjärtfrekvens samt förhöjd kroppstemperatur (Vivrette *et al.*, 2001). Det finns också misstankar om att endofytrelaterade toxiner kan utgöra en del av patogenesen fång hos häst (Rohrbach *et al.*, 1995). När det gäller reproduktionsstörningar har det rapporterats att mer än 20 % av de dräktiga stona får akuta/subakuta symptom om de inte behandlas profylaktiskt eller avlägsnas från endofytinfekterat gräs minst 30 dagar före beräknad fölning (Anas *et al.*, 1998; Boosinger *et al.*, 1995; Green *et al.*, 1991). Följande symptom från reproduktionsorganen hos häst kan vara orsakade av endofyttoxiner: tidig fosterdöd, abort, förlängd dräktighet, stoet gör sig inte klart inför fölningen, liten mjölkproduktion/agalakti, dystoki (fellägen), placentit, för tidig placentaavlossning och kvarbliven efterbörd. Toxinerna påverkar bl.a. halterna av prolaktin, progesteron och relaxin i blodet, hormoner som är nödvändiga för normal dräktighet, fölning och laktation (Cross, 2011; Kosanke *et al.*, 1987; Monroe *et al.*, 1988; Ryan *et al.*, 1998).

Material och metoder

Materialet utgörs av ett fältmaterial från ett stort svenskt travstuteri med 80–90 fölningar per år under åren 2009–2010. De dräktiga stona utfodrades med hösilage inköpt hösten 2008 och 2009 fram till mitten av januari 2010, då det byttes ut mot hö från en annan leverantör. I ett begränsat prov av hösilaget påvisades endofytförekomst i svingel och i mindre omfattning i rajgräs via mikroskopi och s.k. immunoblotting. Någon analys av alkaloider i fodret utfördes inte.

Resultat

Under 2009 uppvisade ca 25 % av de dräktiga stona ett eller flera av de symptom som kan vara orsakade av endofyttoxiner:

- Förhöjd frekvens tidig fosterdöd dag 14–21 i dräktigheten
- Förlängd dräktighet, stoet gör sig inte klart för fölning, juvret utvecklas inte etc.
- Liten mjölkproduktion/agalakti
- Dystokier, ofta med bakdelsläge och rotation 90–180 grader från normalt utdrivningsläge
- Placentit med förtjockad, röd och oelastisk placenta, vilken gör den svår för fostret att penetrera

- Prematur placentaavlossning, s.k. "red bag"
- Förhöjd frekvens kvarbliven efterbörd
- Svaga föl

Flera ston dog/avlivades i samband med fölningen eller avlivades senare och ca 10 % av fölen dog/avlivades. Under januari 2010 utfodrades de dräktiga stona delvis fortfarande med hösilaget inköpt 2009 från samma leverantör som 2008, vilket sedan successivt byttes ut mot hö från en annan leverantör. En av de tre första fölningarna i februari var normal, medan de två andra uppvisade problem med för tidig placentaavlossning och dystoki. Ett av stona avlivades i samband med fölningen och fölet dog. Resterande del av fölningssäsongen förlöpte normalt. (Darenius *et al.*, 2011)

Diskussion

Förekommer endofyttoxiner i Sverige? Frågan är synnerligen intressant med tanke på vallfodrets mycket stora betydelse för hästar och idisslare. I dagsläget måste dock frågan lämnas obesvarad därför att endast ett fåtal undersökningar har gjorts (Bylin, 2014). Från Danmark har däremot rapporterats relativt höga koncentrationer av ergovalin i rörsvingel (Jensen *et al.*, 2007).

Den senaste tiden har ett antal nya sorter av både rörsvingel och rajsvingel (korsningar mellan rajgräs och svinglar) för vallfoder blivit tillgängliga på den svenska marknaden. Med tanke på de djurhälsoproblem som orsakats av rörsvingel och rajgräs i andra länder är det mycket angeläget att vara uppmärksam på djurhälsoproblem som kan orsakas av toxiner från endofytiska svampar. Det är också viktigt att klarlägga endofytförekomsten i svenska vallgräs. I flera länder finns möjlighet att köpa utsäde med definierad förekomst eller avsaknad av *Epichloë* i gräsfröna, och numera finns även endofytfritt utsäde hos vissa fröfirmor i Sverige. För att kunna bedöma om observerade djurhälsoproblem orsakats av endofyttoxiner behövs kapacitet att analysera såväl växande gröda avseende endofytförekomst som alkaloider i vallgräs. Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA), Uppsala har nyligen inlett ett samarbete med Oregon State University, USA för analys av ergovalin och lolitrem B i vallgräs (Nordkvist, 2019, pers. medd.).

Referenser

- Aldrich-Markham S., Pirelli G. och Craig AM. (2007) Endophyte toxins in grass seed fields and straw. Cooperative Extension Publications EM 8598-E, Salem, OR, Oregon State University, Canada.
- Anas K., Cross D.L., Poling R., Redmond L.M. och Campbell C.E. (1998) A survey concerning the equine fescue toxicosis malady. *Journal of Equine Veterinary Science* 18, 631–637.
- Bacon C.W. och White J.F. (eds.) (2000) Microbial endophytes. Marcel Dekker, New York, USA.
- Boosinger T.R., Brendemuehl J.P., Schumacher J., Bransky D.I., Lee D. och Shelly R.A. (1995) Effects of short-term exposure to and removal from the fescue endophyte *Acremonium coenophialum* on pregnant mares and foal viability. *Biology of Reproduction* Mono 1, 61–67.
- Bush L.P., Wilkinson H.H. och Schardl C.L. (1997) Bioprotective alkaloids of grass-fungal endophyte symbioses. *Plant Physiology* 114, 1–7.
- Bylin A. (2014) Endophytic fungi in meadow fescue and other forage grasses. Dissertation. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* 46. 56 s. ISSN 1652-6880.
- Cheeke P.R. (1995) Endogenous toxins and mycotoxins in forage grasses and their effects on livestock. *Journal of Animal Science* 73, 909–918.

- Clay K. och Schardl C.L. (2002) Evolutionary origins and ecological consequences of endophyte symbiosis with grasses. *American Naturalist* 160, 99–127.
- Cross D.L. (1997) Fescue toxicosis in horses. I: C.W. Bacon och N.S. Hill (eds.) *Neotyphodium/grass interactions*, Plenum Press, New York, USA.
- Cross D.L. (2011) Fescue toxicosis. I: A.O. McKinnon (ed.). *Equine reproduction*, 2nd ed. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 2418–2427.
- Darenius K., Huss-Danell K., Häggblom P. och Bylin A. (2011) Svampgifter i vallgräs och reproduktionsproblem hos häst. *Svensk Veterinärtidning* 62, 21–24.
- Green E.M., Loch W.E. och Messer N.T. (1991) Maternal and fetal effects of endophyte fungus-infected fescue. Proceedings of the 38th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, San Francisco, 29–44.
- Huss-Danell K. (2008) Endophytic fungi (*Neotyphodium*) in grasses. What is the situation in Sweden? *Grassland Science in Europe* 13, 468–470.
- Jensen A.M.D., Mikkelsen L., och Roulund N. (2007) Variation in genetic markers and ergovaline production in endophyte (*Neotyphodium*)-infected fescue species collected in Italy, Spain and Denmark. *Crop Science* 47, 139–147.
- Kosanke J.L., Loch W.E., Worthy K. och Eilersieck M.R. (1987) Effect on toxic tall fescue on plasma prolactin and progesterone in pregnant pony mares. Proceedings of the Equine Nutrition Physiology Symposium, 663–668.
- Monroe J.L., Cross, D.L., Hudson L.W., Hendricks D.M., Kennedy S.W. och Bridges W.C. (1988) Effect of selenium and endophyte-contaminated fescue on performance and reproduction in mares. *Journal of Equine Veterinary Science* 8, 148–153.
- Puentes A., Bazely D.R. och Huss-Danell K. (2007) Endophytic fungi in *Festuca pratensis* grown in Swedish agricultural grasslands with different managements. *Symbiosis* 48, 121–126.
- Roberts C.A., West C.P. och Spiers D.E. (eds.) (2005) *Neotyphodium* in cool-season grasses. Blackwell, Oxford, UK.
- Rohrbach B.W., Green E.M., Oliver J.W. och Schneider J.F. (1995) Aggregate risk study of exposure to endophyte-infected (*Acremonium coenophialium*) tall fescue as a risk factor for laminitis in horses. *American Journal of Veterinary Research* 56, 22–26.
- Ryan P., Bennet-Wimbush K., Loch W., Vaala W. och Bagnell C. (1998) Effects of fescue toxicosis and fluphenazine on relaxin concentrations in pregnant pony mares. Proceedings of the 44th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, Baltimore, 60–61.
- Vivrette S., Stebbins M.E., Martin O. och Dooley, K. (2001) Cardiorespiratory and thermo-regulatory effects on endophyte-infected fescue in exercising horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 21, 65–67.
- Woodfield D.R. och Matthew C. (eds.) (1999) Ryegrass endophyte – An essential New Zealand symbiosis. Grassland Research Practice, Ser No 7, New Zealand Grassland Association, Palmerston, NZ.
- Personligt meddelande*
- Erik Nordkvist (2019) Statens Veterinärmedicinska Anstalt, Avdelningen för kemi, miljö- och fodersäkerhet, Uppsala.

Häst på bete året runt?

S. Ringmark och A. Jansson

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi, Uppsala

Korrespondens: sara.ringmark@slu.se

Sammanfattning

Vi har under 2,5 år undersökt hur året-runt-bete med hästar påverkar betets energi- och näringsinnehåll. Resultaten kan användas som grund för att förstå hur beteskvaliteten kan variera över året och hur året-runt-bete kan bidra till hästars energi- och proteinbehov.

Introduktion

Av tradition och praktiska skäl hålls hästar vanligtvis på bete endast på sommaren och utfodras med konserverat vallfoder under vintern. Bete är dock ett bra foder då det både främjar naturligt beteende och är mindre resurskrävande än produktion av t.ex. hö och hösilage. En begränsning av betets användning skulle dock kunna vara låga näringsvärden under vinterhalvåret men tills nyligen har information om detta saknats. I denna studie har vi dokumenterat energi- och proteininnehåll i bete som betats året runt av hästar (Ringmark *et al.*, 2019).

Material och metoder

Studien utfördes strax söder om Uppsala mellan maj 2014 och september 2016. Under denna tid betade 12 gotlandsrusshingstar året runt utan tillskottsutfodring. Hästarna var uppdelade i tre grupper om fyra hästar vardera. Varje grupp hade tillgång till ett ca 10 ha stort hägn bestående av ca 3 ha vall/gräsyta och 7 ha skog. Varje månad samlades grönmassaprover in och analyserades avseende energi- och proteininnehåll. Proverna klipptes med sax 5 cm från markytan var 10:e meter utefter en diagonal tvärs över gräsytan (diagonalprov). Dessutom samlades prover in där hästarna sågs beta ofta, i höjd strax ovanför markytan (betesprov).

Resultat och diskussion

Innehållet av omsättbar energi per kg torrsubstans (ts) (spridning i enskilda prov, både diagonal- och betesprov inkluderade) varierade under vinterhalvåret (oktober–mars) mellan 4,6 och 12,1 MJ och under sommarhalvåret (april–september) mellan 4,4 och 12,7 MJ (Ringmark *et al.*, 2019). Innehållet av smältbart råprotein (smb rp)/kg ts varierade under vinterhalvåret mellan 30 och 118 g och under sommarhalvåret mellan 31 och 226 g. Resultaten visar att beten som betats av häst året om även på vintern kan ha ett tillräckligt högt innehåll av smb rp för att tillgodose behovet hos vuxna hästar, men att energiinnehållet i perioder kan vara för lågt. Att hålla hästar på bete året runt, med eventuell stödutfodring under vintern, kan därför vara ett möjligt alternativ till traditionell vinterutfodring.

Referens

Ringmark S., Skarin A. och Jansson A. (2019) Impact of year-round grazing by horses on pasture nutrient dynamics and the correlation with pasture nutrient content and fecal nutrient composition. *Animals* 9:500, 15 s. <https://doi.org/10.3390/ani9080500>

Halm i stället för hösilage i hästfoderstaten – påverkas hälsan?

A. Jansson och S. Ringmark

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för anatomi, fysiologi och biokemi, Uppsala

Korrespondens: anna.jansson@slu.se

Sammanfattning

Vi har undersökt om halm i foderstaten resulterar i magsår och förändrad tarmaktivitet hos hästar. Resultaten tyder på att utfodring med halm inte har negativa konsekvenser för hästarnas mag-tarmkanal. Detta gör att utfodring med halm även fortsättningsvis kan rekommenderas. Foderstater med en viss del halm har också potential att vara ekonomiskt fördelaktiga.

Introduktion

Halm har använts som hästfoder sedan länge. Inom den moderna svenska hästrådgivningen har vi särskilt rekommenderat halm i foderstaten till hästar som är feta, eftersom halm innehåller förhållandevis lite energi. I en nyligen publicerad artikel framgår det dock att uppfattningen att halm är ett bra fodermedel till häst inte delas av alla forskare (Harris *et al.*, 2017). Några av artikelförfattarna menar t.ex. att halm innebär en ökad risk för magsår. Uppfattningen bygger på uppgifter från en dansk fältstudie (Luthersson *et al.*, 2009). Som den studien är utformad går det dock inte att dra några säkra slutsatser om varför hästarna i studien hade magsår. Uppfattningen att halm ökar risken för kolik finns också, men i fältstudier där man letat efter riskfaktorer har detta inte bekräftats (Hudson *et al.*, 2001; Tinker *et al.*, 1997).

Material och metoder

Vi har under kontrollerade förhållanden undersökt om halm i foderstaten resulterar i mer magsår, förändrad tarmaktivitet eller ändrat ätbeteende hos hästar. Sex hästar fick i en cross-over-design äta två olika foderstater i tre veckor vardera; en foderstat där hälften av fodret var halm och resten gräshösilage och en annan som bara utgjordes av gräshösilage. Foderstaterna var utformade så att de skulle ge lika mängd energi, och de kompletterades med ett mineral- och vitaminfoder så att de fyllde alla kända behov av näringsämnen. På båda foderstaterna registrerades hästarnas ättid och tarmaktiviteten mättes genom att registrera ljud från grovtarmen. Hästarna undersöktes också för förekomst av magsår med gastroskopi.

Resultat och diskussion

Våra preliminära resultat visar att utfodringen med halm inte gav upphov till magsår och att det inte var några skillnader i tarmaktivitet mellan de olika foderstaterna. Hästarna åt upp sina rationer fortare på foderstaten utan halm. Utfodring med halm kan därför rekommenderas till feta hästar på restriktiva foderstater eftersom ättiden förlängs. Sammantaget tyder resultaten på att utfodring med halm av god hygienisk kvalitet, i en i övrigt välbalanserad diet, inte innebär några negativa konsekvenser för hästarnas mag-tarmhälsa.

Referenser

Harris P., Ellis A.D., Fradinho M.J. Jansson A., Julliand V., Luthersson N., Santos A.S. och Vervuert I. (2017) Review: Feeding conserved forage to horses: recent advances and recommendations. *Animal* 11 (6), 958–967.

Hudson J.M., Cohen N.D., Gibbs P.G. och Thompson J.A. (2001) Feeding practices associated with colic in horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 219 (10), 1419–1425.

Luthersson N., Nielsen K.H., Harris P. och Parkin T.D.H. (2009) Risk factors associated with equine gastric ulceration syndrome (EGUS) in 201 horses in Denmark. *Equine Veterinary Journal* 41 (7), 625–630.

Tinker M.K., White N.A., Lessard P., Thatcher C.D., Pelzer K.D., Davis B. och Carmel D.K. (1997) Prospective study of equine colic risk factors. *Equine Veterinary Journal* 29 (6), 454–458.

Aktuella växtförädlingsprojekt på Lantmännen med inriktning vall

L. Öhlund

Lantmännen Lantbruk, Växtförädling, Svalöv

Korrespondens: linda.ohlund@lantmannen.com

Sammanfattning

Lantmännen investerar årligen 250–300 MSEK i Forsknings- och utvecklingsverksamhet, där växtförädling är den enskilt största aktiviteten med en årlig satsning om 100 MSEK. I verksamheten ingår förädling av höst- och vårvete, vårkorn, havre, rågvete, vårraps, salix, potatis samt vallväxter. Vallväxtprogrammet omfattar arterna timotej (*Phleum pratense* L.), ängsvingel (*Festuca pratensis* L.), engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.), rörsvingel (*Festuca arundinacea* Schreb.), rödklöver (*Trifolium pratense* L.), blåusern (*Medicago sativa* L.) och vitklöver (*Trifolium repens* L.) liksom i mindre omfattning andra arter/artkorsningar såsom hundäxing (*Dactylis glomerata* L.) och rajsvingel (*Festulolium* ssp.).

Genom innovation och samverkan vill Lantmännen bidra till en ökad och lönsam livsmedelsproduktion i Sverige. Här nedan ges exempel på forskningsprojekt med koppling till Lantmännens vallväxtförädling. Projekten syftar till att utveckla ny teknik för en effektiv växtförädling av friska vallväxter med stor avkastning, god uthållighet och förbättrade foderkvalitetsegenskaper. Vidare sker forskningsinsatser för utveckling inom ekosystemtjänster, genom studier av pollinatörer och dess påverkan på fröavkastningen i rödklöver. Därutöver görs betydande insatser för anpassning och utveckling av arter som vi ser har stor potential att bidra till en ökad lönsamhet i grovfoderproduktionen i Sverige, såsom engelskt rajgräs och blåusern.

Ett urval av aktuella forskningsprojekt

Resistensförädling för friska grödor

Fokus i detta projekt är resistensförädling i fem arter: potatis, vete, sockerbeta, ärt och rödklöver. Målsättningen är att arbeta för en långsiktig kunskapsuppbyggnad vad gäller patogenernas biologi och utbredning, interaktioner med värdväxterna samt resistensbiologi. Projektet avser att identifiera nya resistenskällor och genetiska markörer, samt att utveckla nya effektiva förädlingsmetoder. I rödklöver kommer särskild vikt att läggas vid de två allvarliga utvintringssjukdomarna rotröta och klöverröta. En utförlig kartläggning av vilka patogener som angriper rödklöver ingår, samt om, och i så fall hur, smittrycket varierar mellan regioner. En bred sortkollektion av rödklöver kommer att utvärderas vad gäller resistensegenskaper. Utvärderingen kommer att ske dels för enskilda patogener, dels för samtidig påverkan av flera patogener. Det senare tror vi har betydelse för skillnader i egenskapen uthållighet, som är ett prioriterat förädlingsmål i rödklöver och en viktig faktor i praktisk vallodling. Kunskapen kommer att omsättas i effektiva växtförädlingsmetoder för motståndskraftiga grödor med syfte att öka avkastning och konkurrenskraft inom svensk växtodling.

Projektperiod: 2019–2023. Projektet finansieras genom SLU Grogrund (delprojektet rödklöver: Christina Dixelius, SLU / Linda Öhlund, Lantmännen).

Genomisk selektion i rödklöver (Trifolium pratense L.)

Målsättningen i detta projekt är att utveckla en ny förädlingsmetod i rödklöver – genomisk selektion – där information från ett stort antal genetiska markörer nyttjas för att förutsäga

egenskaper hos en individ eller en population. På så sätt kan behovet av tidskrävande fältförsök minska och selektionen ske mer effektivt. En betydande sortkollektion kommer att utvärderas i fältförsök på flera platser runt om i landet. Samma sortkollektion kommer även att analyseras med genetiska markörer. Genom att utföra associationsstudier, där genotyp kopplas samman med specifika egenskaper såsom avkastning eller uthållighet, kan vi utveckla genetiska prediktionsmodeller. Dessa prediktionsmodeller kan sedan användas för att utvärdera och selektera förädlingsmaterial på DNA-nivå redan innan dessa populationer har provats i fältförsök. På längre sikt kommer användningen av genomisk selektion leda till nya sorter av rödklöver med bättre egenskaper för en lönsam grovfoder- och livsmedelsproduktion i hela Sverige.

Projektperiod: 2019–2024. Projektet finansieras genom SLU Grogrund (Mulatu Geleta Dida, SLU / Linda Öhlund, Lantmännen).

Nya effektiva förädlingsmetoder för timotej

Syftet med projektet är att effektivisera växtförädlingen av timotej i Sverige genom att utveckla genomisk selektion i timotej. Genom att utveckla en ny metod för utvärdering av viktiga odlingsegenskaper kan förädlingen av timotej ske snabbare, mer exakt och mer kostnadseffektivt. Projektet kommer att kartlägga arvsmassan i timotej. På samma sätt som i projektet "Genomisk selektion i rödklöver", kommer en sortkollektion med stor genetisk spridning och varierande ursprung att utvärderas i fältförsök på flera platser runt om i Sverige. Associationsstudier, genetiska prediktionsmodeller och genomisk selektion kommer på sikt medföra nya sorter av timotej anpassade för odlingsförhållanden i hela landet.

Projektperiod: 2019–2024. Projektet finansieras genom SLU Grogrund (Pär Ingvarsson, SLU / Alf Ceplitis, Lantmännen).

Ligninstrukturer i vallgräs (Grass lignin fingerprinting)

Målet med projektet är att identifiera ligninstrukturer och fenoler i flera olika gräsarter och sorter vid olika utvecklingsstadier, liksom att studera sambandet mellan ligninstrukturer och smältbarhet i grovfoder till mjölkkor. Identifiering av ligninstrukturerna sker genom analys i pyrolys, gaskromatografi/masspektroskopi samt kärnmagnetisk resonansspektroskopi. Målsättningen är att förbättra nyttjandet av fiberfraktionen i foderstaten, samt att utveckla metoder för förädling av vallväxter med ökad smältbarhet för en effektiv och lönsam grovfoderproduktion.

Projektperiod: 2018–2023. Projektet finansieras via LivsID och av Lantmännen (Elisabeth Nadeau, SLU / Annie Larsson, Lantmännen).

Kan högre humlediversitet i landskapet öka fröskörden av rödklöversorter viktiga för Norrland?

I detta projekt studeras ekosystemtjänsternas betydelse för fröproduktionen i rödklöver, med fokus på tetraploid sen rödklöver. Denna typ av rödklöver är särskilt uthållig och vinterhärdig i norra Sverige, men fröavkastningen är generellt mindre än i diploid rödklöver. Vi kommer att undersöka om en hög förekomst och diversitet av pollinatörer i kulturlandskapet kan ge ökade och stabila fröskördar. En viktig del i projektet är att utveckla användarnära odlingsråd med syfte att öka fröskörden av tetraploid rödklöver.

Projektperiod: 2019–2021. Projektet finansieras av Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige, Lantmännens forskningsstiftelse och Partnerskap Alnarp (Åsa Lankinen, SLU / Lucy Seeger, Lantmännen).

Odlingsstrategier för optimal etablering av lusern

Rödkläver är Sveriges mest använda vallbaljväxt, men har som art en relativt svag uthållighet. Blålusern kan vara ett alternativ då den är både torktålig och högvakastande. Det gäller särskilt om förutsättningarna för etablering är gynnsamma; jordar med relativt högt pH, tillräcklig dränering samt tillgång till makro- och mikronäring och specifikt *Rhizobium*. Målsättningen med projektet är att identifiera de viktigaste orsakerna till svag etablering av blålusern och att utvärdera odlingsstrategier för optimal etablering. Projektet inkluderar både växthusförsök och fältförsök där jämförelser kommer att göras mellan olika typer av *Rhizobium*-isolat, mikro- och makronäringsämnen, liksom pH-justerande åtgärder.

Projektperiod: 2019–2021. Projektet finansieras av Lantmännens forskningsstiftelse (David Parsons, SLU / Linda Öhlund, Lantmännen).

PPP for pre-breeding in perennial ryegrass (Lolium perenne L.)

Projektets syfte är att anpassa engelskt rajgräs, som är ett högvakastande vallgräs med goda foderkvalitetssegenskaper men med svag vinterhärdighet, till odlingsförhållanden i norra Europa. I projektet utvärderas populationer, växtmaterial från genbanker, sorter liksom enskilda plantor under en rad odlingsförhållanden på ett flertal platser runt om i Norden och Baltikum. Detta s.k. pre-breeding-projekt genererar en rad populationer med specifika egenskaper som är tillgängliga för vidare förädling. Det sker genom korsningar av utvalt material, liksom genom naturlig selektion. I projektet utvecklas även verktyg för kommande genomikbaserade växtförädlingsmetoder.

Projektperiod Fas III: 2018–2020. Projektet finansieras av Nordiska ministerrådet (Public Private Partnership). (Odd-Arne Rognli, NMBU, Norge / Linda Öhlund, Lantmännen).

Vallsortprovning i konkurrens

O. Hallin¹ och M. Halling²

¹Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem ²Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsökologi, Uppsala

Korrespondens: ola.hallin@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

Grässorter som är mindre avkastande i renbestånd verkar ha en mindre konkurrensförmåga i blandvallsbestånd. Avkastningsskillnaderna mellan sorterna kan kompenseras av ingående arter i blandvallen. Att blandvallsbeståndet kompenserar avkastningsskillnader mellan vallgrässorter gör att den botaniska sammansättningen kan förändras, beroende på valet av vallgrässort. Vid val av vallgrässort är resultaten från vallsortprovning i renbestånd ett bra hjälpmedel för att jämföra sorternas avkastnings- och konkurrensförmåga, tidpunkt för begynnande axgång i första skörd och utveckling i återväxten.

Introduktion

I försöksserien Vallsortprovning i konkurrens är syftet att undersöka egenskaper och avkastning hos sorter av vallgräs när de samodlas med andra gräsarter samt röd- och vitklöver. I den vanliga provningen av vallsorter sker provningen i renbestånd utan konkurrens från andra gräsarter eller baljväxter (Halling och Larsson, 2017). I den praktiska odlingen sker den största odlingen av vall i blandbestånd av gräsarter och baljväxter. Bakgrunden till försöksserien var att vi ville se om vi fick samma slutsatser om egenskaper hos de olika grässorterna i blandbestånd som vi får i provningen som sker i renbestånd. Försöksserien finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning, Lantmännen Lantbruk, Scandinavian Seed och Hushållningssällskapet.

