

Vallkonferens 2026





Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för växtproduktionsekologi
Department of Crop Production Ecology

Vallkonferens 2026

Konferensrapport

3–4 februari 2026
Uppsala, Sverige

Publicerad av/Publisher:

Organisationskommittén för Vallkonferens 2026
Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för växtproduktionsekologi
Box 7043, 750 07 Uppsala
ISSN 1653-5375
ISBN 978-91-8124-170-9 (tryckt version), 978-91-8124-171-6 (elektronisk version)
<https://doi.org/10.54612/a.4sq5j1olk2>

Title in English: Proceedings of Forage Conference 2026

Referat:

I rapporten presenteras resultat från aktuell forskning kring vallodling samt vallfodrets utnyttjande hos nötkreatur och hästar. Odlingmaterialets produktion och näringsvärde behandlas, olika tekniska lösningar rörande vallodling och bete presenteras och vallens betydelse för livsmedelsförsörjning och klimat diskuteras. Konferensen arrangeras av institutionerna THV och VPE vid SLU i samarbete med Växa, Hushållningssällskapet, Greppa Näringen via Jordbruksverket och LRF.

Summary:

This report presents the results of current research on grass production and forage utilisation in cattle and horses. The production and nutritive value of different forage species are presented, as well as technical solutions for grassland management and grazing, and the value of grasslands in the context of food supply and climate is discussed. The conference is organised by the Departments of Applied Animal Science and Welfare and Crop Production Ecology at SLU, in collaboration with Växa, the Swedish Rural Economy and Agricultural Society, Greppa Näringen (Swedish Board of Agriculture) and LRF.

Ämnesord: Vallodling, växtförädling, vallfoderutnyttjande, utfodring, näringsvärde, uthållighet, bete, skördestrategier, gödslingsstrategier, ekonomi, miljöeffekter, resiliens, idisslare, hästar

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

Organisationskommitté/Organising Committee:

Gun Bernes, SLU, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd (THV, Umeå)
Ola Hallin, Hushållningssällskapet
Pernilla Kvarmo, Greppa Näringen/Jordbruksverket
Hans Lindberg, Växa
Cecilia Müller, SLU, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd (THV, Uppsala)
Nilla Nilsson-Linde, SLU, Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE, Uppsala)
Rolf Spörndly, SLU, Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd (THV, Uppsala)
Ulrika Åkesson, LRF

Redaktörer/Editors: Nilla Nilsson-Linde och Gun Bernes

Omslagsteckning/Cover illustration: Ellinor Spörndly-Nees

ORCID: Nilla Nilsson-Linde <https://orcid.org/0000-0002-1868-7803>
Gun Bernes <http://orcid.org/0000-0002-3576-8752>

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

Copyright ©2026 SLU.
De enskilda bidragen i denna publikation och eventuella felaktigheter i dem är författarnas ansvar.

Förord

Dags för den femte vallkonferensen! År 2014 genomfördes den första och sedan dess har vi anordnat Vallkonferens vart tredje år på Ultuna i Uppsala. I år kommer också hästsessionen tillbaka efter ett uppehåll 2023.

Konferensen lyfter grovfodrets betydelse, från åker och naturbetesmark via djuren till produktion av livsmedel. Den gröna näringskedjan som grovfodret utgör ska också bidra till hållbarhet för klimatet, den biologiska mångfalden samt sociala och ekonomiska aspekter för såväl den enskilda företagaren som för samhället. Under konferensdagarna får vi ta del av det senaste från nya och pågående projekt från forskare, doktorander med flera som arbetar med att lyfta betets och vallens betydelse. En annan viktig del av konferensen är samtalen som sker mellan åhörare, föredragshållare, postervisare, utställare, finansiärer, studenter och alla som är på plats för att utveckla framtidens skötsel av betesmarker och vallodling samt utfodring av grovfoder för att säkerställa en hållbar och robust livsmedelsproduktion.

Hela 34 föredrag och 27 postrar finns att fördjupa sig i under konferensen. Första dagen ligger fokus på hållbar djur- och vallskötsel med en utvärdering av vallens betydelse för livsmedelsproduktionen och lönsamma klimatåtgärder, dels genom bevattning, dels genom växtförädling. Senare på eftermiddagen lär vi oss mer om praktiska lösningar och betande djurs välbefinnande, bl.a. via den nu godkända tekniken virtuella stängsel. Under minglet innan middagen på kvällen kan vi ta del av alla intressanta postrar. Flera av dessa rör pågående projekt med stor bredd, från förädling, teknik, skördestrategi och gödsling, till klimat, robusthet och hälsosamma fettsyror. Det är troligt att vi återkommer till dessa projekt också på Vallkonferens 2029, för att få veta de slutliga resultaten. Andra dagen startar med kolbalanser och miljövinster i vallodling för att sedan fokusera på praktiska kunskaper om etablering, vallbrott och vallbaljväxternas betydelse i vallen. Dagen fortgår med utfodring och ekonomi, där vikten av att lyckas producera vallfoder av hög kvalitet förutom god lönsamhet kan bidra till miljönytta och mindre klimatavtryck. Vi får också en inblick i hur vallrådgivningen bedrivs i Norge. Sist finns en möjlighet att ta del av hästsessionen med föredrag om utfodring med vallfoder till hästar. Ämnena belyser socker, vallbaljväxter samt hur övergång från hösilage till bete påverkar hästen. Vi kommer också få mer kunskap om utfodring av ensilagepresskaka från bioraffinering samt hur olika gräsarter påverkas av hård betning.

Ni är alla varmt välkomna till Vallkonferens 2026! Vi hoppas att konferensen ska uppfylla era förväntningar och att Ni får med er ny kunskap och nya kontakter som kan hjälpa er i ert dagliga arbete med att utnyttja vallen och betet på bästa sätt.

Organisationskommittén vill speciellt tacka Stiftelsen Seydlitz MP bolagen, Stiftelsen Lantbruksforskning, Stiftelsen Anders Elofsons fond och Stiftelsen Svenska Vallföreningens fonder som delfinansierar Vallkonferens 2026. Vi vill också rikta ett tack till övriga sponsorer och organisationer som stöttar konferensen och medverkar som utställare.

Länghem den 19 januari 2026

Organisationskommittén genom Ola Hallin

Innehåll

Föredrag

Perspektiv på vallen

Planetary boundary perspective to redesign sustainable animal and grassland management 7
C. Huyghe

Örter i vallen – kunskapsläget i Sverige och Norden 16
D. Parsons, M. Ramin, P. Fant, O. Hallin, N. Nilsdotter-Linde och B. Micke

Förslag till nytt regelverk för den gemensamma jordbrukspolitiken 20
E. Bölenius

Vallens betydelse för livsmedelproduktionen i Sverige – hur mycket av vår mat kommer från vallen? 22
J. Karlsson och R. Spörndly

Klimatåtgärder och klimatanpassning

Lönsamma klimatåtgärder på mjölkgården 26
C. Sandberg, L. Eriksson, M. Stenberg och T. Karlsson

Effekter av bevattning på vallskördens kvalitet 30
I. Wesström, N. Nilsdotter-Linde och A. Joel

Bevattning mot foderbrist 34
C. Andås

Effektiv växtförädling för en hållbar och lönsam vallfoderproduktion 38
L. Öhlund, M. Söderholm och J. Osterman

Effekt av kvävegiva och skördetid på Kernza som vallgröda 42
K. Lätt, D.A. Danielsson, V. Picasso, O. Hallin, B. Sandström, E. Rasmusson och K. Arvidsson Segerkvist

Bete och tekniska lösningar

VallSat: Satellitbaserade digitala verktyg för skötsel av vall 46
E. Ayari, D. Parsons, J. Peng, J. Mickelåker, V. Manabe och J. Oliveira

Virtuella stängsel – digitalt verktyg för framtidens naturvård 50
M. Hiron, L. Wahlund, D.T. Hickman och F. Petters

GUARDIANS utvecklar digitala möjligheter för vall och bete enligt agroekologiska principer 54
A. Jamieson och A. Englund

Midsommarlamning ger väl utnyttjat naturbete och kontroll på parasiterna – Gunnar Danielsson, 58
Berghult, Kosta
H. Lindberg

Att förnya vallen i torkområde – Åke Johansson, Lilla Hult, Öland 60
H. Lindberg

Etablering, vallbrott, växtföljd	
Såtidpunkter vid vallinsådd i höstvet	62
<i>O. Hallin</i>	
 Höstetablering av blandvall i höstspannmål	65
<i>F.F. El Khosht, O. Hallin, I. Öborn, G. Bergkvist, A.S. Dahlin, C. Watson och N. Nilsdotter-Linde</i>	
 Glyfosatfritt vallbrott inför höstvet – strategiers inverkan på kväveläckage och gröda	69
<i>H. Aronsson, L. Norberg och A. Lundkvist</i>	
 Växtföljdens inverkan på rotröta i rödklöver	73
<i>E. Edin, Z. Omer, A.-C. Wallenhammar och N. Nilsdotter-Linde</i>	
 Vallbaljväxter i ekologiska odlingssystem – kväveeffterverkan i efterföljande höstvet	77
<i>A.-C. Wallenhammar, E. Edin, Z. Omer och A. Granstedt</i>	
 Utfodring av vallfoder	
Inverkan av ensilagets kvalitet på uppkomsten av ”blåbärssmak” i mjölken	81
<i>J.C.C. Chagas, G. Bernes, A. Höjer, S. Agenäs, R. Båge, Å. Lundh, K. Hallin Saeden och M. Hetta</i>	
 Klimatavtryck från foderstater i svensk mjölkproduktion	85
<i>M. Managos, C. Lindahl, U. Sonesson, S. Agenäs och M. Lindberg</i>	
 Bra vallfoder – minska proteinkoncentratet	89
<i>N. Andresen</i>	
 Är rörsvingel eller ängssvingel mest lönsam i vallbaserad nötköttsproduktion?	93
<i>K. Holmström, K.-I. Kumm, H. Andersson, M. Jardstedt, D. Sousa och A. Hessle</i>	
 System, management, ekonomi	
Vallproteinets miljönyttor – några lärdomar från en breddad systemanalys	96
<i>C. Cederberg</i>	
 Samband mellan olika hållbarhetsaspekter på europeiska djurgårdar	99
<i>E. Diaz Vicuna, N. Adams, L. Smith och A. Hessle</i>	
 Grovfoderrådgivning i Norge	103
<i>R. Borchsenius</i>	
 Ekonomi i vallodlingen	108
<i>H. Lindberg</i>	
 Vallfoder och bete för hästar	
Veterinära aspekter på grovfodrets sockerinnehåll till hästar	112
<i>E. Svonni</i>	
 Ensilagepresskaka som foder till hästar	116
<i>C.E. Müller, E. Brodin, F. Karlsson Lindgren och J. Yngvesson</i>	
 Ensilerad vass som grovfoder till hästar	120
<i>W. Ashworth, M. Connysson, B.-O. Rustas, Ö. Östman och C.E. Müller</i>	

Upprepad återväxtskörd av olika gräsarter – simulering av hårt hästbete <i>C.E. Müller, Å. Ergon, M. Halling och R.B. Jensen</i>	123
Torrsubstansintag och metabol respons hos hästar vid övergång från hösilage till bete <i>R.B. Jensen och C.E. Müller</i>	127
Vallbaljväxter i grovfoder för hästar – pågående studier <i>C.E. Müller och R.B. Jensen</i>	131

Postrar

Diversivall – mer produktiva och motståndskraftiga vallar genom ökad biologisk mångfald <i>D. Parsons, B. Micke, V. Picasso, O. Hallin, P. Fant och M. Ramin</i>	134
DivGrass – ökad resiliens med mer biologisk mångfald <i>K. Holmström och A. von Essen</i>	137
Näringsvärde hos vilda baljväxtarter i blandvallar i norra Sverige <i>B. Micke och D. Parsons</i>	139
Första och andra årets avkastning i vallblandningar med kuraklöver <i>D. Parsons</i>	142
CyberGrass 2 – nordiskt samarbete för precisionsodling av vall <i>J. Oliveira, E. Ayari, V. Manabe, B. Bollhöner, M. Björs, P. Korhonen, J. Kaivosoja, A. Louhisuo, R. Näsi, R. Oliveira, T. Gylfadóttir, A. Hamedpour och D. Parsons</i>	145
Vall-Reparera: projekt för restaurering av vallar – iakttagelser från år 1 <i>C. Palmborg, B. Bollhöner, M. Björs, D. Parsons och J. Oliveira</i>	148
Identifiering av torktålig timotej och engelskt rajgräs för framtida odlingsförhållanden <i>J. Junkers, L. Öhlund och A. Chawade</i>	151
Nya effektiva metoder för förädling av timotej (<i>Phleum pratense</i> L.) <i>P.K. Ingvarsson, G. Bedada, A. Ceplitis, A.-M. Gustavsson, S. Moreno, Y. Rahimi, A. Westerbergh och L. Öhlund</i>	154
Genomisk selektion i rödklöver <i>J. Osterman och L. Öhlund</i>	157
Växtförädling för ökad fröavkastning av rödklöver <i>Å. Lankinen, K. Svensson, M. Geleta, M. Larsson, D. Parsons, L. Öhlund och A. Kihlstrand</i>	160
Inverkan av torka på vallproduktion och markens kolförråd i ett framtida klimat <i>K. Meurer, T. Jay och N. Maaroufi</i>	163
Utvärdering av vallfröblandningar under ökande skörde- och gödslingsintensitet <i>E. Ekstav, L. af Geijersstam, A. Nilsson, D. Parsons och V. Picasso</i>	166
Behov av svavelgödsling i baljväxtrika ekologiska vallar <i>A. Linnell</i>	169

Prestation och välfärd hos unga mjölkraskvigor som hanteras med virtuell stängsling i norra Sverige	171
<i>J.C.C. Chagas, K. Liffen, G. Vaccargiu, K. Ren, J. Oliveira och M. Hetta</i>	
Estimering av vallkvalitet med Arable Mark 3, en kommersiell fältspektrometer	174
<i>J. Forss, J. Oliveira och D. Parsons</i>	
Jämförelse av ensilageborrhär med handhållen NIR	177
<i>J. Karlsson, B.O. Rustas, J. Oliveira och T. Lundborg</i>	
NjordFeed – det automatiserade labbet för foderoptimering på gården	180
<i>A. Back och M. Stockhaus</i>	
Hur påverkar övergången från stallutfodring till deltidsbete mjölkors ämnesomsättning och produktion?	183
<i>P. Fant, G. Mantovani, J. Chagas, J. Karlsson, M. Ramin och E. Detmann</i>	
Extensivt bete gav kött med hälsosamma fettsyror	186
<i>Q. Mashood, A. Hessle, V. Olsson, M. Therkildsen, S. Krogh Jensen och K. Arvidsson Segerkvist</i>	
Valltävling – läget efter första vallåret	189
<i>N. Andresen, N. Åkesson, R. Spörndly och M. Dahlberg</i>	
Videor om lantbrukares innovationer inom betesdrift i EU-projektet Grazing4AgroEcology	192
<i>L. Johansson, L. af Geijersstam, A. Hessle och N. Nilsdotter-Linde</i>	
BLANDSKAP: Projekt för integrering av djur i växtodlingen	195
<i>A.S. Dahlin, D.T. Hickman, G. Bergkvist, I. Öborn och S. Agenäs</i>	
Effekter av skördetillfälle, torrs substanshalt och tillsatser på fermenteringsegenskaper hos klöver/gräsen silage	198
<i>J. Perez, J. Dicksved, M. Presto Åkerfeldt och H. Gonda</i>	
Den robusta ekologiska gården i en föränderlig omvärld	201
<i>B. Johansson, A. Backlin och G. Johansson</i>	
Indikatorer för miljöbedömning av betesbaserad köttproduktion	204
<i>C. Moncorgé, J.O. Karlsson, M. Hedblom och P. Tidåker</i>	
Vallens värde som råvara för produktion av biogas och protein till grisar – ett konkret gårdsexempel	207
<i>C. Gunnarsson, L. Eliasson och M. Edström</i>	
Bioraffinering av vallväxter – val av areal och systemperspektiv	210
<i>N. Elshani, H. Steinshamn, S. Adler och P. Tidåker</i>	

Planetary boundary perspective to redesign sustainable animal and grassland management

C. Huyghe

INRAE, 147 rue de l'Université, 75338 Paris, France

Corresponding author: christian.huyghe@inrae.fr

Sammanfattning

Här föreslås en systembaserad omstrukturering av djur- och vallproduktionen. Den baseras på "Planetary Boundary framework", ett ramverk för hållbar utveckling som definierar gränsvärden för påverkan gällande vad vår planet kan tåla inom nio olika områden. År 2025 hade redan sju av de uppsatta gränserna överskridits. Bland dessa återfinns alla de områden som är knutna till livsmedelsproduktion, däribland biologisk mångfald, markanvändning och biogeochemiska flöden. Denna uppsats fokuserar på flödet av kväve. Nivån på kväveförlusterna beräknas globalt sett vara 46 kg/ha, vilket är långt mer än den säkra nivån som beräknas vara ca 15 kg/ha. För att återgå till en ekologiskt hållbar nivå måste effektiviteten i livsmedelssystemets kväveutnyttjande (NUE) fördubblas från nuvarande 20 % till 40 %. Viktiga faktorer i denna omställning är en ändrad kost med lägre andel animalt protein samt att införa mer agroekologiska metoder. Där ingår att odla mer artrika grödor för att öka den biologiska kvävefixeringen, förbättra jordhälsan för säkrad näringstillgång samt odling av mellangrödor. Dessutom är det viktigt med en förbättrad koppling mellan djur- och växtproduktion på gårds- eller regional nivå, för att få en effektiv cirkulering av näringsämnen. Det behövs ett paradigm-skifte där produktivitet ersätts av ett utökat systemtänkande, där kväveförlust per hektar kan användas som mått på miljömässig hållbarhet.

Abstract

A systemic redesign of animal and grassland management based on the Planetary Boundaries framework is proposed. By 2025, seven of nine boundaries have been exceeded, specifically all those linked to agri-food systems, such as biodiversity, land use, and biogeochemical flows. A critical focus is placed on the nitrogen cycle, where current losses average 46 kg/ha, far exceeding the safe operating target of approx. 15 kg/ha. To return within these ecological limits, the overall Nitrogen Use Efficiency (NUE) of the agri-food system must double, increasing from the current 20 % to 40 %. Key levers for this transition include shifting human diets towards less animal protein and adopting agroecological practices. These practices involve utilizing multispecies swards to enhance biological nitrogen fixation, improving soil health to ensure nutrient availability, and implementing relay cropping. Furthermore, the coupling of animal and plant production at farm or regional levels is essential for effective nutrient recycling. Ultimately, a paradigm shift is required where productivity is replaced by a management of systemic complexity, using N loss per hectare as a primary metric for environmental performance.

Introduction

Redesigning animal and grassland management, and more generally speaking the future agriculture, requires thinking globally. The planetary boundaries were proposed in 2009 by Rockström *et al.*, from the Stockholm Resilience Centre, as a fertile framework. Nine boundaries were defined, five being related to agriculture and food: climate change, land use, biodiversity, freshwater use, and biogeochemical flows, with a focus on nitrogen and phosphorus.

Over the last decades, the situation is rapidly degrading. While in 2009 only three boundaries were crossed, out of the seven which were assessed, in 2025, seven were crossed, the last one being the Ocean Acidification. All boundaries related to agriculture and food are crossed, the one related to biogeochemical flows being the one that was first crossed and where the situation is the most difficult today. In the present paper, we will focus on nitrogen.

Andersen *et al.* (2024) implemented the framework of a Safe and Just Operating Space, analysing the situation of every country, in respect of the situation regarding the planetary boundaries as well as the status in terms of social equity which includes, among others, gender issues, education, and access to safe and affordable food. They showed that all countries where social equity was achieved were beyond the planetary boundaries, and that in all countries below the threshold in terms of planetary boundaries social equity is not fulfilled. To further show the complexity of the situation regarding agriculture and food, it appears that the percentage of animal protein in human diets is beyond 50 % in all countries where social equity is achieved with most boundaries being crossed. This underlines the need for a global systemic approach, redesigning agricultural and food systems. It also introduces a major question: is it possible to get back into the planetary boundaries with the present diets, and especially the very high level of animal products and especially meat, in our European diets? Our present food system is unsustainable and threatening planetary boundaries.

Results and discussion

1 How to reach the planetary boundaries?

We will focus on the Biogeochemical flows Planetary Boundary, with a particular focus on nitrogen.

1.1 Nitrogen and proteins

Nitrogen and proteins are part of the same cycle of reactive nitrogen. While the atmosphere is made of 80 % of N_2 , a fully stable form of nitrogen, the reactive forms of nitrogen go from highly reduced ones (proteins) to a high level of oxidation (nitrate). These forms of reactive nitrogen are essential to the plant and animal life but are sources of environmental impact, such as nitrates when leaking into freshwater, ammonia when released in the air or nitrous oxide (N_2O), a major greenhouse gas produced by agricultural activity.

The underlying model

To explore the possibilities of getting back into the planetary boundaries related to nitrogen, we will use the framework proposed in the foresight of Chatzimpiros and Harchaoui (2023). They proposed a simple model for proteins produced from plant production, based on grasslands and crops, these proteins being used either for human food or for feeding animals, while the animal proteins are then used to feed humans. In the present paper, we will consider that the proportion of grasslands will be kept constant, as a way to preserve biodiversity and that the overall cultivated area in the world will also be kept constant, not to further deteriorate the Land Use situation. At the world level, the present share of annual grain crops allocated to animal feed is 57 %.

We analyse the consequences of different human diets, and of changes in the plant and animal production systems.

Present production of proteins and distance to N planetary boundary. How many people can be fed under various dietary options?

Figure 1 shows the present situation and the possible incidence of changes in human diets. It also illustrates the trajectories, both in organic and conventional farming to get back within the planetary boundaries.

In the present agronomic and food systems, the mean production of proteins for feeding humans reaches 13.2 kg of protein N per ha of cultivated land. At the same time, the excess of nitrogen per hectare of cultivated land reaches 46 kg, while the target value of the planetary boundary is 15 kg N, with an interval between 10 and 20. This illustrates the distance to the planetary boundary regarding nitrogen.

As the cultivated area is kept constant, it is possible to estimate the number of people that can be fed. The right scale in Figure 1 gives the number of people that can be fed in relation to the quantity of protein N produced per ha. The three horizontal lines correspond to three world population scenarios developed by UN (UNDESA, 2022). According to this calculation, the present situation would be satisfactory to meet the needs of the low and intermediate scenarios, in absence of wastes and losses. However, it is not enough for a scenario of a very high world population, even if this scenario is considered as unlikely.

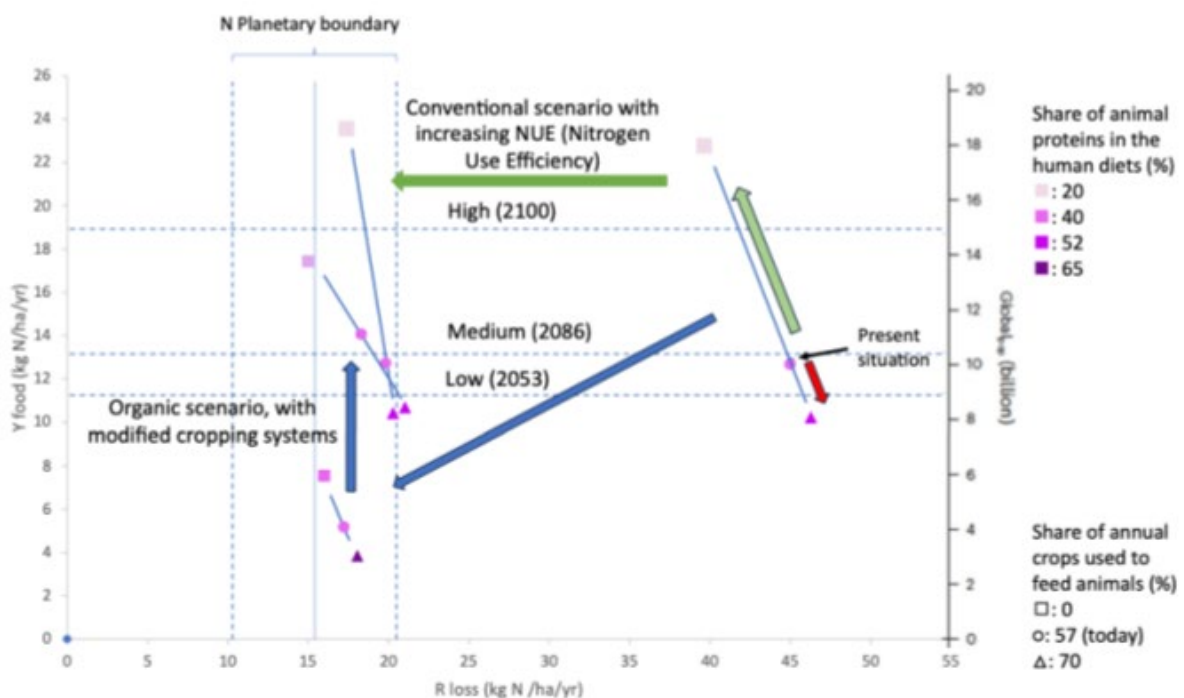


Figure 1. Setting the scene, with the three world population scenarios, the possible dietary transition (hatched arrows) and the possible agricultural trajectories in conventional (in black) and organic farming (in grey) to get back into the planetary boundary regarding use of nitrogen.

Changing the composition of human diets has significant consequences. In all scenarios, if the share of animal protein increases, with more monogastrics (pigs and poultry), less people may be fed. Feeding more monogastrics requires more annual grain crops to be devoted to feed animals and it further deteriorates the situation of N losses. On the other hand, if the proportion of animal protein is reduced, it is possible to feed more people, where the only animal products would be ruminant-based ones, as the land share allocated to grasslands is preserved. Feeding

more humans would be possible through the increase of production in natural and semi-grasslands when restoring degraded swards. In these situations, overseeding with annual or perennial legumes shows great benefits on agronomic performance as well as on the avoidance of further degradation.

Under both trajectories, it seems to be possible to produce enough protein to feed the world population while meeting the objectives of getting back within the N planetary boundary. However, it is worth noticing that this represents a tremendous gap in the overall Nitrogen Use Efficiency (NUE) of the agri-food system. Indeed, it means moving from the actual 20 % overall efficiency to a 40 % overall efficiency, to preserve the average diet composition. In case of larger world population, changes in human diet composition become the most relevant answer.

1.2 What are the possible options for grasslands-based agri-food systems?

The possible actions relevant for meeting the nitrogen planetary boundary are summarised in Table 1. It also indicates their relevance regarding the other planetary boundaries.

Table 1. Possible actions to be implemented to reach the nitrogen planetary boundary, and its relevance to other planetary boundaries. For Biodiversity Planetary Boundaries, data were obtained from the IPBES 2024 report (O'Brien *et al.*, 2024), corresponding to the Balanced scenario.

Domain	Actions	Relevance to Planetary Boundaries
Conserve natural ecosystems	0-conversion of intact grassland ecosystems	Biodiversity; Land Use
Restore agricultural ecosystems	Restore soil health	Biodiversity; Climate
Manage ecosystem functions	Agroecology-based grassland farming	Biodiversity; Land Use; Freshwater
Manage ecosystem functions	More biological nitrogen fixation	Climate
Manage ecosystem functions	Coupling animal and plant production	Land Use; Climate
Manage ecosystem functions	Animal genetics and feeding	
Reduce pollution	Reduce nutrient pollution	Freshwater; Climate; Novel entities
Reduce pollution	Sustainable intensification	Biodiversity; Land Use; Freshwater; Climate
Sustainable consumption	Efficient water use	Freshwater
Sustainable consumption	Reduce wastes and losses	Land Use; Freshwater; Climate
Sustainable consumption	Sustainable and healthy diets	Biodiversity; Land Use
Integrate planning and governance	Landscape approach and cooperation among farms	Land Use
Integrate planning and governance	Local food systems and sewage reuse	Biodiversity; Freshwater
Ensure rights and equity	Access to water and resources	Biodiversity; Freshwater; Climate
Align financing and policies	Repurpose public spending	All

2 Actions relevant to grassland-based agrifood systems

Both in conventional and organic farming, the same range of actions may be applied, even if a fine-tuning is required, especially in organic farming where biological nitrogen fixation and nutrient recycling will play a more important role.

2.1 Reducing wastes and losses

The first possible option is to reduce wastes and losses. In most cases, reducing wastes and losses is mainly focused on human food where an average of 30 % of food is estimated as lost between the farm gates and the consumers. It is also essential to reduce losses at the farm and paddock levels. The non-harvested biomass is not considered as a loss; however, a well-defined grazing management makes it possible to achieve a larger biomass production and use. The biomass lost after cutting is a real loss. If a forage is wilted after harvest, proteins may be lost through the loss of leaves and carbon may be lost because of respiration. So, a quick drying process must be strived for and it is facilitated thanks to new conditioner mower systems. After harvest, and when stored as silage, in large silos or in round bales, special attention must be paid to the wrapping, the conservation and the use of the silage. Losses may be significant if the fermentation process is not correct. This may happen when the water content is too high, the buffering capacity of the forage too high (due to the presence of a high percentage of legumes) or as a consequence of low level of fermentable carbohydrates in the grass as may happen with cocksfoot. It must be stressed that Sweden is one of the few countries which has paid attention to this issue in the past decades (Spörndly and Nilsson-Linder, 2011).

2.2 Plant varieties and management

The composition of the swards is an important factor, both by the choice of species and varieties. The genetic gains in herbage production that have been made in the recent decades at constant fertilisation regime contribute to improve the NUE. An illustration of such genetic gains has been recently published for alfalfa (Tilhou and Riday, 2025), even if the gains have been more limited than those observed on annual grain crops concerning biomass and protein content.

Grassland management plays an important role in the NUE. The type of N fertilisers (mineral vs. organic) does not have any significant impact if the fertilisation is adequate for the other nutrients. Liming has proven to be beneficial, with higher NUE achieved at pH close to 7 (Egan *et al.*, 2019). In dry climate, it has been shown that water supply and irrigation management is essential to achieve high NUE.

2.3 Multispecies swards and more complex crop rotations

The most important feature in grassland management appears to be the species composition, following the agroecology principles, as illustrated by results of the Grazing4AgroEcology Thematic network. Higher NUE and better N balance are achieved in multi-species swards (Obasoro *et al.*, 2025). Experiments run in Ireland showed that mixtures of either 6 or 12 species, including legumes, had larger herbage production and higher NUE than pure stands of perennial ryegrass (Figure 2), with a stable pattern over the years.

The NUE must be assessed at the level of crop rotations. Starting with the present European cropping systems, any increase in legumes, and especially forage legumes, is beneficial to the overall NUE. It has been shown that some forage legumes can be used as service crops (living mulches) for the grain crops. A further modification of cropping systems to increase the NUE is the implementation of relay cropping (Gesch *et al.*, 2023). Relay cropping makes it possible to increase the biomass and protein production per unit area, with a LER (Land Equivalent

Ratio¹⁾ close to 1.8 in most situations, thanks to the coexistence of two crops and moreover if one of them is a legume, NUE is increased. In management of grasslands, the sowing of a new ley undersown in a cereal crop is a form of relay cropping.

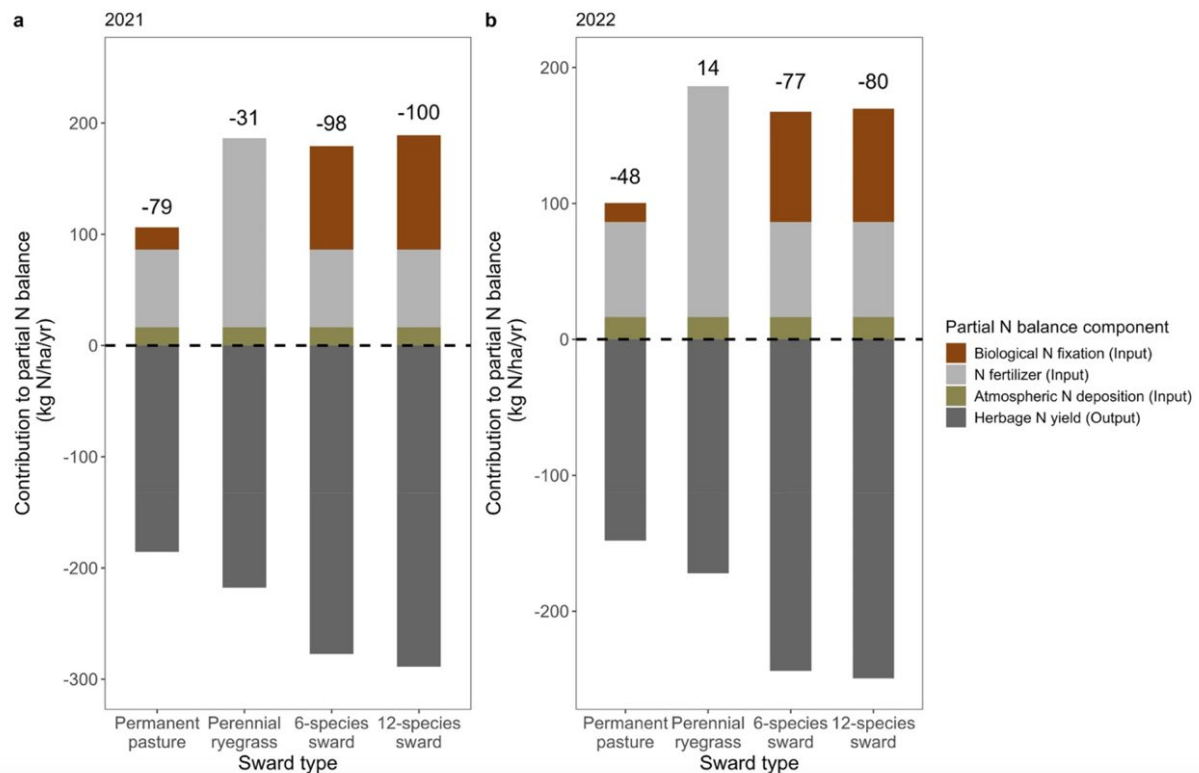


Figure 2. N balance in various swards illustrating the N herbage yield, the contribution of N fertiliser and the biological nitrogen fixation. From Obasoro *et al.* (2025).

2.4 Improving soil health

Soil health is essential for improving the overall nitrogen cycle. It requires high content of organic matter, ensuring nitrogen availability all along the plant growth cycle. High organic matter content is achieved by restitution of biomass to the soil, longer soil coverage, while avoiding frequent deep ploughing (Emmerling, 2007). This may be obtained by temporary grasslands and also with intercropping with productive multi-species swards.

Soil health also includes microbial diversity which provides many services, such as increasing availability of phosphorus thanks to mycorrhizae or more biological nitrogen fixation thanks to rhizobia. To get the best service out of the legumes, the soil *Rhizobium* population must be preserved. It has been observed in rotations with a high proportion of cereals that heavy use of sulfonylurea herbicides lead to severe reduction of the *Rhizobium* population (field survey in France).

In cereal-based cropping systems where weeding becomes more difficult because of emergence of resistance to pesticides, the inclusion of a perennial sward or a perennial legume has proven to be extremely efficient in controlling the weed population (Meiss *et al.*, 2010).

¹Land Equivalent Ratio: the ratio of the area under sole cropping to the area under intercropping needed to give equal amounts of yield at the same management level.

2.5 Coupling animal and plant production

The coupling of animal and plant production provides many services (Watson *et al.*, 2019), especially N and P recycling, and the services depend on the intensity of the coupling. When coupling occurs at the farm level, the use of feed by the animals may be very high, through the use of forages, of grains even those of moderate or poor quality and grain by-products (Figure 3). The presence of animals makes it possible to recycle the nutrients that are in the slurry. Indeed, due to the low animal NUE, significant amounts of nitrogen are present in the manure, and it is worth considering their efficient use.

Animal and crop productions may occur in the same region, but in different farms, each being specialised in either livestock or plant production. In such a situation, cooperation between specialised farms has proven to be economically beneficial and contributes to environmental benefits.

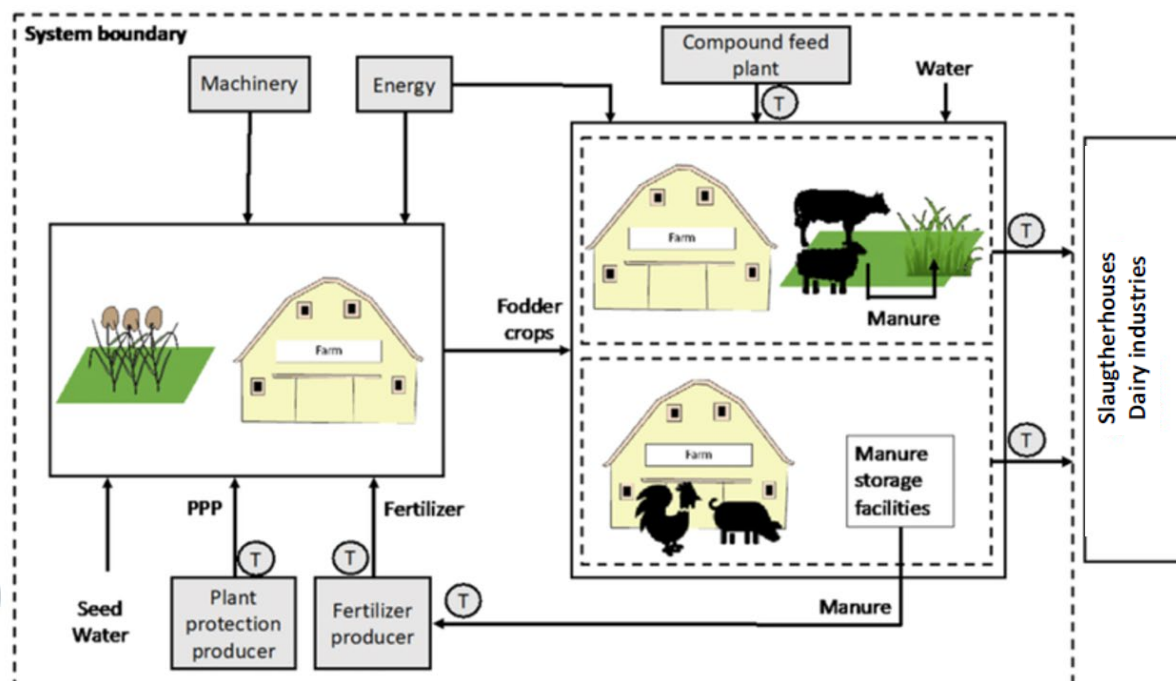


Figure 3. Feed and manure cycle in farms when coupling plant and animal productions.

When the animal and plant productions are not co-located, the situation is more complex, as it means an excess of N in the areas of dense animal production, degrading the overall NUE. It also means that mineral N fertilisers must be applied in the areas specialised in plant production.

2.6 Animal breeding contribution to higher Nitrogen Use Efficiency (NUE)

In the process of production of animal protein, the animals are key through their performance. Tremendous genetic gains have been achieved in milk and meat production through animal breeding and the use of genomic selection. However, this has not always contributed to a better feed efficiency.

In an Irish study, elite animals from a breeding project aiming at better NUE were compared to the national average under three feeding regimes. In all feeding regimes, the elite animals

outperformed the national average. However, the difference was larger under high grass allowance than under low grass allowance (Lahart *et al.*, 2021). It is also very important to consider the absolute value of the NUE. The highest NUE in the study, i.e. elite animals with high grass allowance, was 34 %. However, meeting the N planetary boundary requires an overall efficiency of 40 %. This means that a system where the milk produced by these very efficient animals is the only final product would have an overall efficiency far below the target.

Conclusions

This analysis shows that trajectories exist when trying to meet planetary boundaries (PB) while ensuring the production of enough food for the world population, under two of the demographic scenarios (Figure 1). Moreover, different trajectories exist for organic and conventional farming.

However, in both organic and conventional production systems, it requires huge redesign, where all components of the agrifood systems have to be revisited and where a lot of elements have to be modified at the same time in a coherent manner. As a consequence, a system-thinking is compulsory. Regarding the production side, the levers for plant production will include the crop rotations, the mixtures of plant species following the agroecology principles, and the use of optimised microbiota resources. Animal management will also be important, with a special emphasis to the animal – plant interactions and combined productions. Grasslands are at the very heart of these combinations and are critical to reach the target of PB. In this system-thinking, it appears that place-based approaches are necessary for an optimal use of feed and manure whose availability and quality will vary. The place-based approach also needs to succeed in cooperation among farmers, especially between farms specialised in either animals or plant production.

The approach with planetary boundary approach offers two more benefits. First, it gives the possibility to think of all PB at the same time, as we did here when considering biodiversity preservation (no change in grassland areas) and limitation of land use changes (no change in worldwide cultivated area) when reducing the gap with the N planetary boundary. Second, this approach gives a common goal for all stakeholders and imposes a system-thinking that includes all stakeholders. Eventually, the planetary boundary approach defines the metrics. For the N planetary boundary, it is the N loss per hectare that appears to be the right metric which can be translated into indicators for actions. In the case of N planetary boundary, NUE was identified as the right indicator which can be applied to all steps of the agri-food systems. It can be used at the farm level, where it is more informative than the N farm gate balance. It can also be used to document the progress made when implementing new animal and/or plant production systems.

However, beyond the scientific and technical challenges, it requires a thorough change in our mindsets and our representations of the optimum animal systems. Presently, they correspond to the objectives of more production, but under a higher NUE of the agri-food systems, the representations will have to correspond to more complex production systems.

Acknowledgements

The Grazing4AgroEcology project has received funding from the European Union's Horizon Research and Innovation Program under Grant Agreement No. 101059626. Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author only and do not necessarily reflect those of the European Union or European Commission. Neither the European Union nor the European Commission can be held responsible for them.

References

- Andersen L.C., Friis C. and Lind A. (2024) From planetary boundaries to planetary politics: The safe and just operating space. Brief 3. Concito.
- Chatzimpiros P. and Harchaoui S. (2023) Sevenfold variation in global feeding capacity depends on diets, land use and nitrogen management. *Nature Food* 4, 372–383.
- Egan G., McKenzie P., Crowley M. and Fornara D.A. (2019) Effect of grassland management on plant nitrogen use efficiency (NUE): evidence from a long-term experiment. *Basic and Applied Ecology* 41, 33–43.
- Emmerling C. (2007) Reduced and conservation tillage effects on soil ecological properties in an organic farming system. *Biological Agriculture & Horticulture* 24, 363–377.
- Gesch R.W., Berti M.T., Eberle C.A. and Weyers S.L. (2023) Relay-cropping as an adaptive strategy to cope with climate change. *Agronomy Journal* 115, 1501–1518.
- Lahart B., Shalloo L., Herron J., O'Brien D., Fitzgerald R., Boland T.M. and Buckley F. (2021) Greenhouse gas emissions and nitrogen efficiency of dairy cows of divergent economic breeding index under seasonal pasture-based management. *Journal of Dairy Science* 104, 8039–8049.
- Meiss H., Mediene S., Waldhardt R., Caneill J., Bretagnolle V., Reboud X. and Munier-Jolain N. (2010) Perennial lucerne affects weed community trajectories in grain crop rotations. *Weed Science* 50, 331–340.
- Obasoro O., Shackleton J., Grace C., Kennedy J., Oram N.J., Sheridan H., Schmidt O., de Goede R. and Hoffland E. (2025) Multispecies swards improve nitrogen use efficiency and reduce nitrogen surplus in agricultural grasslands. *Plant Soil*. <https://doi.org/10.1007/s11104-025-07568-3>
- O'Brien K., Garibaldi L., Agrawal, A., Bennett E., Biggs O., Calderón Contreras R., Carr E., Frantzeskaki N., Gosnell H., Gurung J., Lambertucci S., Leventon J., Chuan L., Reyes García V., Shannon L., Villasante S., Wickson F., Zinngrebe Y. and Perianin L. (2024) IPBES Transformative Change Assessment: Summary for Policymakers. Summary for policymakers of the thematic assessment report on the underlying causes of biodiversity loss and the determinants of transformative change and options for achieving the 2050 vision for biodiversity of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services. IPBES secretariat, Bonn, Germany.
- Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson Å., Chapin III F.S., Lambin E.F., Lenton T.M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H.J., Nykvist B., de Wit C.A., Hughes T., van der Leeuw S., Rodhe H., Sörlin S., Snyder P.K., Costanza R., Svedin U., Falkenmark M., Karlberg L., Corell R.W., Fabry V.J., Hansen J., Walker B., Liverman D., Richardson K., Crutzen P. and Foley J.A. (2009) A safe operating space for humanity. *Nature* 461, 472–475.
- Spörndly R. and Nilsdotter-Linde N. (2011) L'ensilage des prairies temporaires en Suède: un développement réussi. *Fourrages* 206, 107–117.
- Tilhou N. and Riday H. (2025) US alfalfa variety trials show breeding progress for yield, broad adaptability of commercial varieties, and widespread genotype-by-trial variation. *Crop Science* 65, e70157.
- Watson C.A., Topp C.F.E. and Ryschawy J. (2019) Linking arable cropping and livestock production for efficient recycling of N and P. In: Lemaire G., Carvalho P.C., Kronberg S. and Recous S. (eds.) *Agroecosystem diversity. Reconciling contemporary agriculture and environmental quality*. Academic Press. London. UK. pp. 169–188.
- UNDESA (2022) World population prospects: The 2022 revision, key findings and advanced tables.

Örter i vallen – kunskapsläget i Sverige och Norden

D. Parsons¹, M. Ramin², P. Fant², O. Hallin³, N. Nilsdotter-Linde¹ och B. Micke¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för växtproduktionsekologi, Uppsala och Umeå

²SLU, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap, Umeå ³Hushållningssällskapet Sjuhärads, Rådde Gård, Länghem

Korrespondens: david.parsons@slu.se

Sammanfattning

Införandet av örter i vallar som ett sätt att förbättra motståndskraft, foderkvalitet och miljöhänsyn har fått förnyad uppmärksamhet i hela norra Europa. I Sverige har politiska incitament, forskningsinitiativ och ett växande intresse för rådgivning inom området samverkat för att uppmuntra användningen av örter. Användningen är dock fortfarande begränsad och det finns få forskningsresultat från Sverige. Denna översikt sammanfattar aktuell kunskap om örtrika vallar i svenskt jordbruk och placerar den i ett bredare nordiskt forskningsperspektiv. Den sammanfattar vidare kunskapen om foderkvalitet och sekundära metaboliter och lyfter fram nya bidrag som presenterades vid European Grassland Federation:s (EGF) symposium 2025. Sammantaget tyder resultaten på att integrering av utvalda örter i klöver–gräsvallar kan förbättra fodrets mineralsammansättning, stödja kväveeffektiviteten i beten och ha positiva effekter på den biologiska mångfalden och markens funktion.

Kunskapsläget i Sverige

Även om andra växter än gräs och baljväxter sällan används i sådda vallar i Sverige, har intresset för vallar berikade med örter ökat under de senaste åren, främst med fokus på cikoria (*Cichorium intybus* L.), svartkämpar (*Plantago lanceolata* L.), kummin (*Carum carvi* L.) och pimpernell (*Sanguisorba minor* Scop.). Ett pågående projekt, "Diversivall", som leds av SLU, inkluderar dessa arter och andra introducerade och vilda örter som en del av blandvallar.

Olsson (2014) sammanställde agronomiska och näringsmässiga egenskaper för de fyra vanligaste örterna baserat på en detaljerad litteraturgenomgång och intervju med ett svenskt utsädesföretag (Olssons Frö AB; Danielsson, pers. medd., 2014). De flesta slutsatserna baserades på erfarenheter från Sverige i kombination med forskning från andra länder. Cikoria trivs bäst på väl-dränerade, bördiga jordar med ett pH på 5,6–6,0 och gynnas av extra kvävegödsel efter skörd inför återväxtskörd. Avkastningen minskar efter 3–4 år. Svartkämpar är anpassade till magrare jordar samt torkutsatta områden och kan överleva i över ett decennium, men är känsliga för beskuggning under kväverika förhållanden. Kummin etablerar sig långsamt men kan överleva i mer än tjugo år när den väl har etablerat sig. Pimpurnell är torktolerant men konkurreras lätt ut av gräs och trivs bättre i slåttervallar än i intensiv betesdrift (Olsson, 2014).

Trots det växande intresset finns det fortfarande många kunskapsluckor, bl.a. när det gäller utsädesblandningar, uthållighet i olika skördesystem, foderkonservering, fodrets näringsvärde och miljöeffekter. Användningen är fortfarande begränsad, åtminstone delvis p.g.a. dessa kunskapsluckor.

Kunskapsläget i andra nordiska länder

Danmark har bedrivit mest forskning kring örter i Norden. Att lägga till örtarter som cikoria och svartkämpar till klöver–gräsblandningar ökade och stabiliserade avkastningen samt hämmade ogrästillväxten i danska försök (Cong *et al.*, 2018). Örter ökar också rotbiomassan, särskilt djupare ner i jorden (Cong *et al.*, 2017). Även om kontrollerade torkexperiment specifikt för örter i nordiskt klimat fortfarande är sällsynta, är alla ovan nämnda egenskaper förenliga med förbättrad motståndskraft mot klimatstress. I en studie baserad på erfarenheter från danska gårdar (Kudahl *et al.*, 2015) dras slutsatsen att djupt rotade örter klarar torka bättre än gräs, med cikoria som en art med särskilt stor torkresistens.

Även om örter kan ingå i artrika fröblandningar för att öka avkastningen, kan blandningar med örter minska andelen baljväxter i den totala biomassan och därmed minska kvävefixeringen (Dhamala *et al.*, 2018). Därför bör fröblandningarna komponeras och skötas så att den inte har en dominerande andel örter. Örter varierar i konkurrenskraft och deras andel i en vall beror mycket på utsädesmängd och den efterföljande skötseln (Mortensen *et al.*, 2017).

I Finland undersökte Lizarazo *et al.* (2020) en rad blandade odlingssystem för Norden och då särskilt rollen som örter som cikoria och svartkämpar spelar i vallblandningar med flera arter. Deras slutsatser betonade att inkludering av örter kan förbättra den funktionella mångfalden, mineralinnehållet och blandningens stabilitet, samt förbättra anpassningen till varierande nordliga förhållanden.

Gemensamma utmaningar är bl.a. örternas uthållighet vid frekvent skörd eller bete, begränsade lokala frökällor och bristande bevis på produktions- eller miljöfördelarna på gårdsnivå. Nordiska erfarenheter visar dock att artrika vallar kan upprätthålla avkastningen samtidigt som de förbättrar markens bördighet och resiliens.

Foderkvalitet och sekundära metaboliter

Bedömning av foderkvaliteten hos vanliga örter i Norden visar att monokulturer av cikoria och svartkämpar i allmänhet har måttlig råproteinhalt och högre fiberhalt, medan kummin och pimpernell tenderar att ge mindre torrsustansavkastning, samt att örterna har mer gynnsam smältbarhetsprofil (Elgersma *et al.*, 2014). Studier visar också att inkludering av dessa örter i klöver–gräsvallar kan öka mineralhalten (Pirhofer-Walzl *et al.*, 2011).

Svartkämpar innehåller iridoidglykosider (Navarrete *et al.*, 2016). Inkludering av svartkämpar i vallen minskar utsöndringen av kväve i urinen och den totala kväveutsöndringen utan att försämra mjölkproduktionen (Minogue *et al.*, 2025b; Nguyen *et al.*, 2025). Pimpernell innehåller kondenserade tanniner (Verma *et al.*, 2024) som kan minska nedbrytningen av protein i vommen och metanbildningen. Cikoria innehåller seskviterpenlaktoner som kan ha en viss effekt mot inälvsparasiter (Williams *et al.*, 2016).

Höjdpunkter från EGF 2025

Vid det 33:e EGF-symposiet, "Multi-species swards" (Reading, Storbritannien, 2025), presenterades flera relevanta resultat. Wilkinson *et al.* (2025) hade granskat två århundraden av "örtrika vallar" och betonade vikten av flexibilitet i skötseln av vallen och behovet av tillgång på utsäde. En multinationell undersökning ledd av Thielecke *et al.* (2025) identifierade överensstämmelse med gårdens befintliga skörde- och betessystem som den viktigaste faktorn för lantbrukarnas vilja att använda blandningar med flera arter. Tekniska och logistiska hinder väger tyngre än attitydmässiga hinder, och rådgivningstjänster spelar därför en central roll när

det gäller att omsätta forskningen om praktiska utsädesblandningar och skötselråd. Milimonka *et al.* (2025) visade att förtorkning till 40 % torrsubstans och användning av tillsatser förbättrade ensileringsstabiliteten hos cikoria och svartkämpar. Chen *et al.* (2025) och Minogue *et al.* (2025a) fann att tillsats av svartkämpar ökade mjölkproduktionen och kväveutnyttjandet hos mjölkkor. Morton *et al.* (2025) noterade ingen signifikant minskning av N₂O-utsläppen när urin från djur som utfodrats med svartkämpar spreds på rajgräsfält, vilket understryker att effekterna av att inkludera svartkämpar i fodret på utsläppen av dikväveoxid är inkonsekventa. Sammantaget bekräftar dessa studier foderkvaliteten och de miljömässiga fördelarna, men betonar vikten av hur man hanterar örтинblandningen på gården.