Material och metoder

Försöksserien Vallsortprovning i konkurrens, L6-2124, med 20 försöksled lades ut 2016 på tre försöksplatser; Torslunda vid Färjestaden, Rådde gård i Länghem och Hedåker i Västerfärnebo (tabell 1). Vallens liggtid var tre vallår, dvs. 2017–2019, med tre skördar per vallår. Kvävegödslingen under vallåren var totalt 170 kg kväve per hektar och år, fördelning av kväve mellan delskördarna var 80 + 50 + 40 kg N/ha. Registreringar gjordes av avkastning i kg torrsubstans (ts) per hektar, botanisk andel i procent av ts för varje art och botaniskt utvecklingsstadium på sortnivå vid varje skörd, samt marktäckning i procent av klöver, gräs, ogräs och bar mark på våren och hösten genom okulär bedömning. Försökstypen är fullständigt randomiserat blockförsök med en faktor och tre upprepningar.

Resultat

I tabell 2 jämförs grässorternas totala torrsubstansavkastning för vall III, dels mellan sorterna när de är i blandning med konkurrens av andra gräsarter och klöver, dels från sortprovningen i renbestånd. Tabellen är uppdelad på arterna timotej, ängssvingel/rörsvingel/rörsvingelhybrid och engelskt rajgräs/rajsvingel, samt på respektive försöksplats. Relativtalen för vallsortprovning i renbestånd (försöken R6-201, R6-202 och R6-204) är hämtade från Fältforsk (2018).

Tabell 1. Försöksled/vallfröblandning, art, sort utsädesmängd (kg/ha), L6-2124.

Led	Timotej		Ängssvingel		Engelskt rajgräs		Rödklöver	Vitklöver	
	kg/ha	Sort	kg/ha	Sort	kg/ha	Sort	kg/ha	kg/ha	
1	14	Lischka					2	1	
2			24	Tored			2	1	
3					27	Birger	2	1	
4	Mätare	10	Lischka	7	Tored		2	1	
5		10	Switch	7	Tored		2	1	
6		10	Rakel	7	Tored		2	1	
7		10	Rhonia	7	Tored		2	1	
8		10	Comer	7	Tored		2	1	
9		10	Tryggve	7	Tored		2	1	
10		10	Lischka	7	Lipoche		2	1	
11		10	Lischka	7	Minto		2	1	
12		10	Lischka	7	Karolina¹		2	1	
13		10	Lischka	7	Swaj¹		2	1	
14		10	Lischka	7	Hykor²		2	1	
15	Mätare	7	Lischka	4	Tored	6	Birger	2	1
16		7	Lischka	4	Tored	6	Kentaur	2	1
17		7	Lischka	4	Tored	6	Indicus 1	2	1
18		7	Lischka	4	Tored	6	Herbal	2	1
19		7	Lischka	4	Tored	6	Achilles³	2	1
20		7	Lischka	4	Tored	6	Perun³	2	1

¹rörsvingel, ²rörsvingelhybrid, ³rajsvingel.

Första vallåret 2017 framkom att rajsvingel hade bättre konkurrensförmåga och större avkastning jämfört med engelskt rajgräs på försöksplatserna Färjestaden och Länghem (Hallin, 2018). Konkurrensförmågan bedömdes utifrån den botaniska andelen av arten i skörden. Mellan sorterna av timotej och ängssvingel blev det få signifikanta skillnaderna i avkastning och varierande resultat mellan de tre försöksplatserna. Resultaten visade dock på lägre andel rörsvingel i förstaskörden i Färjestaden och Länghem, jämfört med ängssvingel och rörsvingelhybrid.

De skillnader i total torrsubstansavkastning som sågs i försöksserien andra vallåret 2018 berodde mest på ingående arter och inte ingående sorter (Hallin, 2019). I Västerfärnebo blev det dock en signifikant skillnad mellan timotejsorterna Switch, som hade relativtal 108, och Comer, med relativtal 95. I Länghem blev det signifikanta skillnader mellan ängssvingel-sorterna Tored, Lipoche och Minto, där Minto avkastade minst. Sorten Indicus 1 hade större total avkastning i Länghem jämfört med sorterna Birger, Kentaur och Herbal. Övriga signifikanta skillnader i resultaten är mer kopplade till artskillnader. Rörsvingelhybriden Hykor gav i vall II större total avkastning i Färjestaden och Länghem, jämfört med ängssvingel Tored och Lipoche.

För vall III framkom avkastningsskillnader mellan arterna på alla platser och i sorterna av timotej och engelskt rajgräs i Länghem samt av timotej i Västerfärnebo (tabell 2). Rörsvingelhybriden Hykor gav signifikant större vallavkastning jämfört med alla sorter av ängssvingel och rörsvingel i Länghem samt signifikant större avkastning än alla sorter av ängssvingel och rörsvingelsorten Karolina i Färjestaden. I Länghem blev vallavkastningen större i timotejsorten Switch jämfört med Lischka, Rhonia och Tryggve. I Västerfärnebo hade timotejsorten Rakel större total vallavkastning jämfört med sorterna Lischka, Comer och Tryggve. Mellan ängssvingelsorterna blev det inga signifikanta skillnader i total vallavkastning. I engelskt rajgräs hade sorten Indicus 1 mindre total vallavkastning i Länghem jämfört

med Birger, Kentaur, Achilles och Perun. På försöksplatsen Färjestaden var vallavkastningen större för rajsvingel jämfört med engelskt rajgräs, men inte signifikant mot Kentaur för båda rajsvingelsorterna Achilles och Perun. Sorterna Birger och Indicus 1 var inte signifikant skilda från sorten Perun.

Tabell 2. Torrsubstansavkastning (relativtal, kg ts/ha och signifikansgrupp) för vall III på försöksplatserna Färjestaden, Långhem och Västerfärnebo. L6-2124-2016-2019, samt resultat från sortprovning i renbestånd (R6-201, R6-201 samt R6-204).

Timotej, sort	Färjestaden		Långhem		Västerfärnebo		R6-201 ¹ Vall II
	Rel.tal	Sign.	Rel.tal	Sign.	Rel.tal	Sign.	
Lischka, kg ts/ha	11 440		12 230		13 170		
	<u>100</u>	ns	<u>100</u>	bc	<u>100</u>	b	97*
Switch	86		106	a	109	ab	<u>100</u>
Rakel	97		103	abc	113	a	98
Rhonia	94		99	c	104	ab	97**
Comer	82		103	ab	101	b	97*
Tryggve	91		101	bc	101	b	92***
<i>P-värde</i>	<i>0,001</i>		<i><0,001</i>		<i><0,001</i>		<i><0,001</i>

¹Vallsortprovning timotej. Fältforsk (2018).

Ängssvingel, sort	Färjestaden		Långhem		Västerfärnebo		R6-202 ² Vall II
	Rel.tal	Sign.	Rel.tal	Sign.	Rel.tal	Sign.	
Tored, kg ts/ha	11 440		12 230		13 170		
	<u>100</u>	b	<u>100</u>	c	<u>100</u>	b	107**
Lipoche	96	b	101	c	107	ab	102
Minto	102	b	97	c	105	ab	<u>100</u>
Karolina, rörsvingel	106	b	109	b	108	ab	117***
Swaj, rörsvingel	111	ab	108	b	111	ab	122***
Hykor, rörsvingelhy.	131	a	115	a	115	a	130***
<i>P-värde</i>	<i>0,001</i>		<i><0,001</i>		<i><0,001</i>		<i><0,001</i>

²Vallsortprovning ängssvingel. Fältforsk (2018).

Engelskt rajgräs, sort	Färjestaden		Långhem		Västerfärnebo		R6-204 ³ Vall II
	Rel.tal	Sign.	Rel.tal	Sign.	Rel.tal	Sign.	
Birger, kg ts/ha	10 450		12 070		13 300		
	<u>100</u>	bcd	<u>100</u>	ab	<u>100</u>	ns	<u>100</u>
Kentaur	108	abcd	100	ab	100		104
Indicus 1	98	cd	95	c	95		100
Herbal	90	d	98	bc	102		94*
Achilles, rajsvingel	123	a	104	a	99		108***
Perun, rajsvingel	116	abc	101	ab	99		106*
<i>P-värde</i>	<i>0,001</i>		<i><0,001</i>		<i><0,001</i>		<i><0,001</i>

³Vallsortprovning engelskt rajgräs. Fältforsk (2018).

Diskussion

I vallsortprovningen i renbestånd framkom det fler signifikanta skillnader mellan sorter än vad som framgår av denna försöksserie eftersom antalet försök där är betydligt fler. Sorter som är mindre avkastande i renbestånd tycks även ha mindre konkurrensförmåga i blandvall och att en sort med mindre konkurrensförmåga kan torrsubstansavkastningen kompenseras av de övriga ingående arterna i ett blandvallsbestånd.

Referenser

Fältforsk (2018) <https://www.slu.se/fakulteter/nj/om-fakulteten/centrumbildningar-och-storre-forskningsplatt-formar/faltforsk/resultat/serier/>

Hallin O. (2018) Vallsortprovning i konkurrens, Försöksrapport Mellansverige 2017, s. 91–94.

Hallin O. (2019) Vallsortprovning i konkurrens, Försöksrapport Mellansverige 2018, s. 105–108.

Halling M.A. och Larsson, S. (2017) Vallväxter till slåtter och bete samt grönfoderväxter. Sortval för södra och mellersta Sverige 2017/2018. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi. <http://www.ffe.slu.se/FFE/Info/sortvall.htm>

Avkastning och näringskvalitet i lusersorter jämfört med rödklöver

E. Nadeau^{1,3}, D. Sousa¹, H.H. Hansen² och O. Hallin³

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

²Københavns Universitet, Institute for Veterinær- og Husdyrvidenskab, Frederiksberg C, Danmark ³Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem

Korrespondens: elisabet.nadeau@slu.se

Sammanfattning

Syftet med den här studien var att jämföra avkastning, näringsvärde och smältbarhet hos åtta lusersorter och en rödklöversort under två vallår under icke-optimala odlingsförhållanden för lusern. Dessutom jämfördes proteinets vomnedbrytbarhet hos fyra lusersorter och en rödklöversort under ett vallår. Försöket genomfördes som ett randomiserat blockförsök på Råddegård, Hushållningssällskapet Sjuhärad. Resultaten visar att avkastning och näringsinnehåll varierade mellan lusersorterna och mellan lusern och rödklöver mellan åren med mindre skillnader mellan lusersorterna i skördad mängd av torrsubstans (ts) och råprotein i andra- än i förstaårsvallen. Skillnaden mellan den genomsnittliga ts-avkastningen för lusersorterna i jämförelse med rödklöver minskade också i andraårsvallen eftersom den relativt stora ts-avkastningen i rödklöver under första vallåret minskade till ungefär hälften under andra vallåret. Detta medförde en halvering av skördad mängd råprotein till en nivå som var lägre än för lusersorterna. De stora variationerna mellan och inom år visar att årsmånen har större inverkan på avkastning och näringskvalitet hos lusern än vad valet av sort har. Rödklövers innehåll av mer vomstabil protein och mindre lösligt protein ger ett bättre utnyttjande hos idisslarna än vad proteinet från lusern ger. Rödklöver hade dock i vår studie sämre uthållighet än lusern, som klarade sig bra på jordar som inte är typiska lusernjordar.

Introduktion

Intresset ökar för att ha lusern i vallfröblandningar med gräs och klöver i syfte att hålla en jämnare baljväxtandel över åren (Undersander *et al.*, 2011). Det finns dock begränsad information om avkastning och näringsvärde hos lusersorter från olika länder. Det är därför värdefullt att undersöka olika lusersorter och jämföra dem med en tetraploid europeisk rödklöversort, som har liknande tillväxtrytm som lusern. Syftet med den här studien var 1) att jämföra avkastning och näringsvärde hos åtta lusersorter och en rödklöversort under två vallår under icke-optimala odlingsförhållanden för lusern, och 2) att jämföra proteinkvaliteten hos fyra av dessa lusersorter och rödklöversorten under ett vallår. Vår hypotes var att lusersorterna sinsemellan skiljer sig åt i ts-avkastning och att avkastningen skiljer mellan lusern och rödklöver. Hypotesen var också att lusern har lägre smältbarhet och större andel lösligt protein än rödklöver.

Material och metoder

De åtta lusersorter och rödklöversorten som användes i försöket framgår av tabell 1. Sedan försöket genomfördes ingår sorterna Radius och Creno i vallfröblandningar från Scandinavian Seed. Rödklöversorten Titus (4n) är en tidig sort, som har liknande tillväxtrytm som lusern. Avkastningen registrerades och näringsinnehållet analyserades i alla sorterna under två vallår. Under andra vallåret analyserades fyra av lusersorterna och rödklöversorten avseende proteinkvalitet. Lusern och rödklöver såddes den 31 maj 2010 med korn som insåningsgröda

(*Hordeum vulgare* L., sort Mercada) på Rådde gård, Länghem, Hushållningssällskapet Sjuhärad. Kornet skördades som helsäd den 27 juli 2010. Allt baljväxtutsäde var våtypat med *Rhizobium* en gång strax innan sådd. Dessutom var Radius och Creno av misstag torrympade med *Rhizobium* innan transport. Jordarten, som var en måttligt mullhaltig lerjord, tillfördes 25 ton flytgödsel per ha hösten innan sådd, kalkades med 2 ton/ha och gödslades med 50 kg N och 7 kg S per ha på våren innan sådd.

Tabell 1. Rödklöver och lusern som användes i försöket (Sousa *et al.*, under tryckning).

Baljväxt		Sort	Organisation / Ursprungsland
Rödklöver	<i>Trifolium pratense</i> L.	Titus (4n)	Saatzucht Steinach GmbH & Co KG, Tyskland
Blålusern	<i>Medicago sativa</i> L.	Nexus	SW Lantmännen, Sverige
Blålusern	<i>Medicago sativa</i> L.	Pondus	SW Lantmännen, Sverige
Mellanlusern ¹	<i>Medicago media</i> L.	Radius	Szyld, Polen
Blålusern	<i>Medicago sativa</i> L.	Genoa	Syngenta, USA
Blålusern	<i>Medicago sativa</i> L.	55V48	Pioneer, USA
Blålusern	<i>Medicago sativa</i> L.	Luselle	Flemish type, Frankrike
Blålusern	<i>Medicago sativa</i> L.	Daphne	Florimond Desprez, Frankrike
Blålusern	<i>Medicago sativa</i> L.	Creno	DLF Trifolium, Danmark

¹Radius är en mellanform av *Medicago sativa* L. (blålusern) och *Medicago falcata* L. (gullusern).

Sorterna skördades den 15 juni, 21 juli och 6 september 2011 och den 14 juni, 26 juli och 4 september 2012. Utvecklingsstadium vid skörd varierade från knoppning till tidig blomning för samtliga sorter utom för rödklöver som i tredjescörd 2011 var i full blomning. Avkastningen registrerades vid 70 mm stubbhöjd. Grönmassan analyserades med avseende på ts, näringsinnehåll och smältbarhet av laboratoriet på Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU Uppsala enligt metoder beskrivna av Sousa *et al.* (under tryckning). Råproteinfraktioner analyserades våtkemiskt vid LKS mbH, Lichtenwalde, Tyskland (Sousa *et al.*, under tryckning). Försöksupplägget var ett randomiserat blockförsök med tre fältblock per sort. Data analyserades med GLM, SAS med sort och block som fixa faktorer. När *F*-värdet var signifikant ($P \leq 0,05$) jämfördes medelvärdena (LS means) med Tukey's test.

Resultat och diskussion

Skillnader i avkastning och näringsinnehåll varierade mellan lusernsorterna mellan åren. Det var mindre skillnader mellan lusernsorterna i skördad mängd ts och råprotein i andra- än i förstaårsvallen (tabell 2 och 3). Detsamma gällde för lusernsorternas genomsnittliga ts-avkastning jämfört med rödklövern, då den relativt stora ts-avkastningen i rödklöver första vallåret minskade till ungefär hälften under andra vallåret. Detta medförde en halvering av skördad mängd råprotein till en nivå som var lägre än för lusernsorterna. Radius och Creno hade större ts-avkastning än de flesta andra lusernsorterna under första vallåret, vilket kan bero på att de blivit dubbelympade med *Rhizobium*. Rödklöver Titus hade högre smältbarhet av den organiska substansen och därmed generellt högre energivärde än lusernsorterna, vilket i andraårsvallen kan relateras till en lägre NDF-halt, som var mer smältbar samt en högre halt av lösliga kolhydrater (tabell 2 och 3).

Tabell 2. Näringsinnehåll, smältbarhet och avkastning av ts och råprotein i rödklöver Titus (4n) och lusersorter i förstaårsvall 2011. Värdena är medeltal för näring och smältbarhet men summa för avkastning från tre skördar. (Sousa *et al.*, under tryckning)

	Rp	NDF	iNDF	WSC	VOS	OE	Aska	Ts-avk.	Rp-avk.
Titus	187 ^b	382 ^b	297 ^c	62,2	772 ^a	9,97 ^a	103	11700 ^a	2047 ^{ab}
Nexus	212 ^a	401 ^{ab}	334 ^{bc}	39,6	729 ^{bcd}	9,66 ^{ab}	94,0	7506 ^{bc}	1699 ^{ab}
Pondus	206 ^{ab}	392 ^b	341 ^{ab}	40,7	735 ^{bc}	9,72 ^{ab}	92,8	7441 ^{bc}	1549 ^{ab}
Radius	197 ^{ab}	436 ^a	379 ^a	33,9	702 ^d	9,41 ^b	92,5	10941 ^a	2134 ^{ab}
Genoa	216 ^a	387 ^b	340 ^{ab}	41,1	739 ^b	9,73 ^{ab}	96,2	7668 ^{bc}	1805 ^{ab}
55V48	204 ^{ab}	420 ^{ab}	360 ^{ab}	40,3	712 ^{bcd}	9,52 ^b	91,3	7931 ^{bc}	1784 ^{ab}
Luselle	211 ^{ab}	395 ^b	326 ^{bc}	35,9	727 ^{bcd}	9,59 ^{ab}	98,8	6338 ^c	1303 ^b
Daphne	205 ^{ab}	422 ^{ab}	358 ^{ab}	30,7	707 ^{cd}	9,42 ^b	96,9	9894 ^{ab}	2007 ^{ab}
Creno	213 ^a	418 ^{ab}	354 ^{ab}	31,3	709 ^{cd}	9,42 ^b	98,8	10761 ^a	2262 ^a
SEM	4,8	8,2	7,9	6,71	5,9	0,085	4,83	555,0	173,1
<i>P</i> -värde	0,017	0,002	<0,001	0,119	<0,001	0,004	0,739	<0,001	0,035

Ts, torrs substans; Rp, råprotein, g/kg ts; NDF, neutral detergent fiber, g/kg ts; iNDF, osmältbar NDF, g/kg NDF; WSC, vattenlösliga kolhydrater, g/kg ts; VOS, *in vitro* smältbarhet av organisk substans (OS), g/kg; OE, omsättbar energi, MJ/kg ts; aska, g/ kg ts; Ts-avkastning, kg/ha; Råprotein-avkastning, kg/ha; SEM, standard error of the mean.

^{a-d}Medelvärden (LS means) med olika bokstäver i samma kolumn skiljer sig åt ($P < 0,05$).

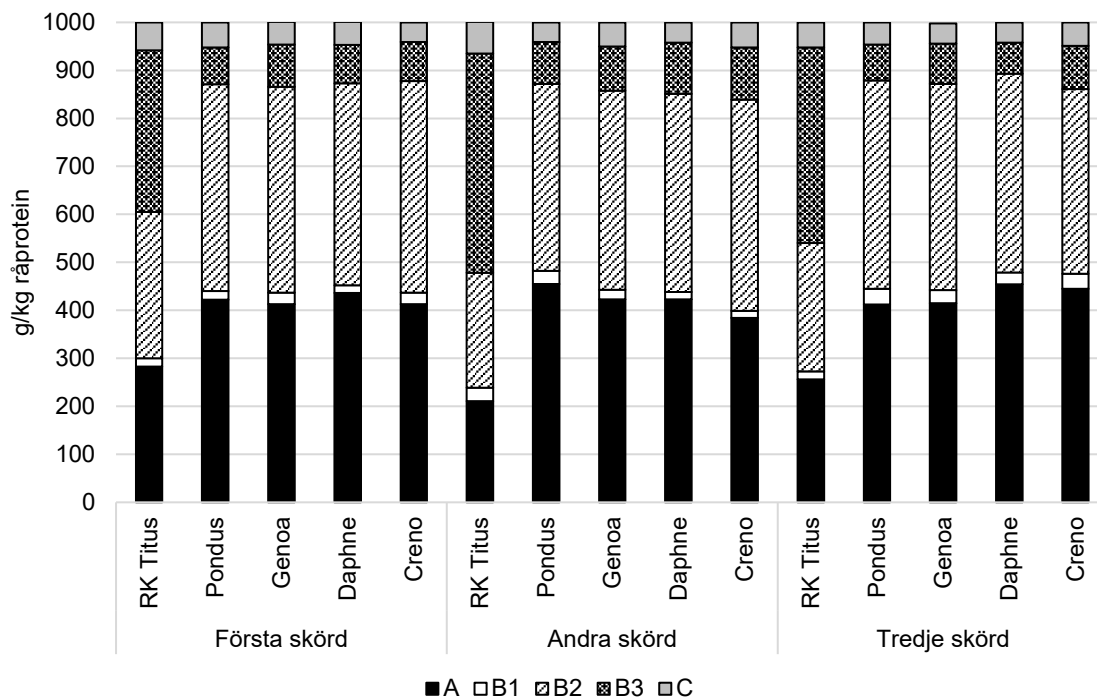
Tabell 3. Näringsinnehåll, smältbarhet och avkastning av ts och råprotein i rödklöver Titus (4n) och lusersorter i andraårsvall 2012. Värdena är medeltal för näring och smältbarhet men summa för avkastning från tre skördar. (Sousa *et al.*, under tryckning)

	Rp	NDF	iNDF	WSC	VOS	OE	Aska	Ts-avk.	Rp-avk.
Titus	199 ^c	319 ^d	213 ^c	94,0 ^a	826 ^a	10,5 ^a	93,9 ^b	5575 ^d	1092 ^c
Nexus	224 ^a	353 ^c	260 ^{ab}	49,7 ^b	758 ^b	9,91 ^b	96,6 ^{ab}	6063 ^{cd}	1349 ^{de}
Pondus	208 ^{de}	369 ^b	284 ^a	46,6 ^b	751 ^{bc}	9,86 ^{bc}	94,5 ^b	7655 ^{ab}	1582 ^{bcd}
Radius	207 ^{de}	385 ^a	278 ^{ab}	47,0 ^b	728 ^d	9,62 ^{de}	96,1 ^{ab}	8519 ^{ab}	1747 ^{abc}
Genoa	219 ^{ab}	364 ^{bc}	269 ^{ab}	47,7 ^b	752 ^{bc}	9,82 ^{bc}	98,8 ^{ab}	7795 ^{ab}	1705 ^{abc}
55V48	209 ^{cd}	387 ^a	286 ^a	50,0 ^b	729 ^d	9,63 ^c	96,1 ^{ab}	7635 ^{ab}	1587 ^{bcd}
Luselle	218 ^{abc}	365 ^{bc}	250 ^b	42,0 ^b	750 ^{bc}	9,78 ^{bcd}	101 ^a	7153 ^{bc}	1548 ^{cd}
Daphne	215 ^{abcd}	376 ^{ab}	267 ^{ab}	42,2 ^b	743 ^{bcd}	9,75 ^{bcd}	97,6 ^{ab}	8993 ^a	1904 ^{ab}
Creno	224 ^a	369 ^b	269 ^{ab}	45,8 ^b	739 ^{cd}	9,73 ^{cde}	96,3 ^{ab}	8805 ^a	1970 ^a
SEM	2,0	2,7	5,8	2,47	3,6	0,035	1,10	288,7	69,6
<i>P</i> -värde	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,014	<0,001	<0,001

Ts, torrs substans; Rp, råprotein, g/kg ts; NDF, neutral detergent fiber, g/kg ts; iNDF, osmältbar NDF, g/kg NDF; WSC, vattenlösliga kolhydrater, g/kg ts; VOS, *in vitro* smältbarhet av organisk substans (OS), g/kg OS; OE, omsättbar energi, MJ/kg ts; aska, g/kg ts; Ts-avkastning, kg/ha; Råprotein-avkastning, kg/ha; SEM, standard error of the mean.

^{a-e}Medelvärden (LS means) med olika bokstäver i samma kolumn skiljer sig åt ($P < 0,050$).

Rödklöver Titus hade större andel av cellväggprotein (B₃; $P < 0,001$), som till största delen är vomstabil protein, men mindre andelar av icke-protein kväve (A; $P < 0,01$) och fraktion B₂ ($P < 0,05$), som till stor del bryts ner i vommen, än lusersorterna (figur 1). Den större andelen vomstabil protein i rödklöver kan kopplas till enzymet polyfenoloxidas aktivitet i rödklöver, som genom bindningar till aminosyror formar långa polymerer, som minskar proteinets nedbrytbarhet (Webb *et al.*, 2013). Det var ingen skillnad mellan lusersorterna i proteinkvalitet.



Figur 1. Råproteinfraktioner i rödklöver (RK) Titus och lusernsorter i andraårsvalen 2012. A, icke-proteinkväve; B₁, buffertlösligt sant protein; B₂, neutral detergent-lösligt protein; B₃, acid-detergent-lösligt protein; C, acid-detergent-olösligt protein (Sousa *et al.*, under tryckning).

Slutsatsen från försöket är att årsmån har större inverkan än själva sorten på avkastning och näringskvalitet i lusern. Rödklövers högre proteinkvalitet kan utnyttjas bättre hos idisslarna än proteinet från lusern. Rödklöver har sämre uthållighet än lusern som klarade sig bra på en icke typisk lusernjord.

Projektet finansierades av Agroväst, Sveriges lantbruksuniversitet, Hushållningssällskapet Sjuhärad och Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Process: 2018/07268-2).

Referenser

Sousa D.O., Hansen H.H., Hallin O., Nussio L.G. och Nadeau E. A two-year comparison on nutritive value and yield of eight lucerne cultivars and one red clover cultivar. *Grass and Forage Science* (under tryckning).

Undersander D., Cosgrove D., Cullen E., Grau C., Rice M.E., Renz M., Schaeffer C., Shewmaker G. och Sulc M. (2011) Alfalfa management guide. 59 pp. I: L. Al-Amoodi och L. Deith (eds.), ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA.

Webb K.J., Cookson A., Allison G., Sullivan M.L. och Winters A.L. (2013) Gene expression patterns, localization, and substrates of polyphenol oxidase in red clover (*Trifolium pratense* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61, 7421–7430.

Förändringar i botanisk sammansättning över fyra år i vallfröblandningar för slåtter

M. Halling

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala

Korrespondens: magnus.halling@slu.se

Sammanfattning

Ett fältförsök med två nivåer av rödklöver (*Trifolium pratense* L.) med 10 % och 22 % andel av totala utsädesvikten i fröblandningen, genomfördes i Tenhult. Förändringar i botanisk sammansättning följdes under fyra skördeår. Förutom rödklöver, innehöll alla blandningar 4–5 % vitklöver (*Trifolium repens* L.). Två blandningar (A, B) innehöll timotej (*Phleum pratense* L.), ängssvingel (*Festuca pratensis* L.) och engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.). De andra två (C, D) innehöll timotej och rörsvingelhybrid (*Festuca arundinacea* Schreb. × *Lolium multiflorum* Lam.). Ökad andel rödklöver i fröblandningen gav ett betydligt större rödklöverinnehåll i alla skördar, men vallår fyra var innehållet litet i alla led. Vitklöverinnehållet var litet, men förblev ganska konstant över tid för alla blandningar. I blandningarna A och B ökade andelen ängssvingel från cirka 10 % till 40 % från vall I till vall IV. Timotej hade det största innehållet i första skörd, utom i A vall I i den lägre nivån av rödklöver, och ökade med tiden till cirka 50 %. Innehållet av engelskt rajgräs var 27–38 % vall I, men det sjönk till låga nivåer (2–3 %) till vall IV. I blandningarna C och D ökade andelen rörsvingelhybrid från cirka 30 % vall I till 94 % år fyra, medan timotej var totalt utkonkurrerad efter vallår två.

Introduktion

Förmågan hos olika vallarter att konkurrera i ett skördesystem bestämmer den botaniska sammansättningen efter några år. Rörsvingelhybriden Hykor är en mycket högavkastande sort med en stor blad/stamkvot (Cernoch och Groenbaek, 2015; Ostrem *et al.*, 2013) och kan därför konkurrera starkt mot klöver i blandningar. Vlieghe och D'Hose (2015) fann att halten av röd- och vitklöver i ett skördesystem i genomsnitt under fyra år var lägre i en fröblandning med Hykor än i en med engelskt rajgräs. Syftet med detta projekt var att undersöka förändringar i botanisk sammansättning i ett skördesystem under fyra skördeår och med olika fröblandningar för att bestämma långsiktiga effekter av konkurrensen. Hypotesen var att stora förändringar i botanisk sammansättning kommer att ske för alla arter under fyra år.

Material och metoder

Ett vallförsök med två sådda halter av rödklöver Vicky, 10 % (i blandning A och C) respektive 22 % (i blandning B och D) genomfördes i Tenhult (57°44'01,6"N, 14°16'41,5"E; ~230 m.ö.h.). Utsädesmängden i A och C var 20 kg/ha och i B och D 23 kg/ha. Försöket (L6-4430) hade fyra block och innehöll fler fröblandningar än de här redovisade. Förutom rödklöver innehöll alla blandningar 4–5 % vitklöver SW Ares. Två blandningar (A, B) innehöll timotej Switch, ängssvingel Toreed och engelskt rajgräs Kentaur. De andra två blandningarna (C, D) innehöll timotej Switch) och rörsvingelhybrid Hykor) (tabell 1). Tre skördar per år togs under fyra år (2014–2017). Första skörden var i början av juni, vid axgång för ängssvingel och engelskt rajgräs (när ungefär hälften av axen var synliga på 50 % av skotten). Botanisk sammansättning (% av torrsubstansen, ts) för olika arter bedömdes okulärt strax före varje skörd. Kvävegivan var 80, 50 och 40 kg/ha till första, andra respektive tredje skörd. Kvävegödselmedel var antingen kalisalt eller Axan N27. Kaliumgivan var 100 respektive 60 kg/ha till första respektive andra skörd. Svavel tillfördes till alla skördar (totalt

100 kg/ha). Jordarten på platsen är sandig mo med en mullhalt på 2,5 %. Proceduren Mixed i SAS version 9.3 användes för statistiska analyser (Littell *et al.*, 2006). Två statistiska metoder, cs och ar(1), användes i SAS för att undersöka variationen mellan upprepade skördar under fyra år. I den första modellen (compound symmetry) antogs korrelationen vara konstant över tiden. I den andra modellen (autoregressiv av första ordningen) antogs korrelationen avta exponentiellt med tiden.

Resultat

Det fanns ett signifikant samspel ($p = <0,001$) mellan fröblandning, skörd och vallår för den botaniska sammansättningen för rödklöver, vitklöver och timotej, men rörsvingelhybriden hade ett p -värde $<0,05$ för detta samspel. Arterna ängssvingel och engelskt rajgräs hade för botanisk sammansättning ett signifikant samspel ($p = <0,05$) mellan fröblandning och vallår. Två statistiska metoder testades för att reducera för olika variation mellan upprepade skördar under fyra år, men de beskrev inte korrelationsstrukturen bättre mellan skördar och vallår än den slumpmässiga effekten av behandlingen \times block i den befintliga statistiska modellen, vilken beskriver en jämn korrelation över tiden.

Ökat innehåll av rödklöver i fröblandningen gav ett signifikant ($p = <0,05$) större innehåll av rödklöver i första skörd det första och andra vallåret i blandning B jämfört med A samt i blandning D jämfört med C under första och tredje vallåret. Efter år tre var det en stor minskning av rödklöver-innehållet i alla blandningar. Vitklöver-nivån var låg i första skörd, men förblev ganska konstant över tiden för alla blandningar. För blandningarna A och B ökade andelen ängssvingel i första skörd under fyra år från cirka 10 % till 40 %, men timotej hade det största innehållet i första skörd under alla år och ökade till cirka 50 % vallår fyra (tabell 1).

Engelskt rajgräs hade sin högsta andel (uppemot 40 %) under de första två vallåren, men minskade till låga nivåer (2–3 %) i första skörd i vall IV. Engelskt rajgräs kunde således inte överleva mer än tre år i försöket.

I blandningarna C och D ökade innehållet av rörsvingelhybriden i första skörd från cirka 30 % i vall I till 94 % i vall IV, vilket visar att arten är mycket konkurrenskraftig och uthållig. I dessa blandningar var timotejen nästan fullständigt utkonkurrerad efter två vallår, och i första skörd vallår fyra var innehållet bara 2 %.

Ökande rödklöverandel från 10 % till 22 % i fröblandningar med hög-/medelkonkurrerande gräs ökade rödklöverandelen signifikant ($p = <0,05$) i första skörd första året för båda paren av fröblandningar som jämförts. Även om det var höga nivåer av rödklöver också i vall II och III var skillnaderna då inte alltid signifikanta. Denna effekt är troligen positivt korrelerad med den måttliga kvävegödslingen som tillämpades i försöket. Vid första skörd fjärde vallåret fanns det en större skillnad i innehållet av rödklöver mellan blandning A och C och mellan B och D, än vad det var mellan blandning A och B respektive C och D.

Diskussion

Rörsvingelhybrid är uppenbarligen en mycket konkurrerande och uthållig art som helt dominerar över alla andra arter vallår fyra i en blandvall med olika gräsarter och baljväxter. Denna långsiktiga effekt är svår att undvika. Möjliga lösningar att minska rörsvingelhybridens konkurrerande inverkan kan vara att använda mycket låga kvävenivåer eller att behålla vallen i högst tre vallår. Undersökningen visar att engelskt rajgräs har svag uthållighet och finns kvar endast i nämnvärd omfattning fram till vall III i en blandvall. Den stora minskningen av rödklöver mellan vall III och IV kom ett år senare än vad Wallenhammar *et al.* (2014) visade. De

visade att nedgången av halten rödklöver till stor del beror på rotröta, vilket inte undersöktes i detta projekt.

Tabell 1. Förändringar i botanisk sammansättning (% av ts) i första skörd under fyra vallår för fröblandningarna A–D¹.

Arter	Sådd	Vall I	Vall II	Vall III	Vall IV
Fröblandning A					
Rödklöver	10	15	17	18	8
Vitklöver	5	2	1	2	2
Ängssvingel	20	11	10	26	34
Engelskt rajgräs	15	38	34	21	3
Timotej	50	35	38	34	53
Fröblandning B					
Rödklöver	22	26	23	21	10
Vitklöver	5	2	1	2	2
Ängssvingel	17	9	10	21	38
Engelskt rajgräs	13	27	29	20	2
Timotej	43	36	38	36	49
Fröblandning C					
Rödklöver	10	18	18	16	2
Vitklöver	5	2	1	3	2
Rörsvingelhybrid	35	29	41	70	94
Timotej	50	51	40	11	2
Fröblandning D					
Rödklöver	22	29	23	25	4
Vitklöver	4	2	1	2	1
Rörsvingelhybrid	30	28	48	65	94
Timotej	44	41	29	8	2

¹Medelfel för rödklöver = 1,9; vitklöver = 0,5; ängssvingel = 1,6; engelskt rajgräs = 1,3; timotej = 1,8 och rörsvingelhybrid = 2,0.

Referenser

- Cernoch V. och Groenbaek O. (2015) Benefits of x *Festulolium* varieties in European agriculture. Grassland and forages in high output dairy farming systems. *Grassland Science in Europe* 20, 386–388.
- Littell R.C., Milliken G.A., Stroup W.W., Wolfinger R.D. och Schabenberger, O. (2006) SAS for Mixed Models. SAS Institute Inc, Cary, NC.
- Ostrem L., Volden B. och Larsen A. (2013) Morphology, dry matter yield and phenological characters at different maturity stages of x *Festulolium* compared with other grass species. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B – Soil and Plant Science* 63, 531–542. <https://doi.org/10.1080/09064710.2013.819440>
- Vliegheer A.D. och D'Hose T. (2015) Grass-clover under cutting conditions: a highly productive system of intensive, high quality forage production. Grassland and forages in high output dairy farming systems. *Grassland Science in Europe* 20, 194–196.
- Wallenhammar A.-C., Nilsson-Linde N., Jansson J. och Stoltz E. (2014) Rotröta påverkar uthålligheten hos vallbaljväxter. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. Rapport 18, 55–58.

Hållbar produktion av vallbaljväxter i ekologiska odlingsystem

A.-C. Wallenhammar¹, Z. Omer¹, E. Edin¹ och A. Granstedt²

¹HS Konsult AB / Hushållningssällskapet, Uppsala ²Stiftelsen Biodynamiska Forskningsinstitutet, Skilleby, Järna

Korrespondens: ann-charlotte.wallenhammar@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

Uthållighet och produktionsförmåga hos rödklöver, vitklöver, käringtand och blålusern i samodling med timotej undersöks i ett pågående projekt. Fältförsök genomförs på två platser och här redovisas skörden från en av platserna, Nibble, Järna, tredje vallåret 2018. Under extremt torra förhållanden är beskeden tydliga angående artval där blålusern har visat mycket stor produktionsförmåga. Totalskörden av blålusern överträffade den hos vitklöver och rödklöver med 250 % år 2018. Blandningar med käringtand levererade 53 % större skörd än rödklöver och vitklöver. Angrepp av rotröta, som orsakas av flera olika patogena svampar i jorden, undersöktes i samtliga baljväxtarter. Angreppen varierade mellan försöksplatserna och var mycket kraftiga i rödklöver, medan inga skillnader fanns mellan de andra baljväxtarterna. Andelen baljväxter var störst hos blålusern med 75 % i medeltal för tre skördar.

Introduktion

Rödklöver som är basen i lokalproducerat proteinfoder har sviktande uthållighet i vallarna. Under många år har mjölkproducenter drabbats av problem med uthålligheten hos rödklöver i blandvallar då rödklöverplantorna snabbt försvagas genom angrepp av patogena svampar bl.a. ur släktena *Fusarium*, *Cylindrocarpon destructans* och *Phoma medicaginis* (Almquist *et al.*, 2016). Syftet var att identifiera och utveckla strategier för att uthålligt odla vallbaljväxter för lokalproducerat grovfoder med stort proteininnehåll och säkra god kvävetillgång genom biologisk kvävefixering. Målsättningen var att ta fram ett underlag för att bibehålla en jämn produktionsnivå i vallen med stabil andel baljväxter under minst tre år och att ta fram åtgärder för att minska sjukdomstrycket av rotröta.

Material och metoder

Två fältförsök etablerades 2015 på Nibble gård, Järna (lerhalt 50 %) och Kvinnerstaskolan, Örebro (lerhalt 40 %). Utsädesmängderna för rödklöver (SW Vicky) var 8 kg/ha, vitklöver (Hebe) 4 kg/ha, käringtand (Oberhaunstaedter) 10 kg/ha samt blålusern (Marshall) 17 kg/ha. Utsädet av blålusern var torrympat med Nitragin gold som innehåller bakterien *Sinorhizobium meliloti* och utsädet av käringtand var ympat med *Rhizobium loti*. Samtliga baljväxter samodlades med timotej (Lischka) med en utsädesmängd på 8 kg/ha. Skyddsgrödan var havre (200 kg/ha) och ingen växtnäring tillfördes. Försöken skördades enligt tabell 1 och botanisk analys utfördes.

I november åren 2015–2018 grävdes 10 plantor upp från varje parcell. Rötterna tvättades, delades och sjukdomsindex bestämdes efter bedömning av graden mörkfärgning av inre och yttre rotyta. Extrahering och DNA-analys för identifiering och kvantifiering av de patogena svamparna genomfördes enligt Almquist *et al.* (2016).

Resultaten bearbetades statistiskt med JMP 9.0 (SAS Institute, 2010). Tukey's HSD test användes för att definiera vilka behandlingar som var signifikant åtskilda ($p < 0,05$).

Resultat och diskussion

Avkastningen och fördelningen av baljväxter, gräs och ogräs vall III på Nibble redovisas i tabell 1. Blålusern gav störst avkastning under både andra- och tredjaskörden. Att blålusern har gett störst avkastning skiljer sig från tidigare studier där andelen baljväxt i blålusern leden varit extremt låg (Wallenhammar *et al.*, 2014). En stark etablering med ympen Nitragen Gold lade grunden för blålusernens tillväxt vid etableringen och under den torra växtsäsongen i Järna 2017 (Wallenhammar *et al.*, 2019) och under 2018.

Tabell 1. Avkastning av olika baljväxter i samodling med timotej vallår III Nibble, Järna, 2018.

Fröblandn.	Avkastning (kg ts/ha)				Ts-halt		Andel i genomsnitt av 3 skördar								
	Skörd 1	Skörd 2*	Skörd 3	Totalt			Insådd baljv.	Övriga baljv.	Insått gräs	Ört-ogräs					
	(kg ts/ha)				(%)		(%)								
RK + tim	1439	669	c 0	b 2108	c	30,2	b	44,4	b	2,4	ab	36,3	b	16,8	ab
VK + tim	1641	477	c 0	b 2118	c	33,0	a	14,7	c	0	b	66,0	a	19,3	a
KT + tim	1865	1377	b	3243	b	34,4	a	46,6	b	3,7	a	37,2	b	12,5	bc
BL + tim	1960	1874	a 1443	a 5307	a	26,7	c	71,7	a	2,2	ab	16,0	c	10,1	c
<i>p</i>	<i>ns</i>	<0,001	<0,001	<0,001		<0,001		<0,001		0,011		<0,001		0,031	

RK = rödklöver, VK = vitklöver, KT = käringtand, BL = blålusern. *Skörden utfördes senare för käringtand än övriga led. Skörd 1: 30 maj. Skörd 2 för RK, VK och BL: 24 juli, skörd 2 för KT: 13 augusti. Skörd 3: 3 oktober. Värderna med olika bokstäver visar signifikanta skillnader enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$). ns = ej signifikant.

Resultaten ger tydliga besked angående artval under extremt torra förhållanden och ger vägledning för baljväxtproduktion i ett klimat där temperaturen överstiger dagens. Blålusern har visat mycket stor produktionsförmåga och totalskörden överträffade vitklöver och rödklöver med 250 % 2018. De av sjukdom försvagade rödklöverplantorna (Wallenhammar *et al.*, 2019) förmådde inte att leverera skörd vid skördetidpunkt 3 den 3 oktober. Vitklöver drabbades också hårt av torkan vid denna skördetidpunkt (tabell 1). Blandningar med käringtand levererade 53 % större totalskörd än rödklöver och vitklöver vilket var en signifikant skillnad. Det blev ingen skillnad i skörd mellan klöverarterna.

Sjukdomsindex (SI) för yttre och inre skador var signifikant högre i rödklöver än i blålusern, käringtand och vitklöver under vall III (tabell 2). Graden av svampangrepp (procent angripna plantor) skilde dock inte mellan baljväxtarterna. DNA-analyserna enligt Almquist *et al.* (2016) visar förekomst av de tre patogenerna *F. avenaceum*, *C. destructans* och *P. medicaginis* i samtliga baljväxter. Resultaten indikerar att blålusern och käringtand visar en tolerans mot patogenerna genom att inte utveckla sjukdomssymptom i motsvarande nivå som rödklöver. Vitklöver intar en särställning då beståndet förnygras årligen genom att nya stoloner bildas. Vitklöver visar ändå betydligt större angrepp på försöksplatsen i Järna jämfört med tidigare studier där ett SI motsvarande 10 redovisades vall III (Wallenhammar *et al.*, 2014).

Projektet fortsatte 2019 med ett tredje vallår i Kvinnersta, Örebro eftersom det försöket fick sås om 2016 p.g.a. vildsvinsbök. Bestämning av vallens efterverkan i kommande spannmålsgröda kommer att göras under 2020. Resultaten visar betydelsen av att anpassa baljväxtslag efter produktionsinriktning, odlingsplats och krav på foderkvalitet så att vallproduktionen totalt sett blir uthållig.

Tabell 2. Yttre (_y) och inre (_i) sjukdomsindex (SI) och angreppsgrad (Angr) på plantor provtagna i oktober 2018, Nibble, vallår III.

Fröblandning	SI _y	SI _i	Angr _y %	Angr _i %
A. RK + tim	89 a	94 a	100 a	88
B. VK + tim	41 b	30 b	93 ab	100
C. KT + tim	22 c	44 b	78 b	100
D. BL + tim	45 b	53 b	100 a	83
<i>p</i>	<0,001	<0,001	0,022	<i>ns</i>

RK = rödklöver, tim = timotej, VK = vitklöver, KT = käringtand, BL = blåusern. Värden med olika bokstäver visar signifikanta skillnader enligt Tukey's HSD-test ($p < 0,05$). *ns* = ej signifikant.

Tack

Studien finansieras med anslag från Ekhagastiftelsen.

Referenser

Almqvist 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.

Wallenhammar A.-C., Nilsdotter-Linde N., Jansson J. och Stoltz E. (2014) Rotröta påverkar uthålligheten hos vallbaljväxter. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi. Rapport 18, 55–58.

Wallenhammar A.-C., Stoltz E., Omer Z. och Granstedt A. (2019) Production capacity of forage legumes and persistence to root rot in organic mixed swards. *Grassland Science in Europe* 24, 99.

Inno4Grass – axplock ur ett EU-projekt om vall och bete

N. Nilsson-Linde¹ och A. Carlsson²

¹*Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala*

²*Skogsgård, Getinge*

Korrespondens: nilla.nilsson-linde@slu.se

Sammanfattning

Det tar lång tid innan innovationer inom vallodling sprids mellan lantbrukare i Europa – både inom och mellan länder. Ett syfte med EU-projektet Inno4Grass var att förbättra samarbetet mellan forskare, lantbrukare, rådgivare och lärare i olika europeiska länder. Det övergripande målet för projektet, som pågick 2017–2019, var att överbrygga klyftan mellan praktik och forskning för att underlätta att innovativa system för produktiva gräsmarker tillämpas. Projektets långsiktiga mål var att öka lönsamheten för europeiska vallodlare samtidigt som miljövärdena bevaras.

Inno4Grass har bidragit till gränsöverskridande kunskapsinsamling och kunskapsöverföring inom vall- och betesområdet samt stimulerat utbyten och studieresor mellan regioner och länder. Åtta länder med totalt 20 partners har deltagit, varav Sveriges lantbruksuniversitet och Svenska Vallföreningen har representerat Sverige. En viktig uppgift var att lyfta positiva exempel på innovativa lösningar. Projektet har resulterat i en mängd informations- och utbildningsmaterial samt verktyg som finns samlat på projektets hemsida www.inno4grass.eu och i uppslagsverket on-line, www.encyclopediapratensis.eu/. Faktablad om innovativa bönder och metoder samt illustrerande videofilmer har producerats, en lärobok med tillhörande Power-Point-presentationer har utarbetats, konferensdatabasen GrassCOPS har utvecklats, olika beslutsstöd har inventerats och forskningsbehov identifierats. Vidare har ett stort antal möten med deltagare från praktik och akademi genomförts. Slutligen har vallmästartävlingar genomförts i alla projektländerna.

Introduktion

Inom EU:s forsknings- och innovationsprogram, Horizon 2020, finns flera ansatser med syfte att stimulera kontakten mellan forskning och praktik, exempelvis multiaktörsprojekt och tematiska nätverk. Åttio miljarder euro har avsatts för att finansiera denna typ av aktiviteter under perioden 2014–2020. Genomgående för satsningarna är dels innovationer, dels aktörssamarverkan för gränsöverskridande kunskapsförmedling och kunskapsöverföring.

Det tar lång tid innan innovationer inom vallodlingen sprids i Europa – både inom och mellan länder. De senaste forskningsresultaten blir inte alltid tillämpade i praktiken då det tar tid innan värdefull kunskap når lantbrukarna. Inte heller sprids information om nyheter som introducerats på gårdsnivå tillräckligt effektivt.

Ett syfte med det tematiska närverket "Inno4Grass – fler innovationer för hållbar vallproduktion i Europa" var att förbättra samarbetet mellan forskare, lantbrukare, rådgivare och lärare, att överbrygga klyftan mellan forskning och praktik samt säkerställa innovativa system i vallodlingen. Projektet genomfördes under 2017–2019 av 20 lantbrukar- och rådgivarorganisationer samt forsknings- och utbildningsinstitutioner i åtta EU-länder; Tyskland, Belgien, Frankrike, Irland, Italien, Nederländerna, Polen och Sverige. I de åtta länderna består en stor andel av jordbruksarealen av vall och produktionen av mjölk samt nöt- och lammkött är viktig. Vallodlingen är central för Sveriges jordbruk. Odlingen av vallfoder och bete utgör 54 % av jordbruksmarken och har stor betydelse för både ekonomi och miljö. Svenska aktörer

i projektet är Sveriges lantbruksuniversitet och Svenska Vallföreningen. Syftet med Inno4Grass låg i linje med resultatet från EIP-Agri:s fokusgrupp "Permanent gräsmarker" som identifierade behovet av innovationer och möjliga bidrag från vallen för en lönsam och hållbar mjölk-, nötkreaturs- och fårproduktion i Europa (EIP-Agri Focus Group, 2016). Projektet har finansierats av Horizon 2020 enligt anslagsavtal nr 727368.

Genomförande och resultat

Informationsmaterial om innovativa vall- och betesbönder på Encyclopedia pratensis

En viktig del var att identifiera goda exempel, både sådant som är vetenskapligt prövat och det som behöver studeras mer för att verifieras. Den bärande tanken med projektet var att forskningsresultat ska användas mer i praktiken men också att forskningen bättre än idag ska fånga upp lovande metoder som lantbrukare har testat. Det har också varit angeläget att identifiera viktiga frågor att studera vidare. Projektet har genererat olika produkter för att åskådliggöra de olika goda exemplen, vilka framgår av tabell 1.

I projektets start genomfördes en enkätundersökning för att identifiera drivkrafter och hinder för innovationer (Goliński *et al.*, 2018). Det har totalt gjorts 170 intervjuer med lantbrukare, vilka har genererat lika många faktablad (portraits) som finns på projektets hemsida, www.inno4grass.eu, men också i ett uppslagsverk on-line om vall och bete administrerat av forskningsinstitutet INRA i Frankrike, *Encyclopedia pratensis* www.encyclopediapratensis.eu. En annan del i projektet har varit att karakterisera och analysera de totalt 85 fallstudierna (Huyghe, 2020). De innovativa idéerna rör följande ämnesområden, med flest identifierade innovationsidéer först i listan:

Vallfröblandningar, baljväxter, ovanliga vallväxter och örter – Olika betessystem – Marknadsföring av vallbaserade produkter – Djuruppfödning – Introduktion av automatik i betesdriften (t.ex. mjölkkningsrobotar) – Hötorkning och utfodring – Gödslingsstrategier – Användning av ensilage – Bevattnings

Tjugo innovativa vallbönder har intervjuats i Sverige varav 10 har studerats närmare (case studies) för att få fram mer data om bl.a. avkastning och ekonomi. Det gör det lättare att hitta innovationer som skulle passa på andra gårdar och underlättar erfarenhetsutbyte. Fallstudierna är fördelade över hela landet, från Övertorneå i Norrbotten till Knislinge i Skåne och har följande fokus:

- Tre goda vallskördar vid Polcirkeln
- Bättre kväveeffektivitet med gödseln separerad och spridd med matarslang
- Bra protokoll ger koll på partier, åtgång och avkastning av vallen
- Minimala förluster vid inläggning och uttag av ensilage
- Bra bete ger mer mjölk och sparar kostnader
- Multivallskördare ger renare foder och mindre packning
- Utnyttja betet maximalt med rätt kalvningstid
- Koll på partier, mängd och kvalitet i silotornen
- Enkelt fällsystem förbättrar ungdjursbetet
- Bevattnings och stallgödsel viktiga hörnstenar i torr bygd

Tabell 1. Informationsmaterial som producerats i Inno4Grass och som finns tillgängliga i *Encyclopedia pratensis* (www.encyclopediapratensis.eu). Filmerna ligger på en YouTube-kanal för Inno4Grass.