Slutsatser

I hela Norden erbjuder integrering av örter i vallen möjligheter att förbättra foderkvaliteten, kväveeffektiviteten och motståndskraften. Det finns dock begränsad kunskap och få storskaliga fältstudier med dessa arter. Det arbete som bedrivits i Danmark kan ge en vägledning för både forskningsinriktning och praktisk tillämpning. Forskningsresultaten från EGF 2025 förstärker att ett framgångsrikt införande beror på den enskilda gårdens förutsättningar och skötsel samt en effektiv rådgivning. Ytterligare studier i svensk kontext behövs för att utveckla praktiska rekommendationer för integrering av örter i produktiva vallar. Behovet av tillämpade studier är särskilt relevanta, inte minst p.g.a. de senaste initiativen från mejeriföretag som uppmuntrar och premierar jordbrukare att använda mer artrika fröblandningar.

Referenser

- Chen X., Holohan C., Cristobal Carballo O., Yan T. och Patterson D. (2025) Effects of dietary plantain inclusion on nitrogen utilisation efficiency of dairy cows. *Grassland Science in Europe* 30, 334–338.
- Cong W.-F., Jing J., Rasmussen J., Søgaard K. och Eriksen J. (2017) Forbs enhance productivity of unfertilised grass-clover leys and support low-carbon bioenergy. *Scientific Reports* 7, 1422–1422. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-01632-4>
- Cong W.-F., Suter M., Lüscher A. och Eriksen J. (2018) Species interactions between forbs and grass-clover contribute to yield gains and weed suppression in forage grassland mixtures. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 268, 154–161. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.09.019>
- Dhamala N.R., Rasmussen J., Carlsson G., Søgaard K. och Eriksen J. (2018) Effects of including forbs on N₂-fixation and N yield in red clover-ryegrass mixtures. *Plant and Soil* 424, 525–537. <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3554-9>
- Elgersma A., Søgaard K. och Jensen S.K. (2014) Herbage dry-matter production and forage quality of three legumes and four non-leguminous forbs grown in single-species stands. *Grass and Forage Science* 69, 705–716. <https://doi.org/10.1111/gfs.12104>
- Kudahl A.B., Karydi E. och Vaarst M. (2015) Use of herbs in pastures for dairy cows: Farmers' experience, pasture coverage analyses, and literature survey of Danish research results (SOLID project). Aarhus University, Department of Animal Science. <http://orgprints.org/28754/7/28754.pdf>
- Lizarazo C.I., Tuulos A., Jokela V. och Mäkelä P.S.A. (2020) Sustainable mixed cropping systems for the Boreal-Nemoral Region. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00103>
- Milimonka A., Hilgers B. och Menskes D. (2025) Effect of different chemical additives on the fermentation of *Cichorium intybus*, *Plantago lanceolata* and related mixtures. *Grassland Science in Europe* 30, 65–68.
- Minogue C.T., Boland T.M., Etxeberria I., Walsh N.A., Fahey A.G., Dineen M. och McKay Z.C. (2025a) Plantain in pasture improves nitrogen utilisation efficiency of late lactation dairy cows. *Grassland Science in Europe* 30, 295–297.

- Minogue C.T., Boland T.M., Etxeberria I., Walsh N.A., Fahey A.G., Dineen M. och McKay Z.C. (2025b) The effect of including plantain (*Plantago lanceolata* L.) in perennial ryegrass and white clover pastures on milk production and nitrogen excretion of dairy cows throughout the grazing season. *Journal of Dairy Science* 108, 8529–8547. <https://doi.org/10.3168/jds.2024-25966>
- Mortensen T., Søegaard K. och Eriksen J. (2017) Effect of seed mixture composition and management on competitiveness of herbs in temporary grasslands. *Grassland Science in Europe* 17, 76–78.
- Morton P.A., Lanigan G. och Richards K. (2025) Does plantain inclusion always reduce nitrous oxide emissions from excreta? *Grassland Science in Europe* 30, 474–476.
- Navarrete S., Kemp P.D., Pain S.J. och Back P.J. (2016) Bioactive compounds, aucubin and acteoside, in plantain (*Plantago lanceolata* L.) and their effect on *in vitro* rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology* 222, 158–167. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.10.008>
- Nguyen T.T., Navarrete S., Horne D., Donaghy D. och Kemp P. (2025) Milk production and nitrogen excretion of grazed dairy cows in response to plantain (*Plantago lanceolata*) content and lactation season. *Animal Bioscience* 38, 67–76. <https://doi.org/10.5713/ab.23.0400>
- Olsson M. (2014) Cikoria, svartkämpar, kummin och pimpnell – ska örterna ha en plats i den svenska vallen? Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för biosystem och teknologi. Kandidatarbete.
- Pirhofer-Walzl K., Søegaard K., Høgh-Jensen H., Eriksen J., Sanderson M.A., Rasmussen J. och Rasmussen J. (2011) Forage herbs improve mineral composition of grassland herbage. *Grass and Forage Science* 66, 415–423. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00799.x>
- Thielecke D., Skot L. och Barth S. (2025) The farm infrastructure as main driver for farmers' intention to use multi-species seed mixtures. *Grassland Science in Europe* 30, 59–61.
- Verma S., Akpensuen T.T., Wolfram S., Salminen J.-P., Taube F., Blank R., Kluß C. och Malisch C.S. (2024) Investigating the efficacy of purified tannin extracts from underutilized temperate forages in reducing enteric methane emissions *in vitro*. *Scientific Reports* 14, 12578. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-63434-9>
- Wilkinson I., Smith L.M.J. och Dye A. (2025) Two hundred years of herbal leys. *Grassland Science in Europe* 30, 1–8.
- Williams A.R., Peña-Espinoza M.A., Boas U., Simonsen H.T., Enemark H.L. och Thamsborg S.M. (2016) Anthelmintic activity of chicory (*Cichorium intybus*): *in vitro* effects on swine nematodes and relationship to sesquiterpene lactone composition. *Parasitology* 143, 770–777. <https://doi.org/10.1017/S0031182016000287>

Förslag till nytt regelverk för den gemensamma jordbrukspolitiken

E. Bölenius

Jordbruksverket, Uppsala

Korrespondens: elisabeth.bolenius@jordbruksverket.se

Sammanfattning

EU-kommissionen presenterade ett nytt förslag till gemensam jordbrukspolitik i juli 2025. Förslaget innehåller en hel del förändringar jämfört med idag men förhandlingarna om förslaget har bara börjat så allt är bara just förslag än så länge. Några exempel på vad regelverket innehåller är att det föreslås förändringar av gårdsstödet, att det ska vara möjligt att ge stöd till nationella krav som går utöver EU-krav, att det blir obligatoriskt med stöd för småbrukare och att det blir mer fokus på generationsskifte.

Introduktion

EU-kommissionen presenterade den 16 juli 2025 sitt förslag till en ny långtidsbudget för 2028–2034 och där ingår den gemensamma jordbrukspolitiken¹. Förhandlingarna av alla de olika delarna av långtidsbudgeten har precis börjat så allt är oklart och mycket kan komma att ändras.

Den gemensamma jordbrukspolitiken föreslås i nästa programperiod ingå som en del av en övergripande fond (Nationella och regionala partnerskapsfonden, NRP-fonden) tillsammans med flera andra politikområden. Varje medlemsstat ska ta fram en plan för hela den fonden, det blir alltså inte som idag en separat plan för jordbrukspolitiken.

Det finns en öronmärkning på EU-nivå för hela fonden och en öronmärkning till stöd inom Common Agricultural Policy (CAP). Den öronmärkta delen av budgeten till CAP är lägre än den är idag, men öronmärkningen omfattar inte samma stöd som idag och det finns möjlighet att omfördela en del av pengarna inom hela fonden. Bland annat finns inte LEADER och innovationsstöden med i öronmärkningen till CAP. Det finns på en övergripande nivå krav på lägsta andel som ska användas för miljö- och klimatåtgärder men inget specifikt krav på den öronmärkta delen för CAP.

Förslaget innebär flera förändringar jämfört med idag. Det är bl.a. ett större fokus på generationsskifte, mindre detaljreglering, än så länge i alla fall, förändringar i inkomststöden samt fler obligatoriska stöd. Det har kommit ganska mycket kritik från olika branschorganisationer och även från en hel del medlemsstater.

¹ Förslag till EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING om fastställande av villkoren för genomförandet av unionens stöd till den gemensamma jordbrukspolitiken för perioden 2028–2034. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2025%3A0560%3AFIN>

Förslag till EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS FÖRORDNING om inrättande av Europeiska fonden för ekonomisk, social och territoriell sammanhållning, jordbruk och landsbygd, fiske och sjöfart, välbefinnande och säkerhet för perioden 2028–2034 och om ändring av förordning (EU) 2023/955 och förordning (EU, Euratom) 2024/2509. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2025%3A0565%3AFIN>

Generella förändringar

Gårdsstödet ska riktas till jordbrukare med behov och till jordbrukare som är aktiva. Förslaget innehåller krav på nedtrappning (s.k. degressivitet) och stödtak för gårdsstödet. Lantbrukare som uppnått pensionsålder och som tar ut pension ska inte kunna få gårdsstöd. Produktionskopplade stöd, stöd för småbrukare, kompensationsstöd och riskhantering blir obligatoriskt för medlemsländer att införa, idag är de frivilliga. Idag har vi ett produktionskopplat stöd till nötkretur i Sverige.

Förändringar kopplat till miljö, klimat och djur

Alla miljöersättningar regleras på samma sätt i förslaget, dvs. det finns inte samma uppdelning som idag mellan ecoschemes (ettåriga miljö- och klimatersättningar) och fleråriga miljöersättningar. Det ska dock fortsatt vara möjligt med både ettåriga och fleråriga åtaganden.

I förslaget ingår att det ska vara möjligt att ge ersättning för nationella regler som går utöver EU-krav.

Det finns krav på att införa stöd som syftar till diversifiering av verksamheten eller extensivering av djurhållning i områden med stor kvävebelastning samt för omställning till mer motståndskraftiga produktionssystem genom extensivering av animalieproduktion.

Grundvillkoren finns kvar i liknande omfattning som idag men de kallas framöver för Förvaltning av gårdar. Det kommer vara möjligt att utforma miljö- och klimatersättningar som motsvarar s.k. skyddsmetoder (de som heter GAEC idag där bl.a. krav på marktäckning finns). Ekologiskt certifierade lantbrukare samt småbrukare undantas från vissa av kraven inom förvaltning av gårdar.

Vallens betydelse för livsmedelsproduktionen i Sverige – hur mycket av vår mat kommer från vallen?

J. Karlsson¹ och R. Spörndly²

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för energi och teknik, Uppsala ²SLU, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Uppsala

Korrespondens: johan.o.karlsson@slu.se

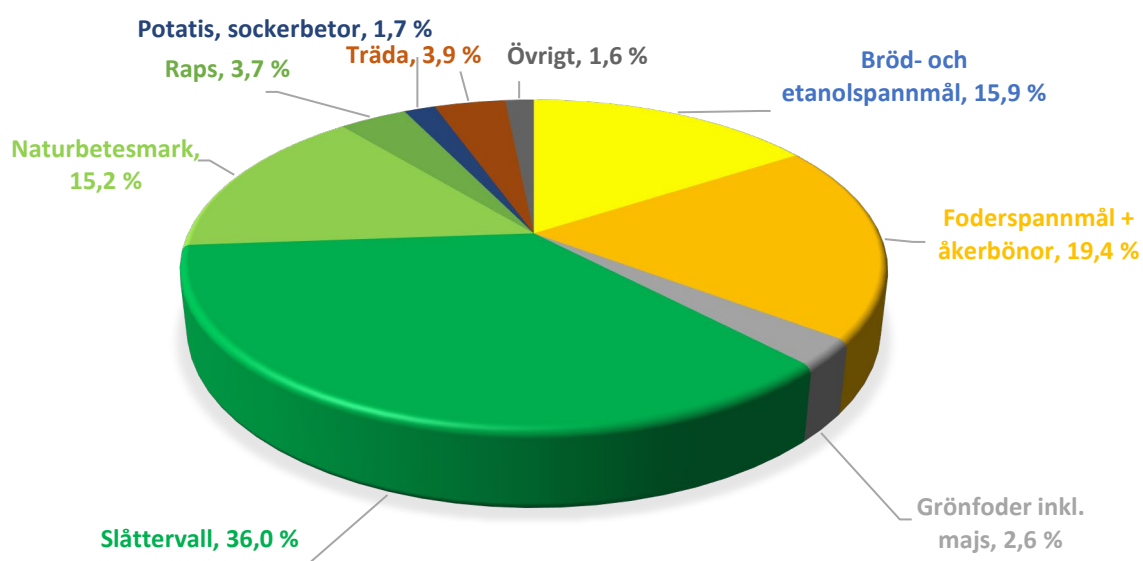
Sammanfattning

Den genomsnittlige svensken äter ca 2 500 kcal om dagen. Av detta utgör svenskproducerat kött och mjölk från idisslare ca 16 %. Den energi som dessa idisslare behöver härstammar uppskattningsvis till 70 % från vallfoder, varav 88 % kommer från åker och 12 % från betesmark. Dessa nötkreatur och får äter vall från ca 40 % av den svenska jordbruksarealen. Sammantaget resulterar detta i att den del av kött- och mjölkproduktionen som kan tillskrivas vallen utgör 20 % av den mat vi äter som har svenskt ursprung. Av den totala kosten utgör den ca 11 %.

Introduktion

Den svenska jordbruksmarken omfattar 3,0 miljoner hektar (Mha) och av den utgör vallen 1,5 Mha (51 %). Den andra stora grödan i Sverige är spannmål, 1,0 Mha, främst vete, korn och havre (Jordbruksverket, 2025). Av den odlade spannmålen används över hälften till foder. Merparten av vetet går till bröd- och etanoltillverkning. När man summerar vad den svenska jordbruksmarken används till visar det sig att ca 73 % används till foder (figur 1). Då är inte alla biprodukter inräknade, såsom kli, drav, rapsmjöl och betfiber som kommer från framställningen av bröd, alkohol, rapsolja och socker.

Vallarealen kan delas in i slåttervall – vall på åkermark, kallad slåtter- och betesvall i Jordbruksverkets statistik (1,0 Mha), och betesmark, kallad betesmark och slåtteräng i Jordbruksverkets statistik (0,45 Mha). Vallarealen används till största delen av mjölk- och köttproducerande nötkreatur, får och getter men en avsevärd del används också till hästar.



Figur 1. Användningen av den svenska jordbruksarealen, 3,0 Mha, år 2025. För att skatta arealen för bröd- och etanolspannmål har vi använt den sådda arealen höstvete. All övrig spannmålsareal har satts till foder. (Jordbruksverket, 2025).

Av de 73 % av den svenska jordbruksmarken som upptas av foderodling ingår en stor andel som skulle kunnat användas direkt till människor, såsom spannmål och baljväxter. Men vallfoder, omsatt genom idisslarna till högvärdiga livsmedel som mjölk och kött, utgör en möjlighet för oss människor att "äta gräs". Allt kött är hö (Bibeln, Jesaja 40:6).

Genom att tillämpa en massflödesmodell som kombinerar data från jordbruket med data rörande livsmedelsbehovet kan vi uppskatta hur stor del av den svenska livsmedelskonsumtionen som faktiskt härstammar från vallfoder. Modellen är utvecklad vid Institutionen för energi och teknik, SLU (Karlsson *et al.*, 2025).

Material och metoder

Utgångspunkten är resultat genererade i CIBUSmod (Karlsson *et al.*, 2025) som är en massflödesmodell över det svenska jordbruks- och livsmedelssystemet. Modellen utgår från den svenska livsmedelskonsumtionen och beräknar utifrån denna behovet av vegetabiliska och animaliska råvaror från det svenska jordbruket. Detta behov tillgodoses sedan genom att hitta de grödarealer och djurantal som kan möta detta behov, inklusive djurens foderbehov. På så sätt skapas en sammanhängande modell över massflödena från jord till bord. För en mer detaljerad beskrivning av modellen och data som använts för att beskriva nulägesbilden (ca år 2020) hänvisar vi till Karlsson *et al.*, (2025).

Vi har utgått från den del av svenskars kaloriintag som kommer från svenskproducerad mjölk och kött från nötkreatur, samt kött från får. Genom att beräkna andelen av djurens totala foderintag, i termer av omsättbar energi som kommer från vallfoder och bete kan vi skatta andelen av svenskarnas livsmedelsintag som kommer från dessa grödor.

Resultat och diskussion

Den genomsnittliga svensken konsumerar ca 2 500 kcal per dag. Av denna konsumtion utgörs drygt hälften av livsmedel med svenskt ursprung och 16 % utgörs av svenskproducerad mjölk och kött från idisslare. Övriga svenskproducerade animalier som gris, kyckling och ägg utgör 7 % och svenskodlade vegetabiliska livsmedel utgör 34 % av konsumtionen (tabell 1). Att en så pass stor del av vår konsumtion av animalieprodukter kommer från idisslare beror till stor del på konsumtionen av mejeriprodukter.

Tabell 1. Den genomsnittliga svenskens konsumtion (kcal) och dess ursprung enligt CIBUSmod.

	Ursprung	Konsumtion	
		kcal	Andel
Vegetabilier	Svenskt	860	34 %
	Import	877	35 %
Griskött, kyckling och ägg	Svenskt	169	7 %
	Import	46	2 %
Nöt- och lammkött, mjölk	Svenskt	397	16 %
	Import	186	7 %
Summa		2 535	100 %

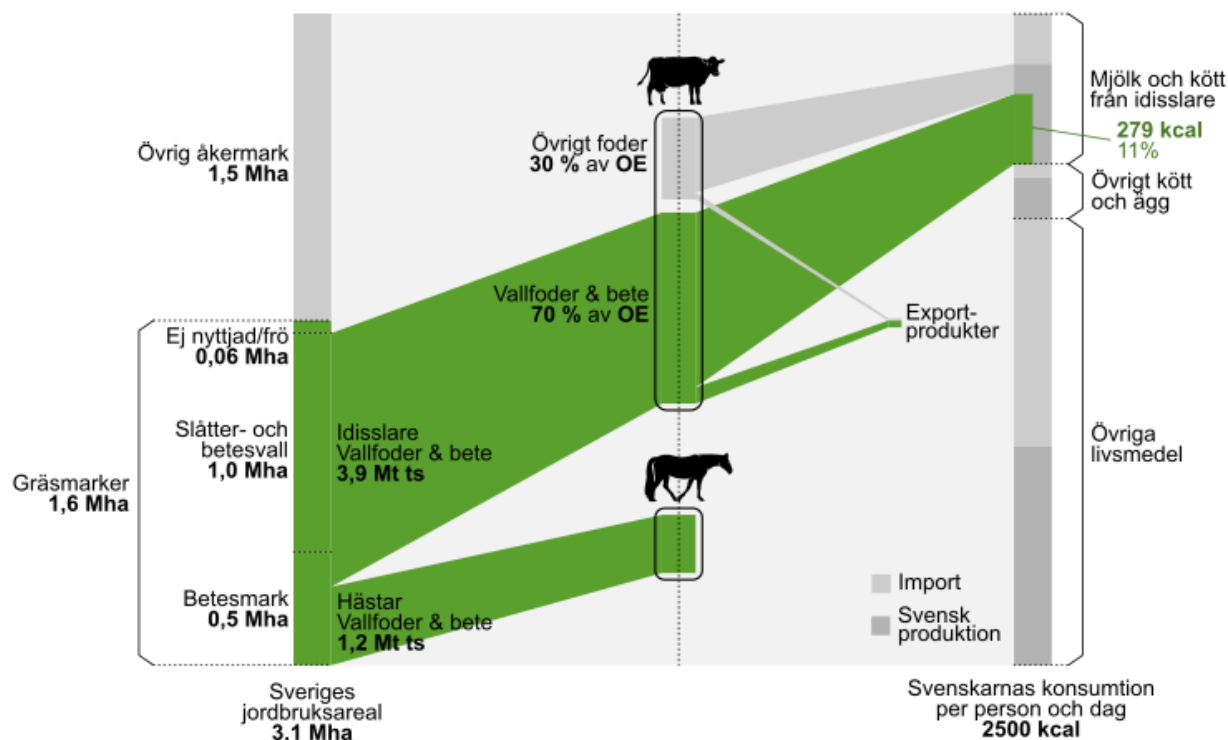
Årligen bärgas ca 5,1 miljoner ton (Mt) torrsbstans från den totala vallarealen. Av detta kommer runt 12 % från betesmarker och resterande från slåtter- och betesvallar på åkermark. Majoriteten av detta foder används för nötkreatur och får, men en stor del (23 %) används till

hästar. Den totala foderkonsumtionen för nötkreatur och får utgörs till 73 % av vallfoder och bete. Om vi räknar om detta till omsättbar energi utgörs foderkonsumtionen till 70 % av vallfoder och bete, vilket är siffran vi använder för att beräkna hur stor andel av mjölk- och köttproduktionen som kommer från vallen (tabell 2). Siffran kan uppfattas som hög, men man bör ha i åtanke att den innefattar djurens hela livslängd alltså även uppväxtår och sintid.

Tabell 2. Total konsumtion (1 000 ton ts) av vallfoder (från slåtter- och betesvall och betesmark) och övrigt foder samt andel av den totala foderkonsumtionen som utgörs av vallfoder i termer av torrs substans (ts) och omsättbar energi (OE) enligt CIBUSmod.

Djurslag	Vallfoder	Övrigt foder	Andel vallfoder av ts	Andel vallfoder av OE
Nötkreatur	3 692	1 410	72 %	69 %
Får	222	11	95 %	90 %
Häst	1 197	43	97 %	96 %
Gris	0	853	0 %	
Fågel	0	696	0 %	
Nötkreatur och får	3 914	1 421	73 %	70 %

Om vi väger samman att 16 % av vårt kaloriintag kommer från svenskproducerad mjölk och kött från idisslare och att deras energiintag i sin tur består till 70 % av vallfoder och bete landar vi i att den slutgiltiga andelen av svenskens livsmedelskonsumtion som kan tillskrivas vallen är 11 % (figur 2). Andelen av enbart den svenskproducerade delen av vår kost som kan tillskrivas vallen är 20 %.



Figur 2. Användning av jordbruksmarken i miljoner hektar (Mha) och skördat vallfoder och bete i miljoner ton torrs substans (Mt ts) (till vänster), användning av vallfoder och bete till idisslare och hästar och andelen av idisslarnas intag av omsättbar energi (OE) som kommer från vallfoder och bete (mitten), samt svenskens kaloriintag fördelat på mjölk och kött från idisslare samt importerade och svenskproducerade produkter (till höger). Vallens del i vår livsmedelsförsörjning är indikerad i grönt.

Slåtter- och betesvall samt betesmark utgör hälften av den svenska jordbruksarealen (figur 2) och 77 % av den utnyttjas av nötkreatur och får enligt uppskattningen i CIBUSmod (tabell 2). Det betyder att vallen på 39 % av den svenska jordbruksarealen omvandlas till kött och mjölk som utgör 20 % av den svenska maten som står på bordet, eller 11 % av all mat vi äter.

Men med det sagt, kanske frågan huruvida "allt kött är hö" bäst angrips på ett filosofiskt plan.

Referenser

Jordbruksverket (2025) Jordbruksmarkens användning 2025.

<https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2025-10-22-jordbruksmarkens-anvandning-2025.-slutlig-statistik>

Karlsson J.O., Karlsson-Potter H., Lagnelöv O., Ericsson N., Einarsson R. och Hansson P.-A. (2025) CIBUSmod 25.09: a spatially disaggregated biophysical agri-food systems model for studying national-level demand- and production-side intervention scenarios. *Geosci. Model Dev.* 18(22), 8589–8611.

<https://doi.org/10.5194/gmd-18-8589-2025>

Lönsamma klimatåtgärder på mjölkgården

C. Sandberg, L. Eriksson, M. Stenberg och T. Karlsson

Jordbruksverket, Rådgivningsenheten växtnäring klimat och vatten

Korrespondens: caroline.sandberg@jordbruksverket.se

Sammanfattning

Att vara resurseffektiv och välja rätt insatsvaror i sin produktion är ofta bra för både miljön, klimatet och gårdens ekonomi. Att välja åtgärder för att öka effektiviteten som passar den egna produktionen kan vara en utmaning. Inom rådgivningsprojektet Greppa Näringen har vi skapat ett gårdsexempel där vi räknar på åtta olika scenarier med olika åtgärder var för sig eller i kombination. Vi har använt verktygen Vera, NorFor och Agriwise i beräkningarna.

De åtgärder som vi har tittat på är att använda foder med mindre klimatavtryck, bättre tillväxt och hälsa på djuren, större mjölkavkastning, mindre foderspill samt en kombination av flera åtgärder. Störst betydelse för att minska gårdens klimatpåverkan och samtidigt öka det ekonomiska resultatet är förbättrad mjölkavkastning och foderstat, mindre foderspill samt bättre tillväxt och hälsa hos djuren. Bäst är effekten när åtgärderna kombineras. Det är bara åtgärden med foder med mindre klimatavtryck som inte påverkar ekonomin.

Introduktion

Åtgärder som är bra för miljön och klimatet är också ofta bra för gårdens ekonomi. Det handlar till stor del om att hushålla med gårdens resurser och vara så effektiv som möjligt i sin produktion. Att välja åtgärder för att öka effektiviteten som passar den egna produktionen kan vara en utmaning. Syftet med beräkningarna i gårdsexemplet är att ge underlag för rådgivningen i Greppa Näringens fyra rådgivningsmoduler i Klimatkollen. Greppa Näringen är ett rådgivningsprojekt som startade 2001 och som erbjuder kostnadsfri rådgivning som både lantbrukare och miljö tjänar på. Målen är minskade utsläpp av klimatgaser, minskad övergödning och säker användning av växtskyddsmedel. Arbetet sker i samverkan mellan Jordbruksverket, LRF, Länsstyrelserna och rådgivningsföretag.

I rådgivningen behövs underlag för att visa hur en åtgärd påverkar klimatavtryck och ekonomi i gårdens produktion. Vi har räknat på åtta olika scenarier med olika åtgärder på en mjölkgård för att se vilka effekter förbättringarna har på gårdens klimatpåverkan och ekonomi.

Material och metoder

Beräkningarna är gjorda på en fiktiv mjölkgård baserad på gårdar i Halland, med 200 kor och 240 ha åkermark, varav vall och åkerbete utgör 170 ha. På resterande areal odlas spannmål och helsädesensilage. Gården har också 50 ha naturbetesmark och säljer tjurkalvarna samt en del av spannmålen och halmen. I tabell 1 beskrivs nyckeltal för produktionen och i tabell 2 beskrivs foderstaten till mjölkkorna i ursprungsalternativet. I tabell 3 beskrivs skillnaderna mellan de olika alternativen.

Beräkningarna av klimatavtryck är gjorda i Greppa Näringens beräkningsverktyg Vera som går att ladda ned på greppa.nu (Greppa Näringen, 2025). Beräkningar av förändringar i foderstaterna och jämförelser mellan de olika åtgärdsalternativen är gjorda med hjälp av fodervärderingssystemet NorFor (Nordic Feed Evaluation System, 2025). Klimatavtrycken är fördelade mellan mjölk och kött enligt IDF (International Dairy Federation) (Greppa Näringen, 2020). Ekonomin är beräknad i driftplaneringsprogrammet Agriwise (Agriwise, 2025).

Tabell 1. Nyckeltal för exempelgårdens grundalternativ.

Mjölkproduktion, kg ECM	10 000
Yngre kvigor, antal	130
Dräktiga kvigor, antal	65
Ålder då tjurkalvar säljs, veckor	2
Inkalvningsålder, mån.	27
Rekrytering, %	35
Kalvdödlighet (dödfödselar och spädkalvsdödlighet), %	5
Kalvningsintervall, mån.	13,2
Levererad mjölk, %	92
Foderspill grovfoder, %	15

Tabell 2. Mjölkkornas foderstat för exempelgårdens grundalternativ, kg ts/dag.

Vall och helsädesensilage	10,5
HP-massa och betför	3,6
Spannmål	1,7
Färdigfoder	3,4
Proteinmix	0,9
Rapskaka	1,6

Tabell 3. Förändringar i de olika alternativen.

Alternativ 1	Grundalternativet för mjölkgården enligt gårdsbeskrivningen och nyckeltalen.
Alternativ 2	Soja- och palmprodukter är utbytta mot kraftfoder med mindre klimatavtryck samt mer egenproducerat foder. Samma mjölkavkastning.
Alternativ 3	Bättre tillväxt, hälsa och skötsel som ger lägre rekryteringsprocent, inkalvningsålder och kalvdödlighet. Bara kor och rekryteringskvigor på gården.
Alternativ 4	Större mjölkavkastning. Samma foderstat förutom mer ensilage.
Alternativ 5	Mindre foderspill av grovfoder och HP-massa.
Alternativ 6	Kombination av alternativ 2, 3, 4 och 5.
Alternativ 7	Bättre tillväxt, hälsa och skötsel som ger lägre rekryteringsprocent, inkalvningsålder och kalvdödlighet. Alla kvigor kvar på gården.
Alternativ 8	Kombination av alternativ 2, 4, 5 och 7.

Resultat och diskussion

Det ekonomiska resultatet påverkas inte av byte till foder med mindre klimatavtryck (tabell 4, alternativ 2), vilket betyder att man genom att byta ut en del av fodret kan få samma produktion och ekonomi men ha en betydligt mindre klimatpåverkan. Mängden inköpt foder är totalt sett mindre då mer ensilage och spannmål ges till mjölkkorna. I detta alternativ odlas mer vall och mindre havre och vârvete.

Både klimatavtrycket och ekonomin är bättre med större tillväxt och bättre hälsa hos djuren. I alternativ 3 räknar vi på hur stor skillnaden är i klimatavtryck genom förbättrad skötsel av djuren (tabell 4). För att enklare kunna skilja mellan rekryteringsdjurens och slaktdjurens klimatavtryck säljer gården i detta alternativ alla kvigkalvar som inte rekryteras. Totalt finns då 75 yngre kvigor och 45 äldre kvigor. Detta ger lägre rekryteringsprocent (30 %), inkalvningsålder (24 mån) och kalvdödlighet (2 %) jämfört med grundalternativet i tabell 1. Det går färre djur till kadaver men även färre djur till slakt då presumtiva slaktkvigor säljs redan samtidigt som tjurkalvarna vid två veckors ålder. Intäkterna från slaktdjuren är mindre, men man sparar in på foder, byggnader och arbete. Om gården har dåligt med plats för ungdjuren lönar det sig att sälja fler som kalvar. Mer halm och ensilage kan också säljas. Skillnaden mot grundalternativ 1 är 185 000 kr bättre resultat, vilket till största delen beror på bättre skötsel av ungdjuren och därmed kortare uppfödningstid.

Tabell 4. Klimatavtryck^a, antal ungdjur och ekonomiskt resultat för olika förändringar i gårdens produktion.

Alternativ	1	2	3	4	5	6	7	8
Mjölk, kg CO ₂ e per kg ECM	0,98	0,95	0,94	0,87	0,97	0,78	0,96	0,81
Liv- och slaktdjur, kg CO ₂ e per kg levande vikt	7,18	6,96	6,67	6,15	7,07	5,40	7,14	5,78
Foder, kg CO ₂ e per kg foder	0,36	0,25	0,36	0,36	0,38	0,28	0,36	0,28
Gårdens totala CO ₂ e, ton	2220	2119	2097	2281	2202	1998	2217	2123
Antal ungdjur (ungdjursplatser)	195	195	120	195	195	120	178	178
Ekonomiskt resultat jämfört med alt 1, öre/kg ECM		0	10	54	7	57	25	72
Ekonomiskt resultat jämfört med alt 1, tkr totalt		-4,5	185	1192	127	1266	453	1599

^aKlimatavtryck anges i enheten kg koldioxidekvivalenter (kg CO₂e) per kg produkt eller totalt för gården. Det är en omräkning av hur mycket som avges av växthusgaserna koldioxid, metan och lustgas.

Ökad mjölkavkastning ger ett betydligt bättre ekonomiskt netto (alternativ 4, tabell 4). Genom bättre skötsel ökar mjölkproduktionen till 12 000 kg ECM per ko och år. Korna äter mer ensilage, men i övrigt är foderstaten och produktionen oförändrad. Gården odlar 112 ton ts mer grovfoder och 60 ton mindre vete jämfört med grundalternativet. Eftersom det odlas mer grovfoder och mer spannmål behålls till djuren minskar intäkten med 114 000 kr från odlingen. Intäkterna för mjölken ger däremot 1 350 000 kr mer. Totalt sett är resultatet nästan 1 200 000 kr bättre än grundalternativet.

Minskat foderspill ger också ett bättre resultat. I alternativ 5 räknar vi på en minskning av foderspill och överutfodring av grovfoder och HP-massa, från 15 % till 5 % (tabell 4). Gården köper då in 40 ton mindre HP-massa och odlar 127 ton ts mindre ensilage samt 12 ton ts mindre helsäd. På den frigjorda åkermarken odlas i stället 21 ton raps och 22 ton åkerbönor till avsalu, vilket ger gården 127 000 kr i extra intäkt. Mindre förluster från insatsvarorna ger även ett mindre klimatavtryck på slutprodukterna.

När vi kombinerar flera förbättringar minskar klimatavtrycket och nettot ökar. I alternativ 6 är mjölkavkastningen ökad till 12 000 kg ECM och spillet av grovfoder och HP-massa minskat till 5 %. Ingen soja eller palmprodukter ges men i stället mer eget ensilage och mer spannmål. Halten råprotein i foderstaten är lägre. Dessutom har gården färre ungdjur men djuren sköts bättre vilket ger färre självdöda eller avlivade djur. Flera åtgärder i kombination bidrar tillsammans till ett betydligt mindre klimatavtryck per kg slutprodukt. Den största skillnaden i intäkter är mjölkavkastningen som ger 1 350 000 kr extra, men det blir samtidigt en mindre slakt- och livdjursintäkt på 315 000 kr då färre ungdjur föds upp. Skillnaderna mot grundalternativet ger en extra intäkt på 1 270 000 kr. Detta scenario ger minst klimatavtryck av alla alternativ (tabell 4).

Bättre tillväxt, hälsa och skötsel och att behålla alla kvigor på gården tills de kalvar in eller slaktas förbättrar resultaten ytterligare enligt alternativ 7. Den lägre rekryteringsprocenten, inkalvningsåldern och kalvdödligheten gör att färre platser behövs till ungdjuren trots att alla behålls. Gården håller i detta alternativ 111 yngre kvigor och 67 äldre kvigor. Det blir även ensilage och halm över som kan säljas. Jämfört med grundalternativet är slakt- och livdjursintäkten 470 000 kr extra. Detta beror på att slaktkvigorerna blir fler och har kortare omloppstid vilket gör att man kan slakta fler djur på kortare tid samt att färre djur går till kadaver. Totalt sett är resultatet 450 000 kr bättre än grundalternativet (tabell 4).

I alternativ 8 kombinerar vi samma förbättringar som i alternativ 6 men också att ha kvar ungdjuren på gården (tabell 3). Korna mjölkar 12 000 kg ECM, vi har 5 % foderspill av grovfoder och HP-massa, ingen soja eller palmprodukter, större andel eget ensilage, mer spannmål

och mindre råprotein i foderstaten jämfört med alternativ 1. Dessutom sköts ungdjuren bättre och gården har färre kadaver. Alla kvigor behålls till inkalvning eller slakt. Den största skillnaden i intäkt jämfört med grundalternativet är mjölkavkastningen på 1 350 000 kr extra samt att intäkten för slakten och livdjuren är 420 000 kr högre än i grundalternativet. Det går åt mer ensilage och spannmål som foder, i stället för att man kan odla andra grödor för avsalu. Skillnaderna mot grundalternativet ger en extra inkomst på 1 600 000 kr, och är därmed det bästa alternativet ekonomiskt (tabell 4).

Åtgärder som både kan minska klimatavtrycken och öka ekonomin på mjölkgården är att öka mjölkavkastningen, ha bättre tillväxt och överlevnad på djuren samt ha mindre överutfodring och foderspill. Åtgärder som kan minska klimatavtrycket med en bibehållen ekonomi är att ha mer egenproducerat foder samt undvika soja och palmprodukter. Flera åtgärder i kombination bidrar tillsammans med ett betydligt mindre klimatavtryck per kg slutprodukt samt en bättre ekonomi (Greppa Näringen, 2024a; Sandberg *et al.*, 2024).

Läs mera

Vi har även räknat på hur kväveeffektiviteten i mjölkproduktionen ändras mellan alternativen, då exempelgården också använts för beräkning av ammoniakförluster. Dessa redovisas dock inte här, men finns med i rådgivningsmaterialet på Greppas hemsida (Greppa Näringen, 2024b).

Referenser

Agriwise (2025) Agriwise driftplaneringsprogram. <https://www.agriwise.se/>

Greppa Näringen (2020) Klimatkollen med allokering – Principerna för allokering av klimatavtrycket i Vera. Jordbruksverket. Rådgivningsunderlag. <https://adm.greppa.nu/download/18.3b3a9e4175ee133f7470cb9/1606146214840/Vera-Klimatkollen-allokering-principer-nov-2020.pdf>

Greppa Näringen (2024a) Klimatåtgärder på mjölkgårdar är lönsamma. Jordbruksverket. Nyhetsbrev Greppa Näringen. [2024-11-08] <https://greppa.nu/aktuellt/nyheter/arkiv---nyheter/2024-11-08-klimatgarder-pa-mjolkgardar-ar-lonsamma>

Greppa Näringen (2024b) Räkna på mjölkgårdens lönsamma klimatåtgärder – Beräkning av klimatavtryck och ekonomi på en exempelgård med mjölkproduktion i norra Halland. Jordbruksverket. Rådgivningsunderlag. <https://adm.greppa.nu/download/18.1b29a1dd194b2e05896482d3/1739272055979/Sammanstallning-modulunderlag-rakna-pa-dina-lonsamma-klimatgarder-mjolkgard.pdf>

Greppa Näringen (2025) Beräkningsverktyget Vera. <https://greppa.nu/rakna-och-gor-sjalv/rakna-sjalv/vera>

Nordic Feed Evaluation System (2025) The NorFor model. <https://www.norfor.info/>

Sandberg C., Eriksson L., Stenberg M. och Karlsson T. (2024) Räkna på mjölkgårdens lönsamma klimatåtgärder. Jordbruksverket. Greppa Näringen. <https://greppa.nu/download/18.64c958b1192fa48026dd222/1736500156191/240922-Rakna-pa-lonsamma-klimatgarder.pdf>

Effekter av bevattning på vallskördens kvalitet

I. Wesström¹, N. Nilsdotter-Linde² och A. Joel¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för mark och miljö, Uppsala ²SLU, Inst. för växtproduktionsekologi, Uppsala

Korrespondens: ingrid.wesstrom@slu.se

Sammanfattning

År 2020 lades två försöksserier ut med bevattning i vall på två försöksplatser. Huvudmålet med projektet var att bedöma effekter av olika bevattningsstrategier på avkastning och kvalitet i en vall med torktålig artsammansättning och en traditionell slåttervall. I försöken ingick fyra randomiserade block med fyra bevattningsled; obevattnat, bevattning hela säsongen, bevattning fram till första skörd och bevattning fram till andra skörd. Bevattningsbehovet beräknades från en vattenbalans där underskottet av vatten var skillnaden mellan nederbörd och evapotranspiration. Resultaten från tre försöksår i fyra vallar visar tydligt att en merskörd kan uppnås med bevattning under perioder med nederbördsunderskott. De positiva effekterna var direkt kopplade till hur lång tid in på säsongen som bevattningen utfördes. Resultaten visar inga tydliga skillnader i skördens kvalitet mellan bevattningsstrategierna. Kvaliteten förändrades dock mellan skördetillfällena då proteinhalten ökade markant från första till sista skörd. En högre proteinhalt ökar fodervärdet. Detta är värt att ta hänsyn till vid planering av bevattningsstrategier.

Introduktion

De senaste årens varierande nederbörd har lett till produktionsbortfall och brist på grovfoder. Idag odlas vall på 45 % av Sveriges åkermark (Jordbruksverket, 2024). Vallen är en vattenkrävande gröda och för att kunna producera grovfoder av önskad mängd och kvalitet kan det vara aktuellt för djurgårdar att använda bevattning. Många har redan i dag införskaffat system för att kunna bevattna, men det behövs mer kunskap om hur effekterna blir av olika bevattningsstrategier. År 2020 lades två försöksserier med bevattning i vall ut på två försöksplatser. Huvudmålet med projektet, finansierat av Stiftelsen Lantbruksforskning och Sverigeförsöken, var att bedöma effekter av olika bevattningsstrategier på avkastning och kvalitet i en vall med torktålig artsammansättning och en traditionell slåttervall. Syftet var att ta fram lämpliga strategier för bevattningstidpunkt och bevattningsmängd utifrån klimat, tillgång till bevattningsvatten, grödans utvecklingsstadium, jordart och markvattenhalt.

Material och metoder

Försöken ingick i två treåriga försöksserier L1-268 och L1-269 "Bevattning till vall". Serien L1-268 var insådd med en torktålig fröblandning Indus 21 (50 % blåusern Nexus (*Medicago sativa* L.) + 50 % hundäxing Swante (*Dactylis glomerata* L.)) och serien L1-269 med en traditionell fröblandning Mira 11 (20 % rödklöver SW Ares (*Trifolium pratense* L.) + 50 % timotej Grindstad/Ragnar (*Phleum pratense* L.) + 30 % ängssvingel SW Minto (*Festuca pratensis* Huds.)). Ett försök i varje serie var utlagt på två platser, två konventionella försök i Torslunda, Öland och två ekologiska försök i Lövsta, Gotland.

Försöken bestod av fyra randomiserade block med fyra bevattningsled. Totalt hade försöken 16 försöksrutor. Alla behandlingar slumpades inom varje block. Följande fyra försöksled ingick för att representera olika nivåer av vattenstress; A. obevattnat led, kontroll; B. bevattning

när 55 % av det växttillgängliga vattenförrådet har förbrukats; C. = B fram till första skörd, därefter upphör bevattningen; D. = B fram till andra skörd, därefter upphör bevattningen.

Avkastningen mättes i skörderutor i varje försöksled och block. Försöken skördades tre gånger år 2021 och fyra gånger åren 2022 och 2023. I samband med skörd utfördes rutvisa observationer av utvecklingsstadium och analyser av botanisk artsammansättning (Joel *et al.*, 2023). Rutvisa provtagningar har utförts för analys av skördens kvalitet. Bevattningsbehovet har beräknats med klimatdata från försöksplatserna. Tidpunkt för bevattning har bestämts utifrån vattenbalansberäkning i ledet med bevattning under hela säsongen (led B). Bevattningen utfördes med bevattningsramp.

Resultat och diskussion

Vattenbalansberäkningar för tre odlingssäsonger redovisas i tabell 1. I tabellen finns en sammanställning av uppmätt nederbörd och beräknad evapotranspiration under april–september samt utförd bevattning under odlingssäsong i de bevattnade leden B–D. Nederbördsunderskottet är redovisat som mängden potentiell evapotranspiration minus mängden nederbörd.

Tabell 1. Klimat- och bevattningsdata i mm från Torslunda, Öland och Lövsta, Gotland, under odlingssäsongerna (april–september) 2021 till 2023 med nederbörd (P), potentiell evapotranspiration (ET_0), underskott av nederbörd (P_{def}), beräknad evapotranspiration (ET_a) för varje behandling (leden A, B, C och D) och bevattningsmängd (Bev) för varje behandling (leden B, C och D) i försöken L1-268 och L1-269. Medelnederbörd (P) under år 1991–2020 kommer från SMHI:s stationer i Mörbylånga och Roma.

Mängd (mm)	P april–sept.	P 1991–2020	ET_0	P_{def}	ET_a A*	ET_a B*	ET_a C*	ET_a D*	Bev B	Bev C	Bev D
Öland År											
2021	325	257	461	136	201	325	221	279	140	20	80
2022	222	257	479	258	231	380	254	323	184	23	89
2023	235	257	405	170	285	357	329	350	161	46	69
Gotland År											
2021	263	272	535	272	253	401	278	379	160	80	75
2022	216	272	520	304	259	462	314	373	265	55	115
2023	159	272	529	370	245	441	305	418	270	60	180

* ET_a beräknas enbart från start av tillväxtperioden till sista skörd. År 2021 på Öland var beräknad period från den 29 mars till den 3 september och på Gotland från den 30 mars till den 31 augusti. År 2022 på Öland var beräknad period från den 27 mars till den 26 september och på Gotland från den 22 april till den 4 oktober. År 2023 på Öland var beräknad period från den 16 april till den 5 oktober och på Gotland från den 18 april till den 8 oktober.

I tabellerna 2 och 3 finns en sammanställning av total avkastning över säsongen i de olika behandlingarna på de två försöksplatserna under försöksperioden. På Öland var totalavkastningen i samma nivå för leden B och D åren 2021 och 2023 för den torktåliga artblandningen (L1-268) och nästan i samma nivå för den mera torkkänsliga artblandningen (L1-269). År 2022 var totalavkastningen signifikant störst i led B i L1-268.

På Gotland gav samtliga bevattnade led, med undantag av led C år 2021, signifikant större avkastning än det obevattnade ledet. Avkastningen minskade till motsvarande nivå som de obevattnade leden så fort man slutade med bevattning. Generellt var de positiva effekterna av bevattning betydligt större för den torkkänsliga artblandningen (L1-269).

Tabell 2. Avkastning odlingssäsongerna 2021–2023 i Torslunda, Öland, i försöken L1-268 och L1-269, med totalavkastningen i kg torrsubstans (ts) per hektar för behandlingarna A, B, C och D (n = 4). Olika bokstäver (a, b och c) bredvid skörderesultat visar statistisk signifikans mellan behandlingarna ($P < 0,05$).

År	L1-268-01. Totalavkastning (kg ts ha ⁻¹)			L1-269-01. Totalavkastning (kg ts ha ⁻¹)		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
A	9904 ^a	8392 ^a	11925 ^a	8955	6574 ^a	9292 ^a
B	12414 ^b	12495 ^b	13605 ^c	12191	11651 ^b	11858 ^{bc}
C	9330 ^a	8128 ^a	12582 ^{ab}	9755	8086 ^{ac}	10595 ^{ab}
D	11299 ^{ab}	9658 ^a	13653 ^c	11578	10163 ^{bc}	11592 ^{bc}
P-värde	0,0071	0,0001	0,0001	0,0813	0,0036	0,0048

Tabell 3. Avkastning odlingssäsongerna 2021–2023 i Lövsta, Gotland, i försöken L1-268 och L1-269, med totalavkastningen i kg torrsubstans (ts) per hektar för behandlingarna A, B, C och D (n = 4). Olika bokstäver (a, b och c) bredvid skörderesultat visar statistisk signifikans mellan behandlingarna ($P < 0,05$).

År	L1-268-01. Totalavkastning (kg ts ha ⁻¹)			L1-269-01. Totalavkastning (kg ts ha ⁻¹)		
	2021	2022	2023	2021	2022	2023
A	8407 ^a	9024 ^a	8430 ^a	7539 ^a	7377 ^a	6146 ^a
B	13731 ^b	15251 ^b	13797 ^c	12841 ^b	14553 ^b	12460 ^c
C	9480 ^a	10536 ^c	9994 ^b	8235 ^a	8939 ^c	8186 ^b
D	13317 ^b	12661 ^d	13740 ^c	11788 ^b	11511 ^d	11825 ^c
P-värde	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000

I tabellerna 4–6 finns en sammanställning av skördens innehåll av råprotein (RP), omsättbar energi (OE) och mängden fiber (NDF) i de olika behandlingarna på de två försöksplatserna för de tre försöksåren. De olika bevattningsstrategierna gav inga entydiga effekter på skördens kvalitet. I försöket med torktålig artblandning på Öland hade led B lägst RP alla försöksår. På Gotland fanns inga signifikanta skillnader i RP mellan behandlingarna. Även i försöket med torkkänslig artblandning på Öland var RP lägst i led B andra och tredje försöksåret. På Gotland var RP signifikant högst i led B andra och tredje försöksåret. Större skillnader i skördens kvalitet fanns mellan de olika skördetillfällena. I försöket med torktålig artblandning på Öland var RP högst vid sista skörden och OE högst vid förstaskörden, alla försöksår. Samma trend fanns på Gotland med signifikant ökande RP under odlingssäsongen. Åren 2021 och 2023 var OE signifikant högst vid förstaskörden. Även i försöket med torkkänslig artblandning på Öland var RP signifikant högst vid sista skörden och högst vid förstaskörden åren 2021 och 2023. På Gotland var RP signifikant högst vid sista skörden åren 2021 och 2022 och i tredjeskörden år 2023. Åren 2021 och 2023 var OE högst vid förstaskörden.

Tabell 4. Avkastningens kvalitet på Torslunda, Öland och Lövsta, Gotland, år 2021, i försöken L1-268 och L1-269 med tre vallskördar. Skördens innehåll av råprotein (RP, g/kg ts), omsättbar energi (OE, MJ/kg ts) och mängd fiber (NDF, g/kg ts) i medelvärde (n = 4) för behandling A, B, C och D vid skörd 1–3. Olika bokstäver (a, b och c) bredvid resultaten visar statistisk signifikans mellan behandlingarna ($P < 0,05$).

2021	L1-268-01						L1-269-01					
	Öland			Gotland			Öland			Gotland		
Analys	RP	OE	NDF	RP	OE	NDF	RP	OE	NDF	RP	OE	NDF
Behandling												
A	147 ^a	10,3 ^a	471 ^a	176	10,4	369	174	10,5	363	182	10,4	340
B	123 ^b	10,1 ^b	511 ^b	174	10,3	377	166	10,6	400	168	10,2	378
C	150 ^a	10,5 ^{ac}	455 ^a	180	10,2	384	175	10,6	377	184	10,2	340
D	131 ^b	10,3 ^{ac}	504 ^b	170	10,2	401	176	10,6	372	180	10,2	351
P-värde	0,000	0,000	0,000	0,694	0,438	0,756	0,324	0,518	0,060	0,098	0,066	0,038
Skörd												
1	110 ^a	10,8 ^a	496 ^a	157 ^a	10,7 ^a	375	142 ^a	10,8 ^a	430 ^a	160 ^a	10,5 ^a	354 ^a
2	144 ^b	10,0 ^b	463 ^b	179 ^b	10,0 ^b	385	178 ^b	10,3 ^b	355 ^b	169 ^a	9,8 ^b	383 ^b
3	159 ^c	10,1 ^b	497 ^a	189 ^b	10,2 ^b	387	197 ^c	10,6 ^c	350 ^b	207 ^b	10,4 ^a	320 ^a
P-värde	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,551	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Tabell 5. Avkastningens kvalitet på Torslunda, Öland och Lövsta, Gotland, år 2022, i försöken L1-268 och L1-269 med tre vallskördar. Skördens innehåll av råprotein (RP, g/kg ts), omsättbar energi (OE, MJ/kg ts) och mängd fiber (NDF, g/kg ts) i medelvärde (n = 4) för behandling A, B, C och D vid skörd 1–3. Olika bokstäver (a, b och c) bredvid resultaten visar statistisk signifikans mellan behandlingarna ($P < 0,05$).