Typ av produkt	Beskrivning	Totalt		Från Sverige	
		Antal	Språk	Antal	Språk
<i>Portraits</i>	Tvåsidiga faktablad om innovativa vall- och betesbönder	170	7 språk ¹	20	Eng + Sv
<i>Case studies</i>	Mer omfattande fallstudier av hur innovationerna fungerar och vad som krävs för att de skulle kunna fungera någon annanstans	85	Eng	10	Eng
<i>Technical leaflets</i>	Tvåsidiga faktablad om tekniska innovationer	48	7 språk ¹	6	Eng + Sv
<i>Videos</i>	Lantbrukare presenterar sin innovation på en film som är 3–5 minuter lång	104	7 språk ¹	13	Eng (6) + Sv (13)

¹Engelska, franska, tyska, holländska, polska, italienska och svenska.

Utbildningsmaterial

Inom projektet har ett omfattande undervisningsmaterial tagits fram. Läroboken "Grassland use in Europe – a syllabus for young farmers" omfattar grundläggande avsnitt om vallens arter och dess användning i olika delar av Europa, betesskötsel, hö- och ensilageproduktion, mark- och växtnäringsrelaterade frågor, miljö- och biodiversitetsaspekter på vallen samt gräsbase-erade kvalitetsprodukter. Vidare finns specifika avsnitt för respektive land, där Irland fokuserar på bete, Sverige på ensilage och Italien på hö. Boken finns tillgänglig i tryckt form (Van den Pol-van Dasselaar *et al.*, 2019) men också på *Encyclopedia pratensis*. Där finns även Power-Point-presentationer för respektive land fritt tillgängliga. Materialet kan användas i undervisning på olika nivåer men också som stöd vid studiebesök och utbyten.

Möten mellan praktik och forskning

I Sverige har 13 av de totalt 144 s.k. Practice and science meetings arrangerats där lantbrukare och forskare diskuterat angelägna vallinnovationer, exempelvis vid sommarmöten, fältvandringar, betesutbildningar och seminarier. Mötena har genomförts och analyserats enligt en speciell metodik (Peratoner *et al.*, 2019). För varje möte har det producerats en kort användarvänlig sammanfattning med praktiska rekommendationer enligt ett i förväg definierat format för EIP Agri-möten, s.k. practice abstracts (EIP-Agri, 2019) som finns på *Encyclopedia pratensis*. I Sverige har ofta dessa möten arrangerats av Svenska Vallföreningen. Det finns ett bra samarbete mellan forskare, rådgivare och lantbrukare i Sverige, mycket tack vare SLU och Svenska Vallföreningen, som skickar ut sju nummer av Svenska Vallbrev per år, anordnar både mindre möten och större konferenser samt medverkar i uttagningen av Årets Vallmästare. Här finns därför bra förutsättningarna för att sprida resultaten från Inno4Grass.

Behovsstyrd forskning

Aktuellt forskningsbehov inom vall- och betesområdet har sammanställts via enkäter och intervjuer. Vidare har redan befintlig litteratur identifierats för att besvara en del frågor. Detta delprojekt visar behovet av att inte bara producera forskningsresultat utan även bli bättre på att sprida dem.

Beslutsstöd

En del i projektet har varit att identifiera verktyg och beslutsstöd för att öka lönsamheten i vallodlingen och/eller betesdriften, t.ex. www.agrinet.ie/ och www.vallprognos.se. Resultatet presenteras under fliken One-stop shop på *Encyclopedia pratensis*. Ett exempel på ämnesområde där Sverige har mycket att lära av andra länder är bete. På flera av gårdarna presenteras

bete som en klimatsmart utfordringsmetod. Kunskaperna om produktionsbete är eftersatta inom lantbruket och rådgivningen hos oss.

GrassCOPS – konferensdatabas för vall och bete

En databas, GrassCOPS har utarbetas för litteratur som normalt inte återfinns av sökmotorerna Web of Science eller Google Scholar, <http://grassland.uni-goettingen.de/form/>. Det kan handla om konferensuppsatser och presentationer av olika slag som läggs in och kan hittas via ett sökdordssystem. Länk även till detta verktyg finns på *Encyclopedia pratensis*.

Studieresor och utbyten

Inno4Grass-projektet har planerat och genomfört ett antal utbyten sinsemellan och också flera studieresor med främst lantbrukare och studenter. Exempelvis besökte elva kvinnliga holländska bönder flera av våra innovativa bönder på en studieresa i västra Sverige i början av juli 2019 och olika grupper från flera länder har besökt Irland under projektets gång. Projektets omfattande nätverk kan med fördel utnyttjas även för kommande utbyten.

Vallmästare i åtta länder

I Sverige har tävlingen Årets Vallmästare pågått sedan 2002. I några av de andra länderna har det också funnits liknande tävlingar. SLU har haft ett speciellt ansvar för delprojektet att utse och hylla de mest innovativa lantbrukarna inom vall och bete i respektive projektland. Lantbrukarna kallas föregångare och inspiratörer, de visar möjligheter och sprider framtidstro i sina respektive länder och förser andra lantbrukare med råd, idéer och kunskap om vall och bete. Återkommande vallmästartävlingar har nu etablerats i flera länder. Tävlingarna har varit anpassade till de olika ländernas förutsättningar med olika klimat, odlingsystem och jordtyp. Exempelvis gällde tävlingen bete på Irland, biologisk mångfald i Frankrike och ensilering i Sverige. De svenska pristagarna 2019 var Tore och Per Larsson från Tibro. Alla vinnare hyllades i samband med en konferens inkluderande gårdsbesök i mitten av juni 2019 i Hannover, se www.inno4grass.eu.

Referenser

EIP-Agri (2019) Projektdatabas. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/find-connect/projects>

EIP-Agri Focus Group (2016) Profitability of permanent grassland: Final report. <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/focus-groups/profitability-permanent-grassland>

Goliński P., van den Pol-van Dasselaar A., Golińska B., Paszkowski A., Nilsdotter-Linde N., O'Donovan M., Porqueddu C., Czerwińska A., Delaite B., Bauer A., Florian C., Baste F., Fradin J., Gauder P., de Kort H. och Krause A. (2018) Analysis of innovation brokering systems related to grasslands across Europe. *Grassland Science in Europe* 23, 983–985.

Huyghe C. (2020) Resilience of grassland-based production systems, addressing climatic, environmental and economic issues. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. Rapport 30 (under tryckning).

Peratoner G., Florian C., Mairhofer F., Baste-Sauvaire F., Bogue F., Carlsson A., Czerwińska A., Delaby L., Delaite B., de Kort H., Fradin J., Jacquet D., Kaemena F., Krause A., Melis R., Nilsdotter-Linde N., Pascarella L., Paszkowski A., Peeters A. och van den Pol-van Dasselaar A. (2019) Effect of training and methodology development on the effectiveness of discussion groups on grassland innovation. *Grassland Science in Europe* 24, 509–511.

Van den Pol-van Dasselaar A., Bastiaansen-Aantjes L.M., Bogue F., O'Donovan M. och Huyghe C. (eds.) (2019) Grassland use in Europe, a syllabus for young farmers. ISBN: 978-2-7592-3145-4. Quae Éditions, 263 pp. <https://www.quae-open.com/produit/123/9782759231461/grassland-use-in-europe> <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-3146-1>

**Innovation – Inno4Grass; Inge Karlsson, Hults gård
– Multivallskördare som ger renare foder och mindre packning**

H. Lindberg

Växa Sverige, Bollnäs

Korrespondens: hans.lindberg@vxa.se

Sammanfattning

Det hela började efter att Inge Karlsson skickat analyser till USA för att få reda på mer om sitt vallfoder. Det var i slutet av 1980-talet och Harry Eriksson på Länsstyrelsen i Västerbotten engagerade sig i Inge Karlssons köttproduktion. På gården producerades ungtjurar, och eftersom man ville utnyttja vallen som huvudsakligt fodermedel var det viktigt att få fram bra kvalitet. Via analyserna kunde Harry och Inge se att det fanns förbättringspotential både i skördarbetet och i konserveringen. Maskinparken medförde problem med packningsskador och med kunskap om vad en ren gröda betyder för en bra ensileringsprocess ville Inge hitta en lösning där han kunde undvika problem med jordpackning och nedsmutsad gröda.

För att få ett bättre ensilage ville Inge också åstadkomma en snabb förtorkning till rätt torrsubstanshalt med avseende på lagringssystem, vilket kan vara nog så svårt på västkusten. På gården har man kört med hög stubb i många år för att materialet skall torka bättre. Hög stubb skapar också förutsättningar för ett rent foder vilket i sin tur underlättar ensileringsprocessen. Inge ville med den höga stubben också slippa problem med sten och damm i strängen som sliter på maskinerna. Strängläggare kan vara ett problem om de vispar med sig sådant från backen som inte skall in i lagret.

– "Principen är egentligen fel från början, maskinerna har utvecklats utifrån ett höbaserat system. Många lantbrukare avstår från att förtorka för att undvika problem, vilket inte är optimalt ur närings- och ensileringsynpunkt" säger Inge.

Efter att ha letat i hela världen efter teknik som kunde klara kraven insåg Inge att han måste utveckla en egen lösning. Det krävdes en hel del tankeverksamhet för att få till prototypen, som därefter har byggts om efter nästan varje skörd. Idén med multivallskördaren är att få en snabb förtorkning av grödan med så få överfarter och så liten markpackning som möjligt. Multivallskördaren slår av och bredsprider materialet i första överfarten och stränglägger i nästa överfart. Den bakre delen av maskinen är bogserad vilket ger möjlighet att enkelt komma ut i kanterna även på mindre arealer. Till skördaren kan man koppla en rundbalspress som ger möjlighet att stränglägga och rundbala i samma körning. Naturligtvis har Inge tagit med sig kunskapen om behovet av ren gröda och packningsskador i utvecklingen – maskinen är konstruerad så att man aldrig behöver köra i liggande gröda och man kör alltid i fasta körspår.

– "Att ta en prototyp till färdig produkt är en lång resa", säger Inge. Det är tur att man har en stöttande fru".

Inge menar också att projektet hade varit omöjligt utan samarbete med RISE som bollplank i den tekniska processen, och Agroväst som har hjälpt till med de administrativa delarna. Projektet har stöttats via medel från Almi, Västra Götalandsregionen, Vinnova och EIP-Agri – det europeiska innovationspartnerskapet. Nästa steg till säljbar produkt blir att få till logistiken med produktion och försäljning. Där har Inge hjälp av innovationsplattformen SmartAgri. Ett exempel på komplikation som har påverkat utvecklingsprocessen på vägen till en större marknad, är den fria höjden för redskap på Europas vägar.

– "I Sverige är det ju 4,5 meter. Ute i Europa är det 4,0 meter – bara det medförde att vi fick tänka om en hel del", säger Inge innan han drar vidare för arbete med maskinen hos RISE i Uppsala.

Gårdsfakta

Ägare: Inge Karlsson

Adress: Hults gård, Ale Kommun i Västra Götaland

Produktion: Till en början var det ekologiska ungtjurar, vilket krävde fokus på vallfoder. Numera har gården 25 ekologiska dikor. Tidigare har avkommorna fötts upp på gården men 2019 såldes kalvarna till slutuppfödare.

Foderstat: Vallfoder till dikorna och tidigare även till tjurarna. Basen i foderstaten har alltid varit stor mängd vallfoder med bra proteinkvalitet.

Areal: 50 ha vall samt 25 ha naturbetesmark. Arealen är fördelad på relativt små fält vilket också har bidragit till utvecklingen av multivallskördaren.

Antal vallskördar: Treskördesystem.

Vallarnas liggtid: Tre vallår i dagsläget. Målet att utöka liggtiden om vallen kan skonas utan att tappa produktion och artsammansättning. Prototypen av multivallskördaren har visat att det är en effekt som man kan förvänta sig. Kan liggtiden kan utökas så ökar också effekten av vallens kolinlagring.

Vallfröblandningar: Blandade mycket själv tidigare, men eftersom produktionen idag delvis har en annan inriktning har det inte varit så stort fokus på blandningen. Rödklöver, vitklöver, timotej, rörsvingel och engelskt rajgräs är arter som ofta används på gården.

Insådd: I helsäd.

Skördetidpunkter: Första skörd maj/juni, kör sedan var 6:e vecka. Då gården hade ungtjurar var det mer intressant att ha ett intensivt system. Efter omläggning av produktionen till dikor är strategin lite mer extensiv.

Vallskördekedja: Har genom åren kört med multivallskördaren, vilket stundtals varit ett problem eftersom prototypen hela tiden varit under utveckling och ombyggnationer har lett till att man hamnat lite snett i vallskördearbetet. Det sista året har gården använt konventionell teknik på grund av att utvecklingsarbetet är inne i en intensiv fas.

Konserveringsmetod: Plansilo tidigare men när hackvagnen gick sönder gick man över till rundbalar. För att kunna utveckla multivallskördaren används idag en egen rundbalspress och allt foder konserveras i rundbal.

Gödsling av vallen; Har tidigare bara lagt ut stallgödsel vid omläggning av vallen, men har de senaste åren även tvingats köra ut på befintliga vallar eftersom omläggningen av vallarelen har varit sparsam. Använder torv som strömedel så det fungerar bra att sprida gödseln i växande vall. Hög stubb och rätt teknik medför också att man kan ta in en ren gröda.

Foderanalyser: – "Jag har lagt en förskräcklig massa pengar på analyser genom åren, men de senaste åren har det inte blivit så mycket. Maskinutveckling är krävande och man hinner inte allt".

Inge Karlssons medverkan på Vallkonferensen har delvis betalats av medel från Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling.

Referens

Af Geijersstam L. (2017) Multivallskördare som ger renare foder och mindre packning. Innovationsbeskrivning och video. Vall databasen *Encyclopediapratensis*. <https://www.encyclopediapratensis.eu/product/inno4grass/farmer-portrait/ingekarlsson/>

**Innovation – Inno4Grass; Nicolaus Cederblad, Tuna gård
– Odlar, använd och sälj kvalitetsprotein från vall**

H. Lindberg

Växa Sverige, Bollnäs

Korrespondens: hans.lindberg@vxa.se

Sammanfattning

Nicolaus Cederblad är genuint intresserad av vallodling med allt vad det innebär.

– "Faktiskt så att det är en av anledningarna till att jag har djur, säger han. För något år sedan tänkte vi sluta med djuren men är man intresserad av vallodling så var det ändå naturligt att fortsätta med djur".

Anledningen till att han övervägde att sluta var att det var svårt att få tag på kalvar, på grund av dålig lönsamhet i mjölkproduktionen, men efter lite arbete med att få till leveranskontrakt med mjölkproducenter i närheten har han idag god tillgång på djur.

Målet på Tuna gård är att producera sitt eget toppfoder med hög proteinkvalitet från vallodlingen. Produktionen skall i första hand täcka gårdens behov, men man säljer också en del vallfoder. De senaste två åren har problem med torra dock medfört att allt foder använts för eget behov.

– "Grunden till en högkvalitativ vall börjar alltid med en planerad strategi för vilken typ av vallgröda som skall produceras", säger Nicolaus.

Val av vallfrö och planering av sortval diskuterar han gärna med sin vallrådgivare. Efter två år med torra, där valletableringen har varit ett av problemen, testar man från i år en ny blandning som är utvecklad för att tåla utmaningar i väderlek. Tuna gård använder ett intensivt vallskördesystem med fyra skördar vilket innebär att man måste välja arter och sorter som passar ett sådant system.

– "I vallodlingen är logistiken särskilt viktig, säger Nicolaus. Vi jobbar mycket med att kunna genomföra vallskörden med så stor effektivitet och noggrannhet som möjligt och då är det viktigt att logistiken fungerar vad gäller slåtter, transport, packning i silon och inte minst när det gäller att snabbt komma ut med svängödseln efter skörd. Vi är tre gårdar som samarbetar i vallskörden sedan 2006 och alla som deltar vet vad som gäller när skörden väl sätter igång".

Nicolaus har alltid varit intresserad av att experimentera och hitta nya vägar i sin vall- och djurproduktion. Han utnyttjar sina rådgivare som bollplank för att stämma av nya idéer. En av de idéer som har testats är att blanda mineralgödsel i svämbrunnen. Resultatet har varit över förväntan och inför nästa års första skörd kommer han att använda den metoden fullt ut.

Oavsett om man producerar vallfoder av bra eller dålig kvalitet så har man i stort sett samma kostnader. Det gäller att utnyttja resurserna på rätt sätt och i rätt tid. På Tuna gård lyckas man genom strategiska grödval, intensivt vallskördesystem och bra maskinsamarbete. Lägg till det ett genuint intresse för vall, och dess möjligheter som foder, samt egen idériedom så finns här alla möjligheter att få fram det toppfoder gården behöver.

Gårdsfakta

Ägare: Nicolaus Cederblad

Adress: Tuna gård, Norrköpings kommun, Östergötland

Produktion: Ungnöt från mjölkkraskalvar via uppfödning från 14 dagars ålder. Levererar ca 450 djur per år antingen som slaktdjur (mellankalv eller ungtjur) eller som livdjur för vidare uppfödning. Slakt vid 19 månader men målsättningen är att komma ner till 17 månader. Säljer vallfoder då det finns överskott men vill ha marginaler för att säkra foderförsörjningen till den egna djurproduktionen.

Foderstat: Vallfoder och spannmål, samt färdigfoder till den yngsta gruppen. Tre olika mixer; a) från avvänjning till ca 4 månader, b) 4–10 månader, c) 10 månader–slakt. Räknar alltid foderstater.

Areal: 300 ha varav ca 150 ha vall och 150 spannmål. Andelen vall kommer att öka för att skapa marginaler för vallfoderförsörjningen till djuren.

Antal vallskördar: Intensivt system med fyra skördar för att skapa bra kvalitet på vallfodret. Sortvalen i vallen kräver många skördar för att näringskvaliteten skall bli optimal.

Vallarnas liggtid: Planerar för tre års liggtid, men på grund av torka har man inte brutit några vallar på två år. För tillfället finns det vallar som är 5–6 år.

Vallfröblandningar: Röd/Vit/Lusern (Lovanggruppens Handelshus AB). Från i år Röd/Vit/Lusern Plus som är utvecklad för att tåla ett extra skördeår, mer torka men också mer regn.

Insådd: Har tidigare sått in i gröda som tröskats, men kommer att gå över till att så in i helsäd (ärter och havre). Helsädesskörden kommer att tas ca 14 dagar innan planerad tröskning. Räknar med att det kommer att ge bättre valletablering samt att man får en buffert av grovfoder för år med grovfoderbrist.

Skördetidpunkter: Startar 22–23 till maj och kör därefter skördarna med sex veckors intervall. Vill komma ner till fem veckors intervall, men det är svårt att få till logistiken med avseende på det totala skördearbetet.

Vallskördekedja: Slätter med Butterfly (9 meter), bredspridning åt ena hållet och strängläggning åt andra hållet, 12 meter strängläggare. Självgående hack och transport med lastväxlarflak samt fasta vagnar (fyra vagnar). Kompletterar med lastbil vid långa avstånd. Kedjan delas av tre gårdar som samarbetat sedan 2006. Var och en ansvarar för drift (inklusive arbetskraft) av den maskin som gården äger. Kapaciteten är 60–100 ha om dagen. Maskinparken används också i entreprenad på en fjärde gård.

Konserveringsmetod: Plansilo samt limpor vid behov. Har inte full lagringskapacitet för närvarande p.g.a. att besätningen växt. Två lastmaskiner i packning (ibland tre beroende på silobredd). Inga tillsatsmedel.

– "Är man tillräckligt duktig på tekniken så behövs inte tillsatsmedel. Hacka, Packa, Täck är mantrat", säger Nicolaus. Målet är att varje silo skall vara täckt inom två dagar.

Gödsling av vallen; Flytgödsel till alla skördar. Ibland tar det slut till fjärde skörden. Lejer bort körningen för att hinna få ut gödseln direkt efter skörd. Utöver svämngödsel ges Axan till första skörd och kalksalpeter till de andra skördarna.

Foderanalyser: Önskar 160–170 g Rp/kg ts och minst 10,8 MJ/kg ts.

–"Man kan aldrig ha för bra foder, det går alltid att blanda med annat i mixern, betygar Nicolaus. Allt grovfoder analyseras".

Nicolaus Cederblads medverkan på Vallkonferensen har delvis betalats av medel från Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling.

Referens

Dahlberg M. (2017) Odlas, använd och sälj kvalitetsprotein från vall. Valldatabasen *Encyclopidia pratensis*.
<https://www.encyclopidiapratensis.eu/?s=Nicolaus+Cederblad&submit=Go>

Vallsortprovning

M. Halling¹, B. Sandström² och O. Hallin³

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala

²SLU, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå ³Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem

Korrespondens: magnus.halling@slu.se

Sammanfattning

Till vallsortprovningen 2019 anmäldes 64 sorter i södra och mellersta Sverige samt 26 sorter i norra Sverige. Resultat och sammanställningar från sortprovning av vallväxter i Sverige finns att läsa på hemsidorna SLU. Fältforsk, <http://www.slu.se/faltforsk> och SLU. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, <https://www.slu.se/institutioner/norrlandsk-jordbruksvetenskap/>. Sammanställningarna av vallsortprovning på SLU Fältforsk (2019) omfattar relativ torrsubstansavkastning samt fördelning på olika delskördar och gäller senaste tioårsperioden för södra och mellersta Sverige samt femårsperioden för norra Sverige. Halling och Larsson (2017) beskriver provade sorter och jämför deras egenskaper ingående. Detta bör kunna ge läsaren en uppfattning om bäst lämpade sorter beroende på klimatområde och odlingsinriktning.

Introduktion

Den officiella sortprovningen i vall- och grönfoderväxter genomförs i Sverige av Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU Uppsala och Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, SLU Umeå. Finns inte sorten på EU-listan är provningsresultaten avsedda som underlag för Jordbruksverkets beslut om en sort ur odlingssynpunkt är lämplig för intagning i den svenska sortlistan, men idag provas mest utländska marknadssorter som redan finns på EU-listan. Provingen ger information om skillnader i avkastning, uthållighet och tillväxtrytm mellan de aktuella sorterna.

Har en sort godkänts för svenska sortlistan innebär det att sorten är utförligt testad och individuellt bedömd på ett officiellt sätt, vilket är en garanti för att den är väl anpassad för svenska odlingsförhållanden. För att en sort skall bli intagen på svenska sortlistan krävs ett dokumenterat framsteg i någon egenskap jämfört med redan intagna sorter. Framsteget kan även gälla en avgränsad geografisk region. I listan redovisas också resultat för många sorter som finns på EU-listan. Bland dem finns många utländska sorter (framför allt från Tyskland, Holland och Schweiz) som uppvisar mycket goda odlingsegenskaper under svenska förhållanden. Vinterhärdigheten (uthålligheten) kan dock vara begränsande. För de flesta sorter anges i vilka odlingsområden de är lämpligast för odling.

Material och metoder

I södra och mellersta Sverige sker dels vallväxsortprovningen genom fyra fasta försöksstationer, s.k. basplatser; SLU Uppsala (alla arter), Lilla Böslid i Eldsberga (alla arter), Råddegård i Länghem (inte lusern) och Hallfreda i Visby (bara lusern), som finansieras av sortföreträdarna. Till detta kompletteras basförsöken med länsförsök på platserna Torslunda vid Färjestaden, Riddersberg i Tenhult och Hedåker i Västerfärnebo, vilka finansieras av Stiftelsen Lantbruksforskning och Sverigeförsöken.

Den officiella sortprovningen i norra Sverige syftar till att undersöka sorternas avkastningsförmåga, återväxt och uthållighet i jämförelse med väl kända mätarsorter. Provingen

finansieras av utsädesföretagen samt genom anslag från Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige och Stiftelsen Lantbruksforskning via Sverigeförsöken. Sortprovningen i norra Sverige utförs på fyra platser, Offer/Lännäs utanför Sollefteå, Ås nära Östersund, Röbbäcksdalen i Umeå och Öjebyn utanför Piteå.

I allmänhet anläggs försöken med korn som insåningsgröda eller i renbestånd. Endast vitklöver i södra och mellersta Sverige provas i blandbestånd tillsammans med ängsgröe. Vid sådden korrigeras den normala utsädesmängden för den provade arten med hänsyn till aktuell tusenkorntvikt och grobarhet för respektive sort.

Liggtiden för försöken i vallväxsortprovning i södra och mellersta Sverige är två vallår med treskördesystem för gräsarterna och rödklöver, tre vallår med treskördesystem för lusern och tre vallår med fyrskördesystem för vitklöver. Kvävegödsling till gräsarterna är 120 + 90 + 70 kg N/ha. I norra Sverige är liggtiden för försöken tre vallår. Ås och Öjebyn har tvåskördesystem och gödslar gräsen med 120 + 90 kg N/ha, medan Lännäs/Offer och Röbbäcksdalen har treskördesystem och gödslar gräsen med 90 + 70 + 70 kg N/ha. Till klöver- och lusernförsöken tillförs inget kväve. Fosfor- och kaliumgivan bestäms utifrån den aktuella markkartan.

På våren noteras beståndens övervintring och inför varje skörd graderas botanisk sammansättning samt grödans utvecklingsstadium. Skördetidpunkten för gräsarterna styrs i förstaskörden av när mätaren är i axgång, dvs. när minst halva axet är synligt på minst hälften av skotten. Vitklöver tas i förstaskörd när mätaren är i full knoppning. Rödklövern tas i förstaskörden när mätaren i timotejförsöket är i axgång. Lusern tas i förstaskörd när mätaren är i begynnande blomning. Andraskörden tas 10–20 juli och tredjeskörden 1–10 september.

Vid den statistiska analysen har proceduren Mixed i programpaketet SAS använts för data från varje område, vallår och skörd för sig. I norra Sverige redovisas också skörd över vallår och plats. Indata har varit medeltal från enskilda försök. I den statistiska modellen har sort valts som fix variabel samt skördeår och plats som slumpmässiga variabler. Har antalet försök för en sort varit mindre än två har resultaten uteslutits eftersom modellen annars kan beräkna orimliga värden.

Resultat och diskussion

Resultat och sammanställningar från sortprovning av vallväxter i Sverige finns att läsa på hemsidorna för SLU. Fältforsk (2019), och SLU. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap (2019).

Sammanställningarna av vallsortprovning på SLU. Fältforsk (2019) omfattar absolut och relativ torrsbstansavkastning samt fördelning på olika delskördar och hänför sig till resultat från den senaste tioårsperioden. Provade sorter beskrivs ingående och deras egenskaper jämförs. Detta bör kunna ge läsaren en uppfattning om bäst lämpade sorter beroende på klimatområde och odlingsinriktning.