2022	L1-268-02						L1-269-02					
	Öland			Gotland			Öland			Gotland		
Analys	RP	OE	NDF	RP	OE	NDF	RP	OE	NDF	RP	OE	NDF
Behandling												
A	181 ^a	10,5	400 ^a	167	11,2	459	196 ^a	10,5 ^a	322 ^a	179 ^a	11,5	402
B	147 ^b	10,3	459 ^b	165	11,2	471	171 ^b	10,7 ^b	378 ^b	199 ^b	11,6	388
C	177 ^a	10,4	400 ^a	158	11,1	477	195 ^a	10,5 ^a	339 ^a	176 ^a	11,4	418
D	168 ^a	10,5	420 ^a	168	11,2	465	198 ^a	10,6 ^{ca}	333 ^a	183 ^a	11,5	408
<i>P</i> -värde	<i>0,000</i>	<i>0,128</i>	<i>0,000</i>	<i>0,224</i>	<i>0,833</i>	<i>0,305</i>	<i>0,002</i>	<i>0,008</i>	<i>0,000</i>	<i>0,001</i>	<i>0,422</i>	<i>0,116</i>
Skörd												
1	108 ^a	10,7 ^a	455 ^a	121 ^a	10,9 ^a	545 ^a	143 ^a	10,8 ^a	367 ^{ab}	156 ^a	11,5 ^a	456 ^a
2	165 ^b	10,4 ^b	456 ^a	149 ^a	10,9 ^a	483 ^b	156 ^a	10,2 ^b	355 ^a	179 ^b	11,4 ^a	390 ^{bcd}
3	145 ^c	9,9 ^c	465 ^a	195 ^c	11,0 ^a	433 ^c	177 ^b	9,9 ^c	390 ^b	183 ^b	11,2 ^a	405 ^c
4	254 ^d	10,7 ^a	303 ^b	194 ^c	11,8 ^b	411 ^c	285 ^c	11,4 ^d	261 ^c	218 ^c	11,8 ^b	366 ^d
<i>P</i> -värde	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>

Tabell 6. Avkastningens kvalitet på Torslunda, Öland och Lövsta, Gotland, år 2023, i försöken L1-268 och L1-269 med tre vallskördar. Skördens innehåll av råprotein (RP, g/kg ts), omsättbar energi (OE, MJ/kg ts) och mängd fiber (NDF, g/kg ts) i medelvärde (n = 4) för behandling A, B, C och D vid skörd 1–3. Olika bokstäver (a, b och c) bredvid resultaten visar statistisk signifikans mellan behandlingarna ($P < 0,05$).

2023	L1-268-03						L1-269-03					
	Öland			Gotland			Öland			Gotland		
Analys	RP	OE	NDF	RP	OE	NDF	RP	OE	NDF	RP	OE	NDF
Behandling												
A	181 ^a	10,2	423	168	10,3 ^a	483	178 ^a	10,6	416 ^a	172 ^a	11,0	442 ^a
B	162 ^b	10,2	453	167	10,6 ^b	456	144 ^b	10,5	468 ^b	192 ^b	10,7	386 ^b
C	176 ^a	10,2	431	172	10,5 ^b	476	174 ^b	10,6	416 ^a	172 ^a	10,9	446 ^a
D	158 ^b	10,2	460	168	10,5 ^{ab}	459	159 ^{ab}	10,6	434 ^a	178 ^a	10,8	412 ^c
<i>P</i> -värde	<i>0,000</i>	<i>0,989</i>	<i>0,049</i>	<i>0,914</i>	<i>0,013</i>	<i>0,119</i>	<i>0,000</i>	<i>0,500</i>	<i>0,000</i>	<i>0,001</i>	<i>0,065</i>	<i>0,000</i>
Skörd												
1	111 ^a	10,4 ^a	514 ^a	127 ^a	11,5 ^a	494 ^a	121 ^a	10,2 ^a	503 ^a	143 ^a	12,0 ^a	427
2	178 ^b	10,0 ^b	394 ^b	169 ^b	11,1 ^b	473 ^b	174 ^b	10,3 ^a	424 ^b	172 ^b	11,3 ^b	415
3	181 ^b	10,1 ^b	439 ^c	198 ^c	9,2 ^c	451 ^{bc}	161 ^b	10,6 ^c	433 ^b	209 ^c	9,7 ^c	421
4	207 ^c	10,3 ^a	420 ^{bc}	181 ^{bc}	10,2 ^d	456 ^{bc}	199 ^c	11,4 ^d	374 ^c	191 ^d	10,4 ^d	424
<i>P</i> -värde	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,006</i>	<i>0,001</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,000</i>	<i>0,400</i>

Slutsatser

Vid försommartorka ska man börja vattna tidigt, i mitten av maj, annars töms markvattnet. Ju längre in på säsongen man fortsätter att vattna desto större blir skördarna. Ofta kommer det nederbörd på sensommaren så bevattning fram till andraskörd ger det bästa skördeutbytet (kg mm⁻¹). I dessa försök påverkade bevattningen inte entydigt skördens kvalitet. I försöken på Öland fanns en trend med minskande proteinhalt och på Gotland ökande proteinhalten med bevattning. Skördens kvalitet skilde signifikant mellan skördetillfällena. Proteinhalten ökade markant från första till sista skörd i samtliga försök. En högre proteinhalt ökar fodervärdet. Detta är värt att ta hänsyn till vid planering av bevattningsstrategier.

Referenser

- Joel A., Nilsson-Linde N. och Wesström I. (2023) Sverige-försöken. Försöksrapport, 21–30.
 Jordbruksverket (2024) Sveriges officiella statistik. Jordbruksmarkens användning 2024. JO0104.

Bevattning mot foderbrist

C. Andås

Växa, Falkenberg

Korrespondens: carl.andas@vxa.se

Sammanfattning

I ett projekt bedömdes lönsamheten i bevattning som strategi mot foderbrist på en fingerad mjölkgård om 135 kor i Halland. Modellberäkningar låg till grund för uppgifter om avkastning beroende på bevattning eller ej samt produktionskostnad för exempelgårdens egenproducerade foder. För modelleringen användes väderdata från åren 2018–2022. Bevattningen sänkte exempelgårdens totala foderkostnader med ca 200 000 kr under ett normalår, respektive 500 000–800 000 kr under ett extremår som 2018. För att den tänkta bevattningsanläggningens fasta kostnader (3 900 kr per år och bevattnad hektar) skulle täckas krävdes extremår med en frekvens om vart fjärde till vart åttonde år beroende på foderstrategi under extremåren.

Introduktion

I dessa dagar av klimatförändring och ökad frekvens av extremväder är bevattning en intressant insats som, rätt hanterad, kan ge högre och mindre varierande skördar. Projektet "*Vattendom – avgörande för bevattningskalkylen på en mjölkgård?*" som genomfördes under åren 2023–2024 av Växa hade som delmål att ge exempel på hur en bevattningsinvestering på en grovfodergård kan bedömas och värderas (Andås *et al.*, 2024). Här presenteras resultat från delar av det projektet. I projektet gjordes beräkningar av lönsamheten i bevattning som strategi att hantera foderbrist på en fingerad mjölkgård i en del av landet där bevattningsbehovet är måttligt. Projektet finansierades av nationella FoU-medel från Jordbruksverket.

Material och metoder

Grovfoder är i allmänhet inte en handelsvara. Därför beräknades vinsten med bevattning på projektets exempelgård som besparing av totala foderkostnader på årsbasis. Förutsättningar antogs vara följande:

- Gården bestämdes ligga invid en stor å i mellersta Halland med förhållandevis lätt jord (moig sand). Åns flöde antogs tillåta direktuttag av förhållandevis stora mängder vatten ($2\,700\text{ m}^3\text{ d}^{-1}$) utan krav på lagring i damm.
- Gårdens mjölkbesättning antogs vara 135 mjölkkor med en avkastning om 12 000 kg energikorrigerad mjölk samt 130 kvigor i åldrarna 2–26 månader.
- Gården antogs ha måttligt välarronderad mark om 175 hektar åker inkl. åkerbete varav ungefär hälften av den totala arealen kunde nås med bevattning.
- Grödfördelning med tre–fyra år vall, majs och vårkorn samt, för scenarion med bevattning, ett tjugotal hektar höstvete.

För att efterlikna hur en verklig gård skulle hantera extrem torka ställdes ett flertal scenarier upp. Till att börja med konstruerades ett case där exempelgården hade en välanpassad bevattningsanläggning varmed 76 av gårdens 175 hektar kunde bevattnas med en kapacitet motsvarande 3,0–3,5 mm per dygn. Anläggningen ritades i samarbete med en maskinsäljare och värderades till 3,1 Mkr, motsvarande en årskostnad för ränta och avskrivning om 3 792 kr per år och bevattnad hektar. I ett annat case saknades bevattning, och för att klara foderförsörjningen

under normalår fick gröd fördelningen anpassas så att höstsäd ersattes med mer vall, bete och majs. Med hjälp av en modifierad vattenbalansberäkning enligt FAO (Doorenbros *et al.*, 1979; Allen *et al.*, 1998) beräknades bevattningsbehov samt avkastning beroende på bevattning eller ej för gårdens foderodling. Väderdata hämtades från en station i halländska Långås (Lantmet – Väder och prognoser, u.å.), och behandlades som extremår, för vilket 2018 års väder användes, respektive normalår, som definierades som ett medeltal av åren 2019–2022. Därefter beräknades foderstat och foderbudget för normal- respektive extremår, i första hand utifrån tillgången på egenproducerat foder. Grovfodrets kvalitet antogs inte påverkas av bevattning. Närings- och energiinnehåll för de fodermedel som användes redovisas i projektets slutrapport (Andås *et al.*, 2024). Produktionskostnader för gårdens egenproducerade foder beräknades efter TB2 i programmet AgriWise (2024) (tabell 1).

Tabell 1. Beräknade produktionskostnader för exempelgårdens egenproducerade foder (kr kg⁻¹) med och utan bevattning respektive under normal- och extremår.

	Normalår		Extremår	
	Bevattnad	Obevattnad	Bevattnad	Obevattnad
Vallensilage (ts)	1,60	1,72	2,12	2,68
Bete (ts)	1,43	1,42	2,08	2,54
Majsensilage (ts)	1,24	1,41	1,95	3,94
Vårsäd, kärna	1,40	1,54	2,17	3,68
Vårsäd, halm	0,56	0,57	1,02	1,58
Vårsäd, helsäd	1,25	1,35	2,00	3,38
Höstsäd, kärna	1,53	1,66	2,32	4,04
Höstsäd, halm	0,50	0,47	0,91	1,26
Höstsäd, helsäd	1,00	1,02	1,44	2,15

Under extremår fick gården brist på foder oavsett tillgång till bevattning, om än i olika utsträckning. Foderbristen hanterades med fyra olika strategier för inköp av ersättningsfoder eller överlagring av egenproducerat foder i kombination med foderinköp. De totalt tio foderstaterna som sattes samman för de olika scenarierna beräknades i NorFor (Volden, 2011) och IndividRam (*ibid.*) för foderåtgången på årsbasis med respektive foderstat. Antalet fodermedel begränsades för enkelhetens skull till ett fåtal och prissattes efter uppgifter från större foderföretags prislister från sommaren 2024 (tabell 2). För extremår justerades priserna i tabell 2 upp med 60 % för spannmål, 20 % för kraftfoder och 10 % för proteinmix baserat på en prisundersökning av åren 2017–2018.

Tabell 2. Använda inköpta fodermedel för exempelgården, samt priser.

Fodertyp	Vara	Pris (kr kg ⁻¹)
Proteinmix	Adderas BAS	4,99
Mineralfoder	Effekt Kalva	16,85
Mineralfoder	Mixa Intensiv	8,59
Mineraler	Salt	2,15
Mineraler	Kalksten	2,00
Fiberkraftfoder	Komplett Grov	3,61
Spannmål	Korn, kärna	2,45
Spannmål	Vete, kärna	2,56
Grovfoder	Halm, normalår	1,10
Grovfoder	Halm, extremår	1,65
Grovfoder	Trädesensilage (ts)	2,96

Resultat

Exempelgårdens totala foderkostnader varierade mellan scenarierna (tabell 3). Kostnaden för de bevattnade scenarierna blev genomgående lägre än för de obevattnade. Marginalen däremellan utgjorde de medel som blev över för att täcka bevattningens fasta kostnader. Ett normalår gav bevattningen en besparing om 220 491 kr gentemot obevattnat scenario, framför allt beroende på att bevattningen frigjorde ca tjugo hektar för höstveten som bidrog till att minska kostnaderna för inköpt spannmål i bevattnade scenarierna.

Under extremår var besparingen i totala foderkostnader med bevattning större, den uppgick till 542–840 tkr. Skillnaden i produktionskostnad mellan bevattnat och obevattnat eget grovfoder var större under extremår, men även under extremår låg merparten av besparingen snarare i minskade inköp tack vare bevattningen. Sett till strategier för att hantera foderbristen gav inköp av trädesensilage-balar och fiberkraftfoder den lägsta foderkostnaden utan bevattning, med en marginal om ca 350 tkr mot det dyraste alternativet som var inköp av halm. Det allra billigaste alternativet under extremår var då bevattning kompletterades med överlagring av eget foder och inköpt halm.

Tabell 3. Beräknad årlig foderkostnad (tkr år⁻¹) med resp. utan bevattning, marginal samt netto efter bevattningens fasta kostnader vid olika foderstrategier.

Scenario	Foderkostnad, bevattnat	Foderkostnad, obevattnat	Marginal	Netto inkl. fasta kostnader
Normalår	3 264	3 485	220	-68
Extremår Halm	5 143	5 984	840	552
Extremår Balar och FKF ¹	5 092	5 634	542	254
Extremår Överlagring + halm	4 992	5 829	836	548
Extremår Överlagring + balar	5 119	5 712	593	304

¹ FKF = fiberkraftfoder.

Då bevattningens fasta kostnader lades till marginalen mellan bevattnade och obevattnade scenarier framgick att bevattningens förtjänster under ett normalår inte räckte för att göra investeringen lönsam. Under ett normalår var bevattningsanläggningens fasta kostnader ca 70 tkr högre än vad som sparades i minskade foderkostnader. Under extremåren däremot sparades mellan 253 och 552 tkr även efter att bevattningens fasta kostnader betalats, beroende på vilken strategi som använts för att hantera foderbristen. I termer av extremårsfrekvens kan resultaten tolkas så att det hade krävts att ett extremår inträffar en gång vart fjärde till vart åttonde år för att bevattningen ska löna sig för exempelgården.

Diskussion

Lönsamheten i bevattning beror till stor del på förutsättningarna, där exempelgårdens begränsade areal, lätta jordar och närhet till ytvatten premierade bevattningen. Samtidigt bidrog topografin inom gårdens ägor, arronderingen och i viss mån maskinvalet till att bevattningsanläggningen blev förhållandevis dyr och att räckvidden begränsades till knappt hälften av arealen. För att bevattning skulle löna sig även helt utan extremår fick anläggningens årskostnad inte överstiga 2 900 kr per år och bevattnad hektar, vilket på en gård i flackare terräng och med andra maskiner inte bör vara omöjligt att åstadkomma.

Vidare kan bevattning ge både kostnader, såsom tillstånd och ökat arbetskraftsbehov, och förtjänster, såsom möjligheter till specialodling eller markbyte samt minskade läglighetskostnader som av tidsskäl inte togs hänsyn till i exemplet. Projektet bör betraktas som ett exempel

på metod för att bedöma och värdera en bevattningsinvestering, snarare än som ett allmän-giltigt svar på lönsamheten i bevattning.

Bland de slutsatser som likväl drogs av projektet kan nämnas att bevattningen var positiv framför allt ur likviditets- och riskminimeringssynpunkt men att marginalen inte var större än att tillkommande kostnader såsom tillstånd eller bevattningsdammar kunde göra investeringen för dyr. Vad gäller foderstrategier framgick att mycket kan räddas med välplanerad utfodring och i den mån inköp är möjligt finns många sätt att hantera foderbrist. Vilket ersättningsfoder som är minst kostsamt lär variera mellan gård och tillfälle, för exempelgården framstod halm-inköp som den dyraste strategin. Slutligen är bevattning en strategifråga; bevattningsinve-steringar bör betraktas utifrån ett helhetsperspektiv då mjuka värden som trygghet och risk-benägenhet sannolikt spelar roll för investeringsbeslutet.

Referenser

Agriwise (2024) Agriwise – Smart kalkylering [sept. 2024].

Allen R.G., Pereira L.S., Raes D. och Smith M. (1998) Crop evapotranspiration. Food and agriculture organiza-tion of the United Nations. *Irrigation and Drainage Paper* 56.

Andås C., Bagger-Jørgensen E. och Persson A.-T. (2024) *Vattendom – avgörande för bevattningskalkylen på en mjölkgård?* Växa. Projektrapport. <https://www.vxa.se/492f73/globalassets/dokumentsok/ekonomi/vattendom--avgorande-for-bevattningskalkylen-pa-en-mjolkgard.pdf>

Doorenbros J., Khassam A.H., Bentvelsen C.L.M., Plusjé J.M.G.A., Smith M., Uittenbogaard G.O. och van der Wal H.K. (1979) Yield response to water. Food and agriculture organization of the United Nations. *Irrigation and Drainage Paper* 33.

Lantmet – Väder och prognoser (u.å.) <https://www.ffe.slu.se/lm/LMHome.cfm?LMSUB=0&ADM=0> [dec. 2024].

Volden H. (red.) (2011) NorFor – the Nordic feed evaluation system. Wageningen Academic Publishers. Version: NorFor Plan 1.24.0.090, FST Revision 2.10, FRC Revision 2.18, OFC Revision 1.43. <http://doi.org/10.3920/978-90-8686-718-9>

Effektiv växtförädling för en hållbar och lönsam vallfoderproduktion

L. Öhlund, M. Söderholm och J. Osterman

Lantmännen, Svalöv

Korrespondens: linda.ohlund@lantmannen.com

Sammanfattning

För att möta framtidens krav på snabbare och mer träffsäker sortutveckling vidareutvecklar Lantmännen nu förädlingsprogrammet av vallväxter och kombinerar därmed klassisk populationsförädling med moderna metoder. Det övergripande målet med Lantmännens forsknings-samverkan är att etablera metoder som gör växtförädlingen mer effektiv genom att öka precisionen och förkorta tiden från korsning till marknadsföring. Nya metoder etableras som praktiskt användbara verktyg i förädlingen av korspollinerade vallväxter med målsättningen att utveckla sorter som uppfyller framtidens krav på hög produktivitet, förbättrad foderkvalitet och ökad klimatanpassning.

Introduktion

Vall- och grönfoder, dvs. majs, grönfoder samt slåtter- och betesvall, är de dominerande grödorna i Sverige och upptar ca 1,1 miljoner hektar åkermark, vilket motsvarar 45 % av landets totala åkermark (Jordbruksverket, 2025). Grovfoder är avgörande för mjölk- och köttproduktion samt för hästnäringen. I en sammanställning av Cederberg och Henriksson (2020) framställs att mjölksektorn nyttjar omkring 40 % av vallarealen i Sverige, medan häst- och nötköttssektorerna står för omkring 30 respektive 25 % av användningen. Lantmännen bedriver förädling av flera vallarter, däribland timotej, engelskt rajgräs, ängssvingel, rörsvingel, rödklöver, vitklöver och blåusern. Förädlingsarbetet utgår från svenska behov och genom omfattande testning av förädlingsmaterial på försöksplatser utvecklas nya sorter för hela landet.

Många vallväxtarter är korspollinerade, vilket innebär särskilda förutsättningar för förädlingsarbetet. Den dominerande metoden är **populationsförädling** där sorter har en viss genetisk variation inom populationen (Boller *et al.*, 2010). Populationssorter i vallväxter utvecklas ofta som syntetiska populationer. De skapas genom att noggrant utvalda föräldraindivider korsas och avkommorna testas i fältförsök. De bästa avkommorna kombineras sedan till en genetiskt stabil population som bibehåller sina egenskaper över generationer. Denna metod ger möjlighet att kombinera exempelvis stor avkastning, uthållighet och foderkvalitet, men kräver omfattande testning i olika miljöer och avancerade statistiska modeller för att skilja genetiska effekter från miljöpåverkan.

Vallväxternas reproduktionssätt och de resulterande populationerna bidrar till en genetisk diversitet och odlingssäkerhet, egenskaper som är viktiga inte minst i ett nytt och förändrat klimat. Samtidigt gör populationsstrukturen förädlingsarbetet mer komplext. För att motverka eventuella negativa effekter behövs väl genomtänkta strategier för utveckling och implementering av nya förädlingsmetoder anpassade för korspollinerade grödor.

Genomisk selektion är en växtförädlingsmetod som nyttjar genetisk information för att förut säga en individs framtida prestation (Meuwissen *et al.*, 2001). Växtförädling handlar i grunden om att identifiera individer med de bästa genetiska anlagen för målegenskaper. Genom att kombinera data från genomiska markörer med omfattande mätvärden från fältförsök insamlade under flera år och platser samt genom avancerade statistiska modeller är det möjligt att beräkna ett genetiskt värde för varje individ eller potentiell förälder. Med hjälp av dessa modeller kan man förutse hur en ny sort kommer att prestera – redan innan den har utvärderats

i fält. Att välja kandidater baserat på dessa beräknade värden kallas genomisk selektion. När genomisk selektion används effektivt kan den både förkorta tiden från korsning till marknad och öka precisionen i urvalet av förädlingsmaterial.

Speed breeding är en metod som används för att påskynda växtförädlingsprocessen genom att förkorta tiden mellan generationer (Watson *et al.*, 2018). Tekniken bygger på att utnyttja växternas biologiska dygnsrytm och deras respons på miljöfaktorer. Genom att odla plantor i kontrollerade miljöer, där ljus, temperatur och bevattning regleras, kan man simulera en hel växtsäsong på bara några månader. Detta gör att fler korsningar kan genomföras på kortare tid, vilket ökar antalet urvalscykler och därmed accelererar förädlingsarbetet. Eftersom plantorna inte hinner testas i fält innan de används som föräldrar, kombineras speed breeding ofta med genomisk selektion. Tillsammans gör dessa metoder det möjligt att både öka hastigheten och precisionen i utvecklingen av nya sorter.

Moderna växtförädlingsmetoder kräver omfattande och tillförlitliga data för att bygga de matematiska modeller som ligger till grund för urvalet. Att samla in exakta mått på egenskaper som sjukdomsresistens eller torktålighet är en utmaning i fältförsök, eftersom förekomsten av sjukdomar eller extrem torka till stor del styrs av slumpmässiga faktorer. För att säkerställa jämförbara förhållanden används därför även försök i kontrollerade miljöer, där kandidatsorters resistens eller tolerans kan testas under definierade stressnivåer. Dessa experimentella data kombineras sedan med information från fältförsök där exempelvis avkastning och foderkvalitet utvärderas, vilket ger en komplett bild av sortens egenskaper. Genom att integrera dessa olika datakällor i genomiska prediktionsmodeller ökar precisionen i urvalet och möjliggör snabbare och mer träffsäkra förädlingsbeslut.

Material och metoder

För att möta framtidens krav på snabbare och mer träffsäker sortutveckling utvecklar Lantmännen, i nära samverkan med ledande forskargrupper, nu ett avancerat förädlingsprogram för vallväxter. Programmet bygger vidare på erfarenheter från klassisk populationsförädling av korspollinerade arter och kombinerar dessa med nya forskningsrön och moderna teknologier. Målet är att effektivisera utvecklingen av nya sorter genom att integrera avancerade statistiska modeller, omfattande fenotypiska data – dvs. mätningar av observerbara egenskaper från fältförsök, såsom avkastning och uthållighet – samt genetiska analyser. Denna kombination skapar förutsättningar för en mer exakt identifiering av högpresterande familjer och syntetiska populationer, samtidigt som den genetiska variationen bibehålls för att säkerställa odlingssäkerhet och robusthet även i ett nytt och förändrat klimat.

Flera forskningsprojekt har bidragit till denna satsning. Nedan presenteras en kort beskrivning av utvalda projekt. I tabell 1 framgår projektens ansvariga projektledare, organisation och finansier, samt hänvisning till separat poster där mer detaljerad information redovisas.

Genomisk selektion i rödklöver (*Trifolium pratense* L.) och Nya effektiva förädlingsmetoder i timotej: syftet med dessa projekt var att utveckla ett startpaket för att introducera genomisk selektion i växtförädlingen av rödklöver och timotej. Genom omfattande fältförsök och genetiska analyser byggdes träningspopulationer som användes för att utveckla prediktionsmodeller för respektive art. Målet var att effektivisera förädlingsarbetet och öka förädlingsframsteget. **GenoForage:** detta projekt jämförde traditionella förädlingsprogram baserade på fenotypisk selektion med program som nyttjar genomisk selektion. Genom simuleringar testades olika strategier för hur genomisk selektion kan integreras i korspollinerade grödor, inklusive scenarier med speed breeding. Syftet var att identifiera de mest effektiva metoderna

för framtida förädlingsprogram. **BreedForage**: projektet är en fortsättning på tidigare satsningar kring genomisk selektion och fokuserar på att hantera artspecifika utmaningar vid implementeringen av metoden. För rödklöver studeras dominanseffekter och inavelsdepression, inklusive identifiering av gener som styr dessa egenskaper. För timotej ligger fokus på ökad smältbarhet och stressresiliens, med särskilt fokus på ligninstrukturer i cellväggen. Projektet utvecklar även ett protokoll för speed breeding. **Växtförädling för ökad fröavkastning i rödklöver**: syftet är att effektivisera växtförädlingen för ökad fröavkastning i rödklöver. Projektet undersöker faktorer som styr fröavkastningen och utvecklar ett framtida förädlingsprogram baserat på genomisk selektion. Drönbaserad bildanalys utvärderas som ett verktyg för att bedöma blomningsfrekvens och möjliggöra snabb och pålitlig screening i förädlingsarbetet. **Växtförädling för torktolerans och bevattningsrespons**: projektets fokusområden var att möta klimatutmaningar genom att utveckla vallväxter med förbättrad torktolerans och respons på bevattning. Syftet var att identifiera genotyper som presterar väl under både bevattnade och obevattnade förhållanden samt att utveckla effektiva och kostnadsbesparande urvalsmetoder. Försöken omfattade fältstudier, drönbaserad fenotypning och växthusförsök.

Tabell 1. Beskrivning av forskningsprojekt med projektledare, organisation samt finansiär, liksom hänvisning till posterpresentation för respektive projekt.

Projekttitel	Projektledare	Organisation	Finansiär	Poster
Genomisk selektion i rödklöver (<i>Trifolium pratense</i> L.) och Nya effektiva förädlingsmetoder i timotej	Mulatu Dida, Pär Ingvarsson	SLU	SLU Grogrund, Lantmännens Forskningsstiftelse, Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige	9, 8
GenoForage	Gregor Gorjanc	University of Edinburgh	Lantmännens Forskningsstiftelse	9
BreedForage	Mulatu Dida	SLU	SLU Grogrund	-
Växtförädling för ökad fröavkastning i rödklöver	Åsa Lankinen	SLU	SLU Grogrund, Lantmännens Forskningsstiftelse	10
Växtförädling för torktolerans och bevattningsrespons	Aakash Chawade	SLU	Lantmännens Forskningsstiftelse	7

Resultat och diskussion

Genom projekten kring **genomisk selektion i rödklöver och timotej** har grunden lagts för att integrera genomisk selektion i vallväxtförädlingen. Stora träningspopulationer har utvärderats i fältförsök och genetiska analyser, vilket möjliggjort utvecklingen av prediktionsmodeller och startpaket för implementering av metoden. Projektet **GenoForage** har visat att genomisk selektion i kombination med speed breeding kan förkorta förädlingscykler och öka den genetiska vinsten. Metoden ställer dock krav på omfattande träningspopulationer och beaktande av dominanseffekter. Dessutom är strategisk design och ekonomisk analys avgörande för en framgångsrik praktisk implementering.

Projektet **Växtförädling för ökad fröavkastning i rödklöver** har påvisat genetiska skillnader i fröavkastning. Pågående analyser undersöker hur drönbaserad bildanalys kan användas för att uppskatta blomningsfrekvens och koppla dessa data till fröskörd, samt identifiera genetiska markörer för effektivare urval. Projekten **Växtförädling för torktolerans och bevattningsrespons** identifierade genetisk variation mellan genotyper i vattenrespons och torktolerans. En effektiv växthusmetod utvecklades som gör det möjligt att förutsäga sorters prestation vid bevattning i fält, vilket skapar förutsättningar för tidig selektion. Projektet resulterade i ett integrerat ramverk som kombinerar växthus-screening, utvärdering av odlingsegenskaper med

hjälp av drönare och bildanalys för att maximera genetisk vinst och effektivisera urvalet med avseende på vattentillgång.

Effektiv växtförädling är avgörande för att säkerställa en hållbar och lönsam vallfoderproduktion. Genom att kombinera klassisk populationsförädling med moderna metoder som genomisk selektion och speed breeding kan Lantmännen förkorta förädlingscykler och öka precisionen i urvalet. Dessa satsningar ger förutsättningar för sorter med hög produktivitet, förbättrad foderkvalitet och ökad klimatanpassning. Sammantaget bidrar arbetet till framtidssäkra lösningar som stärker lantbrukets konkurrenskraft och lönsamhet.

Referenser

Boller B., Schubiger F.X. och Koelliker R. (2010) Red clover. I: Boller B., Posselt U.K. och Veronesi F. (reds.) Fodder crops and amenity grasses. Handbook of plant breeding, vol 5. Springer Science, s. 39–87.

Cederberg C. och Henriksson M. (2020) Gräsmarkernas användning i jordbruket. Chalmers Tekniska Högskola. Rapport.

Jordbruksverket (2025) *Jordbruksmarkens användning 2025. Slutlig statistik*. Hämtad från <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2025-10-22-jordbruksmarkens-anvandning-2025.-slutlig-statistik> [2025-10-22]

Meuwissen T.H.E., Hayes B.J och Goddard M.E. (2001) Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics* 157(4), 1819–1829.

Watson A., Ghosh S., Williams M.J., Cuddy W.S., Simmonds J., Rey M.D., Hatta M.A. M.D., Hinchliffe A., Steed A., Reynolds D., Adamski N.M., Breakspear A., Korolev A., Rayner T., Dixon L.E., Riaz A., Martin W., Ryan M., Edwards D., Batley J., Raman H., Carter J., Rogers C., Domoney C., Moore G., Harwood W., Nicholson P., Dieters M.J., DeLacy I.H., Zhou J., Uauy C., Boden S.A., Park R.F., Wulff B.B.H. och Hickey L.T. (2018) Speed breeding is a powerful tool to accelerate crop research and breeding. *Nature Plants* 4, 23–29.

Effekt av kvävegiva och skördetid på Kernza som vallgröda

K. Lätt¹, D.-A. Danielsson¹, V. Picasso², O. Hallin³, B. Sandström⁴, E. Rasmusson⁵ och K. Arvidsson Segerkvist¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Skara

²SLU, Inst. för växtproduktionsekologi, Uppsala ³Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem

⁴SLU, Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå ⁵SLU, Inst. för biosystem och teknologi, Alnarp

Korrespondens kajsa.latt@slu.se

Sammanfattning

Klimatförändringar med längre torkperioder och större variation i nederbörd i norra Europa ökar behovet av mer resilienta vallgrödor. Kernza®, ett flerårigt vetegräs med djupa rötter och god torktålighet, har pekats ut som en potentiellt viktig gröda i framtida foderodling. Syftet med denna studie var att undersöka hur olika kvävegivor och skördetidpunkter påverkar Kernzas avkastning och fodervärde under svenska förhållanden.

Fältförsök genomfördes 2024–2025 på tre platser (Alnarp, Länghem och Umeå) i en randomiserad blockdesign med fyra kvävenivåer och tre skördetidpunkter. Resultaten visar att råproteininnehållet ökade både med högre kvävegiva och tidigare skörd, medan energiinnehållet främst påverkades av utvecklingsstadiet. Fiberhalten ökade vid senare skördetidpunkter, särskilt i första skörden, och varierade mellan platserna i linje med klimat- och fenologiska skillnader. Dessa mönster stämmer väl överens med internationella studier av Kernza. Torrsubstansavkastningen ökade med både senare skörd och högre kvävegiva, där sen första skörd i kombination med högsta kvävenivå gav störst avkastning. Sammanfattningsvis visar studien att Kernza svarar stabilt på skötselåtgärder men vidare utveckling krävs innan grödan kan konkurrera med etablerade vallarter i svenska system.

Introduktion

Klimatförändringar väntas i ökande grad påverka vallproduktionen i norra Europa genom fler torkperioder, ojämn nederbörd och minskad skördestabilitet. I Sverige, där vallfoder utgör mer än hälften av fodret till idisslare, är dagens dominerande arter, timotej (*Phleum pratense* L.) och ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds.), dåligt anpassade till längre torrperioder (Parsons *et al.*, 2024).

Det fleråriga vetegräset trubbkvickrot (*Thinopyrum intermedium* Opitz), nedan benämnt med handelsnamnet Kernza®, har djupa rötter, god torktålighet och kan användas både som vall- och spannmålsgröda. Grödan bedöms ha potential att stärka resiliensen i nordiska foderodlingssystem.

Två intressanta skötselparametrar att studera hos Kernza är kvävegödsling och skördetidpunkt, då de i andra vallgrödor har stor betydelse för både skörd och kvalitet. Tidig skörd ger generellt högre proteinhalt och smältbarhet, medan sen skörd ger högre avkastning men lägre kvalitet. Kvävegödsling ökar både avkastning och proteinhalt, men överdriven gödsling minskar kväveeffektiviteten och ökar miljöbelastningen (Jordbruksverket, 2025; Nadeau *et al.*, 2024). Syftet med denna studie var att undersöka hur olika kvävenivåer och skördetidpunkter påverkar Kernzas avkastning och fodervärde under svenska förhållanden. Studien är finansierad av Stiftelsen Lantbruksforskning och Västra götalandregionen.

Material och metoder

Fältförsök med Kernza® (sort Canada) genomfördes 2024–2025 på tre platser i Sverige: Lönnstorp (SLU, Alnarp), Rådde (HS Sjuhärad, Länghem) och Röbäcksdalen (SLU, Umeå). Jordarna varierade från lättmo i söder till siltig mjäla i norr, med pH 5,5–7,2 och måttligt höga näringshalter.

Försöken lades ut som randomiserad blockdesign med tre upprepningar. Fyra kvävenivåer (0, 140, 210 och 280 kg N/ha per år) kombinerades med tre skördetidpunkter (tidig, medel, sen första skörd), vilket gav tolv behandlingar. Kvävet delades mellan första och andra skörden (0, 70, 105 eller 140 kg N/ha per skörd). Ett kontrollbestående av en traditionell gräsvallsblandning med timotej och ängssvingel skördades tre gånger under säsongen och gödslades med differentierade kvävenivåer: 120 kg N/ha inför första skörden, 80 kg N/ha inför andra skörden och 60 kg N/ha inför tredje skörden. Försöken såddes 2023 efter traditionell jordbearbetning och grundgödsling med NPK. Under etableringsåret togs ingen skörd.

Grönmassan vägdes i fält och delprover analyserades vid SLU i Uppsala för torrsubstans (ts), råprotein (Rp), fiberfraktioner och smältbarhet (VOS). Energiinnehåll (omsättbar energi, MJ/kg ts) beräknades utifrån erhållna värden för smältbarhet. Statistisk analys genomfördes som ANOVA (lme, typ III) med plats, kvävegiva och skördetid som fasta faktorer.

Resultat och diskussion

Resultat från 2024 för råproteinhalt, omsättbar energi och NDF vid olika kvävegivor och skördetidpunkter för första och andra skörden på de tre försöksplatserna redovisas i tabell 1.

Råproteininnehållet ökade tydligt med både högre kvävegiva och tidigare skörd ($P < 0,001$), och skillnaden mellan tidig och sen skörd förstärktes vid högre kvävenivåer ($P < 0,001$). Detta följer tidigare observationer av en minskad råproteinhalt med mognad i Kernza (Favre *et al.*, 2019; Culman *et al.*, 2023; Fagnant *et al.*, 2024). Mönstret visar på god kväveeffektivitet, då ökningen av råprotein minskade över en giva på 105 kg N per delskörd.

Energiinnehållet påverkades i mindre grad av kvävegödslingen. Den svaga trenden mot lägre energivärde vid högre kvävegivor kan bero på en ökad fiberandel i växtmaterialet vid senare utvecklingsstadier, vilket är ett välkänt mönster även i tidigare Kernza-studier (Favre *et al.*, 2019; Culman *et al.*, 2023; Fagnant *et al.*, 2024). Resultaten bekräftar att Kernzas energivärde främst styrs av skördetidpunkt och mognadsstadium, snarare än av kvävetillförsel.

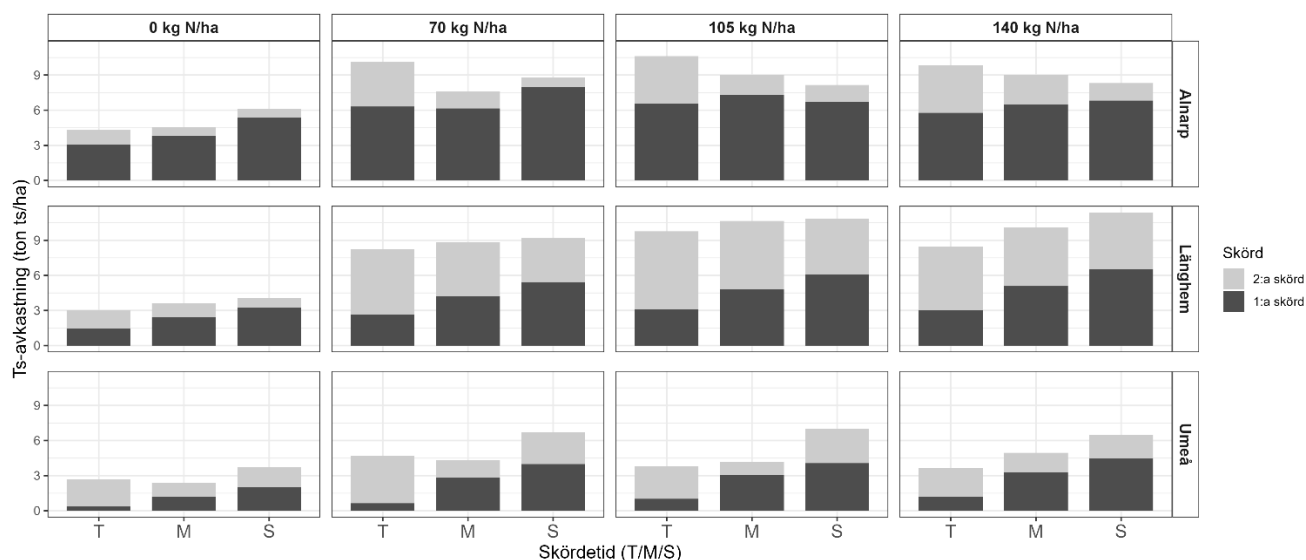
Fiberinnehållet (NDF) ökade signifikant mellan tidig och sen skörd första skörd, vilket är i linje med Favre *et al.* (2019) och Culman *et al.* (2023), där nivåer på 45–70 % ts respektive 51–70 % ts rapporterats. I denna studie sågs samma mönster men med något lägre nivåer (41–68 % ts). Umeå uppvisade lägre NDF än Alnarp och Länghem, sannolikt till följd av kortare växtsäsong och svalare klimat, vilket även beskrivs av Fagnant *et al.* (2024). Effekten av kvävegiva på NDF var svag, med endast små skillnader mellan nivåerna i första skörden och ingen tydlig påverkan i andra.

Torrsubstansavkastningen vid olika kvävegivor och skördetidpunkter för första och andra skörden redovisas i figur 1. Avkastningen varierade tydligt mellan behandlingarna och var som störst vid sen första skörd i kombination med högsta kvävegivan. Detta bekräftar tidigare resultat av Favre *et al.* (2019) och Culman *et al.* (2023), där senare skördar gav större biomassa till följd av fortsatt tillväxt under fröutveckling.

En preliminär jämförelse med kontrolladet (timotej + ängssvingel) visar att den totala årsavkastningen var större i kontrollen, vilket främst berodde på antal skördar och N-tillförsel, i

jämförelse med Kernza. Avkastningen i de enskilda skördarna var däremot inte generellt större i kontrollen än i Kernza; i flera fall överträffade Kernza kontrollen i både första och andra skörden. I Alnarp gav kontrollen 4,0, 2,8 respektive 1,3 ton ts/ha i första till tredje skörden, i Länghem 3,6, 3,9 respektive 3,4 ton ts/ha och i Umeå 3,8, 2,2 respektive 2,1 ton ts/ha.

Sammanfattningsvis visar resultaten att Kernza reagerar stabilt på både kvävegiva och skördetidpunkt, och att de observerade kvalitets- och avkastningsmönstren ligger väl i linje med tidigare internationella studier. Den totala avkastningen var mindre än i den traditionella vallen, vilket kan förklaras av grödans långsammare utveckling och längre etableringstid.



Figur 1. Torrsustansavkastning (ton ts/ha) för Kernza vid tre skördetidpunkter och fyra kvävegivor på tre försöksplatser 2024. Staplarna visar summan av första och andra skörden.

Referenser

- Culman S., Pinto P., Pugliese J., Crews T., DeHaan L., Jungers J., Larsen J., Ryan M., Schipanski M., Sulc M., Wayman S., Wiedenhoef M., Stoltenberg D. och Picasso V. (2023) Forage harvest management impacts "Kernza" intermediate wheatgrass productivity across North America. *Agronomy Journal* 115, 2424–2438. <https://doi.org/10.1002/agj2.21402>
- Fagnant L., Duchene O., Bindelle J., Beckers Y., Decruyenaere V. och Dumont B. (2024) Forage potential of *Thinopyrum intermedium* through near-infrared spectrometry and grown in mixture with various legumes. *Grass and Forage Science* 79(4), 557–570.
- Favre J.R., Castiblanco T.M., Combs D.K., Wattiaux M.A. och Picasso V.D. (2019) Forage nutritive value and predicted fiber digestibility of Kernza intermediate wheatgrass in monoculture and in mixture with red clover during the first production year. *Animal Feed Science and Technology* 258, 114298. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2019.114298>
- Jordbruksverket (2025) Rekommendationer för gödsling och kalkning 2025. Jordbruksverket.
- Nadeau E., von Essen A. och Bakken A.K. (2024) Effekt av kvävegödslingsstrategi på gräsvallens avkastning och foderkvalitet vid olika utvecklingsstadiet i första skörd. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd. Rapport 2.
- Parsons D., Nadeau E., Sousa D., Åkerfeldt M., Bernes G., Hansson P., Åhman B., Palmberg C., Picasso V., Micke B., Knicky M., Arvidsson Segerkvist K., Bergqvist S., Rustas B.-O., Lidfeldt M., Remvig S. och Wallsten J. (2024) Leys from a Nordic perspective: a knowledge compilation. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. <https://doi.org/10.54612/a.1kvv46i0hf>

Tabell 1. Råproteinhalt (Rp, % av ts), omsättbar energi (OE, MJ/kg ts) och NDF (% av ts), i första och andra skörd i Kernza vid tre platser och fyra kvävenivåer samt signifikansnivåer för skördetid, kvävegiva och plats.

Råprotein				Energi						NDF									
		1:a skörd			2:a skörd			1:a skörd			2:a skörd			1:a skörd			2:a skörd		
Plats	N-giva	Tidig	Medel	Sen	Tidig	Medel	Sen	Tidig	Medel	Sen	Tidig	Medel	Sen	Tidig	Medel	Sen	Tidig	Medel	Sen
Alnarp	0	6,5	4,1	4,7	8,3	6,4	6,2	10,1	9,1	9,0	9,7	8,4	7,7	60,6	61,8	59,8	58,3	63,2	67,5
	70	9,1	5,7	5,1	6,8	11,5	13,0	9,9	8,8	8,3	8,9	8,9	9,1	57,5	60,7	60,9	60,5	60,9	60,2
	105	9,4	5,8	5,9	6,8	12,2	11,4	10,2	8,7	8,7	9,0	8,8	8,7	55,4	62,1	57,9	58,6	60,8	59,7
	140	10,4	7,1	6,2	8,1	14,7	12,3	9,8	8,7	8,7	8,6	9,3	9,4	59,8	60,3	53,7	58,3	57,3	53,9
Långhem	0	9,5	6,9	5,8	8,8	9,5	9,0	12,0	10,5	9,9	9,2	9,2	9,5	53,1	64,2	61,1	59,9	63,1	56,5
	70	13,7	10,3	6,9	7,8	9,1	10,4	11,7	10,1	9,7	7,4	8,7	9,1	52,0	61,7	62,9	59,9	62,1	60,3
	105	16,1	12,8	8,2	7,4	10,7	11,4	11,5	10,2	9,4	7,5	8,0	9,3	50,7	60,8	61,4	63,2	60,9	61,3
	140	17,4	13,5	9,0	10,3	11,7	13,1	11,6	10,1	9,7	8,0	8,2	9,2	49,3	59,8	60,3	61,5	64,2	60,3
Umeå	0	12,0	10,4	8,5	10,9	11,4	12,0	12,4	10,7	9,8	9,3	8,9	9,3	43,4	52,4	51,1	57,2	58,1	57,0
	70	15,6	11,8	10,0	11,3	10,1	9,8	12,1	10,9	9,9	8,5	8,6	8,7	43,4	51,2	53,6	57,8	59,1	57,6
	105	17,2	14,9	11,4	12,7	11,7	12,3	12,2	10,9	10,1	9,4	9,4	8,6	43,1	53,2	51,9	56,8	56,1	59,4
	140	20,1	16,6	14,3	14,9	13,8	13,6	12,3	11,3	10,3	9,6	9,7	9,2	41,5	50,1	52,5	55,4	57,2	57,1
Signifikans	Rp 1:a skörd	Rp 2:a skörd			OE 1:a skörd			OE 2:a skörd			NDF 1:a skörd			NDF 2:a skörd					
S	***	***			***			NS			***			NS					
N	***	***			*			NS			**			NS					
S×N	***	NS			NS			NS			NS			NS					
P	***	NS			***			NS			***			NS					
S×P	***	***			***			***			***			NS					
N×P	***	**			**			**			NS			NS					
S×N×P	NS	*			NS			NS			NS			NS					

* $P < 0,05$. ** $P < 0,01$. *** $P < 0,001$. NS = ej signifikant. S = Skörd. N = N-giva. P = Plats.

VallSat: Satellitbaserade digitala verktyg för skötsel av vall

E. Ayari¹, D. Parsons¹, J. Peng², J. Mickelåker³, V. Manabe¹ och J. Oliveira¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå ²NIBIO Norwegian Institute of Bioeconomy Research, Ås, Norge ³Dataväxt AB, Grästorps

Korrespondens: julianne.oliveira@slu.se

Sammanfattning

Vallproduktion innebär att man måste hitta en balans mellan optimal näringsmässig foderkvalitet och kvantitet. Information om grödans status på fältnivå kan hjälpa lantbrukaren att fatta beslut. På grund av den tidsmässiga begränsningen med klippta prover och laboratorieanalys är det svårt att fånga variationer i näringskvalitet och biomassa (mängd torrsubstans) över tid och på olika fält. Därför provas användning av fjärranalysdata för att övervaka fodrets biomassa och kvalitet. På fem olika platser i Sverige och minst två fält per plats genomfördes provtagningar under åren 2023 och 2024. Satellitbilder tagna av Sentinel-2 användes tillsammans med meteorologiska data. För att koppla samman mätningarna i fält med satellit- och meteorologiska data utvecklades olika modeller med hjälp av Random Forest-regression för att uppskatta biomassa och variabler för näringsmässig kvalitet i vallen, råprotein (RP), fiberinnehåll (NDF) samt omsättbar energi (OE). Efter att modellerna tränats med 70 % av datasetet testades deras prestanda på resterande 30 %. Korrelationskoefficienten varierade mellan 0,53 och 0,73, där NDF-modellen presterade bättre än de andra. I kommande steg kommer de utvecklade modellerna att förbättras och integreras i ett beslutsstödssystem för jordbrukare.

Inledning

Vallen är en viktig gröda för livsmedelsproducerande nötkreatur i tempererade områden, och särskilt vid intensiv produktion är hög foderkvalitet och avkastning av stor vikt (Wilkins och Humphreys, 2003; El Khosht *et al.*, 2025). I de nordiska länderna ger de långa somrardagarna optimal temperatur och solljus för att stimulera en snabb tillväxt hos vallen, men foderkvaliteten varierar kraftigt över tid och på olika fält under den korta växtsäsongen.

Flera studier har genomförts för att utvärdera potentialen hos fjärranalysdata som ett alternativ för övervakning av vallens utveckling, inklusive spektrometri, flygfotografering och satellitdata (Reinermann *et al.*, 2020). Med lanseringen av data från Sentinel-satelliterna har tillgängligheten till satellitdata förbättrats och man förser användarna med en mängd fritt tillgängliga satellitbilder med hög upplösning i tid och rum.

I denna studie undersökte vi potentialen hos multispektrala optiska satellitbilder från Sentinel-2 (S-2) i kombination med meteorologiska data för att uppskatta mängden torrsubstans och den näringsmässiga foderkvaliteten i svenska vallar.

Studien är en del av VallSat-projektet, som syftar till att integrera dessa modeller i ett beslutsstödssystem för att underlätta välgrundade beslut för övervakning av vallars produktion och optimal skördetid.

Material och metoder

Studien genomfördes i fem regioner i Sverige: Västerbotten, Jämtland, Uppsala, Västra Götaland och Gotland. Under en tvåårsperiod (2023 och 2024) gjordes flera mätningar i fält och prover klipptes i alla regioner utom Gotland, där prover endast samlades in under 2024. För varje säsong och plats valdes två fält med vall ut för provtagning. Gödsel applicerades på

konventionellt sätt, men tidpunkt och mängd varierade mellan fälten. De flesta fälten var i treskordesystem och bestod av gräs (t.ex. timotej (*Phleum pratense* L.), rajgräs (*Lolium perenne* L.) eller ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds.) och baljväxter (t.ex. röd- eller vitklöver (*Trifolium pratense* L. respektive *Trifolium repens* L.) eller lusern (*Medicago sativa* L.).

Inför varje skörd planerades tre provtagningar för varje plats. Den första gjordes då vegetationen var ca 20 cm hög och den sista så nära inpå skörden som möjligt. Syftet vara att fånga in förändringar i näringsinnehåll inför skörd för att få med detta i modellerna. Med hjälp av de senast tillgängliga molnfria S-2-bilderna före provtagningen valdes två pixlar (10 m × 10 m) med olika vegetationsindex (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) ut på fältet, där två remsor klipptes med en gräsklippare. De klippta proverna vägdes och torkades sedan i ugn under 48 timmar vid 60°C. De torra proverna vägdes igen för att beräkna torrsubstans (ts) och för att analysera foderkvaliteten, inklusive råprotein (RP), omsättbar energi (OE) och fiberinnehåll (NDF).

För att följa foderkvalitet och biomassa användes S-2-bilder från Google Earth Engine (S2_HARMONIZED) (Gorelick *et al.*, 2017). Spektralindex beräknades, såsom Global Vegetation Moisture Index (GVMI), Enhanced Vegetation Index (EVI) och Normalized Difference Red Edge (NDRE) 2 och 3, enligt ekvationerna nedan.

$$GVMI = \frac{(B8+0.1)-(B12+0.02)}{(B8+0.1)+(B12+0.02)} \quad (1) \quad EVI = 2.5 \times \frac{B8 - B4}{B8 + 6 \times B4 - 7.5 \times B2 + 1} \quad (2)$$

$$NDRE2 = \frac{B8 - B6}{B8 + B6} \quad (3) \quad NDRE3 = \frac{B8 - B7}{B8 + B7} \quad (4)$$

B2, B4, B6, B7, B8, B9, B11 och B12 är reflektansen vid ungefärliga centrumvåglängder på 490, 665, 740, 783, 842, 1610 respektive 2190 nm. Reflektansvärdena och indexen beräknades som genomsnitt per fält och datum, totalt 154 observationer.

Utöver fjärranalysdata (S-2) användes temperatur- och nederbördsdata från Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) som ytterligare förklarande variabler. För varje fält användes ackumulerade data rörande nederbörd och temperatur för perioder om 7, 10, 15 respektive 31 dagar före provtagningsdagen.

Random forest regression användes för att uppskatta variabler för foderkvalitet (RP, NDF och OE) och biomassa (ts). För att träna modellen testades olika kombinationer av egenskaper, inklusive ackumulerad nederbörd, temperatur, spektralindex och spektralband. Sjuttio procent av datasetet användes för träning och 30 % användes för validering. Flera statistiska mått användes; bias, Pearsons korrelationskoefficient (r), medelabsolutfel (MAE) och rotmedelkvadratfel (RMSE).

Resultat och diskussion

Tabell 1 visar de kombinationer av egenskaper som valts för att uppskatta ts, RP, NDF och OE. Generellt sett bidrog spektralindexen EVI, GVMI och NDRE2 och NDRE3 mest till de olika modellerna. Våglängdsband B9 var en viktig egenskap för att förbättra noggrannheten i ts-uppskattningen. Detta kan bero på B9:s känslighet för vattenånga. Förutom spektralindex

och väderdata förbättrade bandet SWIR1 (B11) uppskattningen av RP. B11 påverkas huvudsakligen av fukttinnehållet i marken och vegetationen.

För meteorologiska data användes olika ackumulerade temperaturfönster (tabell 1), särskilt för RP-uppskattningarna, vilket återspeglar vikten av denna egenskap för förändringar i RP. Ts-modellen krävde korta perioder för ackumulerad temperatur (7 och 10 dagar) utöver ackumulerad nederbörd för 10 och 31 dagar. Dessa krav kan ha samband med väderförhållandenas stora och direkta inverkan på utvecklingen av mängden biomassa.

Tabell 1. Kombination av egenskaper som används för att uppskatta ts, RP, NDF och OE med motsvarande statistiska mått för modellvalidering.