I den senaste publikationen i serien Vallväxter till slåtter och bete samt grönfoderväxter, Sortval för södra, mellersta och norra Sverige 2017/2018 redovisas resultat från sortprovningen i vallväxter och grönfoderväxter i Sverige i huvudsak från tioårsperioden 2007 till 2016 (Halling och Larsson, 2017). Totalt presenteras 109 olika sorter inom 18 olika arter (tabell 1). I faktabladet Sortprovning 2018 – vallgräs och vallbaljväxter redovisas medeltal för 2014–2018 för 18 grössorter och 10 klöversorter för norra Sverige (Viklund, 2019). Dessa skrifter är avsedda som vägledning för rådgivare, enskilda jordbrukare och utsädeshandeln, och

omfattar det aktuella sortimentet av våra vanligaste växter till slåtter, bete och grönfoder samt ytterligare ett antal provade sorter som kan vara av intresse.

Tabell 1. Antal sorter som anmälts till sortprovningen i vall 2009–2019.

År	Antal sorter*	
	södra och mellersta Sverige	Antal sorter norra Sverige
2009	41	14
2010	97	12
2011	75	11
2012	81	16
2013	109	16
2014	96	20
2015	67	27
2016	74	23
2017	76	25
2018	73	25
2019	64	26

*Inklusive mätare i försöken och regionala sorter.

Referenser

Halling M.A. och Larsson S. (2017) Vallväxter till slåtter och bete samt grönfoderväxter. Sortval för södra och mellersta Sverige 2017/2018. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi. <http://www.ffe.slu.se/FFE/Info/sortvall.htm>

SLU. Fältforsk. (2019) <https://www.slu.se/fakulteter/nj/om-fakulteten/centrumbildningar-och-storre-forskningsplattformar/faltforsk/resultat/serier/>

SLU. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap (2019) <https://www.slu.se/institutioner/norrlandsk-jordbruksvetenskap/>

Viklund E. (2019) Sortprovning 2018 – vallgräs och vallbaljväxter. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Nytt 2. 4 s.

Växtförädling av vallväxter inom SLU Grogrund

E. Johansson¹, M. Geleta Dida¹ och P. Ingvarsson²

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtförädling, Alnarp ²SLU,

Institutionen för växtbiologi, Uppsala

Korrespondens: eva.johansson@slu.se

Sammanfattning

SLU Grogrund – centrum för växtförädling av livsmedelsgrödor, startades den 1 januari 2018 och är ett specifikt uppdrag i regleringsbrevet från Näringsdepartementet till SLU. SLU Grogrund har i uppdrag att samla akademi och näringsliv för att utveckla kunskap och kompetens som ska säkra tillgång till växtsorter för en hållbar och konkurrenskraftig jordbruks- och trädgårdsproduktion i hela Sverige. Under SLU Grogrundens två första år har totalt 13 olika projekt startat gällande ett flertal olika grödor och med syfte att utveckla kompetens, nya metoder och nytt sortmaterial med sikte att bidra till en utveckling i linje med Sveriges livsmedelsstrategi. Av dessa projekt har två fokus på vallproduktion och behandlar nya och effektiva metoder för att förädla timotej och rödklöver. De två projekten kan anses vara "systerprojekt", båda behandlar vallväxter, dock av olika typ, och båda syftar till användandet av moderna växtförädlingstekniker som t.ex. genomisk selektion för urval av lämpligt växtförädlingsmaterial. Signifikant för båda projekten är också det täta samarbetet mellan akademi (SLU), växtförädlingsindustri (Lantmännen Lantbruk) och näring (Hushållningssällskapen och LRF).

Nya effektivare metoder för förädling av timotej

Timotej är det mest odlade vallgräset i Sverige. Förutom att timotej har en stor betydelse för produktion av högkvalitativt foder har den genom sitt fleråriga växtsätt även positiva miljöeffekter genom att bidra till ökad mullhalt i jorden och minskat näringsläckage. Klimatförändringar med ändrade odlingsbetingelser påskyndar behovet av nya, anpassade timotejsorter för upprätthållande av hög odlingssäkerhet i hela Sverige. Projektet involverar ett samarbete mellan SLU och Lantmännen Lantbruk och fokuserar på att etablera ett modernt förädlingsprogram för timotej, komplett med lämplig plattform för analys av genetiska markörer och statistiska modeller för genomisk selektion. Det slutliga målet med projektet är att göra förbättrade sorter av timotej tillgängliga för svenskt lantbruk för att därigenom möjliggöra hållbar vallodling i hela landet.

Genomisk selektion i rödklöver

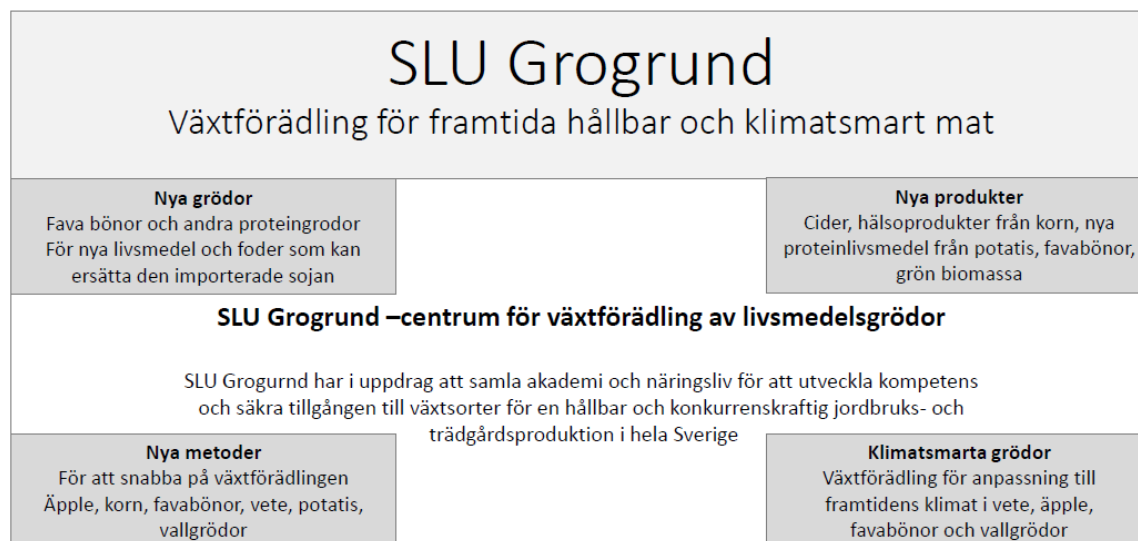
Rödklöver är den mest använda vallbaljväxten i Sverige och spelar därmed en avgörande roll i den inhemska kött- och mjölkproduktionen. För närvarande används enbart konventionella växtförädlingsmetoder i Lantmännens förädlingsprogram för rödklöver, där sortframställningen sker genom korsningar och marknadsföring av syntetiska populationer. Detta är ett mycket tidsödande arbete då förloppet från första korsning till att en ny sort når marknaden tar ungefär 18 år. Införande av moderna DNA-baserade växtförädlingsmetoder samt mer tillförlitliga fenotypningstekniker är således viktigt för att accelerera processen och förbättra effektiviteten i förädlingsprogrammet.

Detta SLU Grogrundprojekt är utformat för att introducera och implementera genomisk selektion i förädlingsprogrammet, med syfte att förbättra egenskaper som avkastning, protein- och fiberkvalitet, sjukdomsresistens och uthållighet. Efter utvärdering av tillgänglig data för den skandinaviska rödklöverkollektionen hos NordGen samt befintliga förädlingspopulationer

hos Lantmännen Lantbruk valdes 600 accessioner bestående av tidigt och sent mognande diploider samt tidiga tetraploider ut för fältförsök på fyra platser (Svalöv, Lännäs, Bjertorp och Ås) i Sverige 2020. Dessa accessioner kommer också att genotypas vid LGC Genomics genom Genotyping By Sequencing (GBS) med Illumina NovaSeq6000 och NextSeq550. Fenotypning av accessionerna vid de fyra fältförsöksplatserna kommer att löpa över tre år. Den insamlade fenotyp- och genotypdatan kommer att användas för genome-wide association studies (GWAS) för att identifiera gener och genetiska markörer som är kopplade till de egenskaper vi fokuserar på. En uppsättning av genetiska markörer som representerar den genetiska variationen i rödklövergenomet, inklusive de markörer som är kopplade till önskvärda egenskaper, kommer att användas för att utveckla och validera genomiska prediktionsmodeller i ett genomisk selektionsbaserat förädlingsprogram för rödklöver.

SLU Grogrund – bakgrund, syfte och mål

SLU Grogrund tillkom som ett resultat av arbetet med Sveriges Livsmedelsstrategi (Regeringen, 2016) och Samverkansprogrammet Cirkulär och biobaserad ekonomi (Regeringen, 2017). Inrättandet av SLU Grogrund är ett regeringsbeslut i SLU:s regleringsbrev för budgetåret 2018. SLU Grogrundns syfte och mål är att framförallt utveckla kunskap och nya metoder som bidrar till en kraftsamling inom förädling av livsmedelsgrödor för ökad innovationspotential, livsmedelsförsörjning och konkurrenskraft i enlighet med målen i regeringens livsmedelsstrategi. Nya och klimatsmarta grödor, nya produkter, nya metoder och kompetensutveckling är ledord för SLU Grogrundns verksamhet (figur 1), liksom att all verksamhet ska ske i samverkan mellan akademi, näring och samhälle.



Figur 1. Fokus för SLU Grogrundns verksamhet.

Ytterligare information om SLU Grogrund och projekten kan hittas på hemsidan <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/grogrund/>

Referenser

Regeringen (2016) Proposition 2016/17:104 <https://www.regeringen.se/490897/contentassets/256cc25ab5a84db7a76730abb9cc3773/en-livsmedelsstrategi-for-sverige-fler-jobb-och-hallbar-tillvaxt-i-hela-landet-prop-2016-17-104.pdf>

Regeringen (2017) Samverkansprogrammet Cirkulär och biobaserad ekonomi. <https://www.regeringen.se/informationsmaterial/2017/04/forsta-lagesrapporten-samverkansprogrammet-cirkular-och-biobaserad-ekonomi/>

Potentialen hos "Mattenklee" – en ny typ av rödklöver i Sverige

M. Älmefur¹ och A.-C. Wallenhammar²

¹Svenska foder, Kumla ²HS Konsult AB / Hushållningssällskapet, Örebro

Korrespondens: marcus.almefur@gmail.com

Sammanfattning

Här beskrivs potentialen hos en schweizisk typ av rödklöver, Mattenklee, som har visat god uthållighet och hävdad sig i den svenska sortprovningen mot SW Vicky (4n). För att se den fulla potentialen hos sorter av Mattenklee och för att främja uthålliga sorter behöver rödklöver testas i tre skördeår, också för att synkroniseras med de villkor som gäller för vallstöd. Rotröta är en stor anledning till att rödklövern försvinner med åren. Förekomsten av rotröta studerades i ettårig och femårig Mattenklee (blandning) av sorterna Corvus (2n) och Carbo (4n) och jämfördes med ettårig och treårig vall med SW Ares. De undersökta rötterna visade att Mattenklee Corvus (2n) och Carbo (4n) även det femte vallåret visade en aktiv tillväxt med nybildade laterala rötter, trots döda pålrötter.

Introduktion

En vall med rödklöver medför, i jämförelse med en ren gräsvall, större skördepotential, kvävefixering, smakligare foder, ökad mjölkproduktion, bättre jordstruktur samt gynnande av markdjur och pollinerande insekter (Ericson, 2018; McGregor, 1976; Nyfeler *et al.*, 2011; Olesen, 2014). Fördelar med rödklöver i vallen visste svenska lantbrukare om tidigt. När ängsslåtterbruket övergick till växelbruk mellan vall och åker blev efterfrågan på rödklöverfrö stor. Redan under 1700- och 1800-talet började dock problemet med att rödklövern försvann ifrån fälten noteras (Kåhre, 1996).

För att få vallstöd i Sverige krävs det att vallen är huvudgröda i tre år, men en stor del av rödklövern är borta redan efter två vallår (Strand, 2019, pers. medd.). En av anledningarna till den svaga uthålligheten är att rödklöverplantornas rötter infekteras av jordburna patogena svampar (rotröta) redan under insåningsåret. Därefter försvagas plantorna och dör i vissa fall efter två till tre år (Rufelt, 1979). En rödklövertyp från Schweiz, "Mattenklee", har i försök visat god uthållighet. Avkastningen var i en holländsk studie i medeltal 42 % större än hos marknadssorterna av rödklöver i vall III och IV (Hoekstra *et al.*, 2017).

Mattenklee blommar tidigt och har en god återväxtförmåga. En annan speciell egenskap är den korta stamlängden i full utveckling. Kombinationen av dessa egenskaper gör att Mattenklee är lämplig för intensiva skördesystem (Boller, 2000). I det här presenterade examensarbetet på agronomlinjen undersöktes skördepotential och förekomst av rotröta hos olika sorter av typen Mattenklee (Älmefur, 2020). Syftet var att undersöka om sorter av Mattenklee-typ har en potential i svensk vallproduktion.

Material och metoder

I den officiella sortprovningen i Sverige testades åren 2011–2018 olika rödklöversorter i Kalmar (H), Lilla Böslid (N), Tvååker (NN), Långhem (PS) och Uppsala (CX) (planbeteckning R6-0101). Under de åren testades vissa år sorterna Merula (2n), Pastor (2n), Larus (4n) och Elanus (4n), alla av typen Mattenklee. Den totala torrsubstansavkastningen (ts-avkastning) jämfördes mot mätaren SW Vicky (4n). I denna rapport redovisas endast skörden för Elanus (4n) och Pastor (2n) eftersom de sorterna var med senast i svenska officiella sortprovningen.

Ett fältförsök utfördes 2019 på Åkerby gård utanför Örebro. Där fanns fält A (förstaårsvall) som var uppdelat i två delar varav en del med Mattenkle Corvus (2n) och Carbo (4n) blandade och en del med SW Ares (2n). På fält B som var uppdelat i två delar fanns i ena delens Mattenkle Corvus och Carbo (femteårsvall) och på den andra delen SW Ares (tredjeårsvall). Rötter av alla sorterna jämfördes med avseende på rotröteskador. Vid tre tillfällen under sommaren 2019 grävdes 10 rötter av vardera SW Ares och Mattenkle Corvus och Carbo från fält A och B. Rötterna tvättades och graderades okulärt där yttre och inre skador studerades enligt metod av Rufelt (1986), där klass 0 är helt frisk och klass 4 är starkt rötdad rot. Resultaten för varje planta och klass räknades sedan om till sjukdomsindex (0–100) där klass 1 är 25, klass 2 är 50, klass 3 är 75 och klass 4 är 100. När det fanns fler rötter per planta valdes den största roten för gradering. Resultaten av de olika sorternas och vallåldrarnas rotröteindex (inre och yttre skador) jämfördes sedan med varandra i en tvåvägs variansanalys (ANOVA). För att ta reda på vilka grupper som skiljde sig åt från varandra genomfördes Tukey's intervalltest.

Resultat och diskussion

Resultaten från den officiella sortprovningen (tabell 1) visar att Elanus hävdar sig mot mätare SW Vicky. Vid 14 av 20 skördetillfällen är avkastningen lika stor eller större för Elanus jämfört med mätarsorten. Det hade dock varit intressantare att jämföra skördar för vall III och IV då Elanus troligtvis hade utmärkt sig mer. Rödklöver behöver testas i tre skördeår för att främja uthållighet och för att överensstämna med vallstödens krav på tre år som huvudgröda. Resultaten för Pastor (2n) mot mätare SW Vicky (4n) (tabell 2) visar att Pastor (2n) gav mer skörd i Lilla Böslid (N) och vid Kalmar (H).

Tabell 1. Torrsubstansavkastning för Elanus (4n), relativt jämfört med mätare SW Vicky (4n) (100). PS är Rådde (Västergötland), N är Lilla Böslid (Halland), CX är Uppsala (Uppland) och H är Kalmar (Småland).

År (vallår)	PS	N	CX	H
2014 (I)	96	111	96	
2015 (II)	100	109	102	
2015, (I)	100	110		104
2016 (II)	102	123		133
2016 (I)	109	104	102	99
2017 (II)	97	101	94	99

Tabell 2. Torrsubstansavkastning för Pastor (2n), relativt jämfört med mätare SW Vicky (4n) (100). PS är Rådde (Västergötland), N är Lilla Böslid (Halland), CX är Uppsala (Uppland) och H är Kalmar (Småland).

År (vallår)	PS	N	CX	H
2014 (I)	91	108	96	
2015 (II)	54	110	106	
2015, (I)	94	109		100
2016 (II)	97	161		149
2016 (I)	109	105	94	102
2017 (II)	98	116	92	102

Vid graderingen av rötter hos Mattenkle Corvus och Carbo (femte vallåret) observerades att ett flertal av pålrötterna var döda men att plantan visade en aktiv tillväxt med kraftiga laterala

rötter. Egenskapen att bilda nya rötter kan vara en av anledningarna till att Mattenkleee är uthållig, men detta är något som behöver undersökas mer. Resultaten för inre rotröteskador visar att det är signifikanta skillnader mellan fält A och B (tabell 3). Troligtvis beror det på att den treåriga rödklövern SW Ares samt femåriga Mattenkleee Corvus och Carbo är äldre än klöverplantorna på fält A, vilket gör att sjukdomsutvecklingen kommit längre. Det är intressant att femåriga Mattenkleee Corvus och Carbo inte har högre sjukdomsindex än treåriga SW Ares både vad gäller yttre och inre sjukdomsindex (tabell 3). Mottagligheten för rotröta är troligtvis lika stor för Mattenkleee Corvus och Carbo och SW Ares, men Mattenkleees förmåga att bilda nya rötter gör att de undersökta rötterna i själva verket är yngre än fem år. För inre sjukdomsindex (tabell 3) var resultaten för treåriga SW Ares signifikant skilda mot ettåriga SW Ares och ettåriga Mattenkleee Corvus och Carbo.

Tabell 3. Yttre sjukdomsindex (SI_y) och inre sjukdomsindex (SI_i) hos rödklöver SW Ares (2n) och Mattenkleee Corvus (2n) och Carbo (4n). Vallålder står inom parentes.

Rödklöver × Fält	Antal	Medeltal (SI_y)	Medeltal (SI_i)
Rödklöver SW Ares (I) A	30	29,2 b	36,7 bc
Mattenkleee Corvus och Carbo (I) A	30	33,3 b	30,8 c
Rödklöver SW Ares (III) B	30	55,0 a	54,2 a
Mattenkleee Corvus och Carbo (V) B	30	53,3 a	48,3 ab

Olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader ($P < 0,05$) enligt Tukey's metod.

Mattenkleee är en schweizisk rödklövertyp som från början härstammar från Nederländerna. I kantonen Bern skördade lantbrukare sitt eget rödklöverfrö och tog frön från klöverplantor som överlevt i tre skördeår, på det sättet fick man fram uthålligt plantmaterial. Sedan början av 1900-talet har förädling av Mattenkleee pågått i Schweiz där fokus har varit på sjukdomsresistens och att fördubbla kromosomer (Boller, 2000). Flera av de sorter som provats i den officiella provningen är intressanta för svensk vallproduktion. De studerade sorterna Corvus och Carbo klarar många vintrar på 59:e breddgraden. Växetsättet med nyproduktion av skott gör att denna rödklövertyp är intressant för odlare där en långvarig klövervall eftersträvas.

Referenser

- Boller B. (2000) Altes und Neues vom schweizerischen Mattenkleee, einer ausdauernden Form des Kultur-Rotklee. *Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich* 145/4, 143–151.
- Ericson L. (2018) Norrländsk växtodling. Länsstyrelsen i Västerbotten. Umeå, s. 42–48.
- Hoekstra N.J., De Deyn G.B., Xu Y., Prinsen R. och Van Eekeren N. (2017) Red clover varieties of Mattenkleee type have higher production and persistence than Ackerklee types in grass-clover mixtures. *Wageningen University. Grass and Forage Science* 73:2, 297–308.
- Kåhre L. (1996) Från höfrö till vallfrö – den svenska fröförsörjningen 1740–1870. Stockholm. SOLMED 16, 6–114.
- McGregor S.E. (1976) Insect pollination of cultivated crop plants. United States Department of Agriculture. Agriculture Research Service. Washington, 411 s.
- Nyfelner D., Huguenin-Elie O., Suter M., Frossard E. och Lüscher A. (2011) Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 140, 155–163.
- Olesen J. (2014) Kvælstofforsyningen på økologiske planteavlbedrifter. Aarhus Universitet. Kunskapscenter för lantbruk. Växtekongress 2014. Sammandrag av inlägg, 288–290.
- Rufelt S. (1979) Klöverns rotröta – förekomst, orsaker och betydelse i Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet. Växtskyddsrapporter, Jordbruk 9, 1–39.

Postrar

Rufelt S. (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.

Älmefur M. (2020) Potentialen hos "Mattenklee" – en ny typ av rödklöver i Sverige. Avancerad nivå, A2E. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. Uppsala (under tryckning).

Personligt meddelande

Line Strand (2019) HS Konsult AB / Hushållningssällskapet. Uppsala.

NP-balans – växtbehovsanpassade gödselmedel från biogasanläggningar

C. Palmborg och A.-S. Hahlin

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

Korrespondens: cecilia.palmborg@slu.se

Sammanfattning

Tillgängligheten av kväve och fosfor i biogödsel undersöktes i ett treårigt vallförsök etablerat med korn som skyddsgröda och i ett växthusförsök med korn. Växternas upptag av kväve motsvarade i både fältförsöket och växthusförsöket biogödselns innehåll av ammoniumkväve utom för biogödsel från Norrmejerier där kväveupptaget i växthusförsöket var ca dubbelt så stort som ammoniumkvävegivan. Tillgängligheten av fosfor kunde inte beräknas i fältförsöket eftersom grödorna inte var fosforbegränsade. I växthusförsöket var dock fosfortillgängligheten lägre än för superfosfat för alla biogödselslag utom för rötad nötflytgödsel där den var lika stor som för superfosfat.

Introduktion

I nuläget återanvänds bara en liten del av näringsämnen i livsmedelskedjan som gödselmedel i jordbruket. Denna andel är ännu lägre i norra Sverige där de flesta större gårdar har djur och därmed tillgång till stallgödsel. Här finns inte heller så stor tillgång till certifierad rötrest (biogödsel). I projektet NP-balans – Växtbehovsanpassade gödselmedel från biogasanläggningar undersöktes hur vi skulle kunna utnyttja näringsämnen i biogödsel bättre i norra Sverige och Finland (Öling-Wärnå *et al.*, 2019). Projektet var ett samarbete mellan Yrkes högskolan Novia i Vasa och SLU i Umeå med finansiering från Botnia Atlantica och Region Västerbotten. Biogödsel från biogasanläggningar är ett utmärkt gödselmedel (Bergström Nilsson, 2015), men dess egenskaper varierar mycket beroende på vilka substrat och vilken efterbehandling som används (Ljung *et al.*, 2013). För att jordbrukare ska acceptera biogödsel behöver den antingen vara pumpbar eller granulerad. Studierna som presenteras här fokuserade på växttillgänglighet hos kväve och fosfor i olika biogödsel med följande frågeställningar: Vilken är tillgängligheten för kväve och fosfor i biogödsel jämfört med mineralgödsel? Vilken spridningstidpunkt är lämpligast, höst eller vår, och är det bäst att använda släpbot eller bandspridning? Vilka är riskerna för läckage av näringsämnen och tungmetaller vid spridning i vall?

Material och metoder

Frågeställningarna undersöktes dels i ett treårigt fältförsök, dels i ett växthusförsök. Fältförsöket såddes i juni 2016 på Röbbäcksdalens forskningsstation i Umeå. Här redovisas resultat från sju behandlingar: (1–4) jämförelse mellan gödslingstillfällen och gödslingsteknik för flytande biogödsel, (7–9) tre kontroller utan gödsling, halv eller full gödsling med NPK (tabell 1). Varje behandling upprepades fyra gånger på $3 \times 12 \text{ m}^2$ stora rutor slumpmässigt i fyra block.

Flytande biogödsel från källsorterat hushållsavfall (40 ton/ha med 0,7 % torrsbstans (ts)) användes 2016 och från mejeriavfall 2017–2018 (30 ton/ha med 1,7–3,9 % ts). Gödsling med biogödsel gjordes före sådd av korn, *Hordeum vulgare* L., med insådd av timotej, *Phleum pratense* L., ängssvingel, *Festuca pratensis* L. och rödklöver, *Trifolium pratense* L., till andraskörden i vall I samt till förstaskörden i vall II, då höst- och vårspridning samt spridning med släpbot och bandspridning av flytande biogödsel jämfördes. Spridning av NPK till

kontrollerna gjordes i anslutning till spridning av biogödsel. Till förstaskörden i vall I spreds NS till alla gödslade led.

Prover från 50 × 50 cm² rutor från behandlingarna 4, 7, 8 och 9 togs före varje skörd och delades upp i korn, sådda vallgräs, klöver och ogräs. Före förstaskörden i vall II provtogs också behandling 1–3 på samma sätt. Skörden gjordes med Haldrup vallskördemaskin från en 10–15 m² stor nettoskörderuta 5/9 2016, 29/6 2017, 15/8 2017 och 13–14/6 2018. Korn, sådda gräs och klöver torkades i 60 °C, maldes och makronäringsämnen analyserades.

Tabell 1. N och P i gödselmedel och grödor (kg/ha) summerat för tre år. Kväveupptaget är justerat för kvävefixering i klöver. A = spridning i augusti 2017, M = spridning i maj 2018, S = spridning med släpfoot, B = band-spridning.