Skattad variabel	Funktioner				Validering			
	Kumulativ nederbörd	Kumulativ temperatur	Spektralindex	Spektral-band	MAE ¹	RMSE ²	Bias	R ³
Ts (kg/ha)	10 och 31 dagar	7 och 10 dagar	EVI, GVMi, NDRE 2 och NDRE 3	B9	479,58	641,89	252,86	0,63
RP (g/kg ts)	31 dagar	7,10,15 och 31 dagar	EVI, GVMi, NDRE 2 och NDRE 3	B11	18,24	22,82	1,18	0,57
NDF (g/kg ts)	31 dagar	15 och 31 dagar	EVI, GVMi, NDRE 2 och NDRE 3		26,1	37,07	4,05	0,73
OE (MJ/kg ts)	15 och 31 dagar	15 och 31 dagar	EVI, GVMi, NDRE 2 och NDRE 3		0,35	0,5	0,02	0,66

¹MAE = medelabsolutfel. ²RMSE = rotmedelkvadratfel. ³r = Pearsons korrelationskoefficient.

Med de 30 % av data som användes för validering av modellerna varierar korrelationskoefficienten r mellan 0,57 och 0,73. NDF-modellen presterade bättre än andra modeller som använde samma kombination av egenskaper, med ett r-värde på 0,73, RP-modellen hade den lägsta korrelationskoefficienten (0,57), trots att den krävde att flera egenskaper inkluderades, jämfört med de andra modellerna.

Detta är några av de preliminära modellerna. Ytterligare förfining och analys är under utveckling, inklusive synergi med radarsatellitdata. De visar dock redan potential att stödja jordbrukare i beslut, t ex vid gödsling och skördetidpunkt i vallodlingen.

Slutsatser

Näringsmässiga foderkvalitetsvariabler och biomassa uppskattades med hjälp av tränade random forest regressionsmodeller. NDF-modellen överträffade andra modeller med ett r-värde på 0,73. Resultaten belyser potentialen hos satellit- och meteorologiska data för att uppskatta foderkvalitets- och biomassavariabler. Dessa modeller kan hjälpa jordbrukare att fatta beslut om gödsling och skördetidpunkt.

I nästa steg kommer potentialen för synergi mellan radar- och optiska data för att övervaka vallens dynamik att undersökas, och deras integration i ett beslutsstödssystem kommer att utvärderas.

Tack

Författarna riktar ett stort tack till SLF (projekt O-22-20-758) för ekonomiskt stöd. Vi vill också tacka fältstationernas tekniker som bidragit till insamlingen av data. Denna studie har möjliggjorts tack vare stöd från Swedish Infrastructure for Ecosystem Science (SITES) i Rönnebydalen.

Referenser

El Khosht F.F., Bergkvist G., Dahlin A.S., Watson C.A., Forkman J., Nilsson J. och Öborn, I. (2025) Rotational grass-legume leys increase arable crop yields, particularly at low N fertiliser rates. *Field Crops Research* 326, 109835.

Gorelick N., Hancher M., Dixon M., Ilyushchenko S., Thau D. och Moore R. (2017) Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone.

Reinermann S., Asam S. och Kuenzer C. (2020) Remote sensing of grassland production and management – a review. *Remote Sensing* 12(12), 1949. <https://doi.org/10.3390/rs12121949>

Wilkins P.W. och Humphreys M.O. (2003) Progress in breeding perennial forage grasses for temperate agriculture. *The Journal of Agricultural Science* 140(2), 129–150.

Virtuella stängsel – digitalt verktyg för framtidens naturvård

M. Hiron¹, L. Wahlund², D.T. Hickman³ och F. Petters²

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för ekologi, Uppsala ²RISE – Research Institutes of Sweden, avdelning Jordbruk och kretsloppsteknik, Uppsala ³SLU, Inst. för växtproduktionsekologi, Uppsala

Korrespondens: matthew.hiron@slu.se

Sammanfattning

Virtuella stängsel, en teknik där betande djur bär halsband och styrs av osynliga digitala gränser, skulle kunna vara ett avgörande redskap för effektiv och riktad naturvårdsskötsel i betesmarker. I denna studie undersöktes hur virtuella stängsel kan användas för ekologiskt anpassad skötsel av betesmarker med nötkreatur. Genom att kombinera GPS-baserade rörelsedata från djuren med drönarbaserade NDVI-analyser och fältinventeringar av blommande växter analyserades sambanden mellan betesmönster, vegetation och naturvårdsmål. Resultaten visar att virtuella stängsel kan styra betestryck och skapa variation i vegetationens struktur och blomrikedom, medan drönarteknik ger värdefull information om vegetationens förändring över tid. Studien visar att tekniken har stor potential som verktyg för precisionsinriktad naturvård och anpassad betesplanering.

Introduktion

Ängs- och betesmarker är några av Europas mest artrika livsmiljöer, men de har minskat kraftigt p.g.a. igenväxning, intensifierad odling eller bristande skötsel (EEA, 2015; Hempel *et al.*, 2025). Många naturtyper har fortfarande ogynnsam bevarandestatus, och restaurering är avgörande för att bromsa förlusten av biologisk mångfald och bevara ekosystemtjänster (European Commission, 2020; Török *et al.*, 2021). För att nå målen i EU:s naturrestaureringsförordning krävs metoder som är både ekologiskt effektiva och praktiskt genomförbara. Digitala verktyg skapar nya möjligheter för precisionsinriktad naturvård. Virtuella stängsel är ett digitalt system där betesdjur förses med GPS-halsband som registrerar deras position och ger ljudsignaler när djuren närmar sig en digitalt definierad gräns, följt av en svag elstöt om de fortsätter. Systemet styrs via en app och mobilnätet, vilket möjliggör flexibel och exakt betesplanering (Wahlund och Hiron, 2023; Wahlund, 2024). Detta gör det möjligt att snabbt och flexibelt styra betesdjur för att gynna naturvärden genom att rikta betet till vissa områden och låta andra återhämta sig (Wätzold *et al.*, 2024).

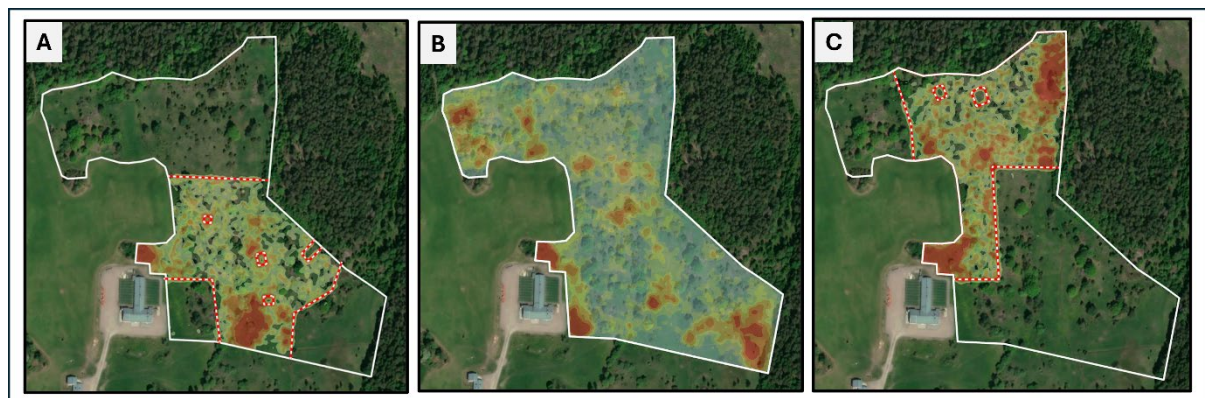
Tekniken har främst studerats ur ett djurbeteende- och välfärdsperspektiv (Schillings *et al.*, 2024), men intresset ökar snabbt för dess användning inom naturvård (Silber *et al.*, 2025). I detta arbete undersöktes hur virtuella stängsel kan användas för ekologiskt anpassad skötsel av naturbetesmarker. Med hjälp av GPS-data från nötkreatur, drönarbaserade multispektrala vegetationskarteringar och fältinventeringar av blommande växter analyserades sambanden mellan betesmönster, vegetation och naturvårdsmål. Datainsamlingen om vegetation och kärlväxter syftade till att utveckla och testa effektiva metoder för att följa vegetationens respons på bete med virtuella stängsel. Resultaten bidrar till att utveckla digitala verktyg för precisionsbete som kan stödja planering och uppföljning av naturvårdsinriktad skötsel på lokal och regional nivå.

Material och metoder

Fältarbetet genomfördes på Lövsta forskningscentrum (SLU) under mars–augusti med tio kvigor av mjölkras i en naturbetesmark där virtuellt stängsel (Nofence) användes som verktyg för precisionsbete. Inför betessäsongen genomfördes drönarflygningar för att skapa högupplösta RGB-ortofoton (röd–grön–blå) samt digitala yt- och terrängmodeller. Dessa användes för att identifiera topografiskt jämna områden där en virtuell gräns kunde placeras och där effekter av bete kunde följas med minimerad variation i utgångsläget. Den virtuella gräns där vegetations- och kärlväxtmätningar fokuserades var den längst i norr i figur 1A. De valda platserna kontrollerades i fält och fem linjer (60 m långa) markerades ut så att de korsade den planerade virtuella stängselgränsen men undvek träd och buskar. Inventering av blommande kärlväxter genomfördes längs linjerna innan den virtuella gränsen var aktiverad (10–11 juni) och efter att gränsen hade varit aktiv i ca tre veckor (3–4 juli). Blommande kärlväxter inventerades med en snabbmetod längs de fem 60 m långa linjerna, där alla blommor inom delsträckor om 5×2 m räknades. Drönarbaserad kartläggning av vegetationen i fokusområdet utfördes med NDVI-baserad (Normalized Difference Vegetation Index) analys i Drone2Map och ArcGIS Pro. Skuggpåverkan från träd och buskar reducerades genom att pixlar nära buskar och träd exkluderades från analysen. Drönarbaserad vegetationskartering genomfördes vid sju tillfällen under maj–juli samt ett tillfälle i augusti, för att skapa en tidsserie med spektrala data för vegetationsindex.

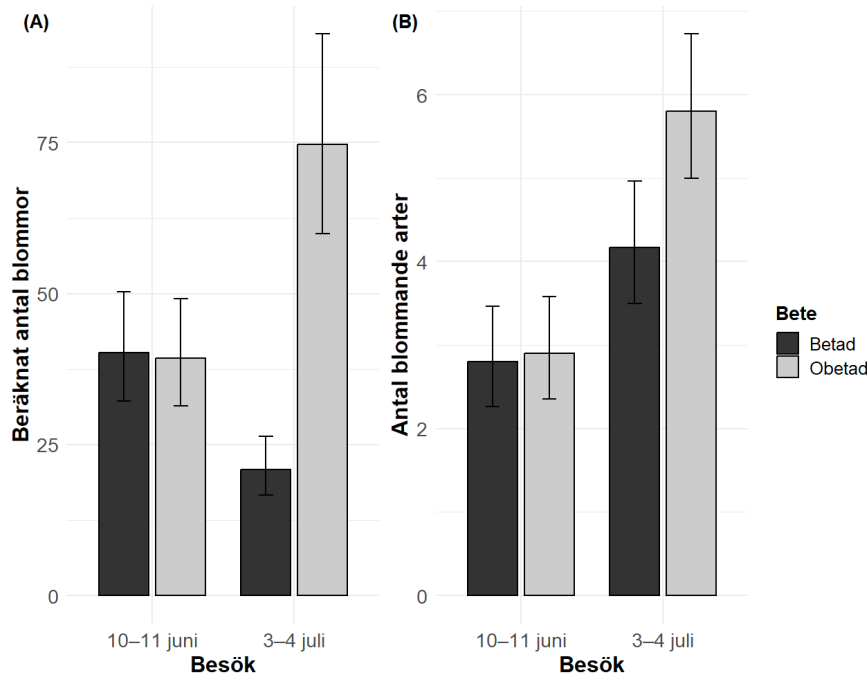
Resultat och diskussion

Resultaten visar att virtuella stängsel kan användas för flexibel och varierad skötsel av betesmarker under säsongen. Genom en mobilapp kunde djuren styras så att delar av hagen vilade under flera veckor i samband med blomningsperioden (figur 1A). Därefter hade djuren tillgång till hela hagen (figur 1B). Under sensommaren styrdes de till den norra delen av hagen för att öka betetrycket i det område som vilat under försommaren (figur 1C). Mellan 12 och 24 juni användes en tidigare virtuell stängselkonfiguration (ej visad), men stängslet över fokusområdet (norra gränsen i figur 1A) där vegetationsmätningar genomfördes var oförändrat.



Figur 1. Värmekartor över djurens rörelser i de olika hagarna. Den vita linjen markerar det fysiska elstängslet. Streckade linjer markerar virtuella gränser. (A) 24 juni–7 juli: Virtuella gränser aktiva för att skapa betade respektive obetade områden i naturbetesmarken. (B) 10 juli–21 augusti: Djuren kunde röra sig fritt i hela hagen utan aktiva virtuella gränser. (C) 23 augusti–3 september: Betet fokuserades till den norra delen av hagen som inte betades under den första försöksperioden (A). De små fyrkantiga områdena markerar exkluderingszoner som skapade obetade fläckar i annars betade delar av hagen.

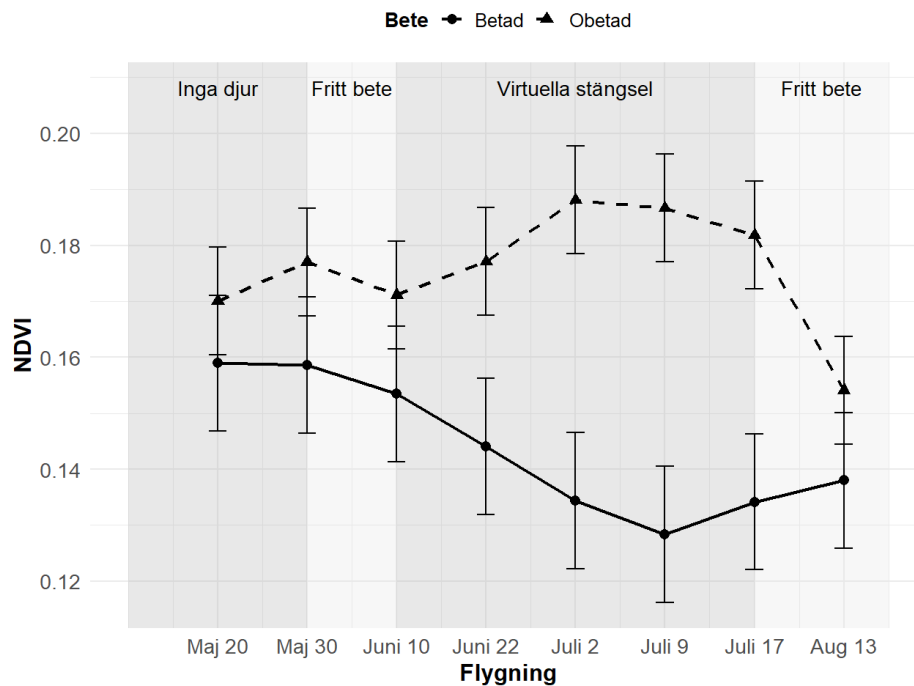
I ett fokusområde längs den norra virtuella gränsen i figur 1A observerades tydligt fler blommor och fler blommande arter i det obetade området jämfört med det betade, trots små skillnader innan den virtuella gränsen aktiverades (figur 2). Preliminära analyser tyder dock på att skillnaden i artantal inte var statistiskt signifikant. Variationen i vilka arter som dominerade vid olika tidpunkter behöver undersökas vidare. Trots detta visar studien tydligt att tekniken kan användas för att skapa eller skydda blomrika zoner under viktiga perioder, genom osynliga virtuella gränser som enkelt ritas i en mobiltelefon.



Figur 2. Antalet blommor (A) och artrikedom av blommande växter (B) längs mätlinjer över en virtuell stängselgräns. Betad och Obetad avser betade respektive obetade områden under perioden då det virtuella stängslet var aktiverat. Under junimätningarna hade djuren tillgång till hela det undersökta området, dvs. både innanför och utanför placeringen av den senare tillagda virtuella gränsen.

Drönarkarteringarna visade hur vegetationsutvecklingen skilde sig mellan betade och obetade delar under juni–juli, och NDVI-data indikerade lägre värden i betade områden (figur 3). Efter att djuren åter fått beta fritt minskade vegetationen i de tidigare obetade zonerna, vilket bekräftades av fältmätningar av gräshöjd med betesplatta (rising platometer) (visas ej). Även om resultaten delvis är förväntade visar de tydligt att virtuella stängsel kan användas för att skapa rumslig och tidsmässig variation i betesintensitet som är ett viktigt mål inom naturvårdsinriktad betesskötsel. Studien visar också att multispektral drönarteknik är ett värdefullt verktyg för att följa vegetationens dynamik och utvärdera effekterna av betesstyrning i naturbetesmarker. Våra resultat visar att virtuella stängsel i kombination med drönarkartering och fältmetoder kan användas för att skapa och visa tydliga skillnader i betesintensitet, vegetationsutveckling och blommande växtlighet över både tid och rum.

Projektet finansierades av Familjen Kamprads stiftelse (BLANDSKAP-20232003 till S. Agenäs), Jordbruksverket 4.1.18-03478/2023 LW, FP, MH) samt Carl Tryggers stiftelse (CTS24:3535 MH). Delar av fältarbetet planerades tillsammans med Victor Johansson (Calluna AB) och Rebecca Danielsson (SLU) samt genomfördes med stöd av personalen vid Lövsta forskningscentrum.



Figur 3. NDVI-mätningar från multispektrala drönare baserade på åtta flygningar under betessäsongen. Figuren visar skillnader i vegetationsmängd (NDVI) mellan områden innanför (Betad) och utanför (Obetad) den virtuella gränsen. Betad och Obetad avser betade respektive obetade områden i fokusområdet under perioden då det virtuella stängslet var aktiverat, men mätningarna gjordes innan djuren släpptes fria, då de hade tillgång till hela området både före och efter gränsaktiveringen.

Referenser

- EEA (2015) State of nature in the EU. European Environment Agency. ISBN: 978-92-9213-586-7
- European Commission (2020) EU biodiversity strategy for 2030. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2779/677548>
- Hempel S., Herzog F., Batary P., Öckinger E. och Knop E. (2025) The impact of abandonment and intensification on the biodiversity of agriculturally marginal grasslands – a systematic review. *Basic and Applied Ecology* 88, 9–18. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2025.08.003>
- Schillings J., Holohan C., Lively F., Arnott G. och Russell T. (2024) The potential of virtual fencing technology to facilitate sustainable livestock grazing management. *Animal* 18, 101231. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101231>
- Silber K.M., Dodds W.K., Mushrush C.R., Capizzo A.P., Gibler G., Burnett E., Moriello M.E. och Boyle W.A. (2025) The effectiveness of using virtual fencing for cattle to achieve conservation goals in tallgrass prairie. *Rangelands* 47, 50–60. <https://doi.org/10.1016/j.rala.2024.07.004>
- Török P., Brudvig L.A., Kollmann J., N. Price J. och Tóthmérész B. (2021) The present and future of grassland restoration. *Restoration Ecology* 29, e13378. <https://doi.org/10.1111/rec.13378>
- Wahlund L. och Hiron M. (2023) Virtuella stängsel: ett flexibelt verktyg för skötsel av naturbetesmarker. *Sust-Ainimal Reports* 2. <https://doi.org/10.54612/a.2fqf2322ko>
- Wahlund L. (2024) Cattle adaption to virtual fences in semi-natural pastures with multiple virtual borders: impact on behaviour and level of cortisol in faeces and hair in comparison to physical electric fences. Sveriges lantbruksuniversitet. *Rapporter från Husdjurens biovetenskaper* 2. Licentiatavhandling. <https://doi.org/10.54612/a.18civrcstn>
- Wätzold F., Jauker F., Komainda M., Schöttker O., Horn J., Sturm A. och Isselstein J. (2024) Harnessing virtual fencing for more effective and adaptive agri-environment schemes to conserve grassland biodiversity. *Biological Conservation* 297, 110736. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110736>

GUARDIANS utvecklar digitala möjligheter för vall och bete enligt agroekologiska principer

A. Jamieson¹ och A. Englund²

¹Naturbeteskött i Sverige ideell förening, Ekolsund ²IVL Svenska miljöinstitutet, Göteborg

Korrespondens: anna@naturbete.se

Sammanfattning

Inom projektet GUARDIANS utvecklas digitala tekniker för små och medelstora lantbruksföretag, som bl.a. är relevanta för vall och bete. Med utgångspunkt från dessa tekniker, och studier genomförda i projektet, undersöks hur digitala tekniker kan stimulera regenerativt jordbruk enligt agroekologiska principer. Teknikerna omfattar ett beslutsstödsystem, drönare i kombination med AI, ett sensorsystem för bikupor samt två metoder som kan användas när man arbetar med miljövärdering. Teknikerna är i olika grad av utveckling och det är ännu för tidigt att uttala sig om deras eventuella framtida ekonomiska betydelse på gårdsnivå.

Introduktion

Vall och bete är viktiga komponenter inom regenerativt jordbruk enligt agroekologiska principer. Nyligen genomförda studier tyder på att vall och betesmarker kan ha underskattats i sin förmåga att fånga och lagra kol, åtminstone på kort till medellång sikt, jämfört med skogsområden (Terrer *et al.*, 2021). En kombination av förbättrade betesmetoder och förvaltning av biologisk mångfald kan leda till en betydande mängd ackumulerat organiskt kol i jorden (Bai och Cotrufo, 2022).

Den pågående digitala revolutionen inom jordbrukssektorn har sina rötter i precisionsjordbruket som uppstod på 1980-talet. Utvecklingen har skett genom olika stadier av digitala verktyg och har kulminerat i visionen om "smart jordbruk" (O'Donoghue *et al.*, 2024).

GUARDIANS är ett Horizon 2020 projekt finansierat av EU. Projektets övergripande syfte är att verka för ett hållbart livsmedelssystem genom att stärka små och medelstora lantbruksföretag. GUARDIANS ska minska teknikgapet mellan stora och små lantbruksföretag genom att utveckla och tillgängliggöra digitala lösningar speciellt utformade för dessa företag. Projektet startade i juni 2023 och avslutas i maj 2027.

GUARDIANS mål är också att stimulera spridning av agroekologiska jordbruksprinciper såsom regenerativt jordbruk, bete på naturbetesmarker, alternativa betesstrategier, ökad biologisk mångfald och bättre förutsättningar för pollinatörer. Nio tekniklösningar utvecklas av agritech-företag och forskare i samarbete med sammanslutningar av lantbrukare i sex olika länder.

Digitala lösningar för vall och bete

Sex av de nio tekniker som har utvecklats från start i projektet GUARDIANS har, eller kan ha, relevans för vall och bete. Det rör sig om ett beslutsstödsystem (ODOS), drönare i kombination med AI (GRASSGUARD, WILDLIFE GUARD), ett sensorsystem (SWARMSENSE) och två metoder som kan användas när man arbetar med miljövärdering (GENETIC BIODIVERSITY SURVEY samt CHAINSPECTOR). Beskrivningarna av teknikerna nedan bygger främst på Seijas Portocarrero *et al.* (2025).

ODOS: EU ställer krav på miljöhänsyn inom lantbrukssektorn främst genom den gemensamma jordbrukspolitiken CAP, i och med de kriterier lantbrukarna måste uppfylla för att få ta del av olika ersättningar. Dessutom ställer allt fler aktörer inom livsmedelskedjan miljö- och klimatkrav på sina leverantörer eller planerar att göra det. ODOS är ett digitalt stödsystem som genom att kombinera existerande kartdata i en app ska hjälpa lantbrukare att uppfylla kriterierna och framför allt dokumentera hur kraven uppfylls. ODOS ska också leverera LCA-bereäkningar och biologisk mångfaldsdata för gårdens olika produktionsinriktningar. ODOS utvecklas i Spanien och utprovas på en gård som kombinerar fårbeta och fruktodling samt på en gård med betande nötkreatur.

En stor utmaning är att säkerställa konsekventa och högkvalitativa indata vad gäller miljö- och klimatpåverkan från olika jordbrukssystem. Kommersiella gårdar uppvisar stor variation i både dokumentation och dataformat. Ofullständiga eller inkonsekventa data – särskilt gällande fodersammansättning och djurförflyttningar – hindrar fullständig automatisering.

GRASSGUARD: är en kombination av en drönarburen kamera samt en markgående drönare som klipper och hackar vegetation. Drönarkameran avbildar och analyserar marken från 90–100 meters höjd. Via ortofoto (geometriskt korrigerade flygfoton) identifierar systemet olika typer av markväxtlighet och lokaliserar ogräsförekomst i vallar och betesmark. Informationen om var ogräset finns skickas till den markgående drönaren som mekaniskt avlägsnar ogräset genom att klippa av och hacka sönder det. Tekniken fungerar även i ojämn terräng och där kraftledning etc. korsar markerna. GRASSGUARD utvecklas i Tjeckien på betesmarker.

En utmaning för den här tekniken är att det utifrån ortofoto inte är lätt att skilja mellan områden med ogräs som behöver tas bort och områden där träd eller buskar växer på betesmarken. Man arbetar fortfarande med att utveckla algoritmer för detta med hjälp av modern AI-teknik. Dessa algoritmer behöver dock tränas på kraftfullare datorer, och fler ortofoton av betesmarker måste användas för träningen.

SWARMSense: är ett digitalt övervakningssystem för bikupor. Systemet består av interna och externa sensorer i kuporna som samlar in och processar data så att biodlaren, utan att störa bina, kan övervaka deras hälsa och kupans funktion. Sensorerna mäter temperatur, luftfuktighet och binas aktivitetsnivå genom att analysera ljudet från bina med hjälp av AI. SWARMSense utvecklas i Litauen och testas i Sverige sedan juni 2025. Utmaningarna är att få tekniken att gå från komponenter som fungerar i laboratoriemiljö till komponenter som fungerar i fält. Potentialen är att kunna göra biodling mindre arbetsintensiv och öka produktionen. Detta kan i sin tur öka biodlingens popularitet och gynna pollinering, något som är relevant för vall och bete.

WILDLIFE GUARD: är en teknisk lösning för att skydda grödor, eller olika typer av anläggningar, mot vilt och fåglar av olika slag. Det gör man genom att utveckla avskräckande ljud som sänds ut från autonoma drönare. Via AI-inlärning används specifika ljud beroende på vilken typ av vilt som kommer inom räckhåll. Drönaren upprepar inte samma ljud utan utvecklar olika ljud för att undvika tillvänjning hos viltet. Drönarna kan följa och "valla" till exempel hjortar och vildsvin så att de avlägsnar sig från den egna eller grannens mark. Systemet utvecklas av det svenska företaget Flox Robotics. En utmaning för tekniken är att få tillstånd att flyga oövervakat och utom synhåll för operatören. Flox Robotics utvecklar därför även fasta installationer. Tekniken har potential att minska skador på grödor men också att skydda boskap från predatorer. Den senare tillämpningen är mycket intressant för vall och bete.

GENETISK BIODIVERSITET SURVEY: Att enkelt men rättvisande kunna mäta biologisk mångfald, och inte minst förändringar i biologisk mångfald, är ett växande behov inom forskning, myndighetskontroll och certifieringssystem för både produkter och produktionsmodeller. Detta system tar hjälp av e-DNA-teknik. Tekniken provas på svenska gårdar och innebär att lantbrukaren tar jordprover och skickar in dem för DNA-sekvensering. Resultatet testas mot ett "bibliotek" av DNA från kärlväxter, svampar och bakterier. DNA-spåren indikerar vilken biodiversitet som finns, eller har funnits, i det provtagna området.

Utmaningarna för tekniken är att korrekt detektera den biologiska mångfalden i området och fånga DNA-signalen. Tekniken används redan för att mäta biologisk mångfald i vatten men är i ett tidigt utvecklingsskede när det gäller system på land (Laamanen *et al.*, 2025). Utvecklingen går snabbt framåt och EU är på väg att besluta om att e-DNA ska inkluderas i den nya Soil Monitoring Act (European Commission, 2025). Potentialen för vall och bete är att kunna använda tekniken för skattning av jordhälsa och att på sikt analysera hur olika åtgärder inverkar över tid.

CHAINSPECTOR: är ett blockkedjebaserat spårbarhetsverktyg som är särskilt utformat för att göra det möjligt för olika typer av producenter att lägga in fullständig information om sina produkter och visa den för konsumenterna. Verktöget syftar till att överbrygga klyftan mellan producenter och konsumenter samt främja förtroendet för produkternas ursprung och produktionsprocess. Tekniken utvecklas i Spanien och utprovas på en gård med betesbaserad nötköttsproduktion. I projektet strävar utvecklaren efter att utöka verktygets kapacitet genom att integrera data om miljöpåverkan. Detta gör det möjligt att följa produktens resa samtidigt som miljöavtrycket dokumenteras.

En utmaning för tekniken är att förändringar som görs för specifika användare kan sprida sig till hela systemet och påverka det. För att hantera detta har man i högre grad än vad som ursprungligen var planerat utvecklat ett upplägg där enskilda gårdars data kan hanteras utan att påverka den gemensamma databasen.

Diskussion

Minskad biologisk mångfald och klimatförändringen är två av samhällets mest angelägna utmaningar. Jordbruket har en nyckelroll i att vända trenden för den biologiska mångfalden och mildra klimatpåverkan genom att lagra organiskt kol i marken. Bibehållande av mindre brukningsområden och stimulans av odling av flera arter och en mångfald av produktionsmodeller erbjuder möjligheter att bevara och återskapa landskapets mosaik. Digital teknik kan spela en avgörande roll i denna utveckling genom att göra småskaligt jordbruk mindre arbetskrävande och erbjuda kunskapsstöd i en övergång till regenerativt jordbruk enligt agroekologiska principer. Utvecklingen av digital teknik kommer att kräva en lärandeprocess hos lantbrukaren för både digitala lösningar och andra jordbruksmetoder.

Vall och bete spelar en viktig roll i denna process. De tekniker som tas fram i projektet GUARDIANS visar att det finns potential att använda digital teknik inom vall och bete i omställningen till ett regenerativt jordbruk där man binder kol och ökar den biologiska mångfalden.

Referenser

Bai Y. och Cotrufo M.F. (2022) Grassland soil carbon sequestration: Current understanding, challenges, and solutions. *Science* 377(6606), 603–608.

European Commission (2025) Position of the Council at first reading with a view to the adoption of a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). Bryssel.

Laamanen T., Norros V., Vihervaara P., Jerney J., Kortelainen P., Kujala K., Lambert S., Mäyrä J., Nikula L., Palmroos I., Tolkkinen M., Vuorio K. och Meissner K. (2025) Technology Readiness Level of biodiversity monitoring with molecular methods – where are we on the road to routine implementation? *Metabarcoding and Metagenomics* 9, e130834.

O'Donoghue T., Minasny B. och McBratney A. (2024) Digital regenerative agriculture. *Sustainable Agriculture* 2(1), 5.

Seijas Portocarrero X., Monopoli T., Blanco G., Rossi C., Galatola M., Tereñes E., Englund A., Dahl M., Vowles T., Fernández L.C., Audickas S., Vergara L.A., Widén A., Kumhála F., Grimsby S., Hernández Á., Magdalena J., Dintén I. och Laviada M. (2025) D3.8 / Digital Tools Report 3. GUARDIANS, LINKS. (opublicerat)

Terrer C., Phillips R.P., Hungate B.A., Rosende J., Pett-Ridge J., Craig M.E., van Groenigen K.J., Keenan T.F., Sulman B.N., Stocker B.D., Reich P.B., Pellegrini A.F.A., Pendall E., Zhang H., Evans R.D., Carrillo Y., Fiske, J.B., van Sundert K., Vicca S. och Jackson R.B. (2021) A trade-off between plant and soil carbon storage under elevated CO₂. *Nature* 591(7851), 599–603.

Midsommarlamning ger väl utnyttjat naturbete och kontroll på parasiterna – Gunnar Danielsson, Berghult, Kosta

H. Lindberg

Växa, Bollnäs

Korrespondens: hans.lindberg@vxa.se

Sammanfattning

År 1987 hade gården 50 tackor men man ville utöka till 100 tackor. Gården saknade då bra byggnader för traditionell lamning inomhus i april och man valde därför att i stället ha en senare lamning utomhus. Efter det har besättningen fram till de senaste åren bestått av 220–250 tackor. Gården har tillgång till både naturbetesmark och åkermarksbete. Många olika tidpunkter för lamningen har provats men man har kommit fram till att lamning runt midsommar är det som passar gården bäst. Fördelarna är många. Naturbetesmarken betas till mycket låg höjd av de lågdräktiga tackorna under april–maj, vilket minskar gräsens tendens till stråskjutning och ger mer plats för örter och baljväxter i sommarbetet. Under tackornas högdräktighet och digivning samt lammens första 90 dagar är baljväxt- och örtandelen hög i betet. Frånvaron av foderbyten och den höga beteskvaliteten ger mycket stor tillväxt på lammen. De växer 320–340 g/dag under de första 90 dagarna, att jämföra med 270–280 g/dag då lamningen var i april.

Lammen avvänjs i början av oktober vid 85–90 dagars ålder. Därefter ges kraftfoder, bete och ensilage fram till slakt i november–december. Produktionsekonomin bygger på bra utnyttjande av naturbetesmarken med de lågdräktiga tackorna under våren och den höga lammstillväxten på det baljväxtrika sommarbetet.

För att få en effektiv betesproduktion har man med tiden utvecklat ett intensivt fällsystem med totalt ca 42 fällor, 21 fällor till varje tackgrupp. Av dessa skördar man ca 5 fällor av åkermarksbetena till vinterfoder och ca 5 fällor sås om. Det innebär att man normalt har ca 10–15 betesfällor som man aktivt roterar per grupp.

Eftersom gården ligger i sydöstra Sverige på relativt torra marker kommer det ganska ofta kortare perioder av betessäsongen när man måste stödutfodra med kraftfoder och/eller ensilage. Stödutfodringen vid perioder med lägre betestillväxt är viktig för att hålla uppe betets långsiktiga produktionskapacitet. Det är missriktad ekonomi att under torra somrar överutnyttja betet. Det är bättre att tillskottsutfodra i tid och beta lagom hårt. Den här strategin medför att när regnet kommer exploderar betestillväxten och man får en fantastisk betestillväxt.

Att beta naturbetesmarker med får är alltid en utmaning. Det är viktigt att byta fälla ofta, inom 2–3 dagar, och beta av väl i varje fälla. Då betestillväxten är hög på våren kan det vara bättre att inte beta en eller flera fällor för att få bra avbetning på övriga fällor. De överhoppade fällorna betas sedan under sensommaren när de börjar grönska igen efter sommarens stråskjutning och blomning.

Ett annat skäl för att flytta lamningen till midsommar är att en stor del av de övervintrande parasiterna på betet dör i slutet av maj innan tackorna kommit tillräckligt långt i dräktigheten för att vara mottagliga för parasitangrepp. Lammens höga tillväxt visar också att parasiterna inte är en avgörande faktor för en lyckad produktion på gården. Detta trots att det har gått mycket får på samma arealer i 25–30 år.

Lammen och tackorna följs noga under betessäsongen. I princip varje månad vägs djuren och man tar träckprov. Slaktlammsproduktion handlar inte om att få 80–85 % bra lamm och resten

"pellar". Målet är att 98–100 % skall vara fullgoda slaktlamm. Arbetstiden per lamm är den stora flaskhalsen för lammproduktion och då måste varje lamm bli bra.

Betestillväxten i sydöstra Sverige är väldigt olika från år till år. Planering i förväg är helt bortkastad. Det är viktigt att hela tiden ligga med örat mot marken, att ha koll på betesmängd och betestillväxt. Att veta i förväg exakt vad man skall göra om SMHI förutspår en 10 dygns period med 30°C helt utan regn eller en prognos med 30 mm regn och temperaturer kring 20°C.

Gårdsfakta

Ägare: Eva och Gunnar Danielsson

Adress: Berghult, Kosta

Produktion: Slaktlammsproduktion KRAV med 125 tackor. Har tidigare haft 250 tackor, men har minskat ner lite grann p.g.a. ålder. Gården använder treraskorsning där Gotlandsfår korsas med Dorset och Suffolk. Lamningen sker runt midsommar och lammen slaktas i november–december.

Foderstat: Gården använder både åkermarksbete och naturmarksbeten i produktionen. Totalt använder man 42 fällor och roterar åkermarksbeten och naturbeten. Åkermarken börjar betas i april i samma rotation med naturbetesmarken men betningen på åkermark avslutas när tillväxten blir tillräckligt hög på naturbetesmarken. En stor del av åkermarken skördas i juni och betas sedan intensivt fram till december–januari. Lammen avvänjs vid 85–90 dagar och får då ca 0,5 kg kraftfoder/dag på bete samt ensilage ju sämre betet blir i oktober.

Areal: 50 ha naturmarksbete och permanent åkermarksbete. 20 ha åkermark för vinterfoderproduktion.

Antal vallskördar: Gården ligger i torkbältet och årsmånen avgör hur många skördar man kan ta.

Vallarnas liggtid: 3–4, ibland 5 år.

Vallfröblandningar: Vanligast är 10 kg diploiddt engelskt rajgräs blandat med 5 kg rödklöver, 5 kg vitklöver, 5 kg lusern/käringtand samt 2 kg cikoria/ha. Totalt 27–30 kg/ha. Timotej och ängssvingel används ibland men har svårt att hävda sig i den intensiva betesdriften.

Insådd: Sår in i renbestånd.

Skördetidpunkter: Årsmånen avgör.

Vallskördekedja: Vallskörden är i huvudsak bete. Skördad vall används mest som foder till tackorna.

Konserveringsmetod: Rundbalar.

Gödsling av vallen: Varierande morän, mo och sandjordar med naturligt lågt pH-värde. Idag är allt uppgödslat till pH över 6. Intensiv gödsling till vallen med stallgödsel och kaliumsulfat.

Foderanalyser: Gården tar inga foderanalyser.

Mer information: Berghult är en av de 15 samarbetsgårdarna inom EU-projektet Grazing4AgroEcology och såmetoden presenteras i en kort video på länken <https://www.youtube.com/watch?v=L6pzeTFVprA>

Att förnya vallen i torkområde – Åke Johansson, Lilla Hult, Öland

H. Lindberg

Växa, Bollnäs

Korrespondens: hans.lindberg@vxa.se

Sammanfattning

Att odla vall på Öland kan ha sina utmaningar. Eftersom odlingssäsongen ofta är utsatt för torka är det viktigt att få en bra etablering av vallinsådden samt att man har ett system som bidrar till flexibilitet i skördearbetet. På Lilla Hult arbetar man mycket med båda dessa faktorer. Vid insådden är det viktigt att bevara fukten i jorden för att få en bra etablering. Därför vill man att vallfröerna skall vara i backen inom 4–6 timmar från bearbetningsstart. Det ökar förutsättningarna för att de skall gro även om det inte kommer regn. Höstplöjda jordar föredras, men på kapillära jordar kan vårplöjning också fungera.

Insådden sker i 150 kg vete/ha som sås ut med centrifugalspridare efter två harvningar. I nästa överfart harvas veten ner till 3 cm samtidigt som man sår 24 kg vallfrö/ha med en Biodrill. Biodrillen sitter på välten som i sin tur bogseras av harven och man får på så sätt en första vältning snabbt efter sådden av vallfrö. Fältet vältas en gång till för att mylla ner vallfröerna riktigt och trycka ner stenar.

"Vi är nöjda med systemet", säger Åke. "Vi uppnår våra mål med att få ner vallfröet i backen snabbt. Biodrillen är väldigt exakt i sin utmatning och stämmer väldigt bra när man gör vridprov. Jag tror att vi är väldigt maskineffektiva och det är nog svårt att räkna hem en investering i dyrare maskiner. För oss är det så viktigt att få vallar som håller, det betalar alltid igen sig".

Åke menar att en ökning av mängden vallfrö kan vara att föredra. Det är inte fel att gå upp till 30 kg/ha. Tekniken för insådd har man utvecklat på egen hand och har nu använt den i 15–20 år. Valet av vallfröblandning, med mycket lusern, samt växtföljd med majs bidrar till en bra luckring av jorden vilket också bidrar till bra förutsättningar under torra förhållanden.

På gården är kampen mot torkan central och genom åren har man haft många strategier. Bland annat har gården under 40 år dämt vissa marker för att hålla vattennivån 40–50 cm under marknivå. Det är en jättesuccé. Man dämmer vissa jordar med alv (lera och stenar) och styr behovet av dämning genom att lägga dit eller ta bort alv i utfallsdikena. En annan strategi är att använda fasta körspår.

De strategier gården har valt bidrar till att man alltid klarar sitt foderbehov. Ett undantag var 2018 när förhållandena var så extrema att man fick ta till överlagrat foder från 2017 som reserv. De efterkommande åren har gården klarat sig bra.

Gårdsfakta

Ägare: Åke och Isak Johansson tillsammans i aktiebolag

Adress: Lilla Hult, Öland

Produktion: 306 mjölkkor (kokontrollår 2024) som mjölkas i fiskbensstall (dubbel 8). Egen rekrytering. Tjurarna säljs till uppfödare. Produktionsresultat Kokontroll 2024; 10 373 kg mjölk, 4,3 % fett, 3,4 % protein, 10 797 kg ECM. Gården har dessutom 35 vårlammande tackor (gotlandsfår) för att hålla bort slån och nypon från naturbetena. Använder inte avmaskningsmedel.

Foderstat: En vanlig foderstat är 8 kg ts vall, 10 kg ts majs, 8 kg färdigfoder. Gynnsamma år, då vetet kan tröskas, utfodras vete tillsammans med proteinkoncentrat så långt vetet räcker. År 2025 odlade man CCM-majs (Corn Cob Mix) som utfodras tillsammans med tröskat vete och koncentrat.

Areal: 260 ha åkermark, 37 ha naturbete. Betar dessutom ca 100 ha s.k. mittlandsskog. Åkerarealen fördelas på vall plus vall/insådd 180 ha samt 80 ha majs.

Antal vallskördar: 4

Vallarnas liggtid: 4–5 år. Eller som Åke uttrycker det "ibland ett år för länge".

Vallfröblandning: Gården använder en egen blandning som består av 40 % blåusern, 30 % engelskt rajgräs (gärna två sorter) samt 30 % ängssvingel.

Insådd: Vallen sås in i vete. Vetet tas som helsäd de år tillgången på vall förväntas bli liten. Gynnsamma år tröskas vetet.

Skördetidpunkter: Tar första skörden ca 22 maj, därefter var 5:e vecka, men i slutänden får vädret styra skördetidpunkten. På vissa jordar, som inte orkar med ett intensivt system p.g.a. torka, kan det bli två eller tre skördar. Gården har tillgång till bevattning från en damm med tillflöde från en liten bäck. Systemet klarar att bevattna ca 50 ha. Man har precis färdigställt ytterligare en damm som kan bevattna ca 70 ha.

Vallskördekedja: Gården använder egna maskiner i sitt skördesystem. Gräset slås med Butterfly (9 m) och strängas med 9 m strängläggare. Gräset hackas med en traktordragen JF exakt-hack som försörjer tre vagnar. Vid behov nyttjas en vändare på 10 m. Maskinparken är väl anpassad i förhållande till arronderingen. Mindre arealer (0,5–1,0 ha) skördas som rundbalar. Rundbalar är ett flexibelt system till sinkor, kalvar och får samt vid betesbrist.

Konserveringsmetod: Plansilo 14 fack om vardera 8 m. Bredden för facken har valts för att få ett bra uttag och minska risken för varmgång. Använder salter som tillsatsmedel. Packar med två lastmaskiner L60.

Gödsling av vallen: Eftersom vallen innehåller mycket lusern kan man anpassa gödslingen efter skiftningar i gödselpris. Första skörd får 250 kg 27-4, skörd 2 och 3 får 200 kg 27-4. Gödsel aldrig till 4:e skörden, man räknar med att mineraliseringen täcker det behov som finns. Till majsen läggs ca 40 ton flytgödsel. På vallen lägger man ca 25 ton flytgödsel två gånger per år. Insådden får 25 ton flytgödsel innan sådd men inget därefter.

Foderanalyser 2025

	Råprotein g/kg ts	NDF g/kg ts	Omsättbar energi MJ/kg ts
Skörd 1	176	406	11,2
Skörd 2	165	465	10,6
Skörd 3	193	436	10,6

Mer information: Gården Lilla Hult är en av de 15 samarbetsgårdarna inom EU-projektet Grazing4AgroEcology och såmetoden presenteras i en kort video på länken https://www.youtube.com/watch?v=Xs5_UNTIcAI

Såtidpunkter vid vallinsådd i höstvet

O. Hallin

Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem

Korrespondens: ola.hallin@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

Tröskning tidigt på säsongen och en längre växtsäsong ger möjlighet att etablera vall efter tröskning av spannmål. I två fältförsök, ett i Färjestaden och ett i Länghem, undersöktes hur såtidpunkten av vallinsådd i höstvet (*Triticum aestivum* L.) påverkade ts-avkastning och art-sammansättning i vallen. Etablering av vall efter tröskning av höstvet gav större kärn-avkastning i höstvetet samt mindre ts-avkastning men högre andel klöver i första vallskörden, jämfört med om vallen etablerades i samband med höstvetesådd. Försöksserien finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskningen genom Sverigeförsöken.

Introduktion

Äldre undersökningar har visat att etablering av vall genom insådd tidig vår i höstsäd fungerar bra, men vallavkastningen blev ofta något mindre jämfört med etablering i vårsäd eller i renbestånd. Etablering av vall i samband med sådd av höstsäd undersöktes i försöksserien Etablering av vall i höstsäd (El Khosht *et al.* under granskning). Serien visade att valletableringen konkurrerade med höstsäden, vilket gav mindre kärnavkastning, främst för höstvetet med kortare strå jämfört med höstråg (*Secale cereale* L.) och rågvete (*Triticosecale* Wittm) men stor total vallavkastning första vallåret (7–14 ton ts/ha).

Den pågående klimatförändringen har bidragit med längre växtsäsong, mer försommartorka, ökad konkurrens om vatten, men också större avkastningspotential i spannmål och möjlighet för intensivare odlingsstrategier. Man kan utifrån detta fråga sig om det är rätt strategi att etablera vall med spannmål som insåningsgröda. Tröskning av spannmål sker också tidigare under säsongen och förutsättningar finns nu att dela upp odlingen genom att etablera vallen efter tröskning av höstsäd eller tidig vårsäd (Hallin, 2022). Syftet med försöksserien var att undersöka vallens ts-avkastning och artsammansättning vid olika såtidpunkter för vallinsådd i konventionell odling av höstvet.

Material och metoder

Försöksserien startades hösten 2022 med två försök, i Färjestaden på Öland och Länghem i Västergötland, med sådd av höstvetet samt en första såtidpunkt av vallinsådd. År 2023 utfördes dels sådd av en andra såtidpunkt i höstvetet, på våren, dels en tredje såtidpunkt efter tröskning av höstvetet. Under 2024 togs en första och en andra skörd av vallen med bestämning av botanisk sammansättning samt registrering av ts-avkastningen. Datum för såtidpunkter för vallen och ingående arter i vallfröblandningarna framgår av tabell 1. Vallens skördetidpunkter ses i tabell 2.

I Färjestaden såddes höstvetet av sorten Norin med 350 grobara kärnor/ha den 12 september 2022. Höstvetet gödslades med 360 kg/ha PK 11–21 den 12 september, 250 kg/ha Axan den 28 mars 2023 samt 200 kg/ha Axan den 3 maj. Det tröskades den 31 juli med kärnavkastning på fältnivå med 2 500 kg/ha. År 2024 gödslades vallen dels på våren med 350 kg/ha PK 11–21 och 100 kg/ha Kalisalt den 13 mars samt med 300 kg/ha Axan den 15 mars, dels efter skörd 1 med 220 kg/ha Axan den 3 juni och 100 kg/ha Kalisalt den 10 juni.

I Länghem såddes höstvetete av sorten Terence med 400 grobara kärnor/ha den 1 september 2022. Höstvetet gödslades med 150 kg/ha YaraMila Höst NPK 10-14-12 den 20 september och 590 kg/ha Axan den 18 april 2023. Försöket blev ogräsbehandlat med 10 g Gratil + 0,5 l/ha superolja den 21 april samt svampbehandlat med 0,4 l/ha Folicur Xpert och 0,5 l/ha Tern den 7 juni. Höstvetet tröskades den 19 augusti, kärnavkastning blev 7 650 kg/ha utan vallinsådd (led 3), 7 500 kg/ha för ledet vallinsådd på våren (led 2) och 4 670 kg/ha för ledet vallinsådd sått samtidigt som höstvetet (led 1). År 2024 gödslades vallen på våren med 250 kg/ha PK 11–21 samt 364 kg/ha NK 22–12 den 9 april samt efter skörd 1 med 270 kg/ha NK 22–12 den 4 juni.

Tabell 1. Tvåfaktoriell försöksserie med undersökning av tre såtidpunkter samt två vallfröblandningar med fyra upprepningar på platserna Färjestaden och Länghem.

Faktor 1. Såtidpunkter för valletablering	Färjestaden	Länghem
1. I samband med sådd av höstvetete	2022-09-12	2022-09-02
2. Vår, vid upptorkning på våren	2023-04-12	2023-04-19
3. Direkt efter tröskning höstvetete	2023-08-01	2023-08-22
Faktor 2. Vallfröblandningar		
A. 50–55 % timotej, 15–20 % ängssvingel, 15 % engelskt rajgräs, 9–10 % rödklöver, 5–6 % vitklöver, totalt 22 kg/ha		
B. 35 % timotej, 35 % rörsvingel, 20 % blåusern, 10 % rödklöver, totalt 22 kg/ha		

Resultat

Valletablering i samband med sådd av höstvetet gav ett bra gräsbestånd som konkurrerade med ogräs och höstvetete. I Länghem blev höstvetets kärnavkastning 2 980 kg/ha mindre vid etablering av vallen i samband med sådden av höstvetete (led 1) jämfört med valletablering efter tröskning (led 3).

Första vallskördens ts-avkastning blev signifikant större med 2 590 kg ts/ha i Färjestaden och 710 kg ts/ha i Länghem för led 1 jämfört med led 3 (tabell 2). I andra skörden blev det omvänt med större ts-avkastning i led 3 med 310 kg ts/ha i Färjestaden och 450 kg ts/ha i Länghem jämfört med led 1. Den totala ts-avkastningen (skörd 1–2) i Färjestaden blev större vid vall-etablering i samband med sådd av höstvetete med totalt 8 360 kg ts/ha, jämfört med såtidpunkt vår (2) och efter tröskning (3), 5 890 respektive 6 070 kg ts/ha. I Länghem gav etablering av vall i samband med höstvetesådd störst ts-avkastning i skörd 1 med 4 590 kg ts/ha (medel av A och B). Skörd 2 gav störst ts-avkastning vid sådd efter tröskning med vallfröblandning A (2 600 kg ts/ha, Länghem) som var signifikant skild mot övriga försöksled. Vallfröblandning A gav större ts-avkastning än B i skörd 1 och 2 i Länghem.

Valletablering med vallinsådd i samband med höstvetesådd gav gräsdominerade vallar på båda platser och de bestod främst av timotej (*Phleum pratense* L.). I Länghem var fördelningen 84 % timotej, 12 % engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.) och 4 % ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds.) i led A1 samt i led B1 94 % timotej och 6 % rörsvingel. I Färjestaden var ogräsandelen dominerande i alla skördar i leden som såddes på våren samt efter tröskning. Baljväxtandelen var då 6–11 % vid skörd 1. Även i Länghem blev etableringen av vall på våren svag med få vallplanter och en dominans av ogräs. Etablering av vall efter tröskning med vallfröblandning A gav en högre andel klöver (4 %) och engelskt rajgräs (28 %) och en lägre andel timotej (36 %) i skörd 1, jämfört med när vallen etablerades vid höstvetesådd i Länghem. Högst klöverandel i serien blev det i Länghem skörd 2 med 18 %, när valletableringen gjordes efter tröskning.

Tabell 2. Vallavkastning i skörd 1 och skörd 2 2024 i Färjestaden och Länghem.

Vallfrö	Valletablering såtidpunkt	Färjestaden				Länghem			
		Skörd 1		Skörd 2		Skörd 1		Skörd 2	
		31-maj		10-jul		31-maj		09-jul	
		kg ts/ha		kg ts/ha		kg ts/ha		kg ts/ha	
A	1. Sådd höstvet	6 250	ns	2 020	ns	4 490	a	2 000	b
A	2. Vår i höstvet	3 690		2 290		3 770	b	2 130	b
A	3. Efter tröskning	3 630		2 350		4 110	ab	2 600	a
B	1. Sådd höstvet	6 420		2 030		4 690	a	2 010	b
B	2. Vår i höstvet	3 600		2 220		2 860	c	1 630	c
B	3. Efter tröskning	3 840		2 310		3 640	b	2 290	b
	<i>CV, P-värde</i>	<i>11,2</i>	<i>0,823</i>	<i>8,1</i>	<i>0,906</i>	<i>7,2</i>	<i>0,004</i>	<i>6,1</i>	<i>0,006</i>
	1. Sådd höstvet	6 330	a	2 020	b	4 590	a	2 000	b
	2. Vår i höstvet	3 640	b	2 250	ab	3 310	c	1 880	b
	3. Efter tröskning	3 740	b	2 330	a	3 880	b	2 450	a
	<i>P-värde</i>		<i><0,001</i>		<i>0,010</i>		<i><0,001</i>		<i><0,001</i>
A	Vallfröblandning	4 520	ns	2 220	ns	4 120	a	2 250	a
B	Vallfröblandning	4 620		2 180		3 730	b	1 970	b
	<i>P-värde</i>		<i>0,647</i>		<i>0,638</i>		<i>0,003</i>		<i>0,018</i>

Olika bokstäver i samma kolumn skiljer sig åt ($P < 0,05$). ns = ej signifikant.

Diskussion

Etablering av vall på våren i höstsäd gav svaga bestånd med få plantor och vallen dominerades av ogräs. Detta bör tas i beaktande vid tolkning av resultatet. I andra studier som t.ex. i projektet Helsädesskörd av grödor sådda sommar och höst (Hallin *et al.* 2024), blev etablering av vallen på våren i höstsäd lyckad och gav en ts-avkastning på drygt 5 000 kg ts/ha med en klöverandel på 30–35 % i första skörd i vall I.

Tidig tröskning av höstsäd eller vårsäd ger möjligheter att etablera vall efter tröskning utan konkurrens från spannmålen. I ovanstående fältförsök blev ts-avkastningen mindre i skörd 1 och större i skörd 2 samt gav högre andel klöver i vallen, jämfört med när vallen etablerades vid sådd av höstvet. Örtogräsen i försöken borde ha bekämpats antingen på hösten eller på våren, för att minska konkurrensen och få mindre mängd örtogräs i vallfodret. Fält med gräs-ogräsproblem kan också bli problematiska vid etablering av vall efter tröskning, då vallbeståndet inte har slutit sig och vallplantorna är dåliga på att konkurrera med gräsogräsen under hösten. Dessutom saknas det tillåtna preparat för att bekämpa gräsogräs vid valletablering.

Referenser

El Khosht F.F., Bergkvist G., Nilsson-Linde N., Hallin O., Watson A.S. och Dahlin S.A. Successful autumn establishment of undersown grass-clover leys at high latitudes is supported by measures that reduce cereal-clover competition. (Under granskning).

Hallin O. (2022) Tidpunkt och art för insädd av vallbaljväxter på hösten. Hushållningssällskapet. *Försöksrapport Sverigeförsöken* 2022, 98–102.

Hallin O., Dahlström F., Nadeau E., Jakobsson J. och Danielsson D.-A. (2024) Helsädesskörd av grödor sådda sommar och höst: avkastning, näringsinnehåll och ensileringsegenskaper. Sveriges lantbruksuniversitet, *Rapporter från institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd* 1. <https://doi.org/10.54612/a.1rt33e9oi4>

Höstetablering av blandvall i höstspannmål

F.F. El Khosht¹, O. Hallin², I. Öborn¹, G. Bergkvist¹, A.S. Dahlin¹, C. Watson^{1,3} och N. Nilsson-Linde¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för växtproduktionsekologi, Uppsala ²Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem ³Scotland's Rural College, Aberdeen

Korrespondens: fatima.el.khosht@slu.se

Sammanfattning

En längre växtsäsong möjliggör etablering av klöver–gräsvall på hösten, men lyckad klöveretablering kan äventyras av begränsad ljusstillgång och låga temperaturer. I tvååriga fältförsök på fyra platser i södra och mellersta Sverige undersöktes hur etableringen av höstsådd röd-klöver (*Trifolium pratense* L.) och vitklöver (*Trifolium repens* L.), insådda i höstspannmål, påverkas av spannmålsart, skördetidpunkt för spannmålen och gräsblandning med timotej (*Phleum pratense* L.) och ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds.), med eller utan engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.). Klöver–gräsvallen såddes i september 2021 och 2022 med höstvetete (*Triticum aestivum* L.), höstrågvetete ($\times$ *Triticosecale* Wittm. ex A. Camus) eller höstråg (*Secale cereale* L.) som insåningsgröda. Spannmålen skördades antingen tidigt som helsäd eller vid kärnmognad, och vallens etablering utvärderades följande år. Den totala torrsubstans-(ts)avkastningen var 7–14 t ha⁻¹, där röd-klöverblandningarna gav i genomsnitt 1,2 t ha⁻¹ mer än vitklöverblandningarna. Tidig spannmålsskörd ökade klöverandelen i första skörden med ca 9 procentenheter. Engelskt rajgräs påverkade inte klöverandelen men minskade generellt andelarna av timotej och ängssvingel. Resultaten visar att höstetablering av klöver–gräsvall är möjlig men kräver anpassningar såsom tidig spannmålsskörd och sådd tidigt i september, särskilt i mellersta Sverige med kortare växtsäsong än längre söderut. Höstsådd vall kan därmed vara ett alternativ i områden med försommartorka där våretablering är svår.

Introduktion

På senare år har lantbrukare i vissa områden erfarit att försommartorka blivit allt vanligare, vilket lett till sämre etablering av vårsådda vallar. Samtidigt har växtsäsongen förlängts och höstarna blivit varmare (SMHI, 2025) vilket öppnar för möjligheten att etablera vall genom höstsådd. Utmaningar kvarstår dock för höstetablering av klöver, främst p.g.a. kort dagslängd med begränsad ljusstillgång, låga temperaturer som hämmar tillväxten och sämre frosttålighet hos klöver jämfört med gräs (Black *et al.*, 2009; Guðleifsson, 2010). Trots detta har lantbrukare i södra Sverige rapporterat lyckad höstetablering av klöver, och tidigare fältstudier har visat lovande resultat när klöver såtts i renbestånd i södra Sverige (Hallin, 2022). Däremot saknas kunskap om hur skötselåtgärder som påverkar ljusstillgången inverkar på klöveretablering iblandvallar, såsom val av spannmål för insådd, skördetidpunkt av spannmålen och sammansättning av vallfröblandning (dvs. klöver- och gräsarter). I fältförsöksserien Höstetablering av vall i höstsäd, finansierad av forskningsrådet Formas inom centrubildningen SustAinimal (2019-01266 och 2024-0102), undersöktes hur skötselåtgärder som påverkar ljusstillgången inverkar på vallens etablering, bedömd genom avkastning och botanisk sammansättning.

Material och metoder

Försöken utfördes på fyra platser i södra och mellersta Sverige, Eldsberga (Lilla Böslid), Länghem (Rådde), Färjestaden (Torslunda) och Uppsala (Säby), under två etableringsår och två produktionsår. Spannmål och vall såddes samtidigt hösten innan första produktionsåret, då

spannmålen skördades vid två olika mognadsstadier. Året därpå skördades den etablerade vallen (figur 1). Olika fält användes för försöken som såddes 2021 och 2022. För att skilja mellan försöksomgångarna följs platsnamnen av tilläggen 1 och 2, som anger första respektive andra etableringsåret. Försöket på Eldsberga 1 kasserades p.g.a. stående vatten under vintern 2021/2022. Försöksupplägget var en randomiserad split-split-plot-design med tre upprepningar per plats och omfattade följande behandlingar:

- i) skördesystem för spannmål (tidig/sen skörd),
- ii) art av höstspannmål (vete, rågvete, råg),
- iii) vallfröblandning (röd- (RK) eller vitklöver (VK) med timotej och ängssvingel samt med (3G) eller utan (2G) engelskt rajgräs).

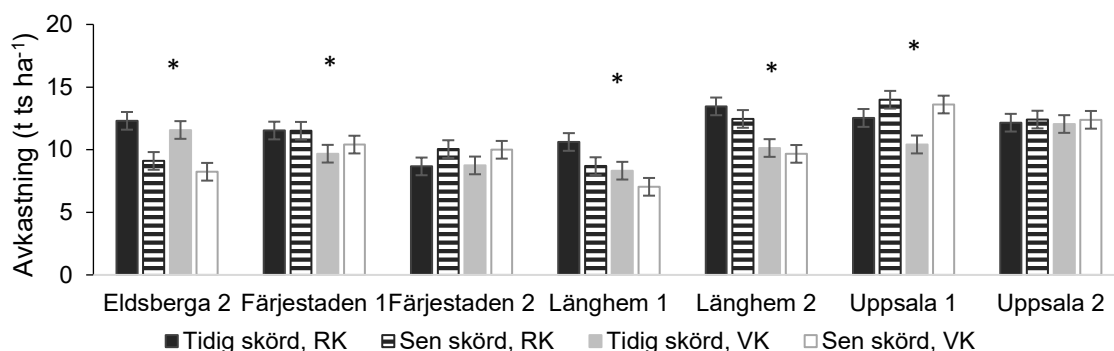


Figur 1. Tidslinje och skötsel i tvååriga fältförsök i Färjestaden, Eldsberga, Länghem och Uppsala under 2021 och 2022.

Försöket i Länghem sköttes ekologiskt och övriga konventionellt, dock utan kemiska bekämpningsmedel. I de konventionella försöken gödslades spannmålen med 100–120 kg mineral-N ha⁻¹ vid ett tillfälle på våren året efter sådd. Under vallåret gödslades vallen med totalt 110–130 kg mineral-N ha⁻¹ fördelat på tre givor: ca 50 kg N ha⁻¹ på våren, 30 kg N ha⁻¹ efter första skörd och 30 kg N ha⁻¹ efter andra skörd. I det ekologiska försöket i Länghem tillfördes 25–35 t ha⁻¹ nötdjupströgsel före sådd. Under vallåret tillfördes 20–25 t ha⁻¹ flytgödsel efter första respektive andra skörd i Länghem 1 och Länghem 2. Spannmålen såddes med 80 % av den rekommenderade utsädesmängden vilket innebär 200–350 kg ha⁻¹. Utsädesmängden för RK var 7 kg ha⁻¹ av totalt 22 kg vallfröblandning ha⁻¹ och för VK 3 kg ha⁻¹ av totalt 18 kg vallfröblandning ha⁻¹. För timotej och ängssvingel var utsädesmängden i 2G-blandningarna 9 respektive 6 kg ha⁻¹ och i 3G-blandningarna 6,6 respektive 4,4 kg ha⁻¹. Utsädesmängden för engelskt rajgräs var 4 kg ha⁻¹. Inom varje fält såddes alla spannmålsarter samma dag. De skördades också samma dag vid respektive skördetidpunkt. Vid den första vallskörden togs ett delprov för botanisk analys. Torrvikten för respektive klöver- och gräsart bestämdes därefter för beräkning av deras andelar i vallen. Analyserna genomfördes i JMP Pro 17 och den statistiska modellen presenteras i detalj i El Khosht *et al.* (under granskning).

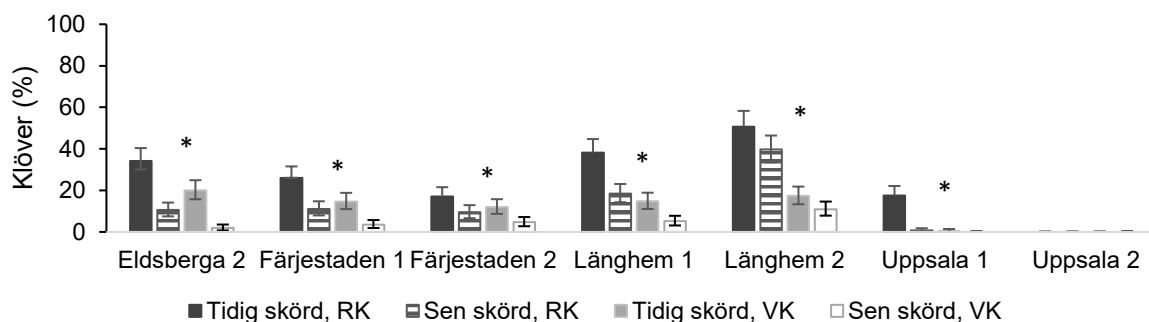
Resultat och diskussion

Den totala vallavkastningen (skörd 1–3) uppgick till 7–14 t ts ha⁻¹, beroende på försöksplats och etableringsår, klöverart och skördesystem (figur 2). I genomsnitt över behandlingar avkastade RK-blandningarna 1,2 t ts ha⁻¹ mer än VK-blandningarna, vilket sannolikt beror på att RK konkurrerar bättre om ljuset under etableringsfasen (Black *et al.*, 2009). Blandningarna utan engelskt rajgräs avkastade ca 0,17 t ts ha⁻¹ mer än de med engelskt rajgräs. Andelen klöver i första skörden var högre i RK-blandningarna med upp till 51 % klöver, jämfört med maximalt 20 % klöver i VK-blandningarna (figur 3).



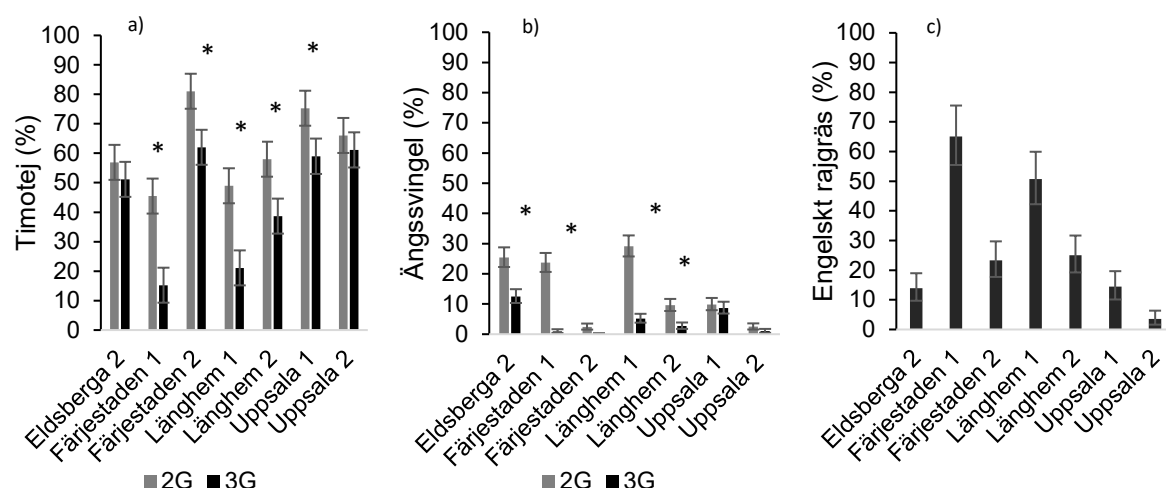
Figur 2. Total vallavkastning första vallåret per försöksplats och etableringsår, skördesystem av spannmål och klöverart. Skördesystem: tidig (helsäd) eller sen (kärna) skörd. RK = rödklöver; VK = vitklöver. Stjärna (*) markerar signifikanta skillnader ($P < 0,05$) mellan kombinationer av skördesystem spannmål och klöverart inom samma försöksplats och etableringsår. Felstaplar visar 95 % konfidensintervall.

Klöverandelen var generellt högst i RK-blandningar efter tidig spannmålsskörd, följt av RK-blandningar efter sen spannmålsskörd. Nivåerna i de senare var ofta jämförbara med VK-blandningarna efter tidig spannmålsskörd, med viss variation mellan försöksplatser och etableringsår. Detta tyder på att RK har en bättre ljuskonkurrensförmåga, delvis tack vare sitt mer upprätta växtsätt (Black *et al.*, 2009). Tidig spannmålsskörd ökade i genomsnitt klöverandelen med 9 procentenheter jämfört med sen skörd för båda klöverarterna, vilket indikerar att RK fick sitt försprång redan under den tidiga etableringsfasen. Vid sen skörd var klöverandelen i genomsnitt 2,5 procentenheter lägre efter höstråg, vilket sannolikt beror på rågens mer konkurrenskraftiga tillväxt jämfört med rågvete och vete. Den totala avsaknaden av klöver i Uppsala 2 förklaras av sent sådatum (23 september), som orsakades av våta fälthållanden. Engelskt rajgräs hade ingen signifikant påverkan på klöverandelen, men minskade generellt andelarna av timotej och ängssvingel (figur 4a–b). Andelen engelskt rajgräs varierade mellan 3 och 73 % (figur 4) och var generellt högre i VK-blandningarna än i RK-blandningarna, vilket även var fallet för timotej och ängssvingel.



Figur 3. Andel klöver (%) i första skörden första vallåret per försöksplats och etableringsår, skördesystem spannmål och klöverart. Skördesystem: tidig (helsäd) eller sen (kärna) skörd. RK = rödklöver; VK = vitklöver. Stjärna (*) markerar signifikanta skillnader ($P < 0,05$) mellan kombinationer av skördesystem spannmål och klöverart inom samma försöksplats och etableringsår. Felstaplar visar 95 % konfidensintervall.

Spannmålsavkastningen var generellt störst för höstråg följt av höstrågvete, och minst för höstvetete (tabell 1). De små höstveteskördarna tros bero på stark konkurrens från de insådda vallgrödorna, tillsammans med skördeförluster orsakade av utvintring och fågelskador. Höstvetets svagare konkurrensförmåga antas bero på dess långsammare utveckling och tillväxt jämfört med höstråg och höstrågvete (McCullough och Hunt, 1993).



Figur 4. Andel vallgräs (%) i första skörden första vallåret per försöksplats och etableringsår. För timotej och ängssvingel visas andelen per gräsblandning: 2G = timotej och ängssvingel, 3G = timotej, ängssvingel och engelskt rajgräs. a) timotej, b) ängssvingel, c) engelskt rajgräs. Stjärna (*) markerar försöksplats och etableringsår med signifikanta skillnader ($P < 0,05$) mellan gräsblandningar. Felstaplar visar 95 % konfidensintervall.

Tabell 1. Medelavkastning av höstspannmål och återväxt av vall (kg ts ha⁻¹) över alla försöksplatser, etableringsår och behandlingar. Olika upphöjda bokstäver inom samma skördetidpunkt anger signifikanta skillnader ($P < 0,05$).

Höstspannmål	Kärnavkastning	Helsädesavkastning	Återväxtavkastning vall
Vete	2120 ^a	4740 ^a	3330 ^a
Rågvete	4000 ^b	5900 ^b	3090 ^b
Råg	6160 ^c	8400 ^c	3030 ^b

Studien visar att en lyckad höstetablering av klöver–gräsvall är möjlig men kräver anpassningar för att minska spannmålets konkurrens, såsom tidig spannmålsskörd och sådd tidigt i september, vilket är särskilt viktigt i mellersta Sverige med kort växtsäsong.

Referenser

- Black A.D., Laidlaw S.A., Moot J.D. och O’Kiely P. (2009) Comparative growth and management of white and red clovers. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 48(2), 149–66.
- El Khosht F.F., Bergkvist G., Nilsdotter-Linde N., Hallin O., Watson A.S. och Dahlin S.A. Successful autumn establishment of undersown grass-clover leys at high latitudes is supported by measures that reduce cereal–clover competition. (Under granskning).
- Guðleifsson B.E. (2010) Ice tolerance and metabolite accumulation of herbage crops in Iceland and impact of climate change. *Icelandic Agricultural Sciences* 23, 111–122.
- Hallin O. (2022) Tidpunkt och art för insädd av vallbaljväxter på hösten. Hushållningssällskapet. *Försöksrapport Sverigeförsöken*, 98–102.
- McCullough D.E. och Hunt L.A. (1993) Mature tissue and crop canopy respiratory characteristics of rye, triticale and wheat. *Annals of Botany* 72(3), 269–282.
- SMHI (2025) Length of the vegetation period. Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut. <https://www.smhi.se/en/climate/tools-and-inspiration/climate-indicators/length-of-the-vegetation-period> SMHI [2025-03-18].

Glyfosatfritt vallbrott inför höstvetete – strategiers inverkan på kväveläckage och gröda

H. Aronsson¹, L. Norberg¹ och A. Lundkvist²

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för mark och miljö, Uppsala ²SLU, Inst. för växtproduktionsekologi, Uppsala

Korrespondens: helen.aronsson@slu.se

Sammanfattning

Kemisk behandling för vallbrott jämfördes med mekaniskt vallbrott med tre olika intensiteter av jordbearbetning. Resultaten utvärderades avseende avdödning av vallen, ogräseffekt, kväveutlakning och skörd av efterföljande höstvetete. Alla fyra strategier fungerade väl. Endast enstaka vallplantor återfanns i efterföljande höstvetete och veteskoroden påverkades inte av olika behandlingar. Dock kunde inte effekten på rotogräs utvärderas eftersom fältet var fritt från kvickrot. Slutsatsen var att avdödningen av vall fungerade bra med enbart plöjning utan att föregås av stubbearbetning eller glyfosatbehandling. Vallbrott följt av höstvetete innebar kraftigt ökad kväveutlakning jämfört med växande vall, och strategierna skiljde sig inte signifikant åt i det hänseendet. Slutsatsen var att om upprepad stubbearbetning används som strategi för att bekämpa rotogräs skulle det inte förvärra läckaget jämfört med glyfosatbehandling i slutet av augusti följt av plöjning i slutet av september. Dock kan man behöva hoppa över den sista vallskörden. Om man vill minimera kväveläckaget är vallbrott sent på hösten eller på våren att föredra.

Introduktion

Slåttervallen är en viktig gröda som upptar nästan hälften av åkerarealen i Sverige. Den fleråriga växande vallen är den jordbruksgröda som ger störst kolinlagring i marken, minst påverkan på övergödningen, och som bidrar med viktiga växtföljdsfunktioner. Så länge vallen växer är kväveläckaget mycket litet, men i samband med vallbrott på hösten och under övergången till nästa gröda frigörs stora mängder kväve i marken. Ett tidigt vallbrott på hösten följt av upprepad jordbearbetning för att bekämpa fleråriga ogräs leder ofta till ett ökat läckage under vallbrottsåret genom kraftig inblandning av växtrester och stor kvävemineralisering (Neumann *et al.*, 2011). Glyfosatbehandling möjliggör ett senare vallbrott och minskar behovet av upprepad jordbearbetning under hösten, vilket kan minska frigörelsen av kväve. Svenskt jordbruk behöver strategier för att klara odling och ogräshantering utan glyfosat, även om ett förbud inom EU just nu inte är att vänta. Glyfosat och dess nedbrytningsprodukt AMPA är det växtskyddsmedel som mest frekvent återfinns i ytvatten, om än i låga halter (Kreuger *et al.*, 2004). Det finns också en befogad oro att ogräsarter kan utveckla resistens mot glyfosat. Utgångspunkten för detta projekt var att undersöka strategier för vallbrott utan glyfosat, där vall bryts på hösten inför sådd av höstvetete. Ett vallbrott utan glyfosat kan kräva tidigare och intensivare jordbearbetning för att hantera växtrester och rotogräs, vilket kan innebära försvårad ogräshantering och avdödning av vallen, färre vallskördar samt ökat läckage av växtnäring och ökad förbrukning av fossila bränslen. Målet var att kunna ge konkreta råd för att hantera ett glyfosatfritt vallbrott utan, eller med minsta möjliga, påverkan på övergödningen. Studien finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning.

Material och metoder

Studien genomfördes på Hushållningssällskapets gård Lilla Böslid i Halland, på ett försöksfält bestående av mojord med specialdränerade försöksrutor för läckagemätning. En vanlig vallblandning med gräs och klöver såddes in i vårkorn våren 2022 och var således vall I under 2023. Vallbrott genomfördes på halva delen av fältet hösten 2023 och på den andra halvan under hösten 2024 i vall II. Båda vallbrotten följdes av höstvet. I försöket undersöktes mekaniskt vallbrott med tre olika strategier för stubbearbetning (A Intensiv, B Medel, C Låg), i jämförelse med glyfosatbehandling (D). Alla led följdes av plöjning (tabell 1). I led C gjordes endast plöjning. Försöksbehandlingarna hade fyra upprepningar. De olika strategierna och årsmånen påverkade hur många skördar som kunde tas av vallen (tabell 1). För stubbearbetningen användes kultivatorer med disk (Carrier) och gåsfot, för att åstadkomma både vertikal (disk) och horisontell (gåsfot) sönderdelning. Intervallet mellan bearbetningarna var tänkt att om möjligt ge en god kvickrotsbekämpning där kvickrotens nya skott skulle störas vid den s.k. kompensationspunkten då de är som känsligast. För upplägget användes erfarenheter från försöksserien L2-6500 i Sverigeförsöken. Vallen gödslades med mineralgödsel (90 kg N/ha på våren, 70 kg till 2:a skörd och 60 kg till 3:e och 4:e skörd). Bevattnings gjordes i maj av både vall och höstvet. Höstvetet gödslades med delade givor av kväve, totalt 130–140 kg N/ha, 16 kg P/ha och 25 kg K/ha. Kemisk behandling gjordes av örtogräs och svamp i höstvetet.

Skördar av vall och höstvet bestämdes enligt gängse försöksteknik, med tre skördedrag per ruta. I samband med vallbrottet dokumenterades effekter på avdödningen av vallen i leden med stubbearbetning på hösten (A och B) och förekomst av kvickrot graderades. På våren graderades förekomsten av överlevande vallplantor. Utlakningen av totalkväve och totalfosfor mättes under höst, vinter och vår efter varje vallbrott. I anläggningen mättes vattenflödet kontinuerligt med vippkärl kopplade till datalogger, och flödesproportionella vattenprover togs ut varannan vecka för analys.

Tabell 1. Vallbrottsbehandlingar som genomfördes i vall I hösten 2023 och vall II hösten 2024.

	A Intensiv	B Medel	C Låg	D Glyfosat
Jordbearbetning/glyfosat	3 skördar	3–4 skördar	4 skördar	3–4 skördar
Mitten augusti				
Slutet augusti	Disk	-	-	-
Mitten september	Disk*	Disk*	-	Glyfosat**
	Gåsfot	Gåsfot	-	-
Slutet september	Plöjning	Plöjning	Plöjning	Plöjning
Slutet september	Sådd höstvet	Sådd höstvet	Sådd höstvet	Sådd höstvet

*Under 2024 genomfördes ytterligare en körning med diskkultivator (Carrier) mellan mitten och slutet av augusti, dvs. totalt fyra stubbearbetningar i A och 3 i B. **Under 2024 genomfördes glyfosatbehandlingen först i mitten av september (14/9 jämfört med 29/8 2023).

Resultat och diskussion

Valletableringen gjordes omsorgsfullt med gott resultat, vilket också innebar att det inte lämnades luckor för ogräs att etablera sig. Ogräsförekomsten var mycket liten båda vallåren. Baljväxtandelen bedömdes vara 30–50 % i förstaårsvallen (2023) men i andraårsvallen var den mycket låg, endast några få procent i de flesta rutorna. Totalskörden av vall (3–4 skördar) varierade mellan 6,0 och 9,1 ton/ha utan signifikanta skillnader mellan led eller mellan vall I och vall II. På grund av tidpunkt för jordbearbetning eller glyfosatbehandling togs endast tre skördar i A, B och D under 2023 och i A 2024. Medeltal för de olika delskördarna presenteras i tabell 2. Halterna av smältbart råprotein var högst i vall I (143–230 g/kg ts), vilket troligen

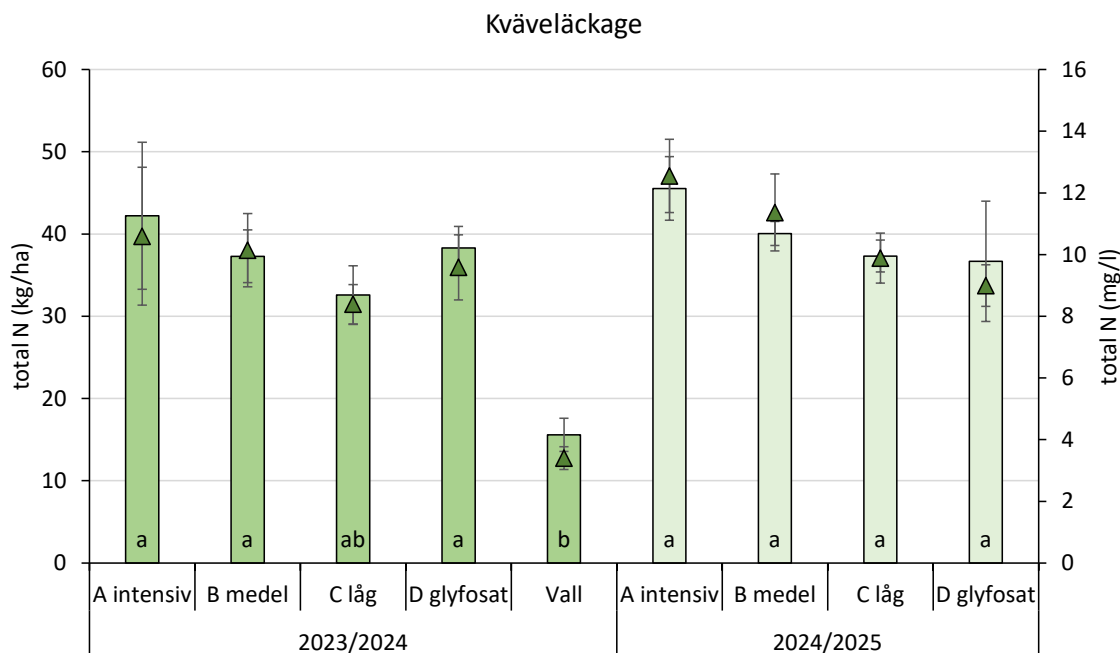
har samband med den högre baljväxthalten än i vall II. Halterna av omsättbar energi varierade mellan 10,5 och 11,6 MJ/kg ts och intervallet för fiberhalt var 363–443 g/kg ts (tabell 2).

Tabell 2. Vallens avkastning för de fyra skördarna (kg ts/ha), innehåll av smältbart råprotein (g/kg ts), omsättbar energi (MJ/kg ts) och fiberhalt (NDF, g/kg ts). Samtliga värden är medeltal för alla led (inga signifikanta skillnader mellan led), men skörd 4 gjordes bara i led C 2023 och i led B–D 2024.

Skördedatum	Avkastning kg ts/ha	Smältbart råprotein g/kg ts	Omsättbar energi MJ/kg ts	Fiberinnehåll g/kg ts
<i>Skörd 1</i>				
2023-05-09 (alla)	3700	143	11,2	363
2024-05-23 (alla)	2540	121	11,5	476
<i>Skörd 2</i>				
2023-07-07 (alla)	1930	191	10,4	376
2024-06-25 (alla)	2250	133	11,3	426
<i>Skörd 3</i>				
2023-08-16 (alla)	2130	172	10,5	392
2024-07-24 (alla)	1660	142	11,6	414
<i>Skörd 4</i>				
2023-09-25 (C)	1240	230	11,0	431
2024-08-30 (B–D)	1190	163	11,5	443

Vallbrottsstrategierna gav lika resultat under båda höstarna. I A Intensiv återstod grönska på 10 % av ytan och i B Medel på 25 % av ytan strax innan plöjning. Strategierna var anpassade för kvickrotskontroll, men eftersom kvickrot inte förkom i någon nämnvärd utsträckning kunde de inte utvärderas för detta. Upprepad stubbearbetning, glyfostatbehandling eller plöjning utan föregående behandling gav alla ett lyckat vallbrott. Höstvetet som såddes 2023 hade god marktäckning våren 2024, 96–99 %, och endast enstaka vallplantor återfanns. Höstvetet 2025 utvecklades sämre och vid skörd var 40 % av markytan täckt av åkerven jämnt över alla led, men detta kan troligen inte härledas till effekt av de olika vallbrottsstrategierna. Höstvetet som såddes efter vallbrottet 2023 gav en skörd på 5,6 ton/ha, medan höstveteskörden 2025 blev strax under 3 ton, p.g.a. att beståndet blev luckigt och starkt påverkat av åkerven. De olika vallbrottsmetoderna gav inga skillnader i effekt på höstveteskörden.

Vallbrotten gav under båda åren likartade och tydliga effekter på kväveutlakningen under efterföljande vinter och vår. Utlakningen under 2023/2024, 33–42 kg/ha, var 2–3 gånger större än från den del av fältet där vallen fortsatte växa över vintern för att övergå i vall II (figur 1). Vid vallbrott brukas stora mängder växtrester ned. Detta leder till ökad mineralisering (Lindén och Wallgren, 1993) vilket i sin tur leder till läckage, särskilt från läckagebenägna jordar som sandjorden i detta försök. Efterföljande höstvete tar visserligen upp en del kväve men långt ifrån lika stora mängder som en växande vall. Det var förväntat att mekaniskt vallbrott påbörjat redan i mitten (A) eller slutet (B) av augusti skulle leda till större läckage än glyfostatbehandling (D) och också jämfört med ledet där vallen fått fortsätta växa minst en månad (C). Det fanns en tendens till avtagande läckage vid mindre intensiv jordbearbetning, särskilt under det andra året. Skillnaderna var dock inte signifikanta, vilket var förvånande.



Figur 1. Årlig utlakning av totalkväve, kg/ha (staplar) och årsmedelkoncentrationer av totalkväve, mg/l (symboler) under de två åren. Beräkningarna gjordes för perioden 1 juli–30 juni 2023–2024 respektive 2024–2025. Vall är förstaårsvallen som fortsatte växa fram till vallbrott hösten 2024. Signifikanta skillnader indikeras av olika bokstäver ($P < 0,05$).

Slutsatsen är att om man skulle behöva bekämpa rotogräs kemiskt eller mekaniskt under hösten före sådd av höstvetete verkar det inte ha en betydande inverkan på kväveläckaget jämfört med att enbart plöja inför höstvetete. Ett glyfosatfritt vallbrott genom upprepad stubbearbetning innan sådd av höstvetete ledde heller inte till större läckage än då vallen avdödades med glyfosat och fick ligga orörd fram till plöjning i slutet av september. I en tidigare studie med brytning av mellangröda på hösten gav brytning med glyfosat i september upphov till större läckage än nedplöjning av mellangröda i oktober, vilket alltså var senare än i föreliggande studie (Aronsson *et al.*, 2011). Kväveläckaget var omfattande i samtliga led med vallbrott i vår studie. Om man vill minimera kväveläckaget är vallbrott sent på hösten eller våren att föredra, vilket bl.a. visades i en studie av ett långliggande försök med ekologiskt odlad vall (Neumann *et al.*, 2011).

Referenser

- Aronsson H., Stenberg M. och Ulén B. (2011) Leaching of N, P and glyphosate from two soils after herbicide treatment and incorporation of a ryegrass catch crop. *Soil Use and Management* 27, 54–68.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1475-2743.2010.00277.x>
- Kreuger J., Törnquist M. och Kylin H. (2004) Bekämpningsmedel i vatten och sediment från typområden och åar samt i nederbörd under 2003. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för mark och miljö, Uppsala. *Ekohydrologi* 57.
- Lindén B. och Wallgren B. (1993) Nitrogen mineralization after leys ploughed in early or late autumn. *Swedish Journal of Agricultural Research* 23, 77–89.
- Neumann A., Torstensson G. och Aronsson H. (2011) Nitrogen and phosphorus leaching losses from potatoes with different harvest times and following crops. *Field Crops Research* 133, 130–138.

Växtföljdens inverkan på rotröta i rödklöver

E. Edin¹, Z. Omer¹, A.-C. Wallenhammar¹ och N. Nilsdotter-Linde²

¹Hushållningssällskapet HS Konsult AB, Uppsala ²Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för växtproduktionsökologi, Uppsala

Korrespondens: eva.edin@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

Rödklöver är den viktigaste vallbaljväxten i slåttervallar på nordliga breddgrader. I denna studie undersöktes förekomst av rotröta under 2021, 2022 och 2024 i ett långliggande fältförsök (R8-701) i Ångermanland. En vallfröblandning (rödklöver, timotej och ängssvingel) såddes in i korn i fyra olika sexåriga växtföljder (A–D) med fem (A), tre (B), två (C) respektive ett (D) vallår. Sjukdomssymptom på snittytan av delade rödklöverrötter graderades visuellt i slutet av oktober undersökta år. Det fanns ingen signifikant skillnad i sjukdomsindex mellan vallåren för någon av växtföljderna. Andelen angripna plantor ökade signifikant ($P < 0,05$) efter insåningsåret för tre av växtföljderna. Resultaten visar att utvecklingen av rotröta är likartad oavsett om ett långt odlingsuppehåll eller kontinuerlig odling av rödklöver–gräsvallar tillämpas. En orsak till tidiga symtom av rotröta är förekomst av tre jordbundna patogener, *Cylindrocarpon destructans*, *Fusarium avenaceum* och *Phoma* spp. under insåningsåret och följande vallår. Patogenerna kan vara kvar i jorden och uppföras i andra grödor i växtföljden, exempelvis potatis och korn.

Introduktion

Rödklöver (RK, *Trifolium pratense* L.) är den viktigaste vallbaljväxten i baljväxt–gräsvallar på nordliga breddgrader, och en viktig proteingröda i svensk mjölk- och nötköttsproduktion. Rödklöver anses dock ha dålig uthållighet, vilket kan bero på rotröta orsakad av ett komplex av jordburna patogener, främst *Cylindrocarpon destructans*, *Fusarium avenaceum* och *Phoma* spp. Patogenerna infekterar redan under insåningsåret och symtomen ökar därefter under vallåren (Rufelt, 1979; Almquist *et al.*, 2016; Nilsdotter-Linde *et al.*, 2025). Rotröta försvagar plantan och ökar dess sårbarhet för abiotisk stress. Vallens liggtid är ofta beroende av den kvarvarande klöverandelen.

I ett långliggande försök undersöktes fyra sexåriga växtföljder med ett till fem vallår. Tidigare undersökningar i detta försök visar att RK-andelen minskade redan efter två vallår och det spekulerades om rotröta var orsaken (Bergqvist, 2021; Bergqvist *et al.*, 2022). Vi undersökte därför förekomsten av rotröta på hösten 2021, 2022 och 2024 och planttätheten på våren 2022–2024. Hypotesen var att angreppet av rotröta ökar snabbare i en växtföljd med långliggande vall jämfört med växtföljder med 1–3 vallår.

Material och metoder

Det långliggande fältförsöket (R8-071) anlades 1961 på ett fält med lätt mellanlera i Offer, Undrom, Ångermanland (63,14°N, 17,75°E). Fyra växtföljder (A–D) studerades där en slåttervall bestående av RK (sort Betty, 12 %), timotej (*Phleum pratense* L., sort Rakel, 78 %) och ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds., sort SW Revansch, 10 %) odlades under fem (A), tre (B), två (C) respektive ett (D) vallår (tabell 1). Insåningsgrödan var korn och övriga år odlades potatis, korn eller havre och ärt i samodling. Varje gröda odlades varje år utan upprepning. Vallarna skördades två gånger under 2021 och 2022 respektive tre gånger under 2024. Försöket är utförligare beskrivet i Zhou *et al.* (2019) och Bergqvist (2021).

Tabell 1. Översikt av de fyra sexåriga växtföljderna A, B, C och D med 6, 4, 3 respektive 2 år av rödklöver i ett långliggande försök (R8-071) i Offer, Undrom.

Växtföljd A: korn + insådd blandvall, vallår 1, vallår 2, vallår 3, vallår 4, och vallår 5
Växtföljd B: korn + insådd blandvall, vallår 1, vallår 2, vallår 3, korn, och havre/ärt-blandning
Växtföljd C: korn + insådd blandvall, vallår 1, vallår 2, korn, potatis, och havre/ärt-blandning
Växtföljd D: korn + insådd blandvall, vallår 1, korn, potatis, korn, och potatis

Arton slumpmässigt utvalda RK-planter grävdes upp i varje ruta i slutet av oktober 2021 och 2022, medan sex planter grävdes upp 2024. Planter från insåningsåret bedömdes 2021 och 2024. Planter från vallår 4 och 5 i växtföljd A bedömdes endast 2024 p.g.a. brist på planter övriga år. De tvättade rötterna delades med en skalpell och sjukdomssymtomen på den delade rotens yta graderades visuellt efter en femgradig skala (Rufelt, 1979). Sjukdomsindex (SI) och procent angripna planter (angreppsgrad, Angr.) bestämdes. DNA från de jordburna patogenerna *C. destructans*, *F. avenaceum* och *Phoma* spp. analyserades med qPCR och redovisas som antal genkopior per 10^6 kopior av plantans cox-gen (Almquist *et al.*, 2016). Antalet klöverplanter per kvadratmeter räknades i maj 2022–2024. Statistiska analyser utfördes i JMP 17.2 (SAS Institute Inc.) med en mixed-effects-modell (least square means) med fasta effekter av vallår och slumpmässiga effekter av bedömningsår (2021, 2022 respektive 2024). Förekomsten av enskilda patogener log-transformerades. Varje växtföljd analyserades separat på grund av variationen i antalet vallår inom varje växtföljd. Parvisa jämförelser utfördes med Tukey's HSD-test ($P < 0,05$).

Resultat och diskussion

De flesta plantorna var missfärgade eller visade symptom av rotröta i den delade pålroten samtliga år, vilket visas av hög procent angripna planter (tabell 2). Det fanns inga signifikanta skillnader i SI mellan vallåren för någon av växtföljderna och SI var av samma magnitud vid jämförelse inom olika produktionsår, exempelvis var SI för vallår 2 60, 53 respektive 61 för växtföljderna med fem, tre respektive två vallår.

Symtom på rotröta fanns redan under insåningsåret, oberoende av växtföljd, liksom att *Phoma* spp., *C. destructans* och *F. avenaceum* identifierades i alla växtföljder varje år (tabell 2), vilket visar att infektionen av rötterna startade tidigt, i enlighet med tidigare studier (Rufelt, 1979; Almquist *et al.*, 2016; Nilsdotter-Linde *et al.*, 2025). *Phoma* spp. konstaterades öka signifikant i växtföljd D från insåningsåret till vallår 1. En orsak kan vara att potatis, som också är värdväxt för *Phoma* spp. (Boerema, 1967), kan ha bidragit till att hålla kvar patogenen i jorden. DNA-analyserna i denna och tidigare studier (Almquist *et al.*, 2016; Wallenhammar *et al.*, 2020) visar endast en liten förekomst av *F. avenaceum*. Patogenen har dock en bred värdväxtkrets, däribland vete och korn, och kan också ha hållits kvar i jorden eftersom den etableras snabbt på värdväxten om förhållandena är gynnsamma (Karlsson *et al.*, 2021). *F. avenaceum* kan bana vägen för andra skadegörare och olika *Fusarium*-arter kan infektera rötterna inom några dagar till veckor under etableringen av klöver och stråsädesgrödor eftersom vilsporor i marken gror snabbt vid hög markfuktighet och temperatur över ca 10°C.

Det fanns inga signifikanta skillnader i planttäthet mellan vallåren (tabell 2), vilket skiljer sig från tidigare studier där andelen RK började minska i vall 2 följt av en tydlig minskning i vall 3 (Rufelt, 1979; Bergqvist *et al.*, 2022; Nilsdotter-Linde *et al.*, 2025). Andelen RK per vallskörd varierade mellan 23 och 60 % men det fanns inga signifikanta skillnader mellan vallåren inom växtföljderna (tabell 3) eller för respektive vallår mellan växtföljderna (visas ej). Den förhållandevis höga andelen RK i A och B kan ha hjälpts upp av en mer porös jord samt en större

mängd organiskt material i jorden än i andra led, vilket uppmättes vid en tidigare undersökning av markegenskaperna i försöket (Zhou *et al.*, 2019).

Tabell 2. Bedömning av rödklöverrötter från växtföljder med 6, 4, 3 respektive 2 år (A, B, C och D) med rödklöver uttryckt som sjukdomsindex (SI, 0–100), och procent angripna plantor (Angr., %) i medeltal för 2021, 2022 och 2024. Förekomst av *Phoma* spp. (*Ph.*), *Cylindrocarpon destructans* (*C.d.*), och *Fusarium avenaceum* (*F.a.*) i bedömda rötter visas som antal genkopior per 10⁶ kopior av plantans *cox*-gen samt antal plantor per m².

Växtföljd	SI	Angr.	<i>Ph.</i>	<i>C.d.</i>	<i>F.a.</i>	Plantor per m ²
A Insåningsåret	12 ¹	36 b ²	226	498	11	
Vallår 1	40	94 ab	325	669	100	37
Vallår 2	60	100 a	100	366	100	26
Vallår 3	46	91 ab	604	420	26	18
Vallår 4	48	96 ab	450	1359	32	14
Vallår 5	76	100 ab	8659	1879	1472	7
<i>P</i> -värde	<i>e.s.</i> ⁴	0,0495	<i>e.s.</i>	<i>e.s.</i>	<i>e.s.</i>	<i>e.s.</i>
B Insåningsåret	56	100	293	230	129	
Vallår 1	41	94	79	403	25	29
Vallår 2	53	100	145	332	71	23
Vallår 3	61	100	860	2824	125	22
<i>P</i> -värde	<i>e.s.</i>	<i>e.s.</i>	<i>e.s.</i>	<i>e.s.</i>	<i>e.s.</i>	<i>e.s.</i>
C Insåningsåret	24	74 b	991	595	773	
Vallår 1	38	96 a	213	284	65	38
Vallår 2	61	100 a	148	1196	217	21
<i>P</i> -värde	<i>e.s.</i>	0,0336	<i>e.s.</i>	<i>e.s.</i>	<i>e.s.</i>	<i>e.s.</i>
D Insåningsåret	12	40 b ³	51 b	501	9 b	
Vallår 1	58	100 a	1933 a	3865	663 a	36
<i>P</i> -värde	<i>e.s.</i>	0,0121	0,0164	<i>e.s.</i>	0,0356	-

¹Antal observationer (n) inom varje växtföljd var A: 15 för samtliga analyserade parametrar; B: n = 11 för SI, 10 för patogenförekomst respektive 9 för plantor/m², C: n = 7 för SI och patogenförekomst samt 6 för plantor/m², D: n = 4 för SI och patogenförekomst samt 3 för plantor/m². ²Lika bokstäver indikerar att skillnader inom varje växtföljd inte är signifikanta enligt Tukey HSD-test ($P < 0,05$) (A–C) eller ³Student's t-test (D). ⁴*e.s.* = ej signifikant.

Den kontinuerliga odlingen av RK i växtföljd A kan ha ökat populationen av *Rhizobium*-bakterier, vilket förbättrade förutsättningarna för RK. En landsomfattande studie visade att *Rhizobium leguminosarum* bv. *trifolii* var mer förekommande i norra Sverige än i södra delen av landet (Jambagi *et al.*, 2023). Arten var negativt korrelerad med förekomsten av vissa patogena svampar, särskilt *F. avenaceum* minskade, varvid även rotröta minskade (Jambagi *et al.*, 2023). Det vore intressant att nyttja det nu undersökta långliggande försöket för utökade studier av den platsspecifika mikrofloran med fokus på jordbundna patogener och *Rhizobium*-bakterier.

Sammanfattningsvis observerade vi att det var en liknande utveckling av rotröta i den långliggande vallen (A) som i vallar med kortare liggtid (B–D) under de tre första odlingsåren, vilket motsäger vår hypotes. Således råder förutsättningar för en hållbar treårig klöver–gräsvall på denna plats. Kortvariga klöver–gräsvallar i kombination med andra grödor minskade inte nivån av rotröta jämfört med den femåriga vallen i detta fältförsök. Vi kan spekulera i att odling av potatis påverkar förekomsten av rotröta negativt samt att andra grödor, speciellt stråsådesgrödor som är mottagliga för *Fusarium*-arter, också kan inverka negativt. Hänsyn måste därför alltid tas till sjukdomar som är gemensamma för flera värdväxter.

Tabell 3. Andel rödklöver (%) i respektive vallskörd i växtföljder med 5, 3, 2 respektive 1 vallår (A, B, C och D) i medeltal för 2021, 2022 och 2024.

Växtföljd	Skörd 1	Skörd 2	Skörd 3	Medeltal
A Vallår 1	51 ¹	57	26	50
Vallår 2	30	39	35	35
Vallår 3	20	46	26	32
Vallår 4	36	37	51	39
Vallår 5	30	30	51	33
P-värde	e.s. ²	e.s.	e.s.	e.s.
B Vallår 1	32	38	23	33
Vallår 2	32	45	53	40
Vallår 3	18	35	38	28
P-värde	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.
C Vallår 1	33	36	36	35
Vallår 2	37	45	41	41
P-värde	e.s.	e.s.	e.s.	e.s.
D Vallår 1	41	60	34	41
P-värde	-	-	-	-

¹Antal observationer (n) inom varje växtföljd var A: 35, B: 21, C: 14 och D: 7. ²e.s. = ej signifikant.

Denna studie genomfördes inom centrubildningen SustAinimal, finansierad av Formas (dnr 2020-02977), HS Konsult AB, Lantmännen Lantbruk, Lännäs samt Sveriges lantbruksuniversitet (SLU).

Referenser

- Almquist C., Stoltz E. och Wallenhammar A.-C. (2016) Incidence of root pathogens associated to clover root rot in Sweden. *Grassland Science in Europe* 21, 786–788.
- Bergqvist S. (2021) Long-term effects of cropping system on red clover proportion and crude protein concentration in mixed leys. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. Masterarbete.
- Bergqvist S., Bergqvist G., Forkman J., Parsons D. och Nilsdotter-Linde N. (2022) Crop rotation effect on red clover persistence in mixed grass-clover leys. *Grassland Science in Europe* 27, 352–354.
- Boerema G.H. (1967) The *Phoma* organisms causing gangrene of potatoes. *Netherlands Journal of Plant Pathology* 73, 190–192.
- Jambagi S., Persson Hodén K., Öhlund L. och Dixelius, C. (2023) Red clover root-associated microbiota is shaped by geographic location and choice of farming system. *Journal of Applied Microbiology* 134, 1–17.
- Karlsson I., Persson P. och Friberg, H. (2021) *Fusarium* head blight from a microbiome perspective. *Frontiers in Microbiology | Microbe and Virus Interactions with Plants* 12, 2021.
- Nilsdotter-Linde N., Stoltz E. och Wallenhammar A.-C. (2025) Root rot affects red clover more than other forage legumes in mixed grass-legume leys. *Grass and Forage Science* 80, e70004.
- Rufelt S. (1979) Klöverens rotröta – förekomst, orsaker och betydelse i Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet. Konsulentavdelningen/Sektionen för växtskydd. Uppsala. *Växtskyddsrapporter. Jordbruk* 9, 1–39.
- Wallenhammar A.-C., Omer Z., Edin E. och Granstedt A. (2020) Hållbar produktion av vallbaljväxter i ekologiska odlingssystem. I: N. Nilsdotter-Linde och G. Bernes (reds.). Vallkonferens 2020. Konferensrapport. 4–5 februari 2020, Uppsala. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. *Rapport* 30, 129–131.
- Zhou Z., Palmborg C., Ericson L., Dryler K., Lindgren K., Bergqvist G. och Parsons D. (2019) A 60-years old field experiment demonstrates the benefit of leys in the crop rotation. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science* 69, 36–42.

Vallbaljväxter i ekologiska odlingssystem – kväveefterverkan i efterföljande höstvete

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

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

Korrespondens: ann-charlotte.wallenhammar@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

I ett fältförsök i Örebro jämfördes avkastning och kvalitet hos höstvete efter treåriga baljväxt-gräsvallar. Skörderester av rödklöver (RK), vitklöver (VK), käringtand (KT) och blåusern (LU) odlade med timotej plöjdes ner före sådd. Höstvetet efter LU fick signifikant större kväveupptag, samt 42 % större avkastning och 0,4 % högre proteinhalt än höstvete efter RK. Resultaten för VK och KT var medelgoda och inte signifikant skilda från rödklöver. Studien visar att baljväxter påverkar nästa gröda positivt och minskar behovet av gödsel i följande odling.

Inledning

Vallbaljväxter och gräs används vanligtvis som foder till idisslare. Rödklöver (RK, *Trifolium pratense* L.) är den mest odlade vallbaljväxten. Den har ett stort proteininnehåll och egenskaper som främjar idisslares foderkonsumtion. Rödklöver är dock en kortlivad baljväxt med begränsad uthållighet, vilket bl.a. beror på rotröta orsakad av jordburna patogener (Wallenhammar *et al.*, 2020; Nilsdotter-Linde *et al.*, 2025).