Led	Behandling	Total-N i gödsel	Oorg. N i gödsel	Total-P i gödsel	N-upptag i skördad biomassa	N-fixering i klöver	P i skördad biomassa
1	Flytande biogödsel AS	350	150	69	Ej analys	Ej analys	Ej analys
2	Flytande biogödsel MS	370	188	79	Ej analys	Ej analys	Ej analys
3	Flytande biogödsel AB	350	150	69	Ej analys	Ej analys	Ej analys
4	Flytande biogödsel MB	370	188	79	266	69	42
7	Ogödslad kontroll	0	0	0	150	109	28
8	Halv NPK kontroll	145	145	9	239	74	39
9	Full NPK kontroll	290	290	19	302	47	40

Kvävefixeringen i klöver uppskattades till 80 % av klöverns kväveinnehåll (Carlsson och Huss-Danell, 2003). Mineralgödselvärdet (MFE) för kvävet i biogödselbehandlingarna beräknades enligt Reijs *et al.* (2007):

$$\text{MFE (\%)} = 100 \times \text{jämförbart mineralgödselvärdet (EFR)/totalkväve i biogödsel}$$

EFR är den mängd mineralgödsel som krävs för samma kväveupptag som från biogödselbehandling. Kväveupptaget beräknades som: kvävemängd i skördarna – uppskattad kvävefixering i klöver.

Markprovtagning (0–30, 30–60 och 60–90 cm djup) gjordes på 10 punkter i behandlingarna 4, 7 och 9 före varje spridning av biogödsel, på senhöstarna och vid försökets slut samt i behandling 1, 2 och 3 efter gödsling på hösten 2017, våren 2018 och vid försökets slut. Proverna förvarades och transporterades frysta till Eurofins i Lidköping där oorganiskt N analyserades efter extraktion med 2M KCl. Markvattenprover togs vid tre tillfällen hösten 2017 från Prenart Super Quartz Standard sugceller installerade på 35 cm djup i behandling 1, 3, och 9. Proverna analyserades av ALS Scandinavia på ammonium-N, nitrat-N, fosfat-P, total-N, total-P och sex tungmetaller.

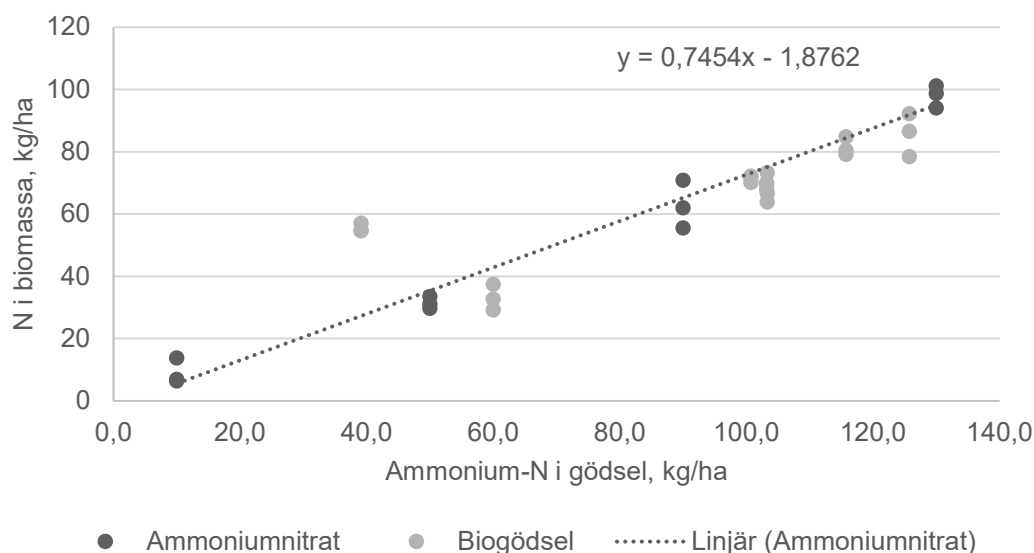
Ett växthusförsök med odling av korn gjordes med vermikulit/sand som substrat och grundgödsling med alla essentiella växtnärsämnen utom N och P. Sju flytande biogödselmedel användes vid två planerade gödslingsnivåer, 120 eller 40 kg total-N per ha. I det senare fallet kompletterades biogödseln med 80 kg per ha som ammoniumnitrat för att få fosforbegränsning. Som kontroller användes fyra nivåer av ammoniumnitrat och fyra nivåer av superfosfat. Många biogödselmedel innehöll dock mer kväve än vi förutsett från tidigare analyser. Därför varierade kvävemängden i den större gödselgivan mellan 117 och 252 kg N per ha. Detaljerade beskrivningar av alla dessa försök finns i slutrapporten för NP-balans (Öling-Wärnå, 2019). Alla försök analyserades statistiskt med ANOVA med hjälp av NCSS 8 General Linear Model eller Repeated Measures Analysis of Variance.

Resultat och diskussion

Skörden av helsäd av korn under etableringsåret var större med gödsling med biogödsel eller NPK än i den ogödslade kontrollen. De båda NPK-kontrollerna skiljde sig inte från varandra. De sammanlagda grässkördarna för vallåren efter gödsling med flytande biogödsel eller halv NPK-giva var mindre än för den fulla NPK-givan och större än den ogödslade kontrollen. Klöverhalten var dock högst i den ogödslade kontrollen vilket delvis kompenserade för den ringa gräsavkastningen. Klöverhalten var också högre vid gödsling med biogödsel och halv NPK-gödsling än vid full NPK-giva, vilket helt kompenserade för den ringa grässkördens. Vallavkastningen skiljde sig således inte åt mellan de gödslade behandlingarna men var större än i den ogödslade kontrollen. Gräsbiomassan hade högre halter av N och S i led gödslade med flytande biogödsel och full NPK-gödsling, medan halv NPK-gödsling bara hade förhöjda halter av S jämfört med den ogödslade kontrollen. Halterna av Ca, K, Mg och P skiljde sig inte åt i någon av skördarna och S och N-halterna var inte förhöjda i någon av gödslingsbehandlingarna för korn och klöver. Kväve- och fosforupptag samt kvävefixering redovisas i tabell 1. Klöverns kvävefixering påverkades negativt av gödsling med oorganiskt kväve oavsett om det kom från rötrest eller ammoniumnitrat. De olika tidpunkterna och teknikerna för spridning av flytande rötrest påverkade inte skördarnas storlek signifikant. Däremot var kvävehalterna i gräset högre efter vårspridning än efter höstspridning oavsett om man spridit med släpfoot eller bandspridning vilka inte skiljde sig åt.

Kväve, fosfor och tungmetaller i markvattnet samt oorganiskt kväve i marken skilde sig inte signifikant mellan gödslingsbehandlingarna.

Mineralgödselvärdet, MFE var 58 % för flytande biogödsel sett över hela försöket. Dock spreds också 40 kg ammoniumnitrat till alla gödslade led vid ett tillfälle så detta är troligtvis en överskattning. Detta var lägre än 72–105 % MFE som rapporterats för biogödsel i en sammanställning av försök i Norden (Bergström Nilsson, 2015), men i samma nivå som ca 50 % MFE i försök vid spridning till gräs i Västsverige (Gustafsson *et al.*, 2015).

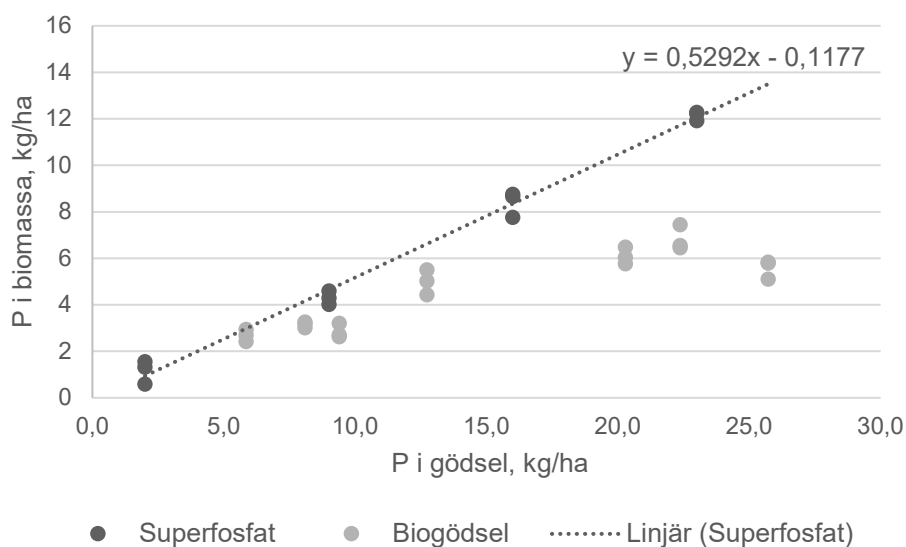


Figur 1. Växthusförsök. Samband mellan kväve i biomassa respektive i gödselmedel. Behandlingar med den större dosen biogödsel.

Växthusförsöket visade att det växttillgängliga kvävet varierade kraftigt mellan olika biogödselslag. För de flesta biogödselmedlen motsvarade växttillgängligt N ungefär ammonium-N i

gödseln (figur 1) men Norrmejeriers biogödsel hade ca dubbelt så mycket växttillgängligt kväve som det oorganiska kvävet.

I växthusförsöket kunde också biogödselns fosfortillgänglighet kvantifieras. Den mindre dosen P i biogödsel som kompletterades med ammoniumnitrat gav för alla biogödsel mindre mängd mogna korn än den större dosen P och N i biogödsel. Produktionen av mogna korn var således fosforbegränsad. Tillgängligheten för fosfor i biogödseln var lägre än för motsvarande mängd superfosfat i alla biogödselslag utom rötad nötflytgödsel (figur 2).



Figur 2. Växthusförsök. Fosfor i biomassa mot fosfor i gödsel. Behandlingar med den mindre dosen biogödsel kompletterad med 80 kg ammoniumnitrat samt behandlingar med 120 kg ammoniumnitrat per ha och olika mängd superfosfat.

Referenser

- Bergström Nilsson S. (2015) Sammanställning av resultat från försök med biogödsel i norra Europa. Avfall Sverige. Avfall Sveriges Utvecklingssatsning. Rapport 29.
- Carlsson G. och Huss-Danell K. (2003) Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant and Soil* 253, 353–372.
- Gustafsson K., Delin S., Hallin O. och Wiklund L. (2015) Slutrapport – Surgörning av flytgödsel och biogödsel. Stiftelsen Lantbruksforskning. www.lantbruksforskning.se
- Ljung E., Palm O. och Rodhe L. (2013) Ökad acceptans för biogödsel inom lantbruket. Kretslopp & avfall, JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Rapport 47. 24 s.
- Reijs J.W., Sonneveld M.P.W., Sorensen P., Schils R.L.M., Groot J.C.J. och Lantinga E.A. (2007) Effects of different diets on utilization of nitrogen from cattle slurry applied to grassland on a sandy soil in The Netherlands. *Agriculture Ecosystems & Environment* 118, 65–79.
- Öling-Wärnå V., Palmborg C., Sahlén K., Åkerback N., Engblom S., Hahlin A.-S., Andersson T. Fröjdö M. och Lillhonga T. (2019) NP-Balans – Växtbehovsanpassade gödselmedel från biogasanläggningar. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Rapport 6. 116 s.

Ersättningsfoder till nötkreatur vid grovfoderbrist

R. Spörndly¹, N. Nilsson-Linde², G. Bergkvist² och T. Eriksson¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens utfodring och vård,

Uppsala ²SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi, Uppsala

Korrespondens: rolf.sporndly@slu.se

Introduktion och sammanfattning

Våren och sommaren 2018 var mycket torr och skördarna blev kraftigt tillbakasatta. I Kronoberg, Kalmar, Gotland, Halland, och Skåne län, där kotätheten är hög och vallskördarna i normala fall stora, blev skörden bara drygt 60 % jämfört med 2017. Även spannmålsskörden 2018 drabbades och blev i genomsnitt för landet endast 45 % av föregående års skörd. Skörden av åkerbönor blev bara en tredjedel (Statistiska meddelanden, 2018). Med finansiering från SLU Future Food kunde vi på kort tid sammanställa ett antal möjligheter att finna foder som ersättning för utebliven vallskörd. Rapporten tar upp frågeställningar som hur man hanterar sin vall i torkan, hur mycket foder man kan förvänta sig av naturbetesmark och skogsbete, lämplig skördetid för helsädesensilage, olika vallgrödors tolerans mot sen sådd och skörd, mellangrödor, ammoniakbehandling av halm, och till och med skörd av vass som nödfoder. Rapporten i sin helhet hittar man på www.slu.se/ersattningsfoder.

Material och metoder

Som en guide genom de olika möjligheterna till ersättningsfoder presenteras ett åtgärdsschema som vecka för vecka under sommaren föreslår vilka åtgärder man kan vidta om torkan blir ett problem (figur 1). För varje åtgärd finns i rapporten en sidhänvisning till mer utförlig information.

	Juni		Juli			Augusti			September			Oktober		
Vecka	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43			
Åtgärd	Skörda vallen i axgång trots liten mängd													
	Börja leta nya beten. Grannar. Ungdjur till skogsbete													
	Om andraskörden inte vuxit, slå inte det lilla som finns. Slå först när regn är i sikte													
	Fortsätta leta beten. Våtmarksbeten. Vassbeten													
	Slå spannmålsgrödor till helsädesensilage													
	Så mellangrödor efter helsäd och andra tidigt skördade grödor													
	Spara och köpa in halm från spannmålsodlare. Behandla halm													
	Så mellangrödor efter grödor skördade i normal tid													
	Beta grönskott från torkskadade fält													
	Teckna kontrakt på andras mellangrödor													
	Skörda tidigt sådda mellangrödor													
	Beta mellangrödor, sök dispens för ligghall													
	Skörda sent sådda mellangrödor													
	Skörda vass													
	Ensilera sockerbetsblast													

Figur 1. Åtgärdsschema med förslag för när olika åtgärder bör vidtas för att producera ersättningsfoder vid torka.

Resultat och diskussion

När det gäller tidpunkten för vallskörd är rådet att slå förstaskörden vid det planerade utvecklingsstadiet även om våren varit torr och den skördade mängden blir liten. Om andraskörden sedan inte växer, bör man inte slå av den mitt i torkan och värmen utan låta den stå kvar tills regn är i sikte.

Under tidig sommar är det lämpligt att se sig om efter naturbeten som kan bli tillgängliga. Normalt går det att föda ca 20 ungdjur på 10 ha naturbete, medan man på ett skogsbete inte ska räkna med mer än 2 ungdjur på 10 ha.

När det står klart att vallfodret inte kommer att räcka är det dags att undersöka möjligheterna att slå spannmålsgrödor som var tänkta till mogen skörd som helsädesensilage i stället. Det finns tabeller över vilka skördar och vilka näringsvärden man kan räkna med då man skördar spannmålen som helsäd vid olika mognadsstadier. Störst skörd får man om man väntar tills kärnan är helt fullmatad men ännu inte hård. Planerar man att så en s.k. mellangröda (se nedan) på arealen kan det dock vara idé att välja en tidig skörd av helsäden för att på så sätt frigöra marken tidigare och ge mellangrödan längre växttid, detta förutsatt att det börjar regna på sensommaren.

Tröskar man spannmål själv eller lyckas avtala med tröskande grannar är halmen hårdvaluta ett torrår. Det finns råd om ammoniakbehandling av halm, vilket kan öka energivärdet från ca 6,3 MJ till över 8 MJ per kg ts och dessutom öka halten råprotein från ca 4 % till ca 12 %. Man får dock vara försiktig så det inte finns för mycket gröna växtdelar i halmen för då kan giftet 4-metyl-imidazol bildas.

Att skörda vass tillhör nog den mest extrema åtgärden, men vass kan i vissa fall betas med framgång. På sommaren håller vassen visserligen ett lågt energivärde men omkring 17 % råprotein, enligt gamla fodertabeller. Man kan också skörda vass på vintern och använda till strö för att på det sättet frigöra ströhalm så den kan utfodras i stället.

Till den mest proaktiva åtgärden under en torrsommar hör sannolikt sådd av mellangrödor. Man kan så snabbväxande arter som kan ge en skörd på 2–3 ton ts per ha redan i början av oktober om de sås senast 1 augusti – under förutsättning att det kommer regn i samband med sådd. Det kan vara havre, råg eller vallgräs som westervoldiskt rajgräs och liknande. Det kan också vara kända baljväxter som ärt, fodervicker eller blålupin, men också mer ovanliga som perserklöver, spärrklöver eller luddvicker. Många kålväxter är också mycket snabba i starten och sår man oljerättika, vitsenap, grönfoderraps, fodermärgkål eller foderrova kan de utgöra en utmärkt gröda för stripbetning i september och oktober. Man måste dock hålla i minnet att mellangrödan kan uppföröka skadegörare som klumprotsjuka och bomullsmögel, så beroende på vad man tänker odla senare i växtföljden måste man välja med förstånd. En lärdom från de som under 2018 odlade någon mellangröda för att beta under sensommaren och hösten var att det kunde bli en hel del bete kvar på de naturbetesmarker som man på detta sätt sparade. Dessa kunde sedan betas riktigt sent på säsongen eftersom de har ett tramptåligt växttäck och ofta är lite kuperade och torrare. Det förekom t.o.m. att man behövde begära dispens från lagen om ligghall under den "kalla årstiden", då hösten var fortsatt varm efter en kortare köldperiod så betet stod kvar.

Avslutningsvis innehåller rapporten också lite tips om hur man kan tänka för att förbereda sig för kommande torrår. Blålusern (*Medicago sativa*), käringtand (*Lotus corniculatus*), hundäxing (*Dactylis glomerata*), rörsvingel (*Festuca arundinacea*), foderlosta (*Bromus inermis*), rödsvingel (*Festuca rubra*) och cikoria (*Cichorium intybus*) är de fleråriga vallväxter som klarar av torra bäst. Blålusern är lämplig att samodla med hundäxing eller rörsvingelhybrid (*x Festulolium*), eftersom de har liknande utvecklings- och tillväxtrytm.

Referenser

Spörndly R., Bergkvist G., Nilsson-Linde N. och Eriksson T. (2019) Ersättningsfoder till nötkreatur vid grovfoderbrist. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 301.

Statistiska meddelanden (2018) Skörd av spannmål, trindsäd, oljevaxter och slåttervall 2018. Sveriges officiella statistik JO 19 SM 1802.

Svenska naturbetesmarker – betesdjur, beteskvalitet och betesproduktion

E. Spörndly¹ och A. Glimskär²

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för husdjurens utfodring och vård

Uppsala ²SLU, Institutionen för ekologi, Uppsala

Korrespondens: eva.sporndly@slu.se

Sammanfattning

En inventering av antal och typ av djur som betar på svenska naturbetesmarker har genomförts. Studien baserades på ett slumpmässigt urval av ungefär 700 hagar från en större databas för ängs- och betesmarksobjekt hos Jordbruksverket. Totalt genomfördes 1983 enskilda inventeringar i 666 hagar, med ett genomsnitt på tre besök per hage. I 40 % av hagarna fanns inga betesdjur av något slag vid de tillfällen då hagen inventerades. En fördjupningsstudie av 219 hagar, där det förekom betande djur vid minst ett inventeringstillfälle, visade att 68 % av den totala betesytan i hagarna betades av nötkreatur, 8 % av hästar och 9 % av får, medan 15 % av arealen betades av blandade djurslag, främst nötkreatur och får. Genomsnittligt innehåll av omsättbar energi i betet och kg torrs substans (ts) producerat bete per säsong på olika vegetationstyper i naturbetesmarker har beräknats, baserat på data från nya och tidigare genomförda studier. Vegetationstyper och landskapselement har identifierats och kartlagts med flygbildstolkning i 47 hagar. Data i projektet har använts för att ta fram en modell för beräkning av betestryck (betesdjurens näringsbehov i förhållande till betets näringsproduktion) i heterogena naturbetesmarker, samt lämplig betesbeläggning (antal djur/ha) i en teoretisk beteshage med definierad sammansättning av vegetationstyper (Spörndly och Glimskär, 2018).

Introduktion

Bevarandet av biologisk mångfald på naturbetesmarker är ett av de områden som prioriteras inom svensk naturvård. År 2006 påbörjade SLU en inventering ("Kvalitetsuppföljning av ängs- och betesmarker") på uppdrag av Jordbruksverket, där stickprov av naturbetesmarker från Ängs- och betesmarksinventeringens databas inventeras med fem års intervall för att följa upp förändringar i den biologiska mångfalden. Växter, fjärilar och humlor används som indikatorer. En avgörande faktor för att bevara den biologiska mångfalden i betesmarker är dock att där finns tillräckligt många betande djur. Därför utvidgades datainsamlingen åren 2010–2014 med inventeringar av betande djur i de hagar som studerades. Detta finansierades med utvecklingsmedel inom ramen för SLU:s verksamhetsområde Fortlöpande miljöanalys.

Syftet med studien var att kartlägga antal och typ av betesdjur som förekom i markerna, samt att utveckla metoder för att beräkna betestryck i naturbetesmarker. Under de fem år studien pågick genomfördes totalt 1983 inventeringar av betande djur i 666 naturbetesmarker. Varje enskild hage besöktes vid 3–4 tillfällen under sommaren, förekomsten av betesdjur registrerades och arealen beräknades baserat på kartering av hagen i fält med stöd av GPS-mätningar. Materialet sammanställdes, dels för samtliga 1983 inventeringar, dels för en fördjupningsstudie av antalet djur i 219 hagar. Därutöver beräknades betestrycket i 47 hagar där vi med hjälp av flygbilder tolkade förekomsten av olika vegetationstyper och landskapselement i hagarna (Spörndly och Glimskär, 2018).

Resultat och diskussion

Så mycket som 40 % av de hagar som inventerades under femårsperioden hade inga betande djur vid något av de besök som gjordes under det år som hagen inventerades. Även om det kan ha förekommit att djur växlade mellan flera närliggande hagar och besöken råkade infalla just när djuren betade i en fålla intill, är det ändå anmärkningsvärt och oroande att en så stor andel av hagarna helt saknade betesdjur vid våra besök, i synnerhet som objekten i Jordbruksverkets databas räknas till de mest värdefulla betesmarkerna i Sverige, utifrån ett natur- och kulturmiljöperspektiv.

Den fördjupningsstudie som gjordes i 219 hagar där det fanns betande djur vid minst en av inventeringarna kan ge svar på den ungefärliga förekomsten av olika typer av betande djur i svenska naturbetesmarker (tabell 1). Det framgår att 60–70 % av den totala arealen betades av nötkreatur, varav ungefär hälften klassades som mjölkkras och hälften som köttras eller köttraskorsningar, vilket visar att båda kategorierna är betydelsefulla för hävden av naturbetesmarker. Hästar betade på knappt 10 % av arealen och detsamma gällde får. Delas arealen med blandade djurslag i sambeteshagar upp mellan respektive djurslag blir andelen areal som betas av nötkreatur, får och häst 75 %, 17 % respektive 8 % av den totala arealen. En analys av regioner visade att de flesta regioner hade en fördelning som liknade den i tabell 1, men i Svealands skogsbygder, nedre Norrlands inland samt i fjälltrakterna var andelen får högre.

Tabell 1. Andel av hagarna, arealen (%) som betas av olika djurslag samt djurslagens andel av totalt antal betande djur i fördjupningsstudien av 219 hagar.

	Andel av total areal	Andel av totalt antal hagar	Andel av totalt antal djur
Nötkreatur	68	64	66
Hästar	8	18	5,5
Får	9	11	28,5
Blandade djurslag ¹	15 ¹	7	

¹När sambeteshagar fördelas på respektive djurslag betade nöt 75 %, häst 8 % och får 17 % av arealen.

Naturbetesmarkernas avkastning och näringsinnehåll har även studerats i projektet. I tabell 2 har våra data vägts samman med resultat från andra studier för att ge en uppskattning av genomsnittlig avkastning och innehåll av omsättbar energi hos naturbeten. Denna tabell utgör även underlag för beräkningar av betestryck i de 47 flygbildstolkade hagarna och en rekommenderad beläggning i en hage med definierad sammansättning. Data och beräkningar av betestryck och beläggning redovisas i rapporten av Spörndly och Glimskär (2018).

Tabell 2. Medelvärde för betesavkastning (kg ts/ha och säsong) samt innehåll av omsättbar energi (MJ/kg ts) i olika vegetationstyper i naturbetesmarker (källor och beräkningar: Spörndly och Glimskär, 2018).

Vegetationstyp	Avkastning, kg ts/ha	Innehåll av omsättbar energi i betet, MJ/kg ts
Torr	1800	9,5
Frisk	3000	9,7
Fuktig/blöt/våtmark	4400	8,6
Kvävepåverkad, kultiverad och odlad	4100	10,1
Skuggad	1400	9,0

Referens

Spörndly E. och Glimskär A. (2018) Betesdjur och betestryck i naturbetesmarker. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 297, 71 s. <https://pub.epsilon.slu.se/15649/>

Bete i skog som en foderresurs

F. Dahlström, A. Hessle och K.-I. Kumm

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

Korrespondens: frida.dahlstrom@slu.se

Sammanfattning

Denna rapport är en litteratursammanställning över bete i skog som en foderresurs med fokus på nötkreatur. Skogsbete kan bidra till ökad nötköttsproduktion främst genom att möjliggöra stora rationella betesfällor. Mängden bete i skog är emellertid oftast liten och många gånger inte heller särskilt smaklig, varför djur som kan välja hellre betar öppna betesmarker. Den av djuren utnyttjade betesmängden i uppvuxen skog i ett mosaikartat bete bestående av skog, naturbetesmark och åkermark är därför mycket liten. En fördel med bete i skog är att det tillväxer senare på säsongen än betesväxter på öppna solbelysta marker. En mosaik av skog och öppna betesmarker ger således en jämn och näringsrik fodertillgång över betessäsongen. De refererade studierna uppvisar stor variation i såväl näringsinnehåll som betesavkastning i olika typer av vegetation. Generellt är näringsinnehållet i skogsbetesvegetation mindre än i betesväxter på kulturmark. Kruståtel på hyggen är den avkastningsmässigt största foderresursen. Ett väl anpassat djurantal är viktigt vid skogsbete. Ett lågt betetryck ger liten risk för skadade granplantor, medan alltför högt betetryck ökar risken betydligt eftersom nötkreatur ofta betar på hyggen. Försiktigt skogsbete i fällor som också innehåller frodigt kulturbete ger obetydliga skogsskador och kan utgöra positiv gräs- och slyröjning i granföryngringar.

Introduktion

Föreliggande rapport gjordes inom ramen för forskningsprojektet "Produktion av ekologiskt nötkött och andra ekosystemtjänster vid naturbete på en mosaik med hagmark och skog" som finansierades av Forskningsrådet Formas (Dahlström *et al.*, 2018). Syftet med litteraturstudien var att ge en skattning av näringsinnehåll, avkastning och lämplig beläggningsgrad på skandinaviska naturliga betesmarker med tyngdpunkt på skogsmark.