Baljväxter bidrar till ett hållbart jordbruk genom att binda kväve i marken via *Rhizobium*-bakterier vilket gynnar kommande grödor (Granstedt och L.-Baeckstrom, 2000). De nedplöjda vallarna (underjordisk biomassa och skörderester) är en värdefull källa till markens mineralkväve. Studier visar att rödklöver-gräsvallar ger positiva effekter på avkastning jämfört med stråsäd (Høgh-Jensen och Schjoerring, 1997; Granstedt och L.-Baeckstrom, 2000), liksom käringtand (KT, *Lotus corniculatus* L.) (Nuttall *et al.*, 2008) och blåusern (LU, *Medicago sativa* L.) (Salehi *et al.*, 2025). I projektet "Hållbara vallbaljväxter i ekologiska odlingssystem" identifierades och utvecklades strategier för uthållig odling av vallbaljväxter, där baljväxt-gräsvallar med RK, vitklöver (VK, *Trifolium repens* L.), LU och KT i samodling med timotej (TI, *Phleum pratense* L.) jämfördes under tre år (Wallenhammar *et al.*, 2020).

Denna studie jämförde hur olika baljväxt-gräsvallar efter tre skördeår påverkar efterföljande höstvete (HV, *Triticum aestivum* L.) när det gäller avkastning, kväveupptag och kärnkvalitet.

Material och metoder

Fältförsöket genomfördes under ekologiska förhållanden på Kvinnersta, Örebro kommun (N 59°21'E 15°14'). Jordarten är nmh ML med en sammansättning bestående av 39 % lera, 51 % mjäla, 8 % sand samt 2,8 % organiskt material. pH-värdet uppmättes till 6,3, kalium (K-AL) till 20,9 mg/100 g jord, och fosfor (P-AL) till 4,6 mg/100 g jord. Den genomsnittliga årsnederbörden är 697 mm och medeltemperaturen 7°C.

Försöksupplägget var ett randomiserat blockförsök med försöksrutor på 12 × 3 m i fyra upprepningar. Det var utlagt efter treåriga baljväxt-gräsvallar etablerade 2016, där RK (SW Vicky, 8 kg/ha), VK (Hebe, 4 kg/ha), KT (Oberhaunstaedter, 10 kg/ha) eller LU (Power 4.2, 17 kg/ha) samodlades med TI (Lischka, 8 kg/ha) enligt beskrivningen i Wallenhammar *et al.* (2020). Alla rutor skördades tre gånger varje skördeår; under 2019 skedde skördarna den 5 juni,

25 juli och 5 september utom KT-rutorna som skördades två gånger årligen, vilket 2019 inföll den 5 juni och 5 augusti. Efter avslutad försöksperiod plöjdes ytan med växelplog den 10 september och HV, sort Informer, såddes 20 september 2019. Ingen gödsling eller växtskydd användes fram till skörden den 6 augusti 2020.

Markmineralkväve (N) (summan av $\text{NH}_4\text{-N}$ och $\text{NO}_3\text{-N}$) bestämdes 1 april 2020, då prover togs slumpmässigt från varje ruta vid djupen 0–0,3 m (12 stick), 0,3–0,6 m och 0,6–0,9 m (6 stick vardera). Proverna slogs samman till ett samlingsprov per skikt och behandling, och förvarades frysta vid -18°C inför analys på Agrilab AB, Uppsala.

Kväveupptaget i höstvetet uppskattades med en Yara N-sensor® vid utvecklingsstadium DC 39 (sen stråskjutning) den 2 juni. Vid skörd mättes kärnavkastning som analyserades för proteinhalt i kärnan, volymvikt och tusenkornvikt på Agrilab AB, Uppsala. Halmbiomassa och kväveinnehåll i halmen bestämdes genom att plantor inom två slumpmässigt placerade ramar ($0,5 \times 0,5$ m) i varje ruta klipptes vid markytan, varefter materialet slogs samman och analyserades rutvis på Mark- och växtnärlingslaboratoriet, SLU, Uppsala.

Statistiska analyser utfördes med ANOVA (JMP® 17.2 Statistical Discovery LLC, Cary, NC) och parvisa jämförelser gjordes med Tukey's HSD-test ($P < 0,05$).

Resultat och diskussion

Baljväxter kan bidra till ökad nytta för efterföljande veteavkastning genom biologisk kvävefixering och förbättrad jordstruktur. I denna studie var markmineral-N vid tillväxtens början i april likvärdigt mellan försöksleden: 55, 50, 45 och 57 kg/ha (0–0,9 m) för RK, VK, KT respektive LU, utan signifikanta skillnader.

Kväveupptaget vid stråskjutning var signifikant större för HV efter LU än efter RK (tabell 1), vilket gav såväl större kärnavkastning som proteinhalt. Höstveteavkastningen ökade med 42 % efter LU (4 426 kg/ha) jämfört med RK (3 119 kg/ha). VK och KT gav liknande resultat och var inte signifikant skilda från LU eller RK. VK hade näst största avkastningen (3 695 kg/ha), och dess snabbt omsättbara biomassa gynnar nästa gröda, enligt tidigare studier (Engström *et al.*, 2014).

Tabell 1. Resultat från ett fältförsök på Kvinnersta nära Örebro visar baljväxtandel i föregående gröda samt höstvetets kväveupptag, avkastning och kvalitet efter tre år av olika samodlade baljväxter i baljväxt-gräsvallar: rödklöver (RK); vitklöver (VK); käringtand (KT) eller lusern (LU) i samodling med timotej (TI).

Föregående gröda (antal skördar per år)	Baljväxtandel ¹ (%)	N-upptag DC 39 (kg N/ha)	Kärnavkastning (15 % vh)	Proteinhalt (% av ts)	Volymvikt (g/L)	Antal ax (m ²)	Halmavkastning (kg ts/ha)	N-halt i halm (%)
RK + TI (3)	72 b ²	11 b	3 119 b	8,6 b	806 ab	360	9 986	0,27 b
VK + TI (3)	60 c	15 ab	3 695 ab	8,7 ab	804 b	370	11 040	0,26 b
KT + TI (2)	68 bc	12 b	3 314 ab	8,9 ab	814 a	339	9 477	0,27 b
LU + TI (3)	83 a	18 a	4 426 a	9,0 a	812 ab	374	13 468	0,33 a
<i>P</i> -värde	<0,001	0,008	0,022	0,033	0,011	<i>ej sign</i> ³	<i>ej sign.</i>	<0,001
<i>CV</i>	6,4	17,9	14,7	1,9	0,5	9,5	22,3	5,8

¹Baljväxtandel vid sista vallskörd 2019; 5 september för RC, WC och LU; 5 augusti för KT. ²Medelvärden följda av samma bokstav är ej signifikant skilda enligt Tukey's HSD-test ($P < 0,05$). ³*ej sign.* = ej signifikant.

Tusenkorndvikten låg mellan 54 och 58 g och volymvikten mellan 42,6 och 42,7 g, utan signifikanta skillnader mellan de föregående baljväxtgrödorna. Halmavkastningen var numerärt störst för LU, men skilde inte statistiskt signifikant mellan försöksleden. Halmavkastningen utgjorde ca 75 % av plantans vikt för samtliga grödor och hade signifikant större kväveinnehåll i halmen efter LU, vilket visar LU:s fördelar.

Efterverkan på spannmålsgrödor beror på baljväxtvallens sammansättning och tidpunkten för vallbrott (Wallenhammar och Stoltz, 2016). I denna studie var LU:s baljväxtandel vid sista skörd högst (83 %), följt av RC (72 %) (tabell 1), vilket är mer än i en annan studie där både TI och ängssvingel ingick och stallgödsel tillfördes (Nilsdotter-Linde *et al.*, 2025). Timotej är mindre konkurrenskraftig än ängssvingel i återväxten. Tidigare fokus har varit med RK som baljväxt, men detta är den första studie som rör treåriga vallar i Sverige och som samtidigt visar fördelarna med VK, KT och LU, där LU visade sig prestera bäst.

Förutom biologisk kvävefixering bidrar baljväxtbaserade odlingsstrategier till markens kväve-mineralisering och påverkar den mikrobiella mångfalden (Jalal *et al.*, 2022). Baljväxt–gräsvallar har också inverkan på markens fysikaliska egenskaper genom att öka andelen makroporer och mikroporer (Nutall *et al.*, 2008), vilket påverkar vattentillgängligheten positivt.

Slutsatser

Studien visar att baljväxter i odlingen kan ge ett betydande bidrag till kväveförsörjningen i efterföljande gröda och ger ett stöd till kompletterande gödsling. Baljväxt–gräsvallar med röd-klöver, vitklöver, käringtand eller lusern i samodling med timotej levererade en höstvetes-avkastning motsvarande 3 119–4 426 kg/ha och en proteinhalt på ca 9 %.

Tack

Studien finansierades av Ekhagastiftelsen. Tack till försöksenheten vid HS Konsult AB, Örebro, Henrik Forsberg för N-sensormätningar och Carl-Magnus Olsson, Yara, för stöd med kväveberäkningar.

Referenser

- Engström L., Stenberg M., Wallenhammar A.-C. och Gruvaeus I. (2014) Organic winter oilseed rape response to N fertilization and preceding agroecosystem. *Field Crops research* 167, 94–101.
- Granstedt A. och L.-Baekstrom G. (2000) Studies of the preceding crop effect of ley in ecological agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture* 15, 68–78.
- Høgh-Jensen H. och Schjoerring J.K. (1997) Residual nitrogen effect of clover-ryegrass swards on yield and N uptake of a subsequent winter wheat crop as studied by use of ¹⁵N methodology and mathematical modelling. *European Journal of Agronomy* 6, 235–243.
- Jalal A., Filho M.C.M.T., Oliveira C.E.D.S., Khan A., Boleta E.H.M., da Silva A.L.M. och Shah T. (2022) Legumes effect on nitrogen mineralization and microbial biomass potential in organic farming. I: Meena R.S. och Kumar S. (reds.) *Advances in Legumes for Sustainable Intensification*. Academic Press, Cambridge, MA USA, 281–306.
- Nilsdotter-Linde N., Stoltz E. och Wallenhammar A.-C. (2025) Root rot affects red clover more than other forage legumes in mixed grass-legume leys. *Grass and Forage Science* 80(3), e70004.
<https://doi.org/10.1111/gfs.70004>
- Nuttall J.G., Davies S.L., Armstrong R. och Peoples M.B. (2008) Testing the primer-plant concept: Wheat yields can be increased on alkaline sodic soils when an effective primer phase is used. *Australian Journal of Agricultural Research* 59, 331–338.

Salehi A., Surböck A., Freyer B., Friedel J.K. och Gollner G. (2025) 10-Year study on the impact of organic fertilization on winter wheat yield and quality following lucerne and grain pea in a dry sub-humid region under organic cultivation in Austria. *Journal of Agriculture and Food Research* 21, 101888.

Wallenhammar A.-C. och Stoltz E. (2016) Cropping systems for transfer of soil mineral N in organic green manure leys to subsequent spring wheat. I: Delin S., Wetterling J., Aronsson H., Engström L. och Carlsson G. (reds.). "Efficient use of different sources of nitrogen in agriculture- from theory to practice", 19th Nitrogen Workshop, SLU, Skara, Sweden, 27–29 juni, 416–417.

Wallenhammar A.-C., Edin E., Omer Z. och Granstedt A. (2020) Challenges in ley farming systems based on legumes in Sweden. *Grassland Science in Europe* 25, 153–155.

Inverkan av ensilagets kvalitet på uppkomsten av "blåbärssmak" i mjölken

J.C.C. Chagas¹, G. Bernes¹, A. Höjer⁴, S. Agenäs¹, R. Båge², Å. Lundh³, K. Hallin Saedén⁴ och M. Hetta¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Umeå ²SLU, Inst. för kliniska vetenskaper, Uppsala ³SLU, Inst. för molekylära vetenskaper, Uppsala ⁴Norrmejerier, Umeå

Korrespondens: marten.hetta@slu.se

Sammanfattning

Studien syftade till att undersöka orsaken till smakfelet "blåbärssmak" i mjölk, ett ovanligt men ekonomiskt allvarligt problem för enskilda mjölkproducenter. Fenomenet misstänks bero på flyktiga aromatiska ämnen i mjölken, t.ex. estrar och alkoholer. I ett försök vid SLU i Umeå utfodrades tio kor med ett ensilage från en halländsk gård där blåbärssmak i tankmjölken tidigare påvisats. Ensilaget innehöll höga halter av socker, etanol och flyktiga estrar jämfört med kontrollfodret. I utfodringsförsöket utvecklade två kor tydlig blåbärssmak i mjölken. Analyser visade kraftigt förhöjda nivåer av etylbutanoat och andra estrar i både utfodrat ensilage och mjölk från de drabbade korna. Resultaten tyder på att smakfelet kan orsakas av överföring av flyktiga ämnen från fodret till mjölken, men även att metaboliska processer i kon kan bidra. Studien bekräftar ett samband mellan ensilagets sammansättning och förekomsten av blåbärssmak.

Introduktion

Mjölk är en komplex blandning av ämnen som förutom laktos, fett, proteiner, mineraler och vitaminer även innehåller aromatiska ämnen, såsom estrar. Alla ämnen bidrar till mjölkens unika smak (de Vliegher och Barkema, 2010). Avvikelser i mjölkens sammansättning kan förändra smaken och ge upphov till smakfel. En sådan smakfelsavvikelse är "blåbärssmak", som påminner om smaken av vilda blåbär. De första svenska fallen rapporterades i början av 1990-talet. Sedan dess har smakfelet uppstått med ojämna mellanrum på gårdar över hela landet. Det är inte ett vanligt förekommande smakfel men det kan ge stora problem för den enskilde lantbrukaren, eftersom det är svårt att förebygga och bli av med p.g.a. sitt oklara ursprung. I länder som inte har vilda blåbär i sin flora beskrivs liknande smakfel som "fruktig smak". Avvikelsen har kopplats till flyktiga ämnen såsom estrar, aldehyder eller alkoholer vars ursprung antingen kan vara mikrobiell aktivitet i fodret eller metaboliska störningar i vommen (Karatapanis *et al.*, 2006). Etanol i fodret har nämnts som ett annat möjligt ursprung till smakfel i mjölk (Gordon och Morgan, 1972; Randby *et al.*, 1999). Flera studier har gjorts för att utröna orsaken till blåbärssmak i svensk mjölk (Svenska Institutet för Konserveringsforskning [SIK], 1995, 1997; Lindberg *et al.*, 2004). De huvudsakliga hypoteserna har varit att smakfelet beror på störningar i kons näringsstatus eller på fodrets hygieniska kvalitet eller näringsinnehåll. Det finns dock ännu ingen säker eller entydig förklaring till avvikelsen. När blåbärssmak konstaterats stoppar mejeriet leveransen av mjölk från den drabbade gården fram till att problemet är löst, vilket leder till ekonomiska kostnader och dåligt resursutnyttjande.

Under de senaste åren har forskare vid SLU tillsammans med flera mejeriföretag försökt finna orsaken till avvikelsen blåbärssmak i mjölken. Drabbade lantbrukare har intervjuats och prover av foder och mjölk har tagits på gårdarna för omfattande analyser (Chagas *et al.*, 2025). Med det arbetet som bakgrund gjordes den pilotstudie som presenteras här. Syftet var att försöka inducera avvikelsen blåbärssmak genom att, under kontrollerande former, utfodra ett ensilage som använts på en gård i Halland i samband med att smakfelet påvisats i tankmjölken.

Ensilaget hade förhöjda koncentrationer av flera flyktiga aromatiska ämnen. Vår hypotes var att smakfelet orsakats av direkt överföring från ensilage till mjölk eller av metaboliska produkter som bildats i vommen.

Material och metoder

Pilotstudien utfördes i SLU:s forskningsladugård i Röbbäcksdalen, Umeå i april–maj 2024. Bakgrunden var ett fall av blåbärssmak på en gård som kunnat kopplas till utfodring av ett parti med ensilagebalar med hög halt torrsbstans (ts), socker (WSC) och etanol. Flera av ensilagebalarna hade en tydlig söt arom då de öppnades. Ensilaget var från förstaskörd av en gräsdominerad vall och var ensilerat utan tillsatsmedel. När lantbrukaren bytte till balar från ett annat ensilageparti försvann smakfelet. Trettio balar av det misstänkta partiet transporterades till Umeå som försöksfoder. Ett syrabehandlat plansiloensilage skördat på Röbbäcksdalen användes som kontrollfoder i studien.

Försöket omfattade tio SRB-kor (medelvikt 645 kg) i sen laktation och var upplagt i tre perioder: (1) tio dagar förperiod då korna fick kontrollfoder, (2) tjugo dagars försöksperiod då de fick försöksfoder och (3) fem dagar då korna åter fick kontrollfoder. Korna gick i lösdrift och utfodrades manuellt med ensilage och mineraler en gång per dag (kl. 10.00). Kraftfoder gavs i kraftfoderstationer för att utgöra ca 35 % av foderstaten på ts-basis. Under försöksperioden öppnades en ny ensilagebal med försöksfoder varje dag. Djuren mjölkades kl. 07.00 och 15.30 i mjölkgrup.

Prov av kontrollfodret togs under förperioden och försöksfodret provtogs dagligen under försöksperioden. Proven sparades frysta och sändes senare till Eurofins för analys av näringsinnehåll (NIRS) och hygienisk kvalitet (mikrobiologisk analys) respektive innehåll av flyktiga organiska substanser (RISE, gaskromatografi). Mjölksprover samlades från varje ko vid varje mjölkningstillfälle och analyserades kemiskt. Dessutom utfördes analys av mjölkens lukt och smak av en tränad sensorisk panel vid laboratoriet SGS i Umeå. Alla mjölkprov sändes för analys inom 24 tim. Sensorisk analys av mjölken gjordes även under förperioden för att fastställa att mjölken hos försöksdjuren inte hade några smakfel innan försöket. Frysta mjölkprov från de kor som under försöksperioden uppvisat blåbärssmak sändes för analys av flyktiga ämnen, tillsammans med mjölkprov från kor utan anmärkning.

Resultat och diskussion

Resultaten visar tydliga skillnader i flera analyserade parametrar i både ensilage och mjölk. Försöksfodret hade betydligt högre ts (54 %) jämfört med kontrollfodret (34 %). Halten råprotein var något lägre i försöksfodret (118 vs. 131 g/kg ts), medan dess innehåll av omsättbar energi var högre (11,2 vs. 9,7 MJ/kg ts) i försöksfodret. Försöksfodret hade väsentligt högre halter av socker (161 vs. 43 g/kg ts) och etanol (41 vs. 3 g/kg ts), vilket indikerar att försöksfodret hade mer lättlösliga kolhydrater och antagligen högre förekomst av jäst och andra mikrober som bildar alkohol. Däremot var koncentrationerna av mjölksyra och ättiksyra lägre i försöksfodret (19 respektive 7 g/kg ts) jämfört med kontrollfodret (52 respektive 10 g/kg ts). Halten av smörsyra var något högre i försöksfodret (1,4 vs. 0,6 g/kg ts), medan halten ammoniakkväve (N-NH₃) var lägre (65 vs. 104 g/kg total-N), vilket visar på lägre proteolys under lagring. Försöksfodret hade högre pH jämfört med kontrollfodret (5,3 vs. 4,2), vilket visar lägre fermentationsgrad, vilket i sin tur är en effekt av den höga ts-halten. Generellt uppvisade båda ensilagepartierna godtagbar hygienisk kvalitet.

Under förperioden slogs mjölkproven från förmiddag och eftermiddag ihop för analys av lukt och smak samt flyktiga substanser för varje enskilt djur. Samma förfarande var tänkt för försöksperioden och det gjordes vid de tre första provtagningarna. Dock observerade vi att mjölken från korna som fått försöksfoder hade en tydligt sötaktig lukt och att denna var mer uttalad på eftermiddagen. Vid de följande provtagningarna analyserades därför de två mjölkningstillfällena var för sig.

Försöksfodret innehöll betydligt högre halter av aromatiska estrar, särskilt etylbutanoat och metylbutanoat, jämfört med kontrollfodret. Aldehyder (pentanal och hexanal) och ketoner (acetone och 2-butanon) återfanns mer i mjölken än i ensilaget. Mjölken från försöksperioden hade högre halter acetone och 2-butanon än den från förperioden.

Tre av de mjölkprov som togs under försöksperioden fick anmärkning för blåbärssmak. Dessutom noterades prover med smakfelen fodersmak, oxidation, sur smak samt smak som påminde om sockerrör. Proven med blåbärssmak kom från två enskilda kor (A och B). Tabell 1 visar resultat från den sensoriska analysen samt halten av flyktiga substanser från några olika provtagningstillfällen för dessa kor.

Tabell 1. Resultat av sensorisk analys samt analys av flyktiga ämnen (koncentration i ng/l) enligt gaskromatografi av mjölk från de kor som uppvisade blåbärssmak i försöket.

Prov	Sensorisk panel	Metylbutanoat	Etylbutanoat	Etyl-2-metylbutanoat	Etylkaproat	Pentanal	Hexanal	Aceton	2-butanon
<i><u>Förperiod</u></i>									
Samlat från fm + em									
Ko A	IA	0,1	0,1	0,0	0,0	0,9	2,4	347	147
Ko B	IA	0,2	0,3	0,0	0,0	1,5	13,0	297	122
<i><u>Försöksperiod</u></i>									
Samlat från fm + em									
Ko A	Foder	0,3	20,9	0,4	1,6	2,0	2,4	2 084	3 087
Ko B	Blåbär	0,3	11,9	0,4	0,9	2,8	18,1	489	865
Bara fm									
Ko A	IA	0,1	0,5	0,0	0,0	6,5	6,9	667	46
Ko B	IA	0,1	0,5	0,0	0,0	4,7	12,2	283	47
Bara em									
Ko A	Blåbär	0,3	152,0	0,6	16,8	3,9	7,6	857	1 659
Ko B	Blåbär	0,8	104,9	4,4	11,6	5,3	11,9	325	1 256

IA = Inga anmärkningar.

Resultaten visar tydliga skillnader mellan perioderna och mellan provtagningstillfällen. Under förperioden hade mjölken från båda korna låga halter av estrar och inga anmärkningar på lukt och smak. När korna fått försöksfoder fick mjölken smak av foder eller blåbär. Mjölken från ko A hade högre halter av etylbutanoat, acetone och 2-butanon, medan den från ko B hade högre halt av hexanal. Båda problemkorna hade högre halter av estrar i mjölken jämfört med förperioden, särskilt i proverna från eftermiddagsmjölkningen. Eftermiddagsmjölken från ko A hade höga halter av etylbutanoat och etylkaproat samt anmärkning på blåbärssmak. Mjölken från ko B visade ett liknande mönster avseende etylbutanoat och etyl-2-metylbutanoat. Resultaten pekar på en stark koppling mellan förhöjd koncentration av estrar, särskilt etylbutanoat, och förekomst av smakfelet blåbärssmak i mjölk.

En preliminär analys av de data som beskriver djuren, såsom vikt, mjölkavkastning, mjölksammansättning, dagar i laktationen och härstamning, ger inget svar på varför mjölken från just mjölken från ko A och B uppvisade blåbärssmak medan de övriga åtta kornas mjölk inte gjorde

det. Relationen mellan utfodrings- och mjölkningstid tycks påverka mjölkens innehåll av flyktiga ämnen och den sensoriska bedömningen. Vi fann höga koncentrationer av flyktiga ämnen i alla de undersökta balarna, vilket kunde kopplas till smakfel på mjölken. Även om bara två av korna gav mjölk med blåbärssmak uppstod andra typer av smakfel hos flera av de andra korna. Anledningen till att det skiljer mellan olika individer är fortfarande oklar, men vi vet att mjölkens smak beror på många olika ämnen och faktorer med individuell variation mellan djur (Wolf *et al.*, 2013). Resultaten stärker vår hypotes, dvs. att det sker en överföring av aromatiska ämnen till mjölken som orsakar avvikelser. En större, kontrollerad utfodringsstudie behövs för att mer fullständigt utreda mekanismerna bakom ensilagens innehåll av aromatiska föreningar och smakfelet blåbärssmak i mjölken.

Tack

Tack riktas till Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige, Stiftelsen Lantbruksforskning och de lantbrukare, rådgivare och mejerier som deltagit i studien.

Referenser

- Chagas J., Bernes G., Höjer A., Agenäs S., Båge R., Lundh Å., Hallin Saedén K. och Hetta, M. (2025) Seasonal off-flavours in milk on Swedish dairy farms. *EAAP 2025, Innsbruck. Book of abstracts*, 338.
- de Vliegher A.C. och Barkema H.W. (2010) Milk hygiene: from farm to consumer. I: Griffiths, M.W. (red.) *Improving the safety and quality of milk*. Cambridge: Woodhead Publishing, 441–460. <https://doi.org/10.1016/B978-1-84569-806-5.50021-2>
- Gordon M.E. och Morgan M.E. (1972) Organoleptic thresholds of some compounds present in herbaceous species (weeds) in milk and butter. *Journal of Dairy Science* 55(5), 654–659.
- Karatapanis A.E., Badeka A.V., Riganakos K.A., Savvaidis I.N. och Kontominas M.G. (2006) Changes in flavour volatiles of whole pasteurized milk as affected by packaging material and storage time. *International Dairy Journal* 16, 750–761.
- Lindberg E., Andersson I., Lundén A., Nielsen J.H., Everitt B., Bertilsson J. och Gustafsson A.H. (2004) *Orsaker till avvikande lukt och smak i leverantörmjölk*. Svensk Mjölk Rapport 7028-P/2004-02-25.
- Randby Å.T., Selmer-Olsen I. och Bævre L. (1999) Effect of ethanol in feed on milk flavour and chemical composition. *Journal of Dairy Science* 82, 420–428.
- SIK – Institutet för Livsmedel och Bioteknik (1995–1997) *SIK Report Series*: 4546 (1995), 4546 II (1996), 4920 (1996), 4954 (1996), UP-9147 (1997).
- Wolf I.V., Bergamini C.V., Perotti M.C. och Hynes E.R. (2013) Sensory and flavour characteristics of milk. I: Park Y.W. och Haenlein G.F.W. (reds.) *Milk and dairy foods: Their functionality in human health and disease*. Oxford: Wiley-Blackwell.

Klimatavtryck från foderstater i svensk mjölkproduktion

M. Managos¹, C. Lindahl², U. Sonesson³, S. Agenäs¹ och M. Lindberg¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Uppsala

²Lantmännen Lantbruk foder, Malmö ³RISE, Göteborg

Korrespondens: markos.managos@slu.se

Sammanfattning

Mjölkproduktionen bidrar med näringsrika livsmedel men är samtidigt en betydande källa till växthusgasutsläpp. Fodret har en central roll för både produktivitet och klimatpåverkan. I denna studie undersöktes hur sammansättningen av foderstater kan minska utsläppen från svensk mjölkproduktion utan att påverka djurens produktion och tillväxt. Två kraftfoderblandningar med litet klimatavtryck, baserade på biprodukter (BIP) respektive inhemskt producerade råvaror (HEM), jämfördes med ett kommersiellt foder (KOM) i försök med högproducerande holstein-kor. Ingen av blandningarna med litet klimatavtryck påverkade foderintag, mjölkavkastning eller metanutsläpp negativt. En livscykelanalys på gårdsnivå, med både mjölkkor och kvigor inräknade, visade att om kraftfodret BIP användes minskade både den totala klimatpåverkan (-6 %) och markanvändningen (-3,8 %), medan HEM gav mindre minskningar av växthusgasutsläppen (-2,1 till -2,6 %) men ökade markanvändningen (upp till +6,8 %). Resultaten visar att foderstater baserade på råvaror med litet klimatavtryck kan minska växthusgasutsläppen från svensk mjölkproduktion utan negativ påverkan på djurens prestation. Valet av ingredienser och systemavgränsning är dock avgörande, vilket understryker behovet av fortsatt utvärdering och mätning av metanutsläpp från kor vid olika utfodringsstrategier för att nå en mer hållbar mjölkproduktion.

Introduktion

Jordbrukssektorn, räknat från primärproduktion till avfallshantering, bidrar i hög grad till klimatförändringarna och står globalt för närmare 30 % av de totala växthusgasutsläppen från mänsklig aktivitet (FAO, 2024). Av de växthusgaser som har sitt ursprung i djurhållningen bildas ungefär hälften på gårdsnivå, främst från djurens fodersmältning och stallgödsel, medan resten kommer från markanvändning och foderproduktion. I Sverige omfattas jordbruket av klimatlagen (Regeringskansliet, 2017), som anger nettonollutsläpp till 2045. Minskade utsläpp från mjölkkor är centralt både nationellt och globalt för att nå målet, särskilt metan (CH₄) från fodersmältningen och utsläpp kopplade till foderproduktionen.

Utsläppen av CH₄ från idisslares fodersmältning påverkas av flera faktorer, såsom mängden konsumerat foder samt fodrets kemiska sammansättning och smältbarhet (Beauchemin *et al.*, 2022). Samtidigt bidrar produktionen av foderråvaror, genom odling, bearbetning och transport, betydligt till klimatpåverkan och variationen är stor mellan olika råvaror och ursprung. I Sverige kommer ungefär 46 % av mjölkens klimatavtryck från fodersmältningen och 41 % från foderproduktionen (Henriksson *et al.*, 2014), vilket visar att båda källorna måste beaktas vid utformning av foderstater. För högvastande mjölkkor, som ofta får ungefär hälften av sitt foder i form av kraftfoder, blir valet av foderråvaror särskilt avgörande. Dessutom kan ca 20 % av mjölkens totala klimatavtryck i Sverige hänföras till uppfödningen av rekryteringskvigor (Henriksson, 2014). Helsädesensilage har ibland använts som grovfoder till kvigor, inte minst under torra somrar. Det har gjorts studier tidigare som har visat hur helsädesensilage påverkar foderintag, smältbarhet och tillväxt hos kvigor (Rustas *et al.*, 2011), men kunskapen

om hur denna typ av foder påverkar metanutsläppen är begränsad. För att bedöma mjölkproduktionens hållbarhet krävs en helhetssyn som omfattar både fodrets produktionsrelaterade och biologiska utsläpp.

Syftet med denna studie var att undersöka hur foderstater baserade på råvaror med litet klimatavtryck påverkar produktionsresultat och metanutsläpp från mjölkkor och kvigor, samt hur dessa utfodringsstrategier kan bidra till att minska klimatpåverkan från svensk mjölkproduktion.

Material och metoder

Studien baserades på livscykelanalys (IDF, 2022), med 1 kg ECM som funktionell enhet. Beräkningarna omfattade både uppströms- och gårdsnivåutsläpp av CH₄, lustgas (N₂O) och fossil koldioxid (CO₂), men exkluderade förändringar i markanvändning och markkolmineralisering. Markanvändningen på gården baserades på femårsmedelvärden för odlade grödor (Jordbruksverket, 2025), medan data för externa råvaror hämtades från GFLI (2019) och RISE (2025). Fördelningen av växthusgasutsläpp mellan mjölk och biprodukter (slaktade/sålda kor, kvigor och kalvar) följde IDF:s rekommendationer och samtliga utsläpp omräknades till koldioxidekvivalenter (CO_{2e}). En fiktiv mjölkbesättning (12 000 kg ECM/ko och år) skapades utifrån data från Växa. Besättningen omfattade 130 kor, varav 110 lakterande. Utifrån djurantalet beräknades markbehov, stallgödselproduktion och behov av mineralgödsel.

Foderstaterna optimerades med hjälp av NorFor-modellen (NorFor, 2011). Lakterande kor utfodrades med klöver–gräsensilage (vallensilage) och ett av tre pelleterade kraftfoder: kommersiellt (KOM), baserat på biprodukter (BIP) eller baserat på inhemskt producerade råvaror (HEM) med litet klimatavtryck samt åkermarksbete för samtliga grupper. Metanutsläpp från fodersmältningen beräknades från direkta mätningar och justerades till en hel laktation (Managos *et al.*, 2025). Kvigornas foderstat bestod antingen av enbart vallensilage eller en blandning (50:50 på ts-basis) av klöver–gräsensilage och helsädesensilage av korn (vall/kornensilage) samt bete på naturbetesmark, med metanutsläppen beräknade enligt NorFor (2011). Varje kraftfodergrupp (mjölkkor) kombinerades med bägge kviggrupperna så att totalt sex olika utfodringsstrategier utvärderades i studien.

Resultat och diskussion

Studien visade att genom att välja foderråvaror med litet klimatavtryck kan utsläppen av växthusgaser minskas inom mjölkproduktionen. Foderstater baserade på BIP till lakterande kor, i kombination med vallensilage till rekryteringskvigor, gav de minsta utsläppen per kilo ECM. Foderstater baserade på HEM minskade också utsläppen jämfört med KOM-vallensilage, men i något mindre utsträckning. Att ersätta vallensilage med vall/kornensilage till kvigor ökade utsläppen oavsett vilket kraftfoder korna fick, men BIP-vall/kornensilage och HEM-vall/kornensilage gav ändå mindre utsläpp än KOM-vallensilage. Alla BIP- och HEM-baserade foderstater minskade de totala utsläppen av CO_{2e}, trots en liten ökning av CH₄ från fodersmältningen. Denna minskning berodde främst på foderråvarornas lägre klimatavtryck, i linje med tidigare studier (Sorley *et al.*, 2024). Den största minskningen kom från mindre utsläpp av fossilt CO₂ och N₂O vid växtodlingen. Den beräknade utsläppsintensiteten (tabell 1) ligger under tidigare rapporterade värden för svensk mjölkproduktion (1,16 kg CO_{2e}/kg ECM; Henriksson *et al.*, 2014) men är jämförbar med norska studier (1,07 CO_{2e}/kg ECM; Koesling *et al.*, 2025).

Utfodringsstrategierna påverkade även markanvändningen. BIP-baserade foderstater minskade den totala markanvändningen tack vare ett mindre markbehov utanför gården, även om behovet på gården ökade något p.g.a. större grovfoderintag och lägre smältbarhet. HEM-foderstaterna ökade däremot både gårds- och total markanvändning, vilket kan förklaras av användningen av råvaror med större markbehov, såsom åkerböna, raps och havre. Foderstater med vall/kornensilage till kvigor minskade markanvändningen i alla kombinationer. Markanvändningen per kilo ECM (tabell 1) var lägre än det norska genomsnittet (2,87 m²/kg FPCM; Koesling *et al.*, 2025), men högre än för betesbaserade system (1,23 m²/kg FPCM; Sorley *et al.*, 2024). Användningen av naturbetesmarker för kvigorna ökade markanvändningen med ca 0,33 m²/kg ECM.

En känslighetsanalys visade att förändringar i markkolinlagring och årlig mjölkavkastning hade störst inverkan på resultaten. En brytpunktsanalys visade att klimatnyttan av BIP- och HEM-baserade foderstater kvarstod så länge den årliga mjölkavkastningen per ko inte minskade med mer än 820–830 kg ECM för BIP eller 286–360 kg ECM för HEM. Sammantaget visar resultaten att valet av foderråvaror och utvärdering av systemet på högre nivå än på individen är avgörande för en klimatomförlämplig hållbar mjölkproduktion. BIP-foderstater gav både minskad klimatpåverkan och minskad markanvändning, medan HEM-foderstater minskade utsläppen men ökade markanvändningen. Detta illustrerar de avvägningar som behöver beaktas mellan klimatpåverkan, markresurser och biologisk mångfald vid utvecklingen av framtidens hållbara utfodringsstrategier för mjölkkor.

Tabell 1. Utsläpp av växthusgaser, markanvändning och insatsvaror i relation till mjölkavkastning, utvärderade på gårdsnivå för olika foderstater till mjölkkor baserade på kommersiellt (KOM), biproduktbaserat (BIP) och inhemskt (HEM) kraftfoder, i kombination foderstater till rekryteringskvigor bestående av vallensilage (VE) eller en grovfoderblandning (VKE) bestående av vallensilage och helsädesensilage av korn.

	KOM		BIP		HEM	
	VE	VKE	VE	VKE	VE	VKE
Totalt CO _{2e} (× 10 ⁶ kg/år)	1,54	1,56	1,45	1,46	1,50	1,52
CO ₂ (× 10 ⁵ kg/år)	3,10	3,13	2,55	2,58	2,64	2,72
CH ₄ (× 10 ⁴ kg/år)	3,00	3,00	3,01	3,02	3,16	3,17
N ₂ O (× 10 ³ kg/år)	1,54	1,57	1,39	1,42	1,40	1,44
CO _{2e} /ECM (kg/kg) [†]	1,05	1,06	0,98	0,99	1,02	1,03
Total markanvändning (ha)	275	253	264	243	275	272
Markanvändning på gård (ha)	240	194	247	201	217	189
Markanvändning/ECM (m ² /kg)	1,87	1,72	1,80	1,65	1,87	1,85
Foder- och halmförbrukning						
Halm ts (× 10 ⁴ kg/år) ¹	2,10	6,66	0,14	4,70	4,60	9,16
Kraftfoder ts (× 10 ⁵ kg/år)	4,43	4,50	3,90	4,00	3,60	4,37
Korn ts utbyte (× 10 ⁵ kg/år)	1,40	0,24	1,13	-	0,45	-

CO_{2e} = koldioxidekvivalenter. CO₂ = koldioxid. CH₄ = metan. N₂O = lustgas. ECM = energikorrigerad mjölk. ts = torrs substans.

¹Kornhalm användes som strömmaterial (6,53 × 10⁴ kg ts/år), och resterande mängd som foder.

Denna studie har möjliggjorts genom finansiering från FORMAS via kunskapsplattformen SustAinimal.

Referenser

- Beauchemin K.A., Ungerfeld E.M., Abdalla A.L., Alvarez C., Arndt C., Becquet P., Benchaar C., Berndt A., Mauricio R.M., McAllister T.A., Oyhantcabal W., Salami S.A., Shalloo L., Sun Y., Tricarico J., Uwizye A., de Camillis C., Bernoux M., Robinson T. och Kebreab E. (2022) Invited review: Current enteric methane mitigation options. *Journal of Dairy Science* 105(12), 9297–9326. <https://doi.org/10.3168/jds.2022-22091>
- FAO (2024) Greenhouse gas emissions from agrifood systems – Global, regional and country trends, 2000–2022. *FAOSTAT Analytical Brief* 94. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd3167en>
- GFLI (2019) Global Feed LCA Institute Feed dataset. <https://globalfeedlca.org/> [2021-11-19].
- Henriksson M. (2014) Greenhouse gas emissions from Swedish milk production: towards climate-smart milk production. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Biosystems and Technology, Alnarp. Diss.
- IDF (2022) The IDF global carbon footprint standard for the dairy sector. International Dairy Federation, Brussels. *Bulletin of the IDF* 520.
- Jordbruksverket (2025) Yield, kg per hectare by region, crop and year. https://www.statistikdatabasen.scb.se/pxweb/en/ssd/START__JO__JO0601/SkordarL2/table/tableViewLayout1 [2025-03-15].
- Koesling M., Hansen K.N.J., Hansen S. och Steinshamn H. (2025) Environmental impact and economic performance of Norwegian dairy farms. *Science of the Total Environment* 981, 179609. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179609>
- Managos M., Lindahl C., Agenäs S., Sonesson U. och Lindberg M. (2025) Considering greenhouse gas emissions from feed production in diet formulation for dairy cows as a means of reducing the carbon footprint. *Animal* 19, 101544. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2025.101544>
- NorFor (2011) NorFor – The Nordic feed evaluation system. I: Volden H. (red.). Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands. *EAAP Publication* 130. <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-718-9>
- Regeringskansliet (2017) Klimatlagen. SFS 2017:720. Regeringskansliet, Stockholm. <https://rkrattsbaser.gov.se/sfst?bet=2017:720>
- RISE – Research Institutes of Sweden (2025) LCA-data för foder. <https://lcadatafoder.se/> [2025-03-24].
- 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(12), 4134–4141. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3585>
- Sorley M., Casey I., Styles D., Merino P., Trindade H., Mulholland M., Resch Zafra C., Keatinge R., Le Gall A., O'Brien D. och Humphreys J. (2024) Factors influencing the carbon footprint of milk production on dairy farms with different feeding strategies in western Europe. *Journal of Cleaner Production* 435, 140104. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140104>

Bra vallfoder – minska proteinkoncentratet

N. Andresen

HIR Skåne, Kristianstad, Sveriges lantbruksuniversitet, EPOK, Uppsala

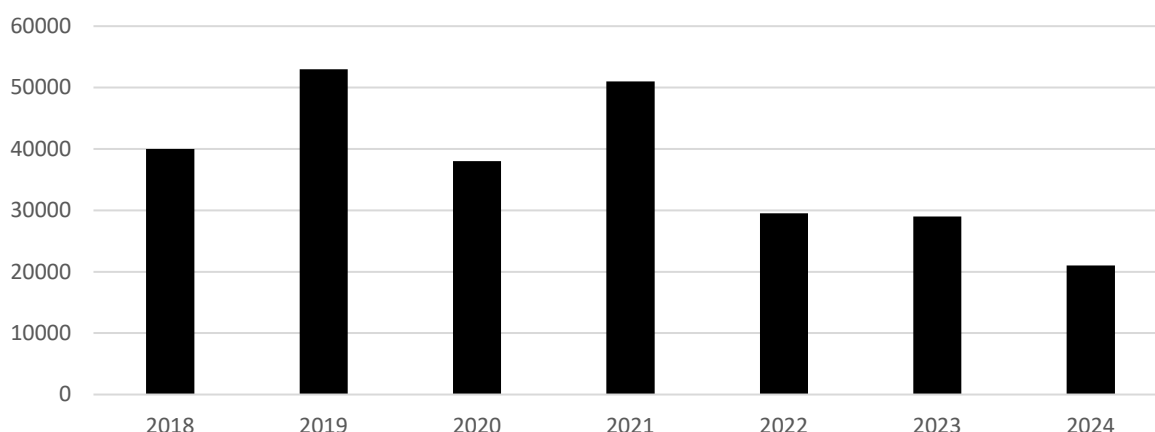
Korrespondens: niels.andresen@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

Ett fältförsök utfördes på åtta gårdar med ekologisk mjölkproduktion under stallsäsongen 2022–2023. Två utfodringsmodeller jämfördes; en med proteinkoncentrat (MK) och en utan (UK). Försöket genomfördes under laktationsmånad 1–4. Proteinhalten i foderstaterna var 16,5 % (MK) respektive 14,3 % (UK). Den genomsnittliga mjölkavkastningen i MK-gruppen var 38,4 kg mjölk/dag per dag. UK-gruppen avkastade 14 % mindre, 33,0 kg mjölk/dag, en signifikant skillnad. Fett- och proteinhalten i mjölken påverkades inte signifikant. Ureahalterna var 4,42 mmol/l för MK och 3,48 mmol/l för UK. Avkastningen av energikorrigerad mjölk (ECM) följde samma mönster som mjölkvolymen. Effekten av att utesluta proteinkoncentrat varierade mellan gårdarna. De mest högvastande gårdarna (över 40 kg ECM i medeltal) hade störst minskning i avkastning, medan gårdar med mindre avkastning hade mindre eller ingen signifikant minskning. Den ekonomiska nettoeffekten påverkades av mjölkpriset. Vid högt mjölkpris minskade nettot något utan koncentrat, medan det vid lägre pris var oförändrat. För att minska beroendet av proteinkoncentrat krävs tillräckligt med vallfoder med högt proteininnehåll och hög smältbarhet. En strategi kan vara att öka baljväxtandelen i vallen.

Introduktion

Ökad proteinförsörjning med inhemska grödor är högt prioriterat inom den ekologiska produktionen. Importen av ekologisk soja är problematisk för trovärdigheten i den ekologiska produktionen, som strävar efter hög självförsörjning av foder på såväl gårdsnivå som på nationell nivå.



Figur 1. Import av ekologisk soja (ton) till Sverige (Thuresson, 2025).

Importen av ekologisk soja har minskat under senare år, från 53 000 ton 2019 till 21 000 ton 2024 (figur 1). De ekologiska mjölkprodukterna konsumerar uppskattningsvis 70 % av den importerade sojan (Andresen *et al.*, 2024a). Nedgången i sojaimporten hänger ihop med att antalet ekologiska kor har minskat under senare år. Man kan även spekulera om foderimporten var

större på de gårdar som har valt att lägga om till konventionell drift de senaste två åren jämfört med på den genomsnittliga ekologiska mjölkgården, vilket skulle kunna vara ytterligare en orsak till att sojaimporten har minskat.

Forskningen visar att det är möjligt att uppnå en lönsam mjölkproduktion utan proteinkoncentrat (Spörndly *et al.*, 2017; Huhtanen, 2013). Även om importen av soja har minskat under senare år utfodras majoriteten av de ekologiska korna med soja och det finns en svårighet i att omsätta forskningsresultaten till praktiska förhållanden. Det behövs mera kunskap om hur vallfoderkvaliteten påverkar avkastningen vid foderstater utan koncentrat, och om det finns andra alternativ där exempelvis trindsäd och spannmål är fördelaktigt som komplement till vallfodret. Vidare behöver följande fråga utredas närmare: Tappar kor med stor avkastning förhållandevis mer i produktion när proteinkoncentrat utesluts i foderstaten än vad kor med mindre avkastning gör?

Denna artikel bygger på en projektredovisning som finns i sin helhet i referensen Andresen *et al.* (2024b). Försöket finansierades med FoU-medel från Jordbruksverket med inriktning Ekologisk produktion – inklusive förbättrad djurhälsa.

Material och metoder

Två utfodringsmodeller, med och utan proteinkoncentrat jämfördes på åtta gårdar med ekologisk mjölkproduktion under stallperioden 2022–2023. Minst 20 kor på varje gård delades in i så lika par som möjligt, där den ena kon lottades till försöksgruppen och den andra till kontrollgruppen. Indelningen baserades på antal kalvningar, föregående laktationsavkastning och kalvningsdatum. Kontrollgruppen fick samma foderstat som besättningen hade i vanliga fall med grovfoder i fri tillgång, spannmål samt inköpt proteinkoncentrat. Denna grupp benämns "Med Koncentrat" (MK). Försöksgruppen tilldelades samma fodermedel förutom proteinkoncentratet och kallas "Utan Koncentrat" (UK). Korna gick in i försöket direkt efter kalvning och deltog i försöket minst 120 dagar. Kornas avkastning, mjölksammansättning, foder-tilldelning och hälsostatus registrerades en gång i månaden. Mjölkaavkastningen registrerades från kokontrolldata eller utdata från gårdens mjölkrobotsystem. Lantbrukarna rapporterade tilldelning av kraftfoder en gång i månaden samt aktuella grovfoderanalyser. Grovfodertilldelningen registrerades som genomsnitt av utfodrad mängd till alla kor i besättningen. Resultaten bearbetades statistiskt i Statistical Analysis System (SAS).

Resultat

Korna i grupp MK fick i genomsnitt 3,2 kg proteinkoncentrat per dag. Korna i grupp UK fick inget koncentrat utan i stället i genomsnitt 2,2 kg mer spannmål. Gård A och gård E utfodrade UK med åkerböna. Båda grupperna fick samma mängd grovfoder i form av vallfoder, helsäd och halm (tabell 1).

Proteinhalten i totalfoderstaten var 16,5 % av ts i MK och 14,3 % i UK. Råproteininnehållet i vallfodret varierade från 142 till 171 g/kg ts. På gård C, F och H utfodrades även helsädesensilage och majoriteten av gårdarna hade en liten mängd halm i foderstaten. Sammantaget kan nivåerna av råprotein i vallfodret samt mängderna helsädesensilage och halm förklara det låga innehållet av råprotein i totalfoderstaten på gårdarna. Flera av gårdarna hade brist på vallfoder under stallsäsongen 2022–2023 p.g.a. torkan under växtsäsongen 2022. Störst problem hade gård C, D, E, G och delvis gård F. Råproteinhalten i koncentratet varierade från 300 till 385 g/kg ts.

Tabell 1. Daglig utfodring för kor med Koncentrat (MK) respektive Utan Koncentrat (UK) på de åtta gårdarna under laktationsmånad 1–4. Medeltal (Least Square Means) med olika bokstäver inom foderslag är signifikant skilda ($P < 0,05$).

Gård	Spannmål kg		Koncentrat kg		Baljväxter kg		Vall kg ts		Helsäd kg ts		Halm kg	
	MK	UK	MK	UK	MK	UK	MK	UK	MK	UK	MK	UK
A	5,8	5,0	3,2	-	0,5	5,0	12,5	12,5	-	-	0,9	0,9
B	6,0	8,0	2,5	-	-	-	14,1	14,1	-	-	-	-
C	6,5	11,0	3,5	-	-	-	12,5	12,5	4,4	4,4	1,6	1,6
D	7,1	9,1	3,4	-	-	-	15,0	15,0	-	-	0,5	0,5
E	7,7	10,3	2,7	-	1,9	1,9	15,3	15,3	-	-	0,5	0,5
F	7,2	9,6	5,3	-	-	-	16,0	16,0	2,6	2,6	1,0	1,0
G	5,5	7,1	1,7	-	-	-	15,0	15,0	-	-	-	-
H	7,8 [*]	10,8	4,1 [*]	-	-	-	13,7	13,7	2,0	2,0	-	-
Medel	6,8 ^a	9,0 ^b	3,2 ^a	0,0 ^b	0,3 ^a	0,9 ^b	14,3 ^a	14,3 ^a	1,1 ^a	1,1 ^a	0,5 ^a	0,5 ^a

*Avser 11,9 kg kraftfoder bestående av 66 % spannmål och 34 % koncentrat.

I genomsnitt över alla gårdar avkastade korna i MK 38,4 kg mjölk/dag. UK hade en avkastning på 33,0 kg mjölk/dag (tabell 2), vilket är 5,4 kg eller 14 % mindre. Skillnaden var statistiskt signifikant. Fett- och proteinhalten skiljde inte vilket innebar att avkastningen omräknat till kg ECM var ungefär densamma som mjölmängden (39,4 respektive 33,9 kg), dvs. signifikant 14 % mindre. Ureahalten var signifikant skild mellan grupperna, 4,42 mmol/l för MK respektive 3,48 mmol/l för UK. Båda ligger inom det intervall som räknas som normalt (3–6 mmol/l).

Tabell 2. Effekten av foderstat Med Koncentrat (MK) respektive Utan Koncentrat (UK) på mjölmängd, fetthalt, proteinhalt, ureahalt och kg ECM på gårdarna i studien. Olika bokstäver mellan MK och UK för varje gård (rad) indikerar att skillnaden är signifikant ($P < 0,05$).

Gård	Mjölk (kg)		Fetthalt (%)		Proteinhalt (%)		Ureahalt (mmol/l)		ECM* (kg)	
	MK	UK	MK	UK	MK	UK	MK	UK	MK	UK
A	37,1 ^a	34,3 ^a	4,22 ^a	4,11 ^a	3,45 ^a	3,36 ^a	3,98 ^a	4,31 ^a	38,0 ^a	34,5 ^a
B	33,9 ^a	32,4 ^a	4,70 ^a	4,42 ^a	3,52 ^a	3,45 ^a	4,63 ^a	3,85 ^b	36,9 ^a	33,9 ^a
C	46,1 ^a	35,8 ^b	3,96 ^a	3,95 ^a	3,18 ^a	3,08 ^a	3,48 ^a	2,21 ^b	45,1 ^a	34,7 ^b
D	32,8 ^a	28,4 ^b	4,33 ^a	4,37 ^a	3,61 ^a	3,73 ^a	3,95 ^a	3,35 ^b	34,5 ^a	30,2 ^b
E	39,5 ^a	34,9 ^b	3,91 ^a	3,97 ^a	3,29 ^a	3,19 ^a	4,08 ^a	3,20 ^b	38,8 ^a	34,1 ^b
F	46,6 ^a	37,1 ^b	2,99 ^a	3,47 ^a	3,15 ^a	3,33 ^a	5,44 ^a	3,23 ^b	40,0 ^a	34,3 ^b
G	30,6 ^a	28,8 ^a	-	-	-	-	-	-	-	-
H	40,5 ^a	32,3 ^b	4,49 ^a	4,75 ^a	3,52 ^a	3,62 ^a	5,39 ^a	4,18 ^b	42,9 ^a	35,6 ^b
Medel	38,4 ^a	33,0 ^b	4,09 ^a	4,15 ^a	3,39 ^a	3,40 ^a	4,42 ^a	3,38 ^b	39,4 ^a	33,9 ^b

*ECM = EnergiKorrigerad Mjölk.

De högvastande gårdarna (gård C, F och H) hade störst nergång i mjölkavkastning när koncentratet togs bort, 10,3, 9,5 kg respektive 8,2 kg mjölk per ko och dag. På gårdar med mindre avkastning (Gård B och G) var skillnaden mindre, 1,5 respektive 1,8 kg mjölk per ko och dag vilket inte var statistiskt signifikant. Korna i UK-gruppen på gård C uppvisade en anmärkningsvärt låg ureahalt i mjölken (2,21 mmol/l) vilket indikerar en kraftig underutfodring av protein.

Nettot mjölkintäkt minus kraftfoderkostnad beräknades för samtliga gårdar vid två olika prisnivåer på mjölken. Vid det höga mjölkpriset (6,65 kr/kg ECM), som gällde vid försökets start (hösten 2022), blev det genomsnittliga nettot för alla gårdar lägre med UK (8 kr per ko och dag), vilket dock inte var signifikant sett över alla gårdar. Vid ett lägre mjölkpris (4,79 kr/kg ECM) var nettot det samma för båda utfodringsstrategierna och inte signifikant. Det fanns

dock stor variation mellan gårdarna. Gård C med den största minskningen i avkastning, uppvisade ett signifikant sänkt netto vid båda mjölkpriserna för UK. Gård F uppvisade ett signifikant ökat netto för UK vid det lägre mjölkpriset. För övriga gårdar fanns ingen signifikant skillnad mellan utfodringsgrupperna och de två prisnivåerna på mjölken.

Diskussion

De gårdarna med dygnsavkastning över 40 kg mjölk de första fyra laktationsmånaderna visade en större procentuell minskning av mjölkavkastningen än gårdarna med mindre avkastning. På två gårdar var det ingen signifikant skillnad i mjölkavkastning mellan foderstaterna, dessa hade även de lägsta koncentratmängderna. Därmed blev ändringen i totalfoderstaten betydligt mindre på dessa gårdar jämfört med de med stora mängder proteinkoncentrat i foderstaten, vilket så klart har betydelse för kornas avkastning

Den ekonomiska nettoeffekten var beroende av mjölkpris. Vid ett högt pris minskade nettot något vid en foderstat utan koncentrat, medan det vid lägre pris var oförändrat mellan grupperna. Den stora variationen mellan enskilda gårdar medför att det är svårt att dra några generella slutsatser om det ekonomiska utfallet av att utesluta proteinkoncentrat från foderstaten. Projektet visar dock att ökad mjölkavkastning med ökad utfodring av proteinkoncentrat inte självklart leder till bättre lönsamhet. Frågan som bör ställas ute på varje gård är om de sista kilogrammen proteinfoder bara leder till att mjölkproducenten byter pengar från mejeriet till foderfirman?

Proteinhalten i totalfoderstaten var 14,3 % i gruppen UK och råproteininnehållet i vallfodret varierade från 142 till 171 g/kg ts. Nivåerna i grovfodret blir för låga när proteinfodret minskar och därför måste en strategi med mindre inköp av proteinfoder följas upp med ökat proteininnehåll i vallfodret – vilket i praktiken innebär större andel baljväxter i vallen. Ett vallfoder med mera än 175 g råprotein per kg ts och 11 MJ omsättbar energi per kg ts är bra riktvärden om man vill minska på proteinkoncentratet i foderstaten.

Referenser

Andresen N., Löfquist I och Lundmark S. (2024a) Ekologiska foderstater med lokala eller globala proteinråvaror – konsekvenser för odling, foderstat, ekonomi och marknaden. HIR Skåne. Rapport, 67 s.

Andresen N., Spörndly R. och Åkesson N. (2024b) Fältförsök med ekologisk mjölkproduktion utan proteinkoncentrat. Försöks- och utvecklingsverksamhet (FOU) inom Jordbruksverket (dnr 4.1.18-0311072022). 16 s.

Huhtanen P. (2013) Utfodring av mjölkkor utan proteinfoder – går det? Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. *Nytt* 1.

Spörndly R., Holtenius K., Eriksson T och Spörndly E. (2017) Producera mjölk på enbart vall och spannmål – en ekologisk modell som kan vara lönsam, men passar alla kor? Stiftelsen lantbruksforskning. Slutrapport projekt H1330241. 9 s.

<https://login.lantbruksforskning.se/sbs/projectbank/downloadPb?appFormId=402880f6485f65ff01485f977b304d8c>

Thuresson P. (2025) Föreningen Foder & Spannmål. Personlig kommunikation.

Är rörsvingel eller ängssvingel mest lönsam i vallbaserad nötköttsproduktion?

K. Holmström^{1,2}, K.-I. Kumm¹, H. Andersson³, M. Jardstedt¹, D. Sousa¹ och A. Hesse¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Skara

²Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem ³Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för ekonomi, Uppsala

Korrespondens: kristina.holmstrom@slu.se

Sammanfattning

Syftet med denna studie var att jämföra lönsamheten vid utfodring av ensilage av olika gräsarter för att undersöka om djurets produktion eller ensilagens kostnad är viktigast för lönsamheten i svensk nötköttsproduktion. Beräkningar av täckningsbidrag genomfördes för tre olika geografiska platser i Sverige för företag med antingen köttstrajurar eller dikor. Beräkningar genomfördes för tre olika väderscenarier med antingen normal skörd, försenad skörd p.g.a. mycket regn eller skörd påverkad av torka. För köttstrajurar berodde det på väderförhållandena om ängssvingel eller rörsvingel var det mest lönsamma valet. Rörflen som utfodrades till dräktiga dikor var ur ekonomisk synpunkt alltid bättre än rörsvingelhybrid eller en blandvall av ängssvingel och timotej. Resultatet från denna studie kan vara av betydelse för lantbrukares beslutsfattande i ett föränderligt klimat.

Introduktion

Framtidens klimat spås komma ge blötare vintrar och fler torra somrar. Grödor som är mer toleranta och klarar både översvämning och torka har en viktig plats i framtidens vallproduktion. I Norden är traditionella gräs, såsom ängssvingel (*Festuca pratensis* L.) och timotej (*Phleum pratense* L.), väldokumenterade arter med höga näringsvärden, men de är inte särskilt torktåliga. Arter såsom rörsvingel (*Festuca arundinacea* Shreb.) med stor ts-avkastning, torktålighet, översvämningstolerans och bra vinterhärdighet, kan liksom rörsvingelhybrid (*Lolium multiflorum* × *Festuca arundinacea*) och rörflen (*Phalaris arundinacea* L.) vara intressanta alternativ.

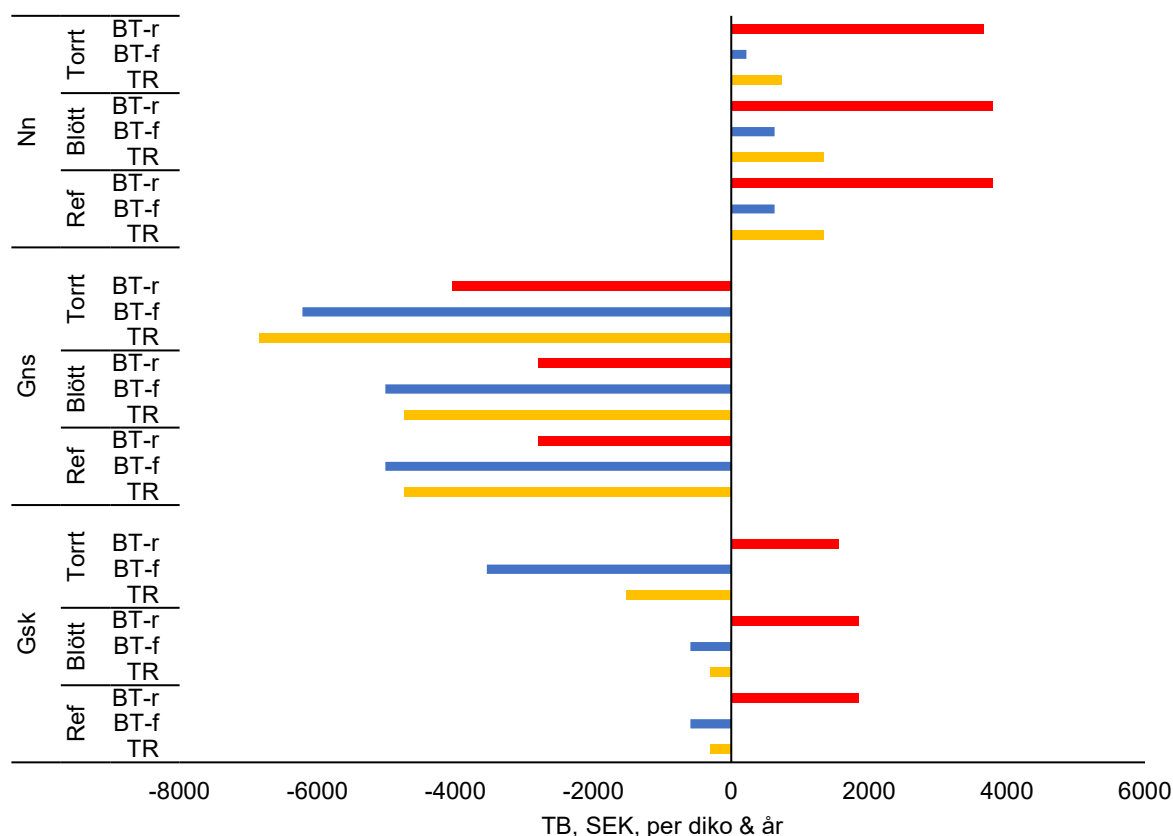
Förutom stor vallavkastning är gräsets näringsvärde viktigt vid utfodring av nötkreatur. Rörsvingel och rörsvingelhybrider har en annan cellstruktur än ängssvingel och timotej vilket påverkar nedbrytningen negativt. Rörsvingel och rörsvingelhybrider kan därför ge en mindre produktion när de utfodras till nötkreatur, jämfört med ängssvingel och timotej. Rörflen kan genom sitt stora fiberinnehåll och antinutritionella substanser ge ett litet foderintag p.g.a. låg smaklighet. I grovfoderbaserad nötköttsproduktion behöver de olika gräsarternas ekonomiska konkurrenskraft beaktas, från sådd av frö till färdig nötköttsprodukt.

Material och metoder

Utifrån tidigare utfodringsstudier (Jardstedt *et al.*, 2020; Holmström *et al.*, 2024) har vi beräknat lönsamheten som täckningsbidrag (TB) för diko och tjurkalv från dikalvsproduktion under tre olika väderscenarios. Det första väderförhållandet var ett normalår (Halling *et al.*, 2021, Palmborg, 2016), det andra ett blött år som gav två veckors försenad skörd (Nadeau och Hallin, 2016) och det tredje var ett torrt år (Joel *et al.*, 2023) med mindre nederbörd under vegetationsperioden. Beräkningarna gjordes för tre olika platser i Sverige; Götalands skogsbygder, Götalands norra slättbygder och nedre Norrland. Priserna bakom beräkningarna är medelpriser från 2019–2023. Vallfoderkostnaden är beräknad utifrån olika avkastning samt olika stora fält och fältformer beroende på plats i Sverige.

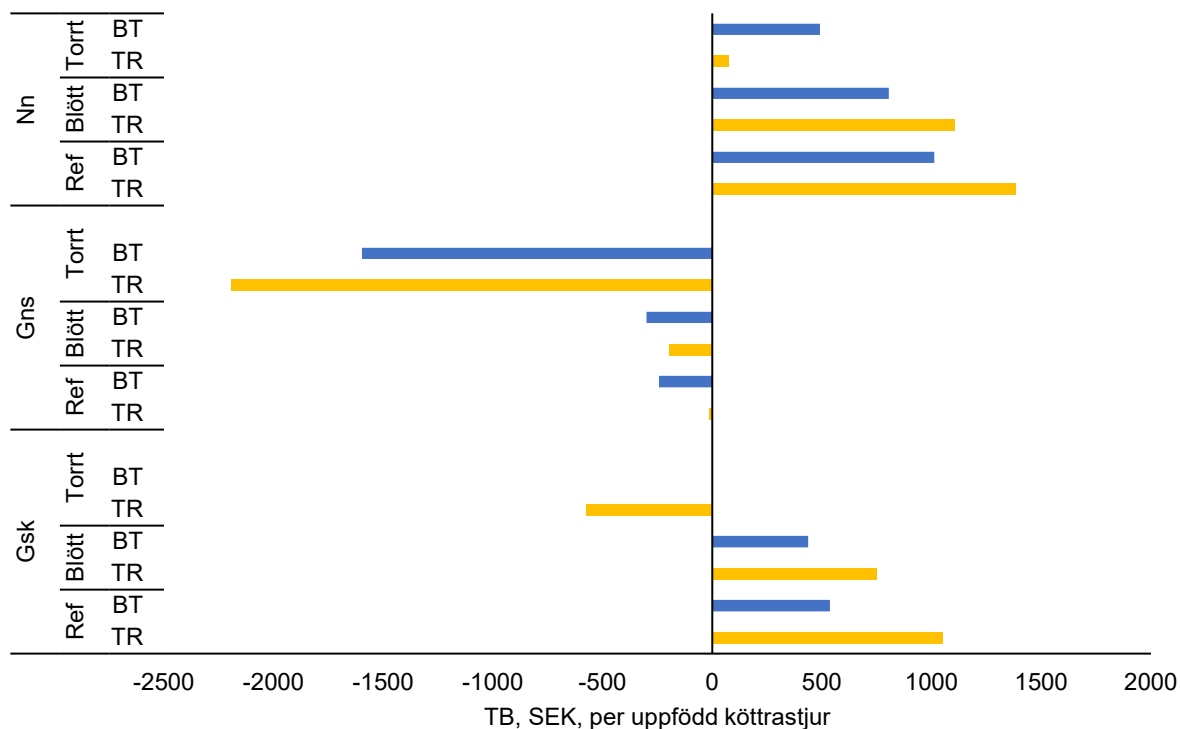
Resultat och diskussion

Under alla olika väderförhållanden och geografiska områden var rörflen det foder som gav bäst TB till dikor (figur 1). Detta berodde främst på en mindre konsumtion av rörflen jämfört med blandvall och rörsvingelhybrid, men även att rörflen beräknades vara mer långliggande än de andra gräsvallarna. För kötttrastjuren påverkades resultatet av typ av väder (figur 2). Normala och blöta år var ensilage av ängssvingel det bästa alternativet på samtliga platser medan TB torra år var högre för tjur uppfödd på rörsvingelensilage.



Figur 1. Täckningsbidrag (TB) hos diko som ätit rörsvingelhybrid (BT-f), blandvall (TR) eller rörflen (BT-r) under sinperioden under tre olika väderförhållanden (normalår = Ref, regnigt år = Blött och torrt år = Torrt) på tre platser i Sverige (Götalands skogsbygder = Gsk, Götalands norra slättbygder = Gns och nedre Norrland = Nn).

Under år med torka påverkades lönsamheten för båda djurslagen negativt. Detta berodde på att avkastningen blev mindre och därmed blev kostnaden per kg ts ensilage högre. Torkan påverkade avkastningen av ängssvingel och timotej mer än rörsvingel och rörsvingelhybrid och därmed blev priset på ensilage från ängssvingel och timotej mer påverkat. Om gården inte har tillräckligt med grovfoder ett torrt år kommer detta att få en än större påverkan på resultatet då foder behöver köpas in till ett förmodligen högre pris än den egenodlade vallen. Regniga år med försenad skörd påverkades lönsamheten för kötttrastjuren negativt eftersom ensilaget fick ett sämre näringsvärde vilket inte uppvägdes av en större vallavkastning. Dikon påverkades inte av försenad skörd eftersom hennes foder redan var sent taget och ingen större avkastningsökning förväntades. Resultatet i nedre Norrland präglas till stor del av de ersättningar och stöd som finns i området samt ett lägre alternativvärde på mark.



Figur 2. Täckningsbidrag (TB) hos köttastjur som ätit rörsvingel (BT) eller ängssvingel (TR) under tre olika väderförhållanden (normalår = Ref, regnigt år = Blött och torrt år = Torrt) på tre platser i Sverige (Götalands skogsbygder = Gsk, Götalands norra slättbygder = Gns och nedre Norrland = Nn).

Valet av de bästa arterna och vallfröblandningarna är en väg att utnyttja möjligheter och möta utmaningar i den pågående klimatförändringen. Vallar som kan kombinera god skörd, foderkvalitet, stabilitet i skördenivå och plantöverlevnad även under förändrade väderförhållandena är viktiga för en fortsatt ekonomiskt hållbar vallfoderproduktion.

Referenser

- Halling M.A., Sandström B., Hallin O. och Larsson S. (2021) Vallväxter till slätter och bete samt grönfoderväxter. Sortval för södra, mellersta och norra Sverige 2020/2021. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. Uppsala.
- Holmström K., Sousa D. och Hessle A. (2024) Productive performance of beef bulls fed tall fescue silage or meadow fescue silage and complemented with cereal grains. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 1–5. <https://doi.org/10.1080/09064702.2024.2387581>
- Jardstedt M., Nadeau E., Olaf Nielsen M., Nørgaard P. and Hessle A. (2020) The effect of feeding roughages of varying digestibility prepartum on energy status and metabolic profiles in beef cows around parturition. *Animals* 10(3), 496. <https://doi.org/10.3390/ani10030496>
- Joel A., Nilsson-Linde N. och Wesström I. (2023) Går det att höja vallskördarna med enstaka bevakningsgivor – vad händer med kvaliteten? L1-0268 och L1-0269. Sverigeförsöken Försöksrapport, s. 21–30.
- Nadeau E. och Hallin O. (2016) Näringskvalitet i rörsvingel/hybrid. Sveriges lantbruksuniversitet. Partnerskap Alnarp. Meddelande från södra jordbruksdistriktet, konferensrapport 6–7 december, s. 31.
- Palmborg C. (2016) Rörflen – fördjupade studier av sortskillnader. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för norrländsk jordbruksforskning. Rapport 1, 14.

Vallproteinets miljönyttor – några lärdomar från en breddad systemanalys

C. Cederberg

Chalmers Tekniska Högskola, Inst. Rymd-, Geo-och Miljövetenskap, Göteborg

Korrespondens: christel.cederberg@chalmers.se

Sammanfattning

Studier av jordbrukets och matens miljöpåverkan har hittills haft ett stort fokus på klimatpåverkan, men samhällsintresset för bredare systemanalyser är stort. I ett samarbete med europeiska ämnesexperter inom livscykelanalys och ekosystemtjänster undersöktes den senaste utvecklingen av indikatorer inom dessa ämnesområden. Vi tillämpade några av dessa breddade indikatorer i en studie av ett vallbaserat bioraffinaderi genom att jämföra 1) miljöeffekterna på växtföljdsnivå i södra Sverige vid ersättning av två spannmålsgrödor med två vallgrödor och 2) miljöeffekterna på produktnivå i en jämförelse av vallbaserat proteinkoncentrat från södra Sverige med sojamjöl från Brasilien. En breddad uppsättning av indikatorer för att mäta jordbrukets miljöpåverkan kan bättre fånga och beskriva skillnader i olika typer av miljöeffekter i livsmedelssystemet. Detta ger oss bättre information när vi ska välja mellan olika produktionsmetoder och produktionssystem samt alternativa dieter. Studien finansierades av Stiftelsen Lantbruksforskning och Interreg ÖKS.

Introduktion

Intresset för hållbart jordbruk och hållbar mat är stort och växande och med det följer efterfrågan på information om miljöprestanda hos olika jordbrukssystem och typer av livsmedelsproduktion från många delar av samhället. Detta kräver mätmetoder och indikatorer för att kunna testa och bedöma den miljömässiga hållbarheten hos olika produktionssystem och beskriva matens miljöpåverkan i ett brett perspektiv.

En internationell litteraturöversikt av studier på livsmedels och dieters miljömässiga hållbarhet visar att miljöprestanda hittills har presenterats ur ett alltför snävt perspektiv. Indikatorer som mäter klimatpåverkan har beräknats och beskrivits i stor omfattning i motsats till indikatorer som analyserar användningen av mark och sötvatten. Förvånansvärt få studier har inkluderat indikatorer och information om förlust av biologisk mångfald, effekter på markkvalitet och effekter av kemikalier (bekämpningsmedel och veterinärantibiotika), vilket innebär att dessa miljöfrågor har rapporterats otillräckligt (Ran *et al.*, 2024).

Här redovisas några resultat från en studie i vilken vi testade och valde ut en uppsättning lämpliga indikatorer som kan utgöra en grund för bredare bedömningar av miljöprestandan hos jordbruks- och livsmedelssystem. Användbarheten hos en uppsättning av indikatorer testades i en fallstudie av vallbaserat bioraffinaderi för produktion av proteinkoncentrat vilket jämfördes med importerat sojamjöl. I det följande redovisas resultat rörande markkvalitet, biologisk mångfald och effekter av pesticider med särskilt fokus på indikatorernas användbarhet och precision.

Material och metoder

Litteraturgenomgång och analyser av ramverk av hållbarhetsberäkningar utfördes i samarbete med europeiska experter vilket resulterade i en översikt av vilka miljöaspekter och tillhörande indikatorer som bör ingå i en breddad systemanalys (Bergez *et al.*, 2022). Med utgångspunkt från denna översikt gjorde vi en genomgång av den vetenskapliga litteraturen om den senaste

utvecklingen inom livscykelanalys och ekosystemtjänster för att hitta lämpliga indikatorer. Viktiga kriterier vid indikatorval var reproducerbarhet och datatillgänglighet på lämpliga skalar. Detta resulterade i en lista med 25 indikatorer som sorterades i följande teman: Markanvändning och jordkvalitet, Energiförbrukning, Resursanvändning, Näringskretslopp, Kemi-kalieanvändning, Klimatförändringar, Förlust av biologisk mångfald (Cederberg *et al.*, 2026). Dessa indikatorer testades sedan på ett koncept för ett vallbaserat bioraffinaderi genom att

- 1) jämföra miljöeffekterna på växtföljdsnivå i södra Sverige vid ersättning av två spannmålsgrödor med två vallgrödor,
- 2) jämföra foder bestående av proteinkoncentrat producerat från klöver-gräsbiomassa från södra Sverige med importerat sojamjöl från Brasilien.

Resultat och diskussion

På växtföljdsnivå (dvs. gårdsnivå, jämförelse 1) resulterade inkluderingen av vallgrödan i ett positivt utfall för markkvalitet, biologisk mångfald och minskade effekter av bekämpningsmedel i ytvatten. På produktnivå (dvs. jämförelse 2 mellan vallproteinkoncentrat och sojamjöl) visade indikatorerna bättre resultat för vallproteinkoncentratet utom för kvantitativ markanvändning (i motsats till kvalitativa markaspekter). Vid beräkning av markanvändningsindikatorn för sojamjöl tog vi hänsyn till det s.k. "dubbel-grödesystem" (två grödor per år) som majoriteten av sojabönor odlas i, där en majsgröda sås direkt efter sojabönskoriden. Detta odlingssystem gör det årliga markbehovet mycket effektivt (litet) men har en nackdel då bekämpningsmedelsanvändningen ökar vilket ger negativt utfall för olika toxicitetsindikatorer.

En konsekvens av den begränsade rapporteringen av miljöaspekter i den internationella litteraturen, där viktiga frågor som markdegradering, jordkvalitet och effekter av bekämpningsmedelsanvändning har försummats, är att vi som samhälle har haft ett begränsat beslutsunderlag för att styra mot mer hållbara framtida livsmedelssystem. Varför har det blivit så? En förklaring är den akuta frågan om klimatförändringar och den stora mängd forskningsresurser som har satsats på detta område. Till exempel har metodologin inom IPCC-arbetet för att kvantifiera och rapportera växthusgasutsläpp analyserats och diskuterats i flera decennier. Under senare tid har den snabba hastigheten i förlusten av biologisk mångfald uppmärksamats alltmer och ses nu som ett av de stora globala problemen, för vilket medvetenheten ökar om behov av insatser, både genom forskningsfinansiering och från privata företag. En annan orsak till snedvridningen av miljöaspekter är skalfaktorn: utsläpp av växthusgaser bidrar till klimatförändringar oberoende av var i världen utsläppen sker. Detta sker i motsats till degradering av mark och biologisk mångfald, där olika jordbruksaktiviteter har olika konsekvenser, och effekterna ofta är lokala vilket gör dem svårare att bedöma eftersom påverkansvägar kan vara svåra att modellera och detaljerade data oftast behövs. Dessutom är det många jordbruks- och matprodukter som handlas på internationella marknader och data om lokala produktionsförhållanden kan vara svåra, eller ofta omöjliga, att följa i värdekedjan.

Behovet av en bredare palett av miljöindikatorer är dock väl erkänt inom vetenskapen liksom i samhället, och det pågår arbete för att hantera detta. Ett sådant exempel är utveckling av modeller för att integrera ekosystemtjänster och naturresurser i livscykelanalys som görs i The Global Lifecycle Assessment Methods-projektet (GLAM, 2025). Ett observandum är att system som mäter matens miljöprestanda inte får vara för komplicerade eftersom det då blir alltför svårt för slutanvändare att använda informationen i sitt praktiska arbete. Därför är det viktigt att utveckla lämplig kommunikation baserat på vem eller vilka som är målgrupp för en ökad uppsättning av indikatorer med mer komplex miljöinformation. Detta är sannerligen en utmanande uppgift!

Referenser

Bergez J.-E., Béthinger A., Bockstaller C., Cederberg C., Ceschia E., Guilpart N., Lange S., Müller F., Reidsma P., Riviere C., Schader C., Therond O. och van der Werf H.M.G. (2022) Integrating agri-environmental indicators, ecosystem services assessment, life cycle assessment and yield gap analysis to assess the environmental sustainability of agriculture. *Ecological Indicators* 141 109107. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109107>

Cederberg C., Löfgren M., Vångell J. och Berndes G. (2026) Comprehensive environmental assessment of green biorefinery concept and grass protein concentrate. Manuscript in preparation.

GLAM (2025) Global guidance for Life cycle impact Assessment indicators and Methods (GLAM) – Life cycle initiative. <https://www.lifecycleinitiative.org/activities/life-cycle-assessment-data-and-methods/global-guidance-for-life-cycle-impact-assessment-indicators-and-methods-glam/>

Ran Y., Cederberg C., Jonell M., Bergman K., De Boer I.J., Einarsson R., Karlsson, J., Karlsson Potter H., Martin M., Metson G.S., Nemecek T., Nicholas K. A., Strand Å., Tidåker P., van der Werf H., Vanham D., van Zanten H., Veronesi, F. och Röös, E. (2024) Environmental assessment of diets: overview and guidance on indicator choice. *The Lancet Planetary Health* 8(3), e172–e187.

Samband mellan olika hållbarhetsaspekter på europeiska djurgårdar

E. Diaz Vicuna¹, N. Adams^{2,3}, L. Smith^{2,4} och A. Hessle⁵

¹Università di Torino, Scienze Veterinarie, Largo Paolo Braccini 2, Grugliasco (TO), Italien

²University of Reading, School of Agriculture, Policy and Development, Whiteknights, Reading, Storbritannien ³Ökomodell-Region Landkreis Waldeck-Frankenberg, Kreis-

schaft, Fachdienst, Landwirtschaft, Korbach, Tyskland ⁴Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för biosystem och teknologi, Lomma, Sverige ⁵SLU, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Skara, Sverige

Korrespondens: anna.hessle@slu.se

Sammanfattning

På europeiska gårdar finns många innovationer för att öka djurhållningens hållbarhet. Denna studie syftade till att belysa sambanden mellan olika hållbarhetsaspekter i skilda typer av produktionssystem. Data hämtades från 106 innovativa gårdar med olika djurslag (mjölkkor, köttjur, grisar och fjäderfä) med hjälp av en modifierad version av det Excel-baserade frågeformuläret "Public Goods Tool". Varje gård tilldelades poäng för tolv aspekter, fördelade på miljömässig, ekonomisk och social hållbarhet. Baserat på resultaten delades gårdarna in i fem kluster. Korrelationer mellan de tolv aspekterna utvärderades, både över alla gårdar tillsammans och klustervis, med kontrasterande resultat. Vid en analys med alla gårdar tillsammans var flera aspekter av miljömässig hållbarhet positivt korrelerade med varandra. Detta kunde förklaras av en samvariation av aspekter som berodde på produktionssystem, t.ex. enkelmaga djur vs. betande idisslare. Vidare var många av miljöaspekterna negativt korrelerade med lönsamhet, vilken i sin tur var positivt korrelerad med socialt välbefinnande och företagets robusthet. En jämförelse av klustervisa korrelationer visade en positiv korrelation mellan miljöaspekter och lönsamhet för stora gårdar, men en negativ korrelation för små gårdar. Studien visar att det kan vara utmanande att använda ett och samma mätverktyg för gårdar med olika djurslag, förutsättningar och hållbarhetsfokus samt att sambanden mellan olika hållbarhetsaspekter skiljer mellan produktionssystem.

Introduktion

När hållbarhet beräknas på gårdar är det sällan man samtidigt mäter både miljömässig, ekonomisk och social hållbarhet. Likaså är det sällan man undersöker samband mellan olika aspekter på hållbarhet. Syftet med den här studien (Diaz-Vicuna *et al.*, 2025) var att undersöka samband mellan miljömässiga, ekonomiska och sociala aspekter på hållbarhet på europeiska djurgårdar som aktivt jobbade med olika innovationer för ökad hållbarhet. Vi ville också se om sambanden var likadana i olika produktionssystem.

Material och metoder

Studien var en del av EU-projektet Pathways till vilket var knutet 13 lantbrukargrupper baserade i nio olika europeiska länder. Lantbrukargrupperna hade olika produktionsinriktningar; mjölkkor, köttjur, grisar (smågrisar och slaktgrisar) respektive fjäderfä (värphöns och matfågel), och totalt ingick 106 gårdar i studien. Produktionen kunde vara intensiv eller extensiv, standard eller nischad. Varje lantbrukargrupp arbetade gemensamt kring en innovation för god hållbarhet knuten till antingen produktion, förädling, marknadsföring eller organisation. Data samlades in genom intervjuer med lantbrukarna under vintern 2022–2023 med hjälp av det

Excel-baserade frågeformuläret Public Goods Tool. Verktöget utvecklades initialt för ekologisk mjölkproduktion i England, varför en anpassning av frågorna gjordes i den nu aktuella studien.

Public Goods Tool består av grundläggande uppgifter om arealer, avkastning, djurantal etc., automatiska uträkningar från dessa data samt ca 200 frågor med svarsalternativ. Frågorna är strukturerade i 52 olika s.k. aktiviteter som i sin tur ingår i någon av tolv hållbarhetsaspekter, nämligen de sociala aspekterna Socialt välbefinnande och Djurvälstånd, de ekonomiska aspekterna Lönsamhet, Företagets robusthet och Systemets säkerhet, samt de miljömässiga aspekterna Biologisk mångfald, Landskap och kulturarv, Markskötsel, Vattenhushållning, Gödsel och gödsling, NPK-balans samt Energi och kol. De automatiska uträkningarna och enskilda frågor genererar poäng, vilka räknas samman till ett rakt medelvärde per aktivitet, vilket i sin tur ger ett rakt medelvärde per hållbarhetsaspekt.

Statistiska analyser utfördes med hjälp av R Statistical Software (v4.3.0; R Core Team 2023). En klusteranalys och Kruskal-Wallis analys gjordes med hjälp av paketen ComplexHeatmap respektive Agricolae baserat på poängresultaten för de enskilda gårdarna. Korrelationer undersöktes både för alla gårdarna tillsammans och per kluster med Spearmans rcorr-funktion från Hmisc-paketet.

Resultat

Klusteranalysen fördelade gårdarna i fem kluster (tabell 1) mellan vilka det fanns skillnader i hållbarhetsprestanda. Till exempel hade klustren 1 och 2 lägre poäng för aspekterna Biologisk mångfald, Landskap och kulturarv samt NPK-balans jämfört med klustren 3, 4 och 5, medan kluster 1 hade en högre poäng för Gödsel och gödsling och kluster 2 för Markskötsel.

Tabell 1. Beskrivning av de fem klustren bestående av europeiska innovativa djurgårdar, där indelningen baserades på gårdarnas hållbarhetspoäng. Gårdens storlek anger arealen jordbruksmark, ha är hektar och DE är djurenhet.

Kluster	Djurslag (% av gårdar)				Areal (ha)		Djurtäthet (DE/ha)	
	<i>Mjölkkor</i>	<i>Köttdjur</i>	<i>Grisar</i>	<i>Fjäderfä</i>	<i>Medel</i>	<i>Median</i>	<i>Medel</i>	<i>Median</i>
1	21	11	32	37	147,5	85,0	9,2	1,3
2	-	-	26	74	36,3	20,0	78,3	15,6
3	67	33	-	-	49,0	24,2	0,5	0,5
4	32	64	-	5	552,4	141,3	0,8	0,5
5	41	52	-	7	152,8	107,0	0,8	0,5

För analys av alla gårdar tillsammans fanns det 33 signifikanta korrelationer mellan de tolv olika hållbarhetsaspekterna, av 66 teoretiskt möjliga (figur 1). Aspekterna som var relaterade till miljömässig hållbarhet uppvisade sju korrelationer med aspekterna för social hållbarhet, varav sex var positiva korrelationer. De miljömässiga aspekterna uppvisade också elva korrelationer med aspekter för ekonomisk hållbarhet, varav sex var positiva korrelationer. De ekonomiska aspekterna uppvisade tre positiva korrelationer med de sociala.



Figur 1. Korrelationer mellan tolv hållbarhetsaspekter från 106 europeiska djurgårdar (Alla gårdar) och gårdarna uppdelade i kluster (Kluster 1–5). Statistiskt säkerställda korrelationer illustreras med *(P -värde 0,05–0,01), **(P -värde 0,01–0,001) och ***(P -värde <0,001). Positiva korrelationer är blå och negativa korrelationer är röda, där styrkan illustreras av färgens mörkhet.

Av de 33 korrelationerna som rapporterades för alla gårdar observerades 31 stycken också i minst ett av de fem klustren (figur 1). I 21 av dessa fall var klustrens korrelationer inkonsekventa med samma korrelationer beräknade för alla gårdar, dvs. de var positiva inom kluster medan de var negativa i analysen av alla gårdar tillsammans eller *vice versa*. Nio av dem uppvisade också inkonsekvens mellan klustren. Inkonsekvens mellan kluster förekom även i ytterligare fem korrelationer som saknade motsvarande korrelation mellan alla gårdar. Dessa motstridiga resultat mellan korrelationer mellan gårdar och inom kluster observerades i 60–62 % av korrelationerna som involverade miljömässiga och sociala aspekter, och i 44 % av korrelationerna som involverade ekonomiska aspekter. Bland korrelationerna mellan alla gårdar uppvisade 64 % av de positiva och 45 % av de negativa korrelationerna motsatta resultat när de analyserades inom kluster. Dessutom identifierades 30 korrelationer mellan olika aspekter inom ett eller flera kluster som inte upptäcktes i den övergripande analysen av alla gårdar. Dessa korrelationer var jämnt fördelade mellan miljömässiga, ekonomiska och sociala aspekter.

Diskussion

Sammanfattningsvis är sambanden mellan olika aspekter av hållbarhet inte konsekventa mellan produktionssystem. Vid analys av alla undersökta gårdar tillsammans korrelerade flera aspekter av miljömässig hållbarhet positivt med varandra. Den positiva samvariationen mellan miljöaspekterna kan förklaras av skillnader i produktionssystem, från intensiva system med enkelmagade djur till extensiva system med idisslare. När analysen gjordes klustervis, i mer homogena grupper av gårdar, kunde emellertid dessa korrelationer saknas eller till och med vara negativa. Således utgör gårdars heterogenitet en faktor av stor betydelse för resultaten när man undersöker sambanden mellan olika aspekter av hållbarhet inom djurhållning. Vid analys av alla gårdar tillsammans korrelerade många av de miljömässiga hållbarhetsaspekterna negativt med hållbarhetsaspekten Lönsamhet. Dessa negativa korrelationer visar att lantbrukare som ligger i framkant av den gröna omställningen, såsom de som deltog i studien, riskerar att bära en alltför stor omställningskostnad för att förbli ekonomiskt konkurrenskraftiga. De positiva korrelationerna mellan hållbarhetsaspekterna Socialt välbefinnande och Företagets robusthet bekräftar ytterligare att om omställningen fortsätter att betalas av de innovativa företagarna i framkant, kommer deras sociala välbefinnande att minska, vilket så småningom leder till att vissa lämnar sina företag. En jämförelse av klustervisa korrelationer mellan små och stora företag med liknande miljöprestanda visade en positiv korrelation mellan miljöaspekter och lönsamhet för de stora gårdarna, i motsats till en negativ korrelation mellan samma aspekter för de små gårdarna. Detta resultat indikerar att en framtida animalieproduktion som kombinerar miljömässig, ekonomisk och social hållbarhet, inom den nuvarande lagstiftningen, kan vara lättare att uppnå med större än med mindre företag.

Referens

Diaz Vicuna E., Adams N., Smith L.G., Durand M., van Wagenberg C., Caron E., van der Pol van Dasselaar A., Baumgart L., Schetelat S., Sandor M., Gliga A., Espagnol S., Andersen H.M.-L., Borek R., Jurga P., van Leuffen N., Heerkens J.L.T., Yngvesson J., Oosterwijk A., Stokes J., Forte C. och Hessle A. (2025) Exploring relationships among different sustainability aspects in innovative livestock systems in Europe. *International Journal of Agricultural Sustainability* 23(1), 2601486. <https://doi.org/10.1080/14735903.2025.2601486>

Grovfoderrådgivning i Norge

R. Borchsenius

Norsk Landbruksrådgivning (NLR), Norge

Korrespondens: ragnhild.borchsenius@nlr.no

Norsk Landbruksrådgivning

Norsk Landbruksrådgivning (NLR, 2026) är ett landstäckande kooperativt företag med över 370 anställda. Företaget ägs av lantbrukare och har ca 24 000 medlemmar. NLR arbetar med utveckling och rådgivning gällande grovfoder och är en länk mellan forskningen och lantbrukarna.

Verksamheten ägs och styrs av näringsutövarna i lantbruket och finansieras via medlemsavgifter, betaltjänster, projektmedel samt medel från Norska Jordbruksavtalen. Genom medlen från Jordbruksavtalen förpliktar sig NLR att erbjuda ett likvärdigt utbud till alla lantbrukare i hela Norge. Det betyder att vi är tillgängliga och har kontor i hela landet.

Fram till sista december 2023 bestod NLR av 11 juridiskt självständiga enheter. Från 1 januari 2024 har vi blivit ett företag, NLR SA. Fördelen är att det är enklare att ha ett likvärdigt utbud över hela landet, vi är fler som samarbetar inom gemensamma ämnesområden och det är lättare att etablera landstäckande nätverk. Det har blivit lättare att samarbeta med NLR som organisation, informationen är lätt tillgänglig för alla och inte beroende av varje enskild regions insats.

Serviceområden

NLR erbjuder riktad rådgivning inom ett antal ämnesområden:

- Växtodlingsrådgivning (spannmål, potatis, grönsaker, grovfoder, frukt, bär, växthus)
- Specialiserade rådgivare för får, dikor och mjölkkor
- HMS – Hälsa, Miljö och Säkerhet
- Byggnadsplanering
- Hydroteknik och dränering
- Jord
- Maskinteknik och precisionsjordbruk
- Ekonomi
- Förnybar energi
- Klimatrådgivning
- Ekologi

Kärnvärdena för NLR är: nära, nyskapande, oberoende och relevanta.

- **Nära:** NLR ska vara nära lantbrukaren och det praktiska jordbruket. Det innebär lokal närvaro och god kunskap om medlemmarnas behov.
- **Nyskapande:** Organisationen ska bidra till utveckling och innovation inom jordbruket, bl.a. genom forskning, försök och nya lösningar.
- **Oberoende:** Rådgivningen skall vara objektiv och fri från kommersiella kopplingar, så att jordbrukarna får rådgivning baserad på professionell kunskap utifrån sina egna behov.
- **Relevant:** De tjänster och den kunskap som NLR erbjuder måste anpassas till nuvarande och framtida utmaningar inom jordbruket och bidra till hållbar och lönsam verksamhet.

Dessa värderingar är en del av NLR:s strategi att vara en helhetsleverantör av rådgivning till norska lantbrukare och att stärka jordbrukets konkurrenskraft och hållbarhet.

Erbjudanden till våra grovfoderproducenter

1. Närhet till lantbrukaren

Norge är ett långt land, och det är stora skillnader mellan kusten och våra fjällområden, från söder till norr när det gäller odlingsförhållanden. För oss är lokalkännedom viktig och vi har rådgivare lokalt över hela landet, rådgivare som känner till de regionala förhållandena och utmaningarna. Vi erbjuder gårdsbesök och personlig uppföljning, så att rådgivningen skräddarsys för den enskilda producenten.

2. Nyskapande arbete

NLR utvecklar och testar kunskap genom lokala försök. Närmare 700 fältförsök genomförs årligen av medlemmarna, varav ca 150 försök är relaterade till grovfoderproduktion. Den kunskap som dessa försök ger är en viktig grund för vår rådgivning.

Nya arter och sorter, gödslings- och skördestrategier är några av de försök vi har inom grovfoder. Vi har också några projekt och försök inom precisionsjordbruk där drönare och sensorer används för att optimera gödsling och växtskydd.

3. Oberoende rådgivning

NLR:s rådgivning är faktabaserad och drivs inte av kommersiella intressen. Vi erbjuder objektiv rådgivning om insatsvaror, driftsmetoder och investeringar – med bondens bästa i fokus.

Individuella rådgivningserbjudanden

Vi erbjuder lantbrukaren individuell uppföljning och har skräddarsytt vissa rådgivningstjänster för att vara tydlig med vad bonden kan förvänta sig av oss. "Grovfoderstrategi" är en sådan tjänst där vi avtalar fyra möten med bonden under en säsong (figur 1).



Figur 1. Illustration av rådgivningsstrategi i NLR.

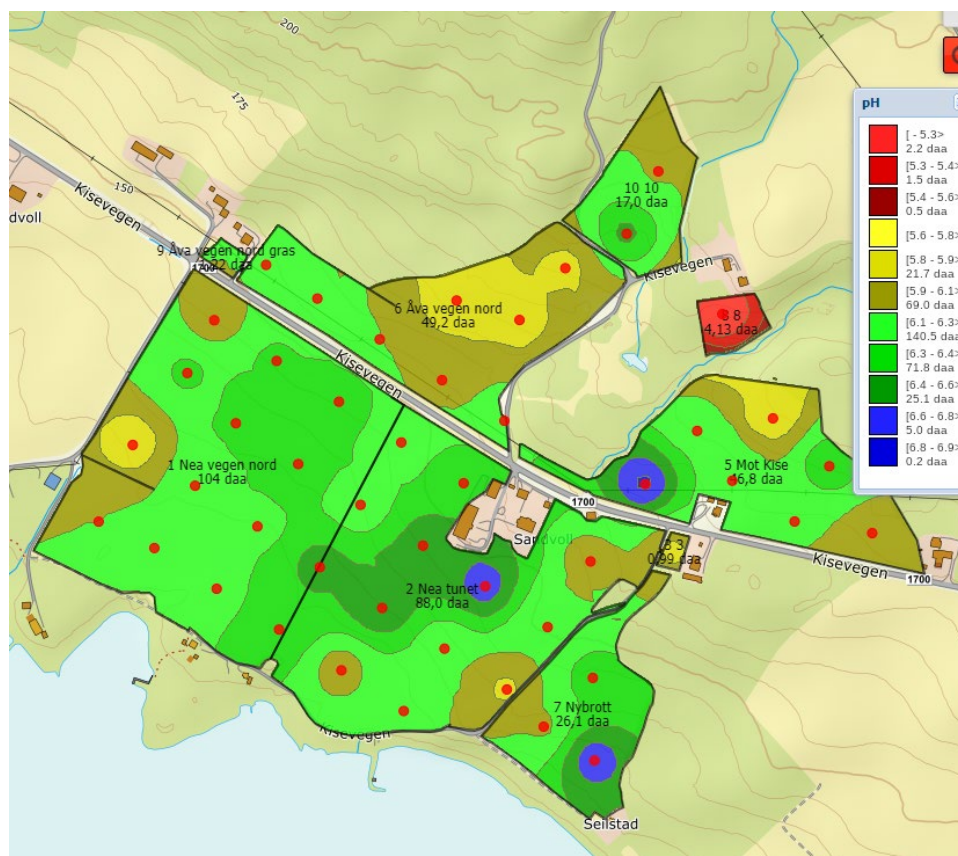
Vi börjar första besöket med att titta på fjolårets grovfoderanalyser, gödslingsplanen och diskuterar resultaten i djurproduktionen. Vi bedömer tillgången på areal och grovfoderkvaliteten jämfört med vad som "beställts från djurproduktionen". Tillsammans med lantbrukaren skapar vi en strategi för både val av utsädesblandningar, gödslingsstrategi och skördestrategi inför kommande säsong.

Nästa besök sker när växtsäsongen börjar. Då gör vi en "vallkontroll" där vi bedömer vallens täthet, vinterskador och ogrässituationen. Baserat på denna kontroll skapar vi en plan för eventuell ny vallinsädd, en växtskyddsstrategi eller ger råd om andra åtgärder som t.ex. dränering.

Nästa tillfälle för besök är när vallskörden närmar sig. Genom beräkning av temperatursumma för vallen och prognosprovtagning kan vi uppskatta den rekommenderade skördetidpunkten.

Vid besöket på hösten tar vi foderanalyser. För foderanalyserna har vi utvecklat vår egen NLR Surförtolk (ensilagetolk) där lantbrukaren kan utvärdera årets foder; Träffade lantbrukaren rätt med de planerade åtgärderna? Var mineralbalansen korrekt? Hur är det med energi- och proteinkvaliteten? Hur är det med ensileringskvaliteten? Vad kan förbättras till nästa år?

En del lantbrukare tycker att paketet är för omfattande och beställer delar av det till sin gård. I Norge är det obligatoriskt för alla jordbrukare som gödslar mer än 2,5 ha (0,5 ha för potatis- och grönsaksodling) att upprätta en gödslingsplan som baseras på uttagna jordprover som inte får vara äldre än åtta år (för potatis- och grönsaksodling <4 år). De flesta jordbrukare har en årlig dialog med sin rådgivare för att utarbeta sin gödslingsplan. Vi följer upp jordstatus hos våra medlemmar genom att ta jordprover vart 6–7 år. Vi erbjuder platsspecifika jordprover och kan även skapa tilldelningsfiler för bl.a. kalk baserat på dessa jordanalyser (figur 2). Vi har rådgivare som är specialiserade på att upprätta dräneringsplaner. Maskin- och precisions-teknik är ett nytt område för oss. Våra tekniska rådgivare hjälper till med inställning och användning av relevant utrustning. Många lantbrukare behöver också hjälp att komma igång med precisionsutrustning som de har investerat i.



Figur 2. Kartan illustrerar behovet av kalk på ett skifte. Genom att tilldela körfiler kan mängden kalk anpassas till behovet enligt jordproverna.

Grupprådgivning

Vi har god erfarenhet av grupprådgivning. Erfa-grupperna består av 8–10 lantbrukare som träffas regelbundet 4–5 gånger per säsong, för vad är poängen med rådgivning om den inte leder till bättre resultat? Målet med Erfa-grupperna är att lantbrukarna ska utmana varandra och genom erfarenhetsutbyte uppnå bättre resultat på sina gårdar. Vi har grupper med fårproducenter, dikoproducenter och mjölkproducenter. I delar av landet har också jordgrupperna blivit mycket populära. För att utveckla oss själva och bli skickliga på grupprådgivning som arbetsmetodik har vi samarbetat med Seges i Danmark, och under senare år har vi också etablerat ett gott samarbete med Proagria, vår systerorganisation i Finland.

Fältdagar

Ett av NLR:s varumärken är fältdagar. Vi bjuder in våra medlemmar till korta möten ute i fält under säsongen. Fältförsök kan vara en bra utgångspunkt för en sådan fältvandring.

NLR-Magasinet, webinarier, poddar och veckovisa växtodlingsbrev under säsong

Efter att vi blev en gemensam organisation för hela Norge ger vi ut en tidskrift som når 27 000 lantbrukare. Detta är Norges största facktidskrift för jordbruk. Vi erbjuder även webinarier och poddar (NLR on the ear) med aktuella ämnen för lantbrukare över hela landet.

Samarbetspartners

NLR samarbeider med mange landbruksaktører i Norge, såsom Yara, Felleskjøpet, Norgesfôr, Graminor, Ruralis, TINE, NIBIO, NMBU, Norges Handelshøgskole og andre. NIBIO står for Norsk Institutt for BIOøkonomi, og er et statlig forskningsinstitutt. NIBIO er en viktig partner innen forskning og utvikling. Vægleddende prøvning av utsædesblandninger og fodergrødder sker i samarbeide mellom NLR og NIBIO. Eftersom NLR har ansåttådde øver hela landet er vi en viktig aktør ved test av nye arter og sorter i ulike klimatzoner. NLR er tånkt å vara en brobyggare mellom forskning og praktik og er en viktig aktør for å sprida de resultat som NIBIO arbeider med.

Engagemang ger resultat

Det senaste forskningsprojeftet vi er involverade i tillsammans med NIBIO er InnoForage (Jørgensen, 2025). Dagens system for å testå nytt væxtmateriale er krångligt, dyrt og det tar lång tid frå test till å landbrukare kan anvånda materialet. InnoForage anvånder en innovativ metode som involverer landbrukare direkte – en s.k. "medborgarvetenskaplig" metode, TRICOT-metoden (TRIadic COMparison of Technologies). Landbrukare øver hela landet får tre alternative vallfrøblandninger, utvalda frå en større uppsåttning. Varje gård testar de tre frøblandningarna. Rådgivaren i NLR væljer ut landbrukare og sår de ulike førsøksleden. Landbrukarna rangordnar sedan de tre alternativene og meddelar via en webbplats. På så sått har vi ett effektivt sått å testå hur nye arter, sorter eller frøblandninger klarar ulike klimatzoner og klimaturmaninger. For å testå om detta er ett system som kan ersåtte traditionella fåltførsøk har vi øckså etablerat traditionella fåltførsøk for å jæmføra om vi får samme svar med de två ulike førsøksmetoderna. Det viktigaste for oss på NLR er å peka på aktiviteter som ger positiv skillnad for landbrukare, skapar engagemang og bidrar till ett aktivt jordbruk i hela landet.

Referenser

Jørgensen M. (2025) Raskere tilpasning og implementering av nye fervekster i Norge. INNOFORAGE-projeftet. <https://www.nibio.no/prosjekter/innoforage-raskere-tilpasning-og-implementering-av-nye-forvekster-i-norge-en-innovativ-forskningsmetode-ledet-av-bonder-via-folkeforskning> [2026-01-18].

Norsk Landbruksrådgivning (2026) <http://www.nlr.no>

Ekonomi i vallodlingen

H. Lindberg

Växa, Bollnäs

Korrespondens: hans.lindberg@vxa.se

Sammanfattning

Det finns relativt få undersökningar som redovisar vad vallfodret kostar att producera ute på gård. Gemensamt för de undersökningar som presenteras här är att variationen är stor mellan gårdar vilket bör innebära att det i de flesta fall finns potential att effektivisera ekonomin i vallfoderproduktionen. Det är svårt att jämföra olika beräkningar av kostnaden för vallfoder beroende på att utgångspunkten för beräkningen kan vara olika från fall till fall.

Kapital- och arbetskostnader för maskiner är tillsammans med skördad mängd de parametrar som har störst inverkan på produktionskostnaden, men också förluster under lagring kan ha en betydande påverkan.

Historiskt har den genomsnittliga kostnaden för att producera vallfoder varit ganska stabil, men från 2022 ser vi generellt betydligt ökade kostnader.

På grund av den stora variationen i produktionskostnad bör det vara intressant för alla vallproducenter, oavsett inriktning, att skapa kontroll över kostnaderna och få ett beslutsunderlag för kort- och långsiktig planering.

Introduktion

Att bedriva vallodling har historiskt handlat om att försörja den egna gårdens djur med foder, främst idisslare för livsmedelsproduktion. Idag finns också en marknad för vallfoder till hästar och andra djur som inte ingår i livsmedelsproduktionen. Oavsett syfte är ekonomin i vallodlingen central för att skapa så höga värden som möjligt i såväl vallproduktionen som i produktion där livsmedelsproducerande djur ingår. Att ha kontroll på vallens produktionskostnad är också värdefullt som underlag för strategiska beslut, t.ex. vid val av maskinkedja eller vid val av gröda. Ett exempel på det sistnämnda kan vara då man överväger att odla majs.

I rådgivningen har man länge arbetat med att ta fram verktyg för att beräkna den gårdsegna produktionskostnaden för vallfodret. Verktygen är ofta väl genomtänkta och ger bra möjligheter att räkna fram produktionskostnaden. Trots det har få vallodlare utnyttjat möjligheten att räkna fram sin produktionskostnad. Den största anledningen till ett visst motstånd är säkert att man behöver ha en detaljerad uppföljning av skördemängder och maskintimmar, vilket kan vara tidskrävande.

Om syftet är att beskriva lönsamhetsutvecklingen över tid på ett generellt plan i t.ex. en mjölk- eller köttdjursbesättning kan man använda andra vägar än den gårdsegna produktionskostnaden. I sin analys över lönsamhetsutvecklingen i mjölk- och köttproduktionen på enskilda gårdar använder Växa växtodlingskalkyler för vall med justering av kostnadsposterna för aktuellt år för att ta fram en schablonkostnad för vallfodret i de fall verklig produktionskostnad för gården saknas.