Projektet som helhet hade två mål. Det första målet var att undersöka förutsättningarna för ökad lönsamhet i ekologisk nötköttsproduktion i Sverige genom att beta en mosaik av naturbetesmark, marginell åker och skog. Projektets andra mål var att undersöka hur olika ekosystemtjänster påverkar varandra; ekologisk köttproduktion, skogsproduktion, biologisk mångfald och klimatpåverkan. För att uppnå de två ovanstående målen behövde bland annat en uppskattning av skogens värde som betesresurs för nötköttsproduktion göras. Fokus har varit att erhålla så mycket information om skogsmark som betesresurs som möjligt.

Resultat och diskussion

Sveriges landareal uppgår till totalt 40 700 000 hektar varav 23 200 000 hektar produktiv skogsmark inklusive impediment, 3 000 000 hektar åkermark, 400 000 hektar betes- och slåttermark och endast 98 000 hektar traditionellt hävdad skogsbetesmark (Skogsstyrelsen, 2014). Potentialen att skapa stora betesmosaiker där bete i produktionsskog ingår är stor men det är några saker man bör tänka på.

Bete i skog tillväxer något senare på säsongen än bete på öppna gräsmarker och är därför ett bra komplement i en betesmosaik av öppna naturbetesmarker, marginell åker och skog. I skogslandskapet finns merparten av betet på hyggen och då främst som kruståtel. Kruståtel

innehåller inte så mycket näring men finns ofta i överflöd (Svalheim *et al.*, 2004). Välordnat skogsbete i lämpliga områden är en tillgång för såväl kreatur som barrträdsplanteringar men kräver stora ytor och låg beläggningsgrad.

Tät barrskog används som skydd mot insekter samt för vila och betestillgången är ofta obefintlig. Tallbarrens energiinnehåll kan liknas med halm, en- och granbarr är ännu sämre och tyvärr kan inte djuren tillgodogöra sig det skyddande lager vax som barren omges av (Presthegge, 1943). Trots att tillgången till löv i vissa fall kan vara mycket god är lövets betydelse som betesväxt begränsad och smältbarheten i många fall låg. Vissa individer verkar dock ha större förkärlek för löv än andra (Bjor och Graffer, 1963). Lövträden använder tanniner som försvar mot bete och verkar ha en benägenhet att höja halten av tanniner i de mest begärliga delarna som är exponerade för betande djur (Palo, 1984).

Det är viktigt att särskilja begreppen total betesareal och arealen användbart bete, och därmed den totala betesarealens utnyttjandegrad. Erfarenhet och kartläggning av betestillgången inom valda skogsområden är viktigt för rätt beläggningsgrad.

I Norge har utmarksbeten systematiskt kartlagts sedan 1987. Det är svårt att dra precisa paralleller till svenska förhållanden då norska utmarker ofta är öppnare än svenska skogar men kartläggningssystemet är mycket intressant. Enligt den norska beräkningen klarar 1 ha användbart bete att näringförsörja 0,13–0,27 ungnöt, beroende på vegetationstyp och betestillgång (Rekdal och Larsson, 2000; Rekdal, 2001). I Sverige finns inga motsvarande rekommendationer.

Slutsatser

Bete i skog tillväxer något senare på säsongen än bete på öppna gräsmarker och är därför ett bra komplement i en betesmosaik av öppna naturbetesmarker, marginell åker och skog.

I skogslandskapet finns merparten av betet på hyggen och då främst som kruståtel.

Välordnat skogsbete i lämpliga områden är en tillgång för såväl kreatur som barrträdsplanteringar men kräver stora ytor och låg beläggningsgrad.

Lämplig beläggningsgrad för god djurtillväxt och minimerad risk för skogsskador är beroende av vegetationstyp.

Det är viktigt att särskilja begreppen total betesareal och arealen användbart bete, och därmed den totala betesarealens utnyttjandegrad.

Referenser

- Bjor K. och Graffer H. (1963) Beiteundersøkelser på skogsmark. Forskning og forsøk i landbruket. Norges landbruksvitenskapelige forskningsråd.
- Dahlström F., Hessle A. och Kumm K.-I. (2018) Bete i skog som en foderresurs. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. Institutionsrapport 44. 42 s. https://pub.epsilon.slu.se/15599/11/dahlstrom_f_et_al_180918.pdf
- Palo R.T. (1984) Distribution of birch (*Betula* spp.), willow (*Salix* spp.) and poplar (*Populus* spp.) secondary metabolites and their potential role as chemical defense against herbivores. *Journal of Chemical Ecology* 10, 499–520.
- Presthegge, K. (1943) Sammensetning og fordøyelighet av skogsavfall og annat hjelpefor. Norges lantbrukshøgskole. Meld 23, 301–333.
- Rekdal Y. och Larsson J.Y. (2000) Husdyrbeite i barskog. Vegetasjonstyper og beiteverdi. Norsk institutt for jord-og skogkartlegging. NIJOS rapport 9. 38 s. ISBN 82-7464-260-0.

Postrar

Rekdal Y. (2001) Husdyrbeite i fjellet: vegetasjonstypar og beiteverdi. Norges landbrukshøgskole. Rapport 7. 51 s.

Skogsstyrelsen (2014) Skogsstatistisk årsbok 2014. <http://www.skogsstyrelsen.se/Myndigheten/Statistik/Skogsstatistisk-Arsbok/Skogsstatistiskaarsbocker/> [2018-05-02].

Svalheim E.J., Grødum A. och Støbet M.-B. (2004). Kvalitative undersøkelser av utmarksbeiter i Aust-Agder. Prosjektrapport november 2004. Fylkesmannens Landbruksavdeling, Arendal. ISBN: 82-92026-02-9.

Lönsam nötköttsproduktion och naturvård i stora betes-skogsmosaiker

K.-I. Kumm, F. Dahlström och A. Hesse

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara

Korrespondens: karl-ivar.kumm@slu.se

Sammanfattning

Att skapa stora sammanhängande betes-skogsmosaiker kan vara utmanande men också ekonomiskt fördelaktigt. Det visar resultat från det Formasfinansierade projektet "Produktion av ekologiskt nötkött och andra ekosystemtjänster vid bete i mosaik med hagmark och skog". I stora sammanhängande betes-skogsmosaiker kan kostnaderna för stängsel, vattenförsörjning och djurtillsyn per hektar bli betydligt lägre än i små spridda betesmarker. Svårigheterna ligger bland annat i att hitta lämpliga områden för stora betes-skogsmosaiker där äldre vallar, skog samt betesmark ingår, att ena markägare och att undvika skador på skogen.

Introduktion

Små betesmarker i skogsbygder har minskat i snabb takt och en stor del av de som är kvar är starkt nedläggningshotade. En orsak är att de ofta hävdas av äldre lantbrukare med små djurbesättningar som ingen vill ta över. En annan orsak är att det är dyrt och mycket arbetskrävande att ordna stängsel, vatten och djurtillsyn på små betesmarker som ligger spridda i skogsdominerade landskap.

Ett sätt att rädda små betesmarker kan vara att skapa stora fällor med betes-skogsmosaik som förutom de aktuella betesmarkerna också innefattar intilliggande nedlagd jordbruksmark och svårbrukade åkrar samt mellanliggande skog. Denna skogsmark var kanske betad i början av 1900-talet eller jordbruksmark före den stora beskogningen under 1950- och 1960-talen. Dessa granåkrar eller självsådda skogar börjar nu bli slutavverkningsmogna och kan eventuellt omvandlas till betesmark. De självsådda skogarna innehåller ofta lövträd som kan lämnas kvar och bilda nya björk- och ekhagar.

Skogen mellan de små betesmarkerna kan också betas. Mängden bete i skog är emellertid oftast liten och många gånger inte heller särskilt smaklig, varför djur som kan välja hellre betar öppna betesmarker (Dahlström *et al.*, 2018). Den av djuren utnyttjade betesmängden i uppvuxen skog i ett mosaikartat bete bestående av skog, naturbetesmark och åkermark blir därmed mycket liten. Skogsbete bidrar därför främst till ökad nötköttsproduktion genom att det möjliggör stora rationella betesfällor.

I stora fällor av nyskapad betes-skogsmosaik kan kostnaderna för stängsel, vattenförsörjning och djurtillsyn per hektar bli väsentligt lägre än i de små spridda betesmarkerna. Mosaik, som innehåller annars outnyttjade betesmarker ger också arealunderlag för större djurbesättningar där arbetsåtgången och nybyggnadskostnaderna per betesdjur är mycket lägre än i små besättningar. De kan alltså möjliggöra uppbyggnad av stora ekonomiskt hållbara betesdjursbesättningar som både räddar befintliga små betesmarker och bidrar till att återskapa naturvärden på nu igenväxande och beskogad mark.

Syftet med denna studie var att undersöka om stora sammanhängande betesfällor i en mosaik av skog, bete och marginell åker kan vara ett sätt att få ökad lönsamhet i självrekryterande ekologisk nötköttsproduktion i skogsbygd i jämförelse med dels nuvarande situation och med beskogning.

Material och metoder

I beräkningarna jämförs lönsamhet uttryckt som beräknad ersättning till mark, driftsledning och risk (EMD&R) i ekologisk dikobaserad nötköttsproduktion med granplantering och självsådd björk. Endast 5 % av djurens foderintag beräknas komma från skogen och resten från den naturbetesmark och åker som ingår i mosaiklandskapet. Därför blir skogsskadorna enbart marginella. För nötköttsproduktionen undersöks tre alternativ, där den dels sker i stora fällor av betes-skogsmosaik med 50 kor plus tillhörande ungnöt till slakt, dels som i dagens medelbesättning med små spridda betesmarker med 20 kor + ungnöt. Det finns också ett alternativ där nuvarande stöd och ersättningar minskas med 20 %. EMD&R är intäkter för kött, stöd och miljöersättningar minus kostnader för stängsel, vinterfoder, strömedel, arbete och byggnader m.m. och benämns ibland Täckningsbidrag 3 (TB3). För att kunna göra rättvisande jämförelser mellan bete och (åter)beskogning visas också EMD&R för granplantering och självsådd björk. Exempel på driftsledning är planering, arbetsledning och administration. Exempel på risk som bör beaktas är t.ex. missväxt som år 2018 och minskade stöd och miljöersättningar i nästa landsbygdsprogram.

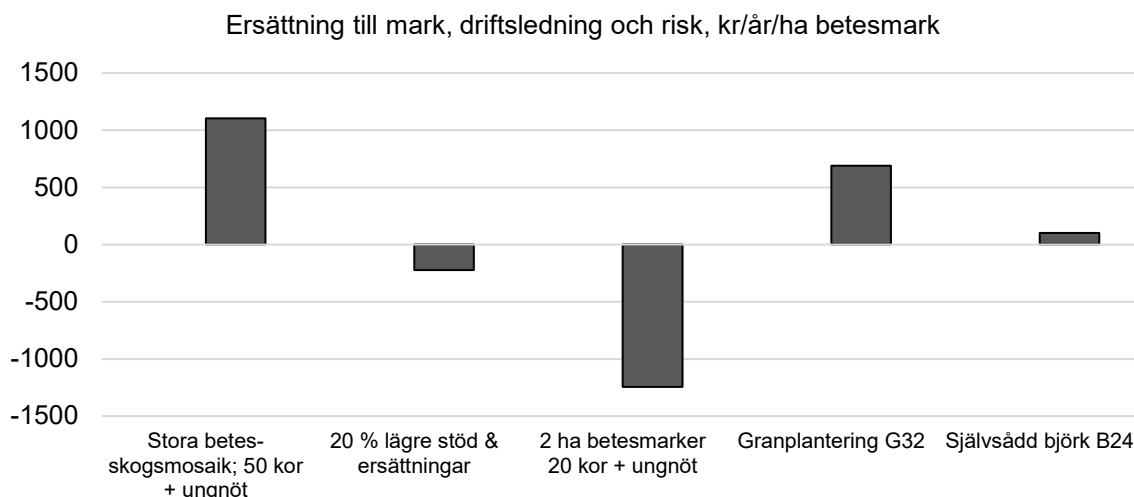
De stora betes-skogsmosaikerna antas vara 32 ha rektanglar (800 m × 400 m) och bestå av 40 % små spridda betesmarker och 60 % mellanliggande skog eller ha annan form och storlek som ger samma stängselkostnad per ha bete. Ungdjur är rekryteringskvigor och uppfödning av kvigor och stutar till slakt vid 21 respektive 30 månaders ålder. Granplanteringen antas ske på ståndortsindex G32 som motsvarar normal nedlagd jordbruksmark i Götaland och den bördigaste nedlagda jordbruksmarken i Svealand. Självsådd björk har ungefär samma lönsamhet i hela landet. Beskogningens beräknade EMD&R är annuitet av nettonuvärde vid 3 % real ränta.

Resultat och diskussion

Figur 1 visar att beräknad EMD&R är starkt negativ i små besättningar som betar på små spridda betesmarker. Sådana kan alltså leva vidare bara så länge det finns befintliga stängsel och byggnader och/eller lantbrukare som accepterar timpenning långt under lantarbetarlön. Besättningar med 50 dikor plus tillhörande ungdjur kan däremot täcka alla kostnader och dessutom ge drygt 1 000 kr/år/ha betesmark EMD&R. Detta är väsentligt mera än vad (åter)beskogning beräknas ge. Det kan alltså vara lönsamt att omvandla skogsmark efter slutavverkning till betesmark, om den kommer att användas i rationell nötköttsproduktion. Detta förutsätter att man får stöd och miljöersättning på den nya betesmarken.

Figur 1 antyder att även besättningar med 50 dikor + ungnöt och stora betes-skogsmosaik kommer att ge negativ EMD&R vid 20 % real minskning av stöd och miljöersättningar. Tjugo procent real minskning uppkommer vid t.ex. 10 % nominell minskning av stöd och ersättningar i kombination med 10 % inflation under nästa landsbygdsprogram. Små besättningar med små betesmarker skulle ge ännu större underskott i ett sådant framtidsscenario.

Det är lättare sagt än gjort att skapa stora betes-skogsmosaikerna. Vägar och spridd bebyggelse är svåra eller t.o.m. oöverbärliga hinder på många ställen. En del i projektet är att med GIS studera de fysiska möjligheterna att skapa stora mosaiker i olika delar av landet med beaktande av dessa hinder. Denna del är ännu inte utförd varför hinderanalysen hittills inskränkt sig till intervjuer vilkas resultat refereras nedan.



Figur 1. Ersättning till mark, driftsledning och risk i självrekyterande nötköttsproduktion med stora sammanhängande betesfällor med 50 dikor och dagens stödnivåer, samma drift men i en situation med 20 % mindre stöd och ersättningar samt dagens stödnivåer men endast 20 kor och med betesmarker om 2 hektar vardera, granplantering samt självsådd björk i Svealand.

Ett hinder, som är särskilt påtagligt i många skogsbygder, är ägosplittring med många små markägare inom en potentiellt stor betes-skogsmosaik. En del av dessa markägare vill kanske inte arrendera ut eller sälja sin mark. Man vill kanske inte ha stängsel och djur på sin mark och förlora rådigheten över den. Den relativt låga EMD&R på cirka 1 000 kr/år/ha, av vilket djurhållaren måste ha huvuddelen, gör också att de ekonomiska incitamenten att ställa mark till förfogande kommer att vara små. För många kreaturslösa markägare torde beskogning eller träda och extensiv vallodling som ger gårdsstöd vara ekonomiskt bättre alternativ. Flertalet markägare vill dock inte beskoga sin mark, vilket förbättrar förutsättningarna att skapa stora betes-skogsmosaiker. Minskade gårdsstöd, som skulle göra träda och extensiv vall mindre attraktiva, skulle ha samma positiva effekt.

Ytterligare hinder är rädsla för skogsskador i mosaikens skogsdelar. Betesdjur kan skada skogsförnygringar genom tramp och gnag, och deras tramp kan på vissa marker ge upphov till röta i äldre skog. Å andra sidan visar erfarenhet att risken för skogsskador är små om djuren förutom skogsbete har tillgång till frodigare bete. "I sådana fall ströva djuren föga omkring i skogsbestånden, som då obetydligt skadas av djuren" enligt en äldre publikation (Geete och Grindal, 1923). Risken för skogsskador torde därför vara små i betes-skogsmosaik där huvuddelen av betet sker på betesmark. Erfarenhet visar också att välplanerat bete kan göra större nytta än skada i granplanteringar genom att hålla nere konkurrerande gräs- och slyvegetation.

Ökar besättningsstorleken till mer än 50 kor plus ungnöt så ökar EMD&R tack vare mindre arbetsåtgång och nybyggnadskostnad per djur. Detta torde förbättra de ekonomiska förutsättningarna för att arrendera eller köpa mark. Kan man dessutom ersätta dyra konventionella byggnader med billiga ligghallar eller naturliga väderskydd ökar EMD&R ytterligare.

Fem nötköttsföretag som skapat stora sammanhängande betesmarker bl.a. genom att omvandla skog till betesmark har väsentligt förbättrat sin lönsamhet på detta sätt. De hade samtliga mer än 150 kor plus tillhörande ungnöt eller mycket billig övervintring av sina djur (Holmström *et al.* 2018). I flertalet fall ägde de dessutom redan i utgångsläget all mark, varför de inte behövde lägga ner resurser på att köpa eller arrendera mera mark.

För den som vill bygga upp ekonomiskt hållbar nötköttsproduktion genom bl.a. stora betes-skogsmosaiker torde det vara mera attraktivt att köpa eller arrendera en stor gård än att försöka skaffa tillräckligt mycket mark i skogsbygder med stor ägosplittring. Det kan t.ex. vara en herrgård eller bolagsgård där man under 1950- och 1960-talen planterade stora arealer skog som nu är slutavverkningsmogen och där dessa arealer skulle kunna återföras till jordbruk. För att långsiktigt rädda de små spridda betesmarkerna i skogsbygderna fordras därför högre miljöersättningar. Även reellt minskade jordbruksstöd kan göra väsentligt höjda miljöersättningar nödvändiga för att rädda betesmarkerna. Samma sak gäller om klimatpolitiska styråtgärder och/eller fortsatta framsteg inom skogsträdsförädlingen ökar skogsplanterings lönsamhet relativt bete.

Fortsatt forskning

I det fortsatta projektet "Produktion av ekologiskt nötkött och andra ekosystemtjänster vid bete i mosaik med hagmark och skog" kommer biodiversitet, skogsproduktion och klimatpåverkan av befintlig betesdrift, utökad betesdrift, barrträdsbeskogning och lövträdsbeskogning att beräknas och jämföras. Läs gärna mer på projekthemsidan: <https://www.slu.se/institutioner/husdjurens-miljo-halsa/forskning/forskningsprojekt/ekologiskt-notkott-och-andra-ekosystemtjanster-fran-betes-skogsmosaik/>

Referenser

- Dahlström F., Hessle A. och Kumm K.-I. (2018) Bete i skog som en foderresurs. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. Institutionsrapport 44. 42 s.
- Geete E. och Grinndal T. (1923) Anvisningar i skogsbruk. Svenska skogsvårdsföreningens förlag. Stockholm.
- 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 sucker-based beef production. *Land* 7, 58.

Skördeprognos för helsäd i norra Sverige

T. Persson¹, M. Höglind¹, J. Wallsten², E. Nadeau³, X. Huang¹ och B.O. Rustas⁴

¹Norsk Institutt for Bioøkonomi, Klepp Stasjon, Norge ²Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå ³SLU, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Skara ⁴SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: tomas.persson@nibio.no

Sammanfattning

Helsädesensilage är ett alternativ till traditionell kärnskörd av spannmål, speciellt i regioner med kort odlingsssäsong. Skörd som helsäd kan också minska risken för förluster p.g.a. torra som reducerar kärnfyllnaden, eller mycket regn och fuktiga markförhållanden sent under säsongen som försvårar skörden. Helsädesensilage kan vidare tjäna som ett buffertfoder under år med brist på grovfoder p.g.a. vinter- eller torkskador i fleråriga vallar. Utvecklingsstadiet vid skörd av helsäd har stor betydelse för dess skördenivå och näringsvärde. I detta projekt anpassar vi en väderdriven simuleringsmodell för vallgräs till att förutsäga skördemängd och näringsvärde i helsäd. Fiberinnehåll (NDF), smältbarhet och råprotein analyseras i prover från kornsorterna Anneli och Judit tagna i Zadoks utvecklingsstadium 59, 75–77, 83–85 och 89 i sortförsök i Ås (63°15'N; 14°34'E), Lännäs (63°10'N; 17°38'E) och Röbbäcksdalen (63°48'N; 20°12'E) under skördesäsongen 2019. Provtagning och analys enligt samma protokoll är planerade för 2020. Data från dessa försök används tillsammans med data från tidigare helsädesförsök för att anpassa och kalibrera helsädesmodellen samt testa hur den kan inkorporeras i systemet för vallprognoser i Sverige (www.vallprognos.se).

Introduktion

Helsädesensilage är ett alternativ till traditionell kärnskörd av spannmål, speciellt i regioner med kort odlingsssäsong. Korn är den mest odlade spannmålsgrödan i norra Sverige. Skörd av korn och andra spannmålsgrödor som helsäd kan också minska risken för förluster p.g.a. torra, som reducerar kärnfyllnaden, eller mycket regn och fuktiga markförhållanden sent under säsongen som försvårar skörden. Processbaserade modeller som drivs av väder- jord- och skötselvariabler kan förutsäga tillväxt, tidpunkt för skörd (Ewert *et al.*, 2015) samt kvalitet av stråsäd (Nuttall *et al.*, 2017) och vallgräs (Kipling *et al.*, 2016).

Väderdrivna simuleringsmodeller för helsäd måste anpassas till grödans avkastning av vegetativ biomassa och kärnbiomassa. Modellerna kan sedan användas för att anpassa odlingsåtgärder såsom gödning och skördetidpunkt för att nå skörde- och kvalitetsmål. Detta kan i sin tur underlätta planeringen av grovfoderodlingen och utfodringen i stort.

BASGRA-modellen (The BASic GRAssland) utvecklades för att simulera tillväxt, avkastning (Höglind *et al.*, 2016) och näringsvärde, inklusive råprotein, fiber (NDF) och smältbarhet i timotej (Höglind *et al.*, 2020). Här anpassar, kalibrerar och testar vi modellen för helsädesodling av korn i norra Sverige.

Material och metoder

Prover från kornsorterna Anneli och Judit tagna i Zadoks *et al.* (1974) utvecklingsstadium 59, 75–77, 83–85 och 89 i sortförsök i Ås (63°15'N; 14°34'E), Lännäs (63°10'N; 17°38'E) och Röbbäcksdalen (63°48'N; 20°12'E) under 2019 analyserades med avseende på torrsustans (103 °C), aska (550 °C i 3 timmar) och råprotein (Kjeldahl; Kjeltec 2460, Tecator, Höganäs).

NDF analyserades med detergentlösning, α -amylas och natriumsulfit enligt Chai och Udén (1998). Smältbarheten analyserades med vomvätskelöslig organisk substans (VOS; Lindgren, 1979). Provtagning och analys enligt samma protokoll är planerade för 2020.

BASGRA-modellen för vallgräs modifieras för användning i helsäd av korn. I modellen simuleras grästillväxt och -utveckling som funktion av väder, jord och sköselfaktorer med dagliga input- och outputdata. Kol och kväve delas upp i pooler för blad, strån, rötter och reserver. Dynamiken mellan dessa pooler påverkas av yttre miljöfaktorer och inre faktorer såsom utvecklingsstadium samt vatten- och kvävestatus i växten. Eftersom helsäd skördas när en del av kolet och kvävet har allokerats till kärnan inför vi i helsädesmodellen en kärnpool. Dessutom utformas ekvationer för direkt allokering till kärnpoolen av kol som nyligen fotosyntetiserats samt omfördelning av kol från de andra poolerna till kärnpoolen. Ekvationer för omfördelning av kväve mellan vegetativ vävnad och kärnvävnad blir också utvecklade, liksom för bladdöd som utlöser omfördelning av kol och kväve från blad till kärna när växten nått kärnfyllnadsstadiet.

Parametrar som reglerar de processer som lagts till den ursprungliga modellen kalibreras tillsammans med övriga modellparametrar mot data på näringsvärdena från sortförsöken ovan och från tidigare helsädesförsök i Umeå, Alnarp (Wallsten *et al.*, 2010), Skara (Nadeau, 2007) och Uppsala (Rustas *et al.*, 2011). Delar av datasetet sparas för testning av den kalibrerade modellen och dess prediktionsförmåga. Daglig väderdata för modellen hämtas från SMHI stationsnät. Värden på jordvariabler i BASGRA-modellen för respektive plats tas antingen direkt från mätningar eller beräknas indirekt från andra variabler.

Resultat och diskussion

Detta är ett första försök att anpassa en modell för fodergräs till att förutsäga avkastningsnivå och näringsvärde i helsäd av spannmål. Resultat från de kemiska analyserna från proven i sortförsöket 2019 och från modellkalibreringen är ännu inte klara. Väderdrivna modeller för vallgrödor används redan i prognosystem för näringsvärde i grovfoder i Sverige (www.vallprognos.se) och i andra länder även i avkastningsprognoser. Helsädesensilage används som ett komplement till gräs- och baljväxtvallar, speciellt under år med liten skörd p.g.a. torra eller utvintring av fleråriga växter, vilket kan bli speciellt kännbart i ett mer variabelt klimat. Under sådana förhållanden kan prognosmodeller för helsädesensilage definitivt förbättra planeringen av grovfoderodlingen och därmed också utfodringen till idisslare generellt.

Detta projekt finansieras av Regional jordbruksforskning för norra Sverige (RJN).

Referenser

- Chai W.H. och Udén P. (1998) An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fibre. *Animal Feed Science Technology* 74, 281–288.
- Ewert F., Rötte R.P., Bindi M., Webber H., Trnka M., Kersebaum K.C., Olesen J.E., van Ittersum M.K., Janssen S., Rivington M., Semenov M.A., Wallach D., Porter J.R., Stewart D., Verhagen J., Gaiser T., Palosuo T., Tao F., Nendel C., Roggero P.P., Bartošová L. och Asseng S. (2015) Crop modelling for integrated assessment of risk to food production from climate change. *Environmental Modelling & Software* 72, 287–303.
- Höglind M., Van Oijen M., Cameron D. och Persson T. (2016) Process-based simulation of growth and overwintering of grassland using the BASGRA model. *Ecological Modelling* 335, 1–15.
- Höglind M., Cameron D., Persson T., Huang X. och van Oijen M. (2020) BASGRA_N: A model for grassland productivity, quality and greenhouse gas balance. *Ecological Modelling* 417. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108925>

Kipling R.P., Virkajärvi P., Breitsameter L., Curnel Y., De Swaef T., Gustavsson A.-M., Hennart S., Höglind M., Järvenranta K., Minet J., Nendel C., Persson T., Picon-Cochard C., Rolinski S., Sandars D.L., Scollan N.D., Sebek L., Seddaiu G., Topp C.F.E., Twardy S., Van Middelkoop J., Wu L. och Bellocchi G. (2016) Key challenges and priorities for modelling European grasslands under climate change. *Science of The Total Environment* 566–567, 851–864.

Lindgren E. (1979) The nutritional value of roughages estimated *in vivo* and by laboratory methods. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition and Management. Uppsala, Sweden.

Nadeau E. (2007) Effects of plant species, stage of maturity and additive on the feeding value of whole-crop cereal silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87, 789–801.

Nuttall J., O'Leary G., Panozzo J., Walker C., Barlow K. och Fitzgerald G. (2017) Models of grain quality in wheat – a review. *Field Crops Research* 202, 136–145.

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., Bertilsson J., Nadeau E. och Martinsson K. (2010) Digestibility of whole-crop barley and oat silages in dairy heifers. *Animal* 4, 432–438.

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.

Vallfoder till ekologiska grisar – inverkan av gräs/klöverensilage på produktion, fertilitet, N-förluster och beteende

E. Vu, J. Friman och M. Åkerfeldt

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Korrespondens: johanna.friman@slu.se

Sammanfattning

Proteinet i vallfoder har en bra sammansättning av aminosyror och god potential som foder till ekologiska grisar. Vallbaljväxter i växtföljden har positiva effekter på markens struktur och spelar genom sin kvävefixerande förmåga en viktig roll i ekologisk produktion. Utfodring med ensilage ger djuren bättre möjligheter till naturligt beteende och kan via tarmens mikrober, som är involverade i den neurala utvecklingen både i nervsystemet och i hjärnan, ha positiva effekter på beteendet. Suggor har stor kapacitet att äta ensilage, men östrogena substanser i rödklöver kan innebära fertilitetsstörningar hos djuren och det råder en osäkerhet kring utfodringsrekommendationerna. Det här 4-åriga projektet ska utvärdera nyttan av gräs/klöverensilage som en lokalt odlad foderresurs i ekologisk grisproduktion. Vi kommer att undersöka olika utfodringsstrategier samt i vilken form ensilaget ska ges för att få bästa produktionsutfall och effekt på beteende. Vi kommer också att undersöka hur en ökad mängd vallfoder i grisarnas foderstat påverkar miljön i form av ammoniakförluster från gödseln. Slutligen ska vi detaljstudera hur vall i fodret påverkar tarmen och dess koppling till hjärnan och grisens beteende samt studera hur växtöstrogener i rödklöver metaboliseras av grisar och påverkar fertilitet och reproduktionsegenskaper.

Introduktion

Det finns idag ett ökat behov av att hitta alternativa och hållbara proteingrödor till djurfoder (Stødkilde *et al.*, 2019). I ekologisk produktion är det förbjudet att använda syntetiska aminosyror, vilket begränsar utbudet av proteinfodermedel (Hermansen *et al.*, 2017). Vallgrödor och baljväxter har visat sig kunna ersätta andra proteinkällor till grisar och har en god sammansättning av protein och aminosyror (Hermansen *et al.*, 2017; Stødkilde *et al.*, 2019). Ökat intag av fibrer påverkar också grisarnas beteende; det ger utrymme att utföra utökat födosöksbeteende och ger ökad sysselsättning (Presto *et al.*, 2013). Vallgrödor kan också inverka positivt på tarmhälsan och kan, genom tarmens mikrober som är involverade i den neurala utvecklingen både i nervsystemet och i hjärnan, även ha positiva effekter på beteendet (Foster *et al.*, 2017). Vallbaljväxter kan innehålla olika mängd av fytoöstrogener. Av de vallbaljväxter vi använder i Sverige gäller det särskilt rödklöver (Bernes *et al.*, 2017). Idag är den vetenskapliga kunskapen om hur suggor påverkas begränsad och det rekommenderas att inte utfodra suggor med klöverensilage då risk finns att det påverkar suggornas fertilitet och möjlighet till reproduktion (Göransson, 2009). Det finns idag bristande kunskap om hur vällen kan inkluderas i grisproduktionen för att på bästa sätt kunna utnyttjas i hela produktionskedjan. Det är inte heller helt undersökt hur fytoöstrogener metaboliseras och påverkar suggors fertilitet och reproduktion.

Vi vill undersöka 1) hur ensilage med olika förbehandling påverkar grisars produktion och beteende i olika foderstrategier, 2) hur en ökad mängd vallgrödor i grisars foder påverkar kväveutnyttjande och ammoniakförluster från gödseln, 3) hur metabolism och biologisk effekt av fytoöstrogener i foder till suggor påverkar deras fertilitet, 4) hur sambandet ser ut mellan vallfoder i grisars diet och deras beteende och mikrobiota-tarm-hjärna-interaktioner 5) ekonomiska effekter av att introducera en foderstrategi med gräs/klöverensilage till grisar.

Projektet förväntas bidra med kunskap som kan möjliggöra säkra rekommendationer till producenter samt gynna utvecklingen av hållbara och lönsamma foderstrategier. Projektet finansieras av Formas.

Material och metoder

I delstudie 1 (WP1) kommer vi utvärdera hur olika utfodringsstrategier påverkar grisens tillväxtnöjlighet och beteende. Olika bearbetning av ensilaget förväntas påverka grisarnas konsumtion och näringsutnyttjande. I försöket kommer 128 grisar att ingå. Grisarna fördelas i grupper om 8 st/box. Under hela slaktgrisperioden (30–120 kg levandevikt) tilldelas de en av fyra foderbehandlingar som består av antingen 1) fullfoder med intensivt hackat ensilage (ca 4 mm hacklängd) som blandats med spannmålsfoder, 2) extruderat ensilage som blandats med spannmålsfoder, 3) ensilagepellets med ensilagemjöl som blandats med spannmålsfoder eller 4) kommersiellt pelleterat spannmålsfoder utan ensilage (kontrollfoder). I de foderbehandlingar där ensilage ingår har 20 % av grisarnas behov av råprotein ersatts av gräs/klöverensilage. Grisarna kommer att vägas varannan vecka, och visuella observationer av beteenden och sociala interaktioner ska göras vid två tillfällen. Vid slakt kommer slaktkroppsegenskaper att registreras och utvärderas mot foderbehandling. Köttets kvalitet och smakupplevelse ska utvärderas. Förekomsten av leverbölder kommer att registreras.

Delstudie 2 (WP2) syftar till att utvärdera kväveflödet både i grisen och på gårdsnivå. WP2 består av två delar där vi i första delen avser att analysera hur kvävet utnyttjas hos grisen när vall ingår i foderstaten. Samma grisar som ingår i WP1 används. Vid cirka 60 kg levande vikt ska grisarna tidvis flyttas till en specialanpassad box för totaluppsamling av träck och urin. Kväveinnehållet analyseras för att utvärdera grisarnas kväveutnyttjande och hur det påverkas av de olika foderstaterna. Grisarna utfodras i sina ordinarie boxar. De flyttas efter utfodring till uppsamlingsboxen och vistas där maximalt 8 timmar. De flyttas sedan tillbaka till sin vanliga box. Detta upprepas under två dagar.

Kväveflödet på gårdsnivå kommer att analyseras i den andra delen av WP2. Två gårdar, en med och en utan vall i växtföljden ska jämföras. Mängden kväve ska delvis baseras på våra egna resultat, delvis på lantbrukarnas dokumentationer.

I delstudie 3.1 (WP3.1), undersöker vi metabolism och den biologiska effekten av fytoöstrogener i foder till suggor. Fokus kommer att ligga på att utvärdera hur fytoöstrogener i rödklöver, som blandats in i foder till digivande suggor, inverkar på fertilitetsegenskaper och hur reproduktionsorganen påverkas. Studien inkluderar 10 suggor, där de får 1) ensilagepellets innehållande gräs utan eller med väldigt lite fytoöstrogener eller 2) ensilagepellets innehållande rödklöver med hög halt fytoöstrogener. Både gräs och rödklöver blandas in i fodret med 30 % på energibasis. Suggorna tilldelas fodret ca en vecka innan grisning för att möjliggöra aklimatisering till fodret och minska eventuell inverkan av foderbytet innan grisning. Suggorna hålls individuellt i konventionella grisningsboxar under digivningsperioden. Blodprover tas från jugularvenen två gånger i veckan, med start två veckor efter grisning, för analys av biokemiska blodparametrar, östradiol 17- β , progesteron, formonentin, biochanin, daidzein, genistein och equol. Provtagningen pågår fram till avvänjning. När suggorna hamnar i brunst kommer blodprov att samlas fem gånger per dag under två dagar med hjälp av öronvenskateter, för analys av samma biokemiska blodparametrar som när vi tar blodprov innan brunsten. Träck och urin samlas in två gånger per vecka, med start två veckor efter grisning. Suggorna skickas till slakt efter påvisad brunst där äggstockar och livmoder samlas in och undersöks med avseende på förändringar, jämfört med när de inte befinner sig i brunst.

Delstudie 3.2 (WP3.2), baseras på resultaten från WP3.1, men kommer att ske under två reproduktionsomgångar. Studien inkluderar 27 suggor med 9 suggor per omgång. Suggorna utfodras med ett pelletsfoder där rödklöver blandats in i hög och låg nivå (3 suggor per behandling) och jämförs med ett foder utan inblandning av rödklöver. Suggorna går i grupp på djupströbädd under dräktighetsperioden och individuellt i konventionella grisningsboxar under digivningsperioden. Blodprov tas för analys av samma ämnen som i WP3.1. Träck och urin samlas in två gånger per vecka under digivningen med start två veckor efter grisning. Suggorna insemineras vid påvisad brunst. Ungefär 30 dagar därefter genomförs dräktighetstest och ultraljudsdiagnostik, vilket kommer att upprepas under två reproduktionsomgångar. I WP3.1 och WP3.2 utförs brunstkontroll och undersökning via ultraljud av genitalier. Mätning av späcktjocklek (ekolodning) hos suggorna, antal födda och levande födda smågrisar samt deras levande vikt vid födsel och avvänjning registreras.

I delstudie 4 (WP4) fokuserar vi på hur ensilage inverkar på tarmhälsa samt påverkar mikrobiota i tarmen. Vi avser utvärdera mikrobiota-tarm-hjärna-interaktionerna och hur vallfoder påverkar grisarnas neurala utveckling och beteende. Även ensilagegets smältbarhet i tunntarmen analyseras. Etthundratjugoåtta tillväxtgrisar (30–60 kg) utfodras med antingen 1) ensilagepellets med ensilagemjöl som blandats med spannmålsfoder eller 2) kommersiellt pelleterat spannmålsfoder utan ensilage (kontrollfoder). Beteendestudier utförs med hjälp av videospelning för att analysera aktivitet och utforskande beteenden. För att undersöka benägenheten att utföra skadliga beteenden kommer ett tail-chew-test (Beattie *et al.*, 2005) att göras. Förekomst av skador på kroppen registreras visuellt och skattas enligt Welfare Quality Protocol för gris (Welfare Quality, 2009) när grisarna väger ca 60 kg. En gris per box och behandling (totalt 16 grisar) slaktas vid 60 kg för att kunna utvärdera eventuella skillnader i beteende och dess korrelation till sammansättning av tarmens mikrobiota samt för analys av tunntarmssmältbarhet. Tarminnehåll, blod och hjärnvävnad från dessa grisar samlas in. Observationerna från beteendestudierna samt analysvar från blod, tarminnehåll och hjärnvävnad läggs sedan ihop för att kunna utvärdera eventuella samband.

I den sista delstudien (WP5) utvärderar vi ekonomiska effekter av att introducera en foderstrategi med gräs/klöverensilage till grisar. En budgetmodell kommer byggas för att representera en gård med vallproduktion samt en utan. Modellen kommer att prövas med olika scenarion som hämtats från litteratur, intervjuer och diskussioner för att kunna utvärdera konsekvensen av att införa en ny foderstrategi.

Resultat och diskussion

Intresset är stort bland ekologiska grisproducenter för att utfodra grisar med ensilage, liksom behovet av mer kunskap om hur vallen kan utnyttjas mer resurseffektivt i hela produktionskedjan. Ökad kunskap om vall i foder till grisar kan bidra till större utnyttjande av ensilage som en lokalt producerad foderresurs. Vallodling har även positiv inverkan på åkermarkens uthållighet och bidrar till kolinlagring, minskat näringsläckage från åkermark och ökad biologisk mångfald både i jorden, men även för djurliv ovan jord. Detta är starka mervärden och goda argument för att inkludera vallgrödor i foderstaten till grisar vilket skulle kunna bidra till att göra grisproduktionen långsiktigt hållbar och det har även potential att bidra till ökad lönsamhet för ekologisk grisproduktion.

Projektet pågår mellan 2019 och 2023 (start WP1 januari 2020) och förväntas bidra med kunskap som kan möjliggöra säkra rekommendationer om hur vallensilage kan utnyttjas som foder till grisar. Efter avslutat projekt hoppas vi kunna svara på hur olika förbehandlings- och

foderstrategier fungerar praktiskt och deras roll för en hållbar produktion, både vad avser miljö och ekonomi.

Referenser

- Bernes G., Höjer A. och Gustavsson A.M. (2017) Innehåll av fytoöstroger i olika rödklöversorter. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. Rapport 1. 26 s.
- Beattie V.E., Breuer K., O'Connell N.E., Sneddon I.A., Mercer J.T., Rance K.A., Sutcliffe M.E.M. och Edwards S.A. (2005) Factors identifying pigs predisposed to tail biting. *Animal Science* 80(3), 307–312.
- Foster J.A., Rinaman L. och Cryan J.F. (2017) Stress & the gut-brain axis: Regulation by the microbiome. *Neurobiology of Stress* 7, 124–136.
- Göransson L. (2009) Foder till ekologiska grisar. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport. 5 s. https://www.gardochdjurhalsan.se/wp-content/uploads/2019/02/foder_till_ekologiska_grisar.pdf
- Hermansen J.E., Jørgensen U., Lærke, P.E., Manevski K., Boelt B., Jensen S.K., Weisbjerg M.R., Dalsgaard T.K., Danielsen M., Asp T., Ambye-Jensen M., Sørensen C.A.G., Jensen M.V., Gylling M., Lindedam J., Lübeck M. och Fog E. (2017) Green biomass-protein production through biorefining. Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. DCA rapport 93.
- Presto M., Rundgren M. och Wallenbeck A. (2013) Inclusion of grass/clover silage in the diet of growing/finishing pigs – Influence on pig time budgets and social behaviour. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 63(2), 84–92.
- 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.
- Welfare Quality® (2009) Assessment protocol for pigs, welfare quality® consortium. The Netherlands: Lelystad.

ProRefine: Fraktionering av vallbaljväxter för produktion av proteinrikt foder

B. Micke¹, S.A. Adler², H. Steinshamn² och D. Parsons¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap, Umeå

²NIBIO – Norsk institutt for bioøkonomi, Tingvoll, Norge

Korrespondens: brooke.micke@slu.se

Sammanfattning

Fraktionering och s.k. bioraffinering av vallfoder kan utgöra metoder för att i liten skala producera proteinrikt foder till enkelmagade djur och fiberrikt foder till idisslare. Nya tekniker för att dela upp vallbaljväxter i olika fraktioner provas i såväl laboratorie- som fältskala i norra Sverige (Röbäcksdalen) samt Norge (Tingvoll). Fältsök etablerades 2018 med olika sorter av rödklöver, lusern och alsikeklöver i renbestånd. Vi tog tre skördar i Sverige och fyra i Norge. Avkastningen var större i de svenska försöken. Rödklövern hade störst avkastning i alla skördar på båda ställena. Vidare analyser av de olika fraktionerna ska göras, inklusive kvalitet och mängd.

Introduktion

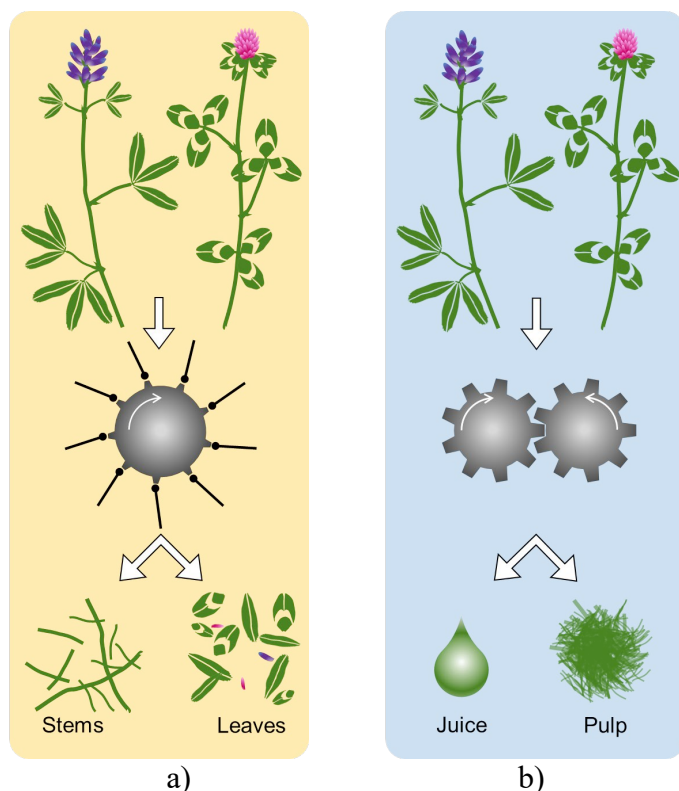
I projektet ProRefine provas metoder för att dela upp vallbaljväxter i olika fraktioner; en fraktion med stort proteininnehåll som passar för enkelmagade djur och en fiberrik fraktion för idisslare. Projektet är ett samarbete mellan Norge, Sverige, Danmark, Frankrike, Italien och Turkiet. Syftet är att öka försörjningen av protein till våra husdjur på ett uthålligt sätt från lokala källor.

De två metoder för fraktionering som provas är skruvpressning och bladrening (figur 1a). Skruvpressning innebär att grödan får passera genom en maskin som pressar ut vätskan och lämnar en fiberrik massa (figur 1b). I en aktuell doktorsavhandling från Danmark (Damborg *et al.*, 2019) visas att fibermassan kan användas av mjölkkor utan att det påverkar mjölkproduktionen negativt. En teori är att den mekaniska bearbetningen av växtfibrerna förbättrar smältbarheten. Den utpressade vätskan måste processas ytterligare, t.ex. genom uppvärmning, för att fälla ut proteinet som därigenom kan separeras från vätskan.

Bladreningmetoden innebär att blad och tunnare stjälkar avskiljs från de mer fiberrika delarna av växten. Den fiberrika delen kan ensileras direkt och användas till idisslare. Den bladrika fraktionen har relativt hög vattenhalt och måste konserveras i blandning med andra fodermedel, eller torkas.

Material och metoder

Våren 2018 anlades fältsök i Röbäcksdalen, Sverige och Tingvoll, Norge. Varje försök bestod av fyra block. Fem vallbaljväxter såddes i renbestånd; blålusern (*Medicago sativa* L., sorterna Ludvig och Karlu), rödklöver (*Trifolium pratense* L. sorterna Gandalf och Lars) och alsikeklöver (*T. hybridum* L., sort Frida) i rutor med 12 m² yta. Lusernfröna inokulerades före sådd med en torvbaserad inokulant med *Rhizobium*-bakterier. På grund av att lusernsorten Karlu etablerade sig dåligt gjordes en ytterligare inokulering genom att försöksytan vattnades med en blandning av vatten och den torvbaserade inokulanten.



Figur 1. a) Fraktionering i fält med en vallskördemaskin som reparer av blad och tunna stjälkar från plantan. Grövre stjälkar lämnas kvar. b) Fraktionering på laboratorium/gård med en press som separerar grödan i proteinrik vätska och fiberrik massa. (Bilder: Steffen Adler, NIBIO).

Den första skördetidpunkten bestämdes av när tidig blomning i rödklöver inträffade. De följande skördarna togs med utgångspunkt från antalet graddagar (tabell 1). Innan skörden registrerades planthöjd, beståndshöjd och fenologiskt utvecklingsstadium i varje ruta. Dessutom genomfördes spektrala mätningar med ett par olika instrument; LinkSquare respektive FieldSpec. Den botaniska sammansättningen mättes i två kvadrater (0,1 m²) per ruta.

Tabell 1. Skördedata och ackumulerade graddagar i fältförsök med vallbaljväxter på Röbbäcksdalen, Sverige och Tingvoll, Norge år 2019.

Försöksplats	Röbbäcksdalen		Tingvoll	
	Datum	Graddagar ¹	Datum	Graddagar ¹
Första skörd	19 jun	496	12–14 juni	577
Andra skörd	26 jul	1012	22–23 juli	1108
Tredje skörd	06 sep	1576	19 och 21 augusti	1591
Fjärde skörd	-	-	26-sep	2041

¹Graddagar = ackumulerad daglig medeltemperatur från den femte dagen i rad med en medeltemperatur på minst 5 °C.

Vid skörd 1 och 2 i Sverige och alla skördar i Norge slogs hela grödan med 10 cm stubbhöjd. Vid skörd 3 i Sverige slogs hälften av rutorna enligt ovan, medan den andra hälften skördades med en maskin för fraktionering i fält (figur 1a). Maskinen separerar baljväxter i fält genom att avlägsna blad och tunna stjälkar vilket bildar en proteinrik fraktion. De kvarlämnade grova stjälkarna utgör den fiberrika delen. Dessa stjälkar skördades senare med en stubbhöjd på 10 cm. Efter skörden vägdes allt material och prover togs för vidare analys.

Den grönmassa som skulle fraktioneras på laboratorium kördes genom en typ av skruvpress (Angel 7500, Angel CO., LTD., Korea) varigenom proteinrik vätska skildes från en fiberrik fraktion (figur 1b). Mängderna av de båda fraktionerna vägdes. Halten torrsbstans (ts) bestämdes i helgröda och fraktioner efter torkning vid 105 °C.

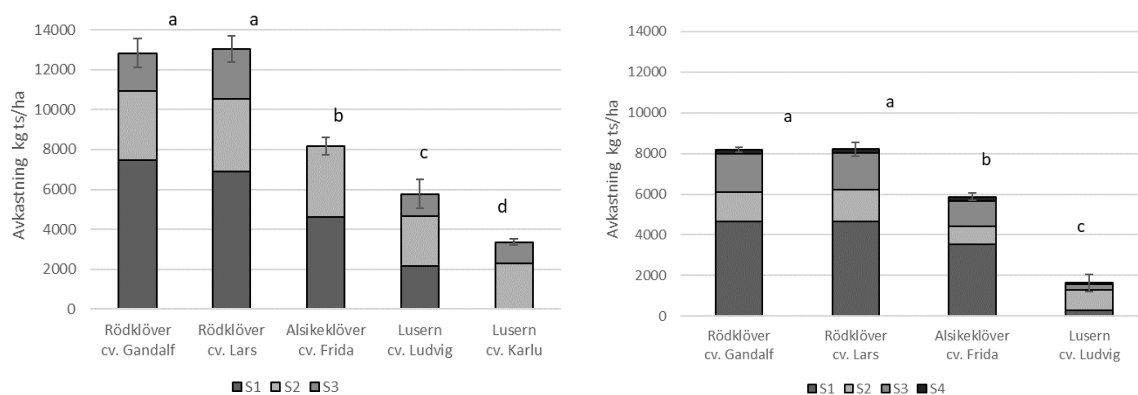
Resultat och diskussion

Den sådda andelen baljväxter (på ts-basis) i varje ruta varierade mellan arterna, med ett medeltal på 90 % för rödklöver, 76 % för alsikeklöver och 60 % för lusern.

Den årliga ts-avkastningen (i Mg = 1 000 kg) för rödklöversorterna var i genomsnitt 12,9 Mg/ha i det svenska försöket och 8,2 Mg/ha i det norska (figur 2; 1 Mg = 1 000 kg). Alsikeklövern avkastade i medeltal 8,2 Mg/ha respektive 5,9 Mg/ha. Lusernsorten Ludvigs avkastning var mindre – i genomsnitt 5,8 Mg/ha i Sverige och 1,6 Mg/ha i Norge. Lusernsorten Karlu hade ett dåligt bestånd våren 2019 och skördades inte i första skörden.

Ett flertal faktorer kan ha medverkat till lusernens ringa avkastning. På båda försöksplatserna reducerades antalet plantor den första vintern. På Tingvoll var antalet aktiva *Rhizobium*-knölar litet och många av plantorna hade stjälskröta. Svag knölbildning bidrog troligen till den ringa biomassan i det svenska försöket. Efter en förnyad inokulering ökade avkastningen i andra och tredje skörd.

Avkastningsresultaten från tredjeskörden på Röbbäcksdalen, där fraktionering gjordes i fält, ska bearbetas statistiskt. Analysen av motsvarande data från pressvätska respektive fibermassa från skruvpressen pågår för närvarande.



Figur 2. Avkastning i varje skörd (S1-4) av vallbaljväxter, till vänster: skördade på Röbbäcksdalen (2 eller 3 skördar, n = 4) respektive till höger: Tingvoll (4 skördar, n = 4). "Strecken" anger standardfelet (SEM) för totalskörden. De små bokstäverna anger skillnader mellan sorternas totalskörd, enligt Tukey's test ($P < 0,05$).

Tack

Projektet finansieras via Horizon 2020 ERA-Net, CORE Organic Cofund med medfinansiering av europeiska kommissionen.

Referens

Damborg V.K., Jensen S.K., Johansen M., Ambye-Jensen M. och Weisbjerg M.R. (2019) Ensiled pulp from biorefining increased milk production in dairy cows compared with grass-clover silage. *Journal of Dairy Science* 102(10), 8883–8897. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-16096>

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) Vombsjösänkans 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.

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>