Material och metoder

I ett arbete på 13 mjölkgårdar i Dalarna (Lindberg och Hedin, 2007) beräknades vallfoderkostnaden.

Under åren 2021 och 2023 beräknades produktionskostnaden för vall på 18 värmländska gårdar (Hultgren, 2024). Gårdarna representerade både mjölk- och köttproduktion. År 2021 deltog 10 ekologiska gårdar och 2023 deltog 7 ekologiska gårdar och en gård med konventionell produktion.

I en studie på sju gårdar i Västerbotten (Chagas *et al.*, 2025) beräknades produktionskostnad för skördad vall som bruttokostnad före stöd inklusive hantering efter lager fram till lagårdsväggen.

Växa (Bååth Jacobsson och Persson, 2025) använder en alternativ modell är att ta fram en schablonmässig kostnad då verklig produktionskostnad saknas. I underlaget använder man bidragskalkylen för grovfoderproduktion med avkastningsnivån 9 000 kg ts och ett medelensilage (NorFor foderkod 6-165). Medelensilaget innehåller 149 g råprotein per kg ts, 483 g NDF per kg ts, den organiska substansens smältbarhet är 73,5 % och det beräknade nettoenergiinnehållet vid konsumtionen 20 kg ts är 6,06 MJ/kg ts (NEL20). I kalkylen använder man beräknade totala förluster fram till utfodring på 15 % vilket innebär en utfodrad mängd på 7 650 kg ts per hektar. Priserna justeras för varje år efter aktuella priser på insatsvaror och kostnader för arbete. Priser på diesel och gödsel justeras efter prisindexstatistik från Jordbruksverket. I den schablonmässiga kostnaden ingår en kostnad för lagring i plansilo med 15 öre/kg ts. Kostnad för inomgårdshantering av ensilage tillkommer. I tabell 1 redovisas den schablonmässiga kostnaden för ensilaget, både uttryckt som öre per kg ts och öre per MJ nettoenergi (NEL20).

Resultat och diskussion

I ett arbete på 13 gårdar i Dalarna (Lindberg och Hedin, 2007) hade gårdarna hade olika förutsättningar avseende maskiner och lagringssystem. Produktionskostnaden (prisnivå 2007) varierade mellan 79 öre per kg ts och 241 öre per kg ts med ett medelvärde på 140 öre per kg ts. Resultaten i faktiska siffror är inte jämförbara med dagens priser, men slutsatserna från genomgången är relevanta. Utnyttjandet av maskiner, och i någon mån lagringssystem, var utslagsgivande i resultatet. Gården med den lägsta produktionskostnaden hade en hög utnyttjandegrad av både vallmaskiner och traktorer. Gården bedrev, utöver sin egen produktion, en omfattande entreprenadverksamhet både vad gäller vall och andra uppdrag. Maskinkostnaderna fördelades på många aktiviteter utanför gården vilket medförde låga kostnader i den egna vallfoderproduktionen. Gården med den högsta kostnaden ägde alla maskiner själv, men odlade bara vall och hade ingen entreprenadverksamhet vilket medförde att vallen fick ta merparten av kostnaden.

I den värmländskastudien noterades 2021 en produktionskostnad från 75 till 144 öre per kg ts med ett medelvärde på 109 öre per kg ts. År 2023 varierade produktionskostnaden mellan 121 och 228 öre per kg ts (medelvärde 168 öre per kg ts). Maskinkostnaderna var den kostnadspost som generellt stod för den största delen (36 % 2021 och 28 % 2023) av kostnaden, men också den post som i stor utsträckning bidrog till spridningen i produktionskostnad mellan gårdar. Den kraftiga kostnadsökningen mellan åren förklaras av höjda priser på insatsvaror, ett resultat av ett förändrat världsläge. I beräkningen 2023 undersökte man också effekten av fältens belägenhet. Maskinkostnaden för fält inom en radie på 10 km låg på 115 öre per kg ts men ökade till 128 öre per kg ts för fält som låg längre bort.

I studien från Västerbotten (Chagas *et al.*, 2025) påvisades en stor variation mellan gårdarna. Produktionskostnaden varierade mellan 171 och 322 öre per kg ts. Beräkningarna är gjorda utifrån prisläget maj 2023. Maskinkostnaderna var den mest betydande posten och utgjorde mellan 42 och 58 % av kostnaderna. Övriga kostnader fördelade sig på arbete (10–34 %), etablering och areal (12–16 %), inomgårdshantering exklusive lager (7–15 %) samt handelsgödsel (0–5 %). Spridningen förklaras av skillnader i skördemängd, aktuell maskinkedja, arrondering samt teknik inom gården.

Växas schablonmässiga beräkningar av produktionskostnaden för vallensilage redovisas i tabell 1. Som jämförelse avseende priset på energi redovisas priset för konkurrerande fodermedel. Helsädesensilage och majsensilage beräknas enligt samma princip som vallensilage. För foderkorn utgör poolpriset det aktuella året grund för beräkningen av priset för energi.

Tabell 1. Schablonmässig produktionskostnad för vallensilage av medelkvalitet (NorFor 6-165) 2019–2025. Kostnad för lagring i plansilo ingår, inomgårdshantering tillkommer. Jämförelse avseende kostnad per MJ NEL20 för foderkorn (NorFor 1-1), helsädesensilage (NorFor 6-250) samt majsensilage (NorFor 6-305). För foderkorn är kostnaden beräknad efter poolpris aktuellt år. För helsädesensilage och majs är beräkningen enligt samma modell som för vallensilage. Källa: Bååth Jacobsson och Persson, 2025.

År	Vallensilage		Foderkorn	Helsädesens.	Majs
	Öre/kg ts	Öre/MJ NEL20	Öre/MJ NEL20	Öre/MJ NEL20	Öre/MJ NEL20
2019	139	23	23	29	21
2020	136	22	22	27	19
2021	210	24	33	27	20
2022	187	31	46	30	23
2023	197	32	36	33	27
2024	178	29	34	33	26
2025	179	29	25	33	27

Produktionskostnaden i olika beräkningar är oftast svåra att jämföra med varandra. Utgångspunkten för vilket värde man vill räkna fram kan skilja sig från fall till fall. I vissa beräkningar nöjer man sig med att räkna på kostnaden i lager, vilket är relevant om man säljer foder, och i andra fall vill man beräkna kostnaden på foderbordet dvs. vad djuren får betala för fodret. Av det som redovisats ovan är det ändå värt att notera att variationen mellan gårdar och system är stor och av företagsekonomiska skäl bör det vara intressant att ha en bättre kontroll av kostnaden för att producera grovfoder, oavsett man gör det för avsalu eller man har för avsikt att använda det i den egna djurproduktionen.

Det finns också parametrar vid beräkning av produktionskostnaden som kan vara svåra att sätta ett värde på. Ett exempel är förluster i form av koldioxid och värme under lagring, förluster som är svåra att mäta i praktiken. Spörndly och Nylund (2017) redovisade genomsnittliga ts-förluster vid ensilering med 1,1 % i rundbal, 11,5 % i slangsilos, 14,1 % i plansilo samt 23,4 % i tornsilos. Växa tar i sin beräkning med dessa förluster i sin schablonmässiga beräkning av produktionskostnaden och använder då förluster om 15 % (övrig kassation ingår). Utgår vi från Växas beräknade pris 2025 med 179 öre per kg ts vid 15 % förluster och beräknar produktionskostnaden vid 5 respektive 25 % totala förluster så blir produktionskostnaden i stället 167 respektive 194 öre per kg ts.

Att beräkna den verkliga produktionskostnaden för vallfoder är ett omfattande arbete och man behöver fundera över i vilken del av kedjan man skall fastställa kostnaden för att få en kostnad som är relevant för att dra rätt slutsatser och vidta rätt åtgärder. Modern teknik med digitala

hjälpmedel i maskinparken bör kunna underlätta att ta fram underlag för att göra beräkningar som är relevanta. Den spridning vi ser i produktionskostnader för vallen ger utrymme för att förbättra ekonomin oavsett produktionsinriktning. I vissa fall, där man har svårt att utnyttja maskinparken optimalt, kan det vara billigare att hyra in tjänster för vallproduktion. En nackdel med det är att man riskerar att förlora läglighetseffekten av att ha egna maskiner och därmed inte utnyttjar vallens potential för energi- och proteinproduktion.

Referenser

- Bååth Jacobsson S. och Persson A.-T. (2025) Prissättning hemmaproducerat foder. Växa. Opublicerat.
- Chagas J.C.C., Bernes G., Oliveira J., Morel J., Stark A.-S. och Ramin M. Mjölkkobete i norr – gårdsstudier och betesanalyser. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för tillämpad husdjurvetenskap och välfärd. Rapport under publikation.
- Hultgren A. (2024) Så mycket kostar vallfodret. *Arvensis* 4/5, 48–49.
- Lindberg H. och Hedin E. (2007) Analys av vallfoderkostnaden på 13 gårdar i Dalarna. Opublicerat.
- Spörndly R. och Nylund R. (2017) Minskade förluster vid ensilering av grovfoder. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. Rapport 22, 90–93.

Veterinära aspekter på grovfodrets sockerinnehåll till hästar

E. Svonni

Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för kliniska vetenskaper, Uppsala

Korrespondens: elin.svonni@slu.se

Sammanfattning

Sambandet mellan sockerinnehåll i grovfoder och insulinrespons efter utfodring (postprandiellt) hos hästar är komplext. Att hålla insulinnivån i blodet låg är viktigt framförallt vid utfodring av hästar med ekvint metabolt syndrom (EMS) eftersom deras onormala insulinreglering gör att de lätt utvecklar förhöjda insulinnivåer vilket kan orsaka fång. Det finns i nuläget inget specifikt gränsvärde för sockerhalt i grovfoder som är säkert för att undvika fång hos hästar med EMS då insulinnivåerna varierar mycket mellan individerna. Hästar med normal insulinreglering är oftast inte känsliga för de sockerhalter som är vanligt förekommande i grovfoder. Strategier som att välja ett grovfoder med så låg sockerhalt som möjligt, ge dygnsbehovet av grovfoder uppdelat på flera mindre givor, använda halm som en del av grovfodergivan och vidta åtgärder för att förlänga ättiden kan bidra till att reducera postprandiell insulinrespons hos hästar med EMS. För att kontrollera hur väl åtgärderna fungerar för en enskild individ behöver ett utfodringstest utföras där det aktuella grovfodret används och de postprandiella insulinnivåerna mäts.

Introduktion

Sockerhalten i vallfoder är ett aktuellt ämne, särskilt vid utfodring av hästar med ekvint metabolt syndrom (EMS). Hästar med EMS har insulindysreglering (ID) vilket gör att de utvecklar onormalt höga insulinnivåer (hyperinsulinemi) i blodet framför allt efter utfodring (postprandiellt) (Durham *et al.*, 2019). Hyperinsulinemi har i flera studier visat sig orsaka fång (de Laat *et al.*, 2010), ett tillstånd där vävnaden i hästens hovar skadas vilket ger smärta och i allvarliga fall kan leda till att hästen avlivas (Luthersson *et al.*, 2017). Ägare till hästar med ID rekommenderas att utfodra hästen med grovfoder med lågt sockerinnehåll, mindre än 10 % lättlösliga kolhydrater av grovfodrets torrs substans (ts) nämns ofta som ett riktvärde att hålla sig till. Trots att sådana utfodringsåtgärder vidtas är det vanligt med återkommande fånganfall hos patientgruppen och osäkerheten kring hur hästar med ID ska utfodras på ett säkert sätt är stor. Syftet med denna litteraturöversikt är att ge en inblick i kunskapsläget om hur sockerhalten i grovfoder kan påverka framför allt hästar med ID.

Postprandiell insulinrespons

För att undvika fång hos hästar med ID är den viktigaste strategin att hålla insulinnivån i blodet låg. Insulinnivån är som högst postprandiellt och för att fastställa hur ett specifikt grovfoder påverkar insulinresponsen hos en individ kan ett utfodringstest vara informativt. Vid ett utfodringstest ges en standardiserad giva av hästens grovfoder och blodprov för analys av insulin och glukos tas i den postprandiella fasen.

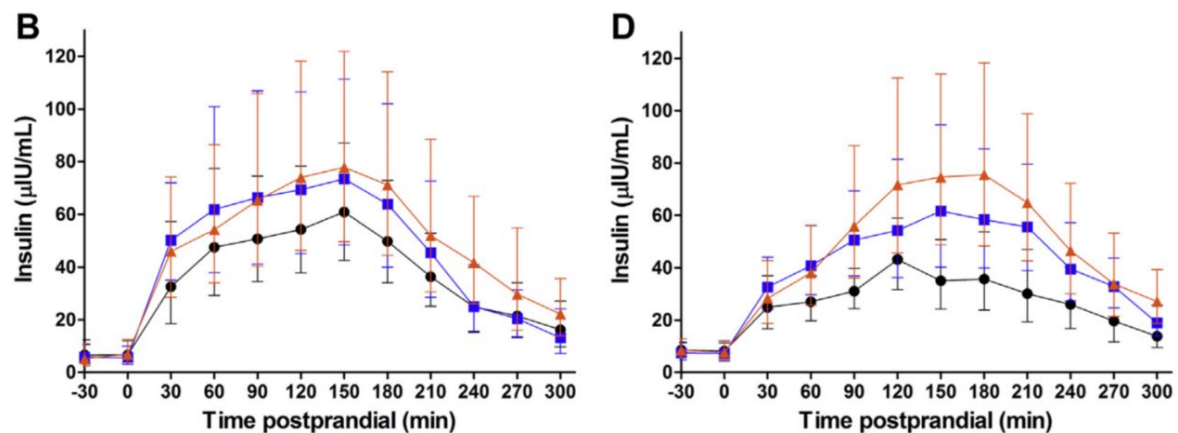
Hur högt insulinnivåerna kan ligga utan risk för utveckling av fång är inte helt klarlagt, känsligheten hos olika individer kan troligen variera något och sannolikt har både insulinresponsens varaktighet och maxkoncentration betydelse. I en studie där insulinresponsen hos ID-hästar utvärderades med ett utfodringstest förblev alla hästar med maximal insulinkoncentration under 195 μ IU/ml friska, över denna nivå ökade risken för fång med stigande insulinnivå (Meier *et al.*, 2018). Hästarna i studien undersöktes dock under en relativt kort tidsperiod (tre

veckor) och sannolikt är postprandiell maxinsulinkoncentration under 100 $\mu\text{IU}/\text{mL}$ en säkrare målnivå för ID-hästar under naturliga förhållanden där den utfodringsregim som testas används under många månader. Mer forskning behövs dock för att kunna ge väl underbyggda rekommendationer.

Fodrets inverkan på insulinresponsen

Sockerinnehållet i vallfoder utgörs av lättlösliga kolhydrater (water soluble carbohydrates, WSC), vilket innefattar enkla sockerarter såsom glukos och fruktos som hästen kan ta upp direkt i tunntarmen, sukros som också bryts ned och tas upp som glukos och fruktos i tunntarmen och sammansatta kolhydrater (fruktaner) vars nedbrytning är något oklar men som sannolikt sker i grovtarmen. Även begreppet icke-strukturella kolhydrater (non structural carbohydrates, NSC) används och innefattar utöver de lättlösliga kolhydraterna även stärkelse (Merritt och Julliand, 2013).

Hos hästar med normal insulinreglering påverkas insulinnivån i blodet till stor del av mängden socker i fodret (Lindåse *et al.*, 2018). I en studie där friska islandshästar och varmbloodstravare utfodrades med en standardiserad mängd grovfoder med tre olika sockerhalter (4,2 %, 13,6 % respektive 18,2 % WSC av ts) gav fodret med högst sockerhalt upphov till den högsta insulinresponsen och fodret med lägst sockerinnehåll den lägsta (figur 1). Inget foder orsakade insulinkoncentrationer över 100 $\mu\text{IU}/\text{mL}$ hos dessa friska hästar. Resultaten talar för att hästar med normal insulinreglering kan utfodras med grovfoder med sockerhalter i dessa nivåer utan ökad fängrisk.



Figur 1. Postprandiella insulinkoncentrationer hos islandshästar (B, $n = 9$) och varmbloodiga travare (D, $n = 9$) vid utfodring med hösilage innehållande 4,2 % (svarta cirklar), 13,5 % (blå kvadrater) respektive 18,2 % (orange trianglar) icke strukturella kolhydrater (NSC) av torrsubstansen (Lindåse *et al.*, 2018).

För hästar med ID är en vanlig rekommendation att sockerhalten i fodret inte ska överstiga 10 % av torrsubstanshalten (Durham *et al.*, 2019). Denna rekommendation bygger på en studie där postprandiell insulinrespons hos hästar med en specifik typ av korsförädlings (s.k. polysaccharide storage myopathy (PSSM)) undersöktes och en riskfyllt hög insulinrespons kunde observeras när hästarna utfodrades med vallfoder med en sockerhalt (NSC) över ca 10 % (Borgia *et al.*, 2011). Skillnaderna i ämnesomsättning och sjukdomsbild mellan hästar med PSSM och ID gör dock att resultaten från ovanstående studie inte är direkt applicerbara på ID hästar.

Det finns begränsat med studier där postprandiell insulinrespons hos hästar med ID undersökts, och i flera av dessa studier har olika typer av kraftfoder använts vilket sannolikt ger en annorlunda insulinrespons jämfört med grovfoder (Macon *et al.*, 2022; Kerley *et al.*, 2025). I en studie jämfördes insulinresponsen hos ID hästar vid utfodring med pellets med varierande sockerhalt (Macon *et al.*, 2023). Resultaten visade att utfodring med sockermängder över 0,1 g/kg kroppsvikt vid ett utfodringstillfälle gav upphov till en insulinrespons som bedömdes vara riskfyllt hög. De sockermängder som i dessa studier bedömts ge en tillräckligt låg insulinrespons är väldigt små. Som jämförelse motsvarar ett mål med sockermängden 0,1 g/kg kroppsvikt ca 0,4 kg ts av ett grovfoder med 9 % WSC av ts till en normalstor islandshäst (ca 350 kg kroppsvikt). Detta belyser svårigheten att undvika postprandiell hyperinsulinemi och samtidigt tillgodose hästens grovfoderbehov på minst 1,5 % av kroppsvikten (Erners *et al.*, 2023) med endast vallfoder, vilket för hästen i exemplet motsvarar drygt 5 kg ts/dygn. Utfodring med grovfoder har dock visats ge längre ättid och långsammare magsäckstömning än utfodring med kraftfoderpellets (Petz *et al.*, 2023; Jensen *et al.*, 2025). Detta kan göra att grovfoder ger en flackare insulinrespons jämfört med kraftfoder med motsvarande sockerinhåll och eventuellt tolereras därför en större mängd socker vid utfodring med grovfoder än när andra typer av foder används. Detta behöver dock undersökas närmare.

Postprandiell insulinrespons hos hästar med ID vid utfodring med grovfoder har undersökts i en studie utförd på Sveriges lantbruksuniversitet (Bröjer *et al.*, opublicerad). I studien fodrades 42 ID-hästar med en standardiserad mängd av sitt ordinarie grovfoder med varierande sockerhalt (median 11,3 % WSC av ts). Medianvärdet för den maximala postprandiella insulinresponsen var 116,7 μ IU/ml och låg för ca 40 % av hästarna över det gränsvärde som tros ge en ökad risk för fång. Något förvånande kunde inget samband observeras mellan sockerhalten i vallfodret och den maximala postprandiella insulinresponsen. Hästarna som fick grovfoder med WSC under 10 % hade inte heller lägre maximal insulinnivå jämfört med hästarna som utfodrades med vallfoder med högre sockerhalter. Eventuellt kan observationerna förklaras av att sockerhalten i de olika foderpartierna inte varierade så mycket, få av fodergivorna innehöll t.ex. en sockermängd under 0,1 g/kg kroppsvikt. De inkluderade hästarnas ID var dessutom relativt uttalad vilket orsakade en kraftig insulinrespons även när hästarna fick foder med lägre sockerhalt. Resultaten är preliminära men belyser ytterligare komplexiteten i sambandet mellan sockerhalten i vallfodret och den postprandiella insulinresponsen hos ID hästar.

Åtgärder för att sänka postprandiell insulinrespons

Sammantaget finns det inget specifikt gränsvärde för vilken sockerhalt i grovfoder som har visat sig vara säker för alla hästar med ID. För att minska den postprandiella insulinresponsen bör ett grovfoder med så låg sockerhalt som möjligt användas, men även grovfoder med en WSC-halt under 10 % av ts kan ge en riskfyllt hög insulinrespons hos vissa ID-hästar. Stråsädesbalm innehåller obetydliga halter socker och kan vid behov utgöra upp till hälften av grovfodergivan för att minska grovfodergivans totala sockerhalt, utan att öka risken för uppkomst av magsår (Jansson *et al.*, 2021). Då postprandiell insulinrespons påverkas av det totala intaget socker vid ett utfodringstillfälle är det sannolikt fördelaktigt att dela upp grovfodergivan på många utfodringstillfällen över dygnet. Även åtgärder för att öka ättiden kan vara positivt då det gör den postprandiella insulinresponsen flackare vilket kan minska den maximala insulinkoncentrationen även om insulinresponsens varaktighet sannolikt ökar något. Eftersom insulinresponsen efter utfodring varierar mycket mellan olika ID-hästar krävs att ett utfodringstest utförs för att ta reda på om utförda åtgärder är tillräckliga för att hålla insulin-

nivåerna tillräckligt låga för en specifik individ. För vissa hästar med kraftig ID är utfodringsåtgärder inte tillräckliga och medicinsk behandling kan vara nödvändig för att minska risken för fång.

Referenser

- Borgia L., Valberg S., McCue M., Watts K. och Pagan J. (2011) Glycaemic and insulinaemic responses to feeding hay with different non-structural carbohydrate content in control and polysaccharide storage myopathy-affected horses. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl)* 95, 798–807.
- de Laat M.A., McGowan C.M., Sillence M.N. och Pollitt C.C. (2010) Equine laminitis: induced by 48 h hyperinsulinaemia in Standardbred horses. *Equine Vet J* 42, 129–135.
- Durham, A.E., Frank N., McGowan C.M., Menzies-Gow N.J., Roelfsema E., Vervuert I., Feige K. och Fey K. (2019) ECEIM consensus statement on equine metabolic syndrome. *J Vet Intern Med* 33, 335–349.
- Ermers, C., McGilchrist N., Fenner K., Wilson B. och McGreevy P. (2023) The fibre requirements of horses and the consequences and causes of failure to meet them. *Animals* 13, 1414.
- Jansson A., Harris P., Larsdotter Davey S., Luthersson N., Ragnarsson S. och Ringmark S. (2021) Straw as an alternative to grass forage in horses – effects on post-prandial metabolic profile, energy intake, behaviour and gastric ulceration. *Animals* 11, 2197.
- Jensen R.B., Walslag I.H., Marcussen C., Thorninger N.W., Junghans P. och Nyquist N.F. (2025) The effect of feeding order of forage and oats on metabolic and digestive responses related to gastric emptying in horses. *J Anim Sci* 103.
- Kerley B.S., Harris P., Jacquay E., Askins M., McClendon M. och Adams A.A. (2025) Identifying insulinemic responses of ID horses offered varying levels of NSC and meal-sizes. *Journal of Equine Veterinary Science* 151, 105638.
- 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. *Domest Anim Endocrinol* 64, 49–58.
- Luthersson N., Mannfalk M., Parkin T.D.H. och Harris P. (2017) Laminitis: Risk factors and outcome in a group of Danish horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 53, 68–73.
- Macon E.L., Harris P., Bailey S., Barker V.D. och Adams A. (2022) Postprandial insulin responses to various feedstuffs differ in insulin dysregulated horses compared with non-insulin dysregulated controls. *Equine Veterinary Journal* 54, 574–583.
- Macon E.L., Harris P., Bailey S., Caldwell Barker A. och Adams A. (2023) Identifying possible thresholds for nonstructural carbohydrates in the insulin dysregulated horse. *Equine Veterinary Journal* 55, 1069–1077.
- Meier A.D., de Laat M.A., Reiche D.B., Pollitt C.C., Walsh D.M., McGree J.M. och Sillence M.N. (2018) The oral glucose test predicts laminitis risk in ponies fed a diet high in nonstructural carbohydrates. *Domest Anim Endocrinol* 63, 1–9.
- Merritt A.M. och Julliand V. (2013) Gastrointestinal physiology. I: Geor R.J., Harris P.A. och Coenen M. (reds.) *Equine applied and clinical nutrition: Importance of nutrition for health, welfare and performance*, 3–32.
- Petz V., Khiaosa-Ard R., Iben C. och Zebeli Q. (2023) Changes in eating time, chewing activity and dust concentration in horses fed either alfalfa cubes or long-stem hay. *Vet Med Sci* 9, 1154–1162.

Ensilagepresskaka som foder till hästar

C.E. Müller¹, E. Brodin², F. Karlsson Lindgren² och J. Yngvesson¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Uppsala

²Axevalla Hästcentrum, Axvall

Korrespondens: cecilia.muller@slu.se

Sammanfattning

Ensilagepresskaka är en biprodukt från bioraffinering av ensilage. Det är av intresse att använda ensilagepresskaka som en foderresurs för framför allt vuxna hästar, men det saknas i dagsläget kunskap om dess värde som foder för djurslaget häst. En grundförutsättning är naturligtvis att hästar frivilligt konsumerar fodret. Som ett första steg undersöktes därför hästars preferens för ensilagepresskaka jämfört med lusern i två delstudier. I den första delstudien jämfördes färsk ensilagepresskaka mot lusernhackelse, och i den andra jämfördes pelleterad ensilagepresskaka mot pelleterad lusern. Resultaten visade att hästarna föredrog lusern framför ensilagepresskaka i båda delstudierna, speciellt i den andra delstudien där preferensen för pelleterad ensilagepresskaka var mycket låg. Ättiden var kortare och den konsumerade mängden foder mindre för både färsk och pelleterad ensilagepresskaka jämfört med lusernhackelse och lusernpellets. Trots detta kan ensilagepresskaka vara av intresse som foder för hästar, men vidare studier behöver göras för att avgöra om ensilagepresskaka kan utgöra hela eller delar av den dagliga grovfodergivan för häst.

Introduktion

Bioraffinering av grönmassa och ensilage är en teknik som kan användas för att dela upp en och samma vallskörd i olika fraktioner för olika användningsområden. Genom att pressa grönmassa eller ensilage kan vätskefraktionen användas för utvinning av grönt protein för utfodring av till exempel fisk, fjäderfä och gris, och den kvarvarande fiberrika presskakan kan användas till grovfoderätande djur som idisslare och hästar (Resch *et al.*, 2024). Energi- och näringsvärdet i presskakan är vanligtvis något lägre än i ursprungsfodret, speciellt har innehållet av kväve och fosfor rapporterats vara lägre i presskakan (Damborg *et al.*, 2018). Det gör att ensilagepresskaka kan vara intressant som fodermedel för framför allt vuxna hästar som inte gör några hårda fysiska ansträngningar, eftersom de har jämförelsevis lågt behov av energi och näringsämnen jämfört med högpresterande hästar eller avelsston och unghästar (NRC, 2007). Att använda ett grovfoder som inte tillför mer kväve eller fosfor än vad hästen behöver kan bidra till att minska växtnäringsläckage från hästhållningen, vilket är önskvärt ur ett miljöperspektiv (Potts *et al.*, 2010; Saastamoinen *et al.*, 2020, 2021). Ett första steg för att utvärdera om ensilagepresskaka kan användas som foder för hästar är dock att testa om hästar frivilligt konsumerar det. Det är välkänt att hästar kan fodervägra (van den Berg *et al.*, 2016) och därför behöver en utvärdering av fodret börja med att ta reda på hästarnas acceptans och preferens för fodret. Det har genomförts i två delstudier, där ensilagepresskaka i olika format jämförts med lusern. Delar av resultaten från de två delstudierna presenteras här.

Material och metoder

Inom ramen för projektet Green Valleys 2.0 har två delstudier genomförts med skolhästar (vuxna islandshästar, varmblodiga travhästar och varmblodiga ridhästar) på Axevalla Hästcentrum, Skara. I båda delstudier undersöktes hästarnas preferens för gräsbaserad ensilagepresskaka i

relation till olika former av lusern (*Medicago sativa* L.). I den första delstudien användes 23 hästar och i den andra delstudien 22 hästar.

I den första delstudien jämfördes hästars preferens för färsk ensilagepresskaka (från bioraffinerat plansiloensilage från en förstaskörd av en vall bestående av 45 % timotej (*Phleum pratense* L.), 25 % ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds.), 10 % engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.), 15 % rödklöver (*Trifolium pratense* L.) och 5 % vitklöver (*Trifolium repens* L.)) med deras preferens för lusernhackelse (Rumiluz poultry SB, Desialis, Frankrike). I den andra delstudien jämfördes pelleterad ensilagepresskaka (från bioraffinerat rundbalsensilage från en förstaskörd av en vall bestående av 91,5 % timotej och ängssvingel, 5,2 % ogräs och 3,3 % röd- och vitklöver) med pelleterad lusern (Hippo Lusern, Svenska Foder AB, Lidköping). Hästarna fick samtidig tillgång till båda fodertyperna inom varje delstudie (0,5 kg torrs substans per häst och fodertyp) under 30 minuter per dag i tre dagar. Försöksfodren erbjöds hästarna utöver den ordinarie foderstaten, som var individuellt anpassad för hästarnas behov och bestod av 1–1,8 kg ts hösilage per 100 kg kroppsvikt, 0–3 kg kraftfoder per häst och dygn, samt mineralfoder och salt. Hästarna hade också tillgång till stråsädeshalm. För båda de pelleterade fodren hölls 500 ml vatten på pelletsen strax före utfodring (för att minska risken för foderstrupsförstoppning). Hästarnas förstahandsval, ättid och mängd konsumerat foder registrerades genom direkta observationer. Samtliga foder provtogs varje testdag och analyserades för kemisk sammansättning och energivärde med metoder beskrivna av Müller och Udén (2007).

Statistisk bearbetning av data omfattade envägs-ANOVA för fodertypernas sammansättning och tvåvägs-ANOVA för hästarnas konsumtion av fodertyperna där effekt av fodertyp och försöksdag analyserades. Chi²-tester användes för att analysera data på hästarnas foderval. Om $P < 0,05$ ansågs statistiskt säkerställda skillnader föreligga.

Resultat

De fyra olika fodertyper som användes i delstudierna skilde sig åt i samtliga variabler som beskriver den kemiska sammansättningen (tabell 1). Energivärdet var lika i lusernhackelse och -pellets (tabell 1). I den första delstudien hade färsk ensilagepresskaka högre energivärde och högre halt av smältbart råprotein och fiber (neutral detergent fiber, NDF) men lägre halt av lättlösliga kolhydrater jämfört med lusernhackelse (tabell 1). I den andra delstudien hade pelleterad ensilagepresskaka lägre halt av smältbart råprotein och lättlösliga kolhydrater men högre energivärde och fiberhalt (NDF) jämfört med pelleterad lusern (tabell 1).

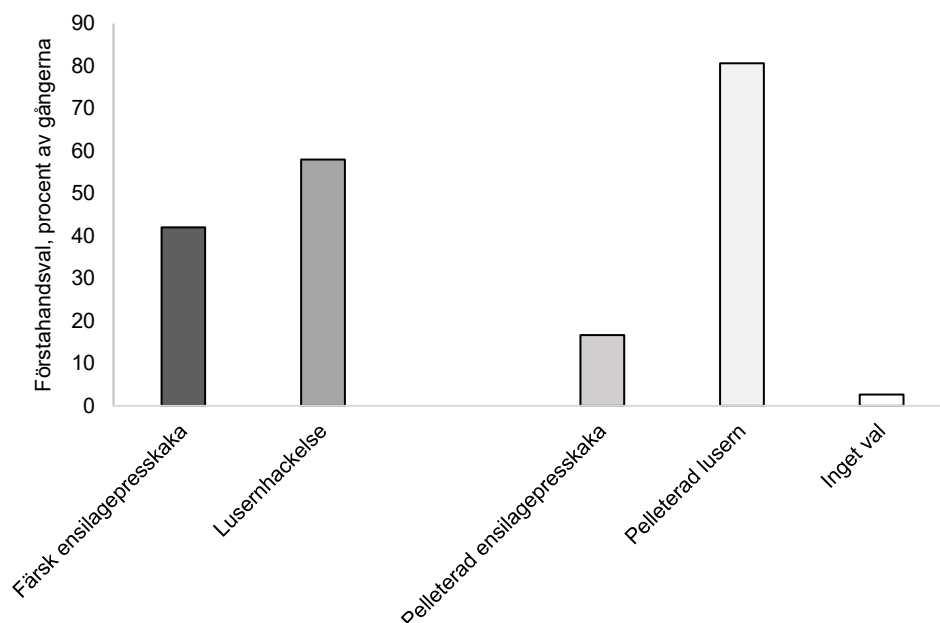
Tabell 1. Kemisk sammansättning och energivärde i de foder som användes i de båda delstudierna, per kg torrs substans om ingen annan enhet nämns. Medelvärde (medelfel) av tre prov per fodertyp.

Variabel	Delstudie I		Delstudie II		P fodertyp
	Färsk ensilagepresskaka	Lusernhackelse	Pelleterad ensilagepresskaka	Pelleterad lusern	
Torrs substans g/kg	445 ^a (0,3)	802 ^b (0,2)	840 ^d (0,1)	835 ^c (0,0)	<0,001
Omsättbar energi för häst, MJ	12,4 ^c (0,10)	7,3 ^a (0,04)	10,5 ^b (0,07)	7,5 ^a (0,33)	<0,001
Smältbart råprotein, g	86 ^c (1,4)	68 ^b (2,3)	40 ^a (2,3)	136 ^d (1,4)	<0,001
Neutral detergent fiber, g	504 ^c (4,9)	489 ^b (3,5)	653 ^d (5,3)	432 ^a (5,4)	<0,001
Lättlösliga kolhydrater, g	71 ^c (1,6)	105 ^d (2,0)	10 ^a (0,2)	26 ^b (0,9)	<0,001

I den första delstudien var det ingen statistisk skillnad mellan färsk ensilagepresskaka och lusernhackelse avseende hästarnas förstahandsval (Chi² = 3,51, $P > 0,05$) (figur 1). Hästarna konsumerade i genomsnitt 40 % av den erbjudna mängden färsk ensilagepresskaka och 64 %

av den erbjudna mängden lusernhackelse omräknat i kg torrsubbstans ($P < 0,001$). Hästarna spenderade i genomsnitt 7 minuter per dag på att äta färsk ensilagepresskaka och 11 minuter per dag på att äta lusernhackelse ($P < 0,001$).

I den andra delstudien var lusernpellets förstahandsval oftare än pelleterad ensilagepresskaka ($\text{Chi}^2 = 101,05$, $P < 0,001$) (figur 1). Hästarna konsumerade i genomsnitt 6 % av den erbjudna mängden pelleterad ensilagepresskaka och 94 % av den erbjudna mängden lusernpellets på torrsubbstansbasis ($P < 0,001$), och de spenderade i genomsnitt 2 minuter per dag på att äta pelleterad ensilagepresskaka och 11 minuter per dag på att äta pelleterad lusern ($P < 0,001$).



Figur 1. Hästarnas förstahandsval då färsk ensilagepresskaka jämfördes mot lusernhackelse i den första delstudien och pelleterad ensilagepresskaka mot lusernpellets i den andra delstudien.

Diskussion

Resultaten i de båda delstudierna visade att hästarna föredrog lusern framför ensilagepresskaka, speciellt när de båda fodren var pelleterade. Orsakerna till detta kan vara flera. I andra foderpreferensstudier med hästar har det rapporterats att näringsmässig sammansättning och torrsubbstanshalt kan påverka hästarnas foderval (Holzer *et al.*, 2022), men också att andra faktorer som fodermedlens lukt kan ha en viktig inverkan på såväl preferens som mängden foder hästarna konsumerar (van den Berg *et al.*, 2016). Alla ensilerade fodermedel kommer att ha en annorlunda lukt jämfört med torkade foder (vilket också var fallet i den här studien), eftersom ensileringen i sig resulterar i olika fermentationsprodukter. Det har i tidigare studier med hästar påvisats både en högre (Müller och Udén, 2007) och en lägre (Moore-Colyer och Longland, 2000) konsumtion av ensilage jämfört med hösilage och hö, så i vilken grad fermentationsprodukter i ensilagepresskaka inverkat på hästarnas preferens i den här studien är svårt att avgöra. Den förhållandevis låga preferensen för ensilagepresskaka skulle också kunna bero på det högre fiberinnehållet i båda typerna av presskaka jämfört med lusernfodret i respektive delstudie, liksom på det lägre proteininnehållet i pelleterad ensilagepresskaka och/eller på det lägre innehållet av lättlösliga kolhydrater i både färsk och pelleterad ensilagepresskaka jämfört med lusernfodren (DeBoer *et al.*, 2017). Den pelleterade ensilagepresskakan dammade också

märkbart trots att fodret blötlades strax före utfodring, vilket kan ha bidragit till den låga preferensen för detta foder hos hästarna.

Sammanfattningsvis verkade färsk ensilagepresskaka vara mer populärt hos hästarna än pellerad ensilagepresskaka, och i vidare studier är det av intresse att undersöka om färsk ensilagepresskaka kan användas som enda eller del av grovfodergivan i hästfoderstater.

Finansiering

Projektet finansierades av Green Valleys 2.0 Interreg Öresund-Kattegatt-Skagerak, delvis finansierat genom Europeiska Unionen, projekt nummer 20358654.

Referenser

- Damborg V.K., Stødkilde L., Jensen S.K. och Weisbjerg M.R. (2018) Protein value and degradation characteristics of pulp fibre fractions from screw pressed grass, clover, and lucerne. *Animal Feed Science and Technology* 244, 93–103.
- DeBoer M.L., Sheaffer C.C., Grev A.M., Catalano D.N., Wells M.S., Hathaway M.R. och Martinson K.L. (2017) Yield, nutritive value, and preference of annual warm-season grasses grazed by horses. *Agronomy Journal* 109, 2136–2148.
- Holzer S., Herholz C., Tanadini L.G., Ineichen S. och Julliand S. (2022) Hay preferences in horses *versus* selection by their owners. *Livestock Science* 258, 104896.
- Moore-Colyer M.J.S. och Longland A.C. (2000) Intakes and *in vivo* apparent digestibilities of four types of conserved grass by ponies. *Animal Science* 71, 527–534.
- Müller C.E. och Udén P. (2007) Preference of horses for grass conserved as hay, haylage or silage. *Animal Feed Science and Technology* 132, 66–78.
- NRC (2007) Nutrient requirements of horses. 6^e utgåvan. Animal Nutrition series. National Research Council of the National Academies. National Academies Press, Washington D.C., USA. 341 s.
- Potts L., Hinkson J., Graham B., Loest C. och Turner J. (2010) Nitrogen retention and nutrient digestibility in geldings fed grass hay, alfalfa hay, or alfalfa cubes. *Journal of Equine Veterinary Science* 30, 330–333.
- Resch R., Terler G., Winter M., Mandl M., Baldinger L., Sweeney J., McDonnell K. och Steinwider A. (2024) Nutrient composition, fermentation characteristics and mass balance of press juice and press cake obtained from biorefining of grass-clover and red clover silage. *Grass and Forage Science* 79, 449–463.
- Saastamoinen M., Särkijärvi S. och Valtonen E. (2020) The effect of diet composition on the digestibility and fecal excretion of phosphorus in horses: A potential risk of P leaching? *Animals* 10, 140.
- Saastamoinen M., Särkijärvi S. och Suomala H. (2021) Protein source and intake effects on diet digestibility and N excretion in horses - A risk of environmental N load of horses. *Animals* 11, 3568.
- van den Berg M., Giagos V., Lee C., Brown W.Y. och Hinc G.N. (2016) Acceptance of novel food by horses: The influence of food cues and nutrient composition. *Applied Animal Behaviour Science* 183, 59–67.

Ensilerad vass som grovfoder till hästar

W. Ashworth¹, M. Connysson², B.-O. Rustas³, Ö. Östman¹ och C.E. Müller³

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för akvatiska resurser, Uppsala ²SLU, Inst. för husdjurens biovetenskaper ³SLU, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Uppsala
Korrespondens: william.ashworth@slu.se

Sammanfattning

Vass (*Phragmites australis* Cav.) är en våtmarksväxt med egenskaper som gör den intressant som potentiell grovfoderresurs för hästar. I dagsläget används vass sällan som grovfoder, dels p.g.a. praktiska svårigheter och höga kostnader förenade med skörd i jämförelse med mer konventionella grovfoder, dels p.g.a. brist på kunskap om hur vass kan användas som hästfoder. I en pågående studie om vass som foder har utfodringsstudier med hästar ingått som en del, och delar av de resultaten redovisas här. Vass som skördats och konserverats som ensilage har utfodrats till islandshästar i en change-over studie varvid hästarnas acceptans, intag och smältbarhet av fodret har jämförts med gräshösilage. Resultaten visade att hästarnas acceptans för och intag av vassensilage var lägre än för gräshösilage. Hästarna selekterade i vassensilaget (men inte i gräshösilaget) så att det i foderresterna var en högre fiberhalt och en lägre proteinhalt jämfört med i fodret som helhet. Den skenbara smältbarheten för torrsubstansen var densamma för vassensilage och gräshösilaget, och var ungefär 54 %. Vidare studier behövs för en mer säker fodervärdering av vass till häst, men hästarnas acceptans för fodret verkar vara en mer begränsande faktor än smältbarheten.

Introduktion

Vass (*Phragmites australis* Cav.) växer i våtmarker och längs sjökanter och Östersjöns kustlinjer. Flera faktorer gör att vass är intressant som en foderresurs för framför allt vuxna hästar; den förekommer naturligt i stora monokulturer, är motståndskraftig mot både torka och översvämning (Pagter *et al.*, 2005) och har ett förhållandevis högt proteininnehåll i relation till fiberinnehållet (Baran *et al.*, 2002). Täta och sammanhängande vassbälten ses ofta som problematiska för ekosystemet och skörd av vass kan därmed också vara en miljöförbättrande åtgärd. Vass som foder är inget nytt påfund (Axelsson och Hellberg, 1942), men i dagsläget saknas kunskap om hur vass kan användas i hästfoderstater och vilket fodervärde vass har för hästar. Därför genomfördes en utfodringsstudie med hästar där vassensilage jämfördes med mer konventionellt gräshösilage.

Material och metoder

Vass skördades i juli 2023 i Östersjön (Östhammar, Sverige) ca 20 cm ovanför vattenytan och med en snittlängd på 10–20 cm. Vassen ensilerades med tillsats av mjölksyrabakterier (Xtrasil Bio Ultra, Konsil Scandinavia AB, Tvååker, Sverige) i bal i två månader innan den fraktades till Wången, Alsen, Sverige, där den användes i ett utfodringsförsök med sex vuxna islandshästar. Utfodringsförsöket genomfördes med en change-over-design där hälften av hästarna utfodrades med vassensilage och hälften med gräshösilage under tre veckor, följt av en veckas foderbyte och därefter ytterligare tre veckor så att alla hästar utfodrats lika länge med båda fodermedlen när studien var avslutad. Gräshösilaget kom från en första skörd från en vall bestående av 80 % timotej (*Phleum pratense* L.) och 20 % ängssvingel (*Festuca pratensis* L.). Givan av gräshösilage var anpassad efter hästarnas individuella energi- och näringsbehov, och givan av vassensilage anpassades så att mängden torrsubstans var densamma för de båda

grovfodren. Utöver gräshösilage och vassensilage utfodrades hästarna med mineralfoder. Hästarna vägdes varje vecka under studien. Under de tre sista dagarna i varje försöksperiod registrerades hästarnas intag av vassensilage och gräshösilage, och totaluppsamling av träck gjordes för att skatta fodermedlens skenbara smältbarhet. Prover togs på foder, träck och foderrester, och analyserades för sin kemiska sammansättning. Data från studien analyserades statistiskt och vid $P < 0,05$ antogs skillnaden vara statistiskt säkerställd.

Resultat och diskussion

Vassensilaget och gräshösilaget hade ungefär samma koncentration av råprotein och fiber (neutral detergent fiber, NDF), medan torrsbstanshalten var lägre i vassensilaget (tabell 1).

Tabell 1. Torrsbstanshalt och koncentration av råprotein och neutral detergent fiber (NDF) i vassensilage och gräshösilage, medelvärden ($n = 2$). Medelfel inom parentes.

Variabel	Vassensilage	Gräshösilage
Torrsbstanshalt, %	34 (6,9)	59 (2,8)
Råprotein, g per kg torrsbstans	126 (1,3)	123 (6,9)
Neutral detergent fiber, g per kg torrsbstans	649 (13,6)	635 (40,4)

Hästarna hade ett lägre intag av vassensilage jämfört med gräshösilaget; de konsumerade i genomsnitt 82 % av den erbjudna mängden vassensilage medan allt erbjudet gräshösilage åts upp. I de foderrester som lämnades av vassensilaget var råproteinhalten lägre och koncentrationen av NDF högre jämfört med i vassensilaget så som det utfodrades (tabell 2). Detta betyder att hästarna selekterade i vassensilaget och valde att äta de delar av fodret som hade högre råprotein- och lägre fiberhalt. Två av hästarna uppvisade helt eller delvis fodervägran när de utfodrades med vassensilage. Hästarna förlorade mer kroppsvikt (i genomsnitt 18 kg) när de utfodrades med vassensilage jämfört med gräshösilage (i genomsnitt 2 kg).

Tabell 2. Koncentration av råprotein och neutral detergent fiber (NDF) i foderrester av vassensilage, medelvärden ($n = 5$) och P -värden. Medelfel inom parentes.

Variabel	Foderrester av vassensilage	Vassensilage, utfodrat jämfört med foderrester, P
Råprotein, g per kg torrsbstans	88 (7,6)	0,01
Neutral detergent fiber, g per kg torrsbstans	721 (11,8)	0,01

Torrsbstansens skenbara smältbarhet var densamma ($P > 0,05$) för vassensilage och gräshösilage och var ungefär 54 %. Det var något högre smältbarhet för torrsbstansen jämfört med vad som uppmätts i studier med rörflen (*Phalaris arundinacea* L.), ett gräs som i någon mån liknar vass (Cymbaluk, 1990; Ordakowski-Burk *et al.*, 2006). Eftersom hästarna selekterade de mest smältbara delarna i vassensilaget påverkade detta sannolikt torrsbstansens smältbarhet. Om hästarna konsumerat hela den erbjudna givan av vassensilage hade torrsbstansens smältbarhet förmodligen blivit något lägre. Detta understöds också av att hästarna förlorade mer kroppsvikt när de utfodrades med vassensilage jämfört med gräshösilage. I praktiken betyder det att hästar som är i normalhull och som i huvudsak får vassensilage som grovfoder bör utfodras med en större giva än vad som teoretiskt beräknas täcka deras energibehov så att de har möjlighet att selektera de mest smältbara delarna av fodret, om de inte skall gå ned i hull och vikt.

Sammantaget visade studien att vass är en intressant grovfoderresurs för framför allt vuxna hästar med förhållandevis lågt energibehov. Det som kan begränsa användning av vass som foder till häst är begränsningar i hästarnas frivilliga intag av det. Vidare studier behövs med vass som foder till hästar för att en mer säker fodervärdering skall kunna göras, och för att undersöka om andra former av vass än som ensilage för med sig en större acceptans för fodret hos hästarna.

Projektet har finansierats av: FORMAS projektnummer #2021-02425, Race For The Baltic; Hargs Bruk AB och Sjöutsikt AB.

Referenser

- Axelsson J. och Hellberg A. (1942) Experiments with reeds, *Glyceria altissima* and leaves. Svenska Vall- och Mosskulturföreningens kvartalsskrift 4, 17–30.
- Baran M., Váradyová Z., Kráčmár S. och Hedvábný J. (2002) The common reed (*Phragmites australis*) as a source of roughage in ruminant nutrition. *Acta Veterinaria Brno* 71(4), 445–449.
- Cymbaluk N.F. (1990) Comparison of forage digestion by cattle and horses. *Canadian Journal of Animal Science* 70(2), 601–610.
- Ordakowski-Burk A.L., Quinn R.W., Shellem T.A. och Vough L.R. (2006) Voluntary intake and digestibility of reed canarygrass and timothy hay fed to horses. *Journal of Animal Science* 84(11), 3104–3109.
- Pagter M., Bragato C. och Brix H. (2005) Tolerance and physiological responses of *Phragmites australis* to water deficit. *Aquatic Botany* 81(4), 285–299.

Upprepad återväxtskörd av olika gräsarter – simulering av hårt hästbete

C.E. Müller¹, Å. Ergon², M. Halling³ och R.B. Jensen⁴

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Uppsala, Sverige ²Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for plantevitenskap, Ås, Norge ³SLU, Inst. för växtproduktionsökologi, Uppsala, Sverige ⁴Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Ås, Norge, nuvarande arbetsplats: Institut for Husdyr- og Veterinærvidenskab, Tjele, Danmark
Korrespondens: cecilia.muller@slu.se

Sammanfattning

Vilka gräsarter som fungerar bra i bete för vuxna hästar är bristfälligt undersökt, speciellt om marken betas hårt vilket ofta är fallet för hästar som riskerar att bli överviktiga. I detta projekt undersöktes därför den kemiska sammansättningen hos sex olika gräsarter (timotej (*Phleum pratense* L., sort Grindstad), ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds., sort Minto), engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L., sort Figgjo), hundäxing (*Dactylis glomerata* L., sort Laban), rörsvingel (*Festuca arundinacea* Schreb., sort Swaj) och foderlost (*Bromus inermis* Leyss., sort Leif)) vid fyra repetitiva skördar av återväxten från juli till slutet av oktober, där skördemetoden simulerade hårt bete (stubbhöjd ca 1–2 cm). Resultaten visade att skördenummer och gräsart interagerade med varandra avseende fiberinnehåll och innehåll av lättlösliga kolhydrater, och att det inte fanns någon gräsart som alltid hade högre eller lägre halt av fiber eller lättlösliga kolhydrater. Skördenummer verkade ha större betydelse än gräsart för halterna av fiber och lättlösliga kolhydrater, vilka var lägst respektive högst i den fjärde återväxtskörden i oktober. Gräsarterna hundäxing och ängssvingel gav större sannolikhet för ett bete med högre fiberhalt och lägre halt lättlösliga kolhydrater än engelskt rajgräs, timotej och rörsvingel i den här studien.

Introduktion

Olika hästkategorier har olika stort behov av energi och näringsämnen. Det innebär att betet behöver anpassas efter detta, för att motverka såväl under- som överutfodring. Hästar som hålls på beten som är alltför näringsrika i relation till deras näringsbehov har en ökad risk att hamna i överhull eller fetma, något som utgör ökande hälso- och välfärdsproblem i hästpopulationen. För att motverka att hästar hamnar i överhull på bete är det inte ovanligt att de (framför allt de kategorier som har jämförelsevis lågt energi- och näringsbehov) hålls i hagar där gräset är hårt nedbetat, ofta kallade "bantningshagar" (Jaqueth *et al.*, 2018; Cameron *et al.*, 2021). Det innebär att mängden tillgängligt betesgräs är mindre och att intaget av betesgräs därmed begränsas. Eftersom den hårda avbetningen gör att gräsplantorna hålls i ett ständigt vegetativt stadium kommer de dock ha en hög smältbarhet och lågt fiberinnehåll, vilket skulle kunna motverka syftet med att hålla hästen på ett sådant bete. Det finns också frågetecken kring hur sockerhalten i betesgräset påverkas av hård avbetning, något som är av betydelse för hästar med metabola sjukdomar som t.ex. insulindysreglering som kan leda till fång (Durham *et al.*, 2019). Det är i dagsläget oklart om det finns skillnader mellan olika gräsarter i hur de svarar på hård avbetning med avseende på sin kemiska sammansättning och näringsvärde. Av den anledningen har en studie utförts med sex olika gräsarter som utsatts för simulerat upprepat hårt bete efter en förstaskörd. Delar av resultaten från denna studie redovisas här.

Material och metoder

De gräs som användes i studien var timotej (*Phleum pratense* L., sort Grindstad), ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds., sort Minto), engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L., sort Figgjo), hundäxing (*Dactylis glomerata* L., sort Laban), rörsvingel (*Festuca arundinacea* Schreb., sort Swaj) och foderlost (*Bromus inermis* Leyss., sort Leif). Arterna såddes i renbestånd i maj 2018 vid Vollebekk i Ås, Norge i parceller med en split-block design tidigare beskriven av Müller *et al.* (2020). Efter en förstaskörd av parcellerna i början av juni 2019 skördades återväxten ungefär en gång per månad: 3 juli, 1 augusti, 2 september och 29 oktober samma år. Vid varje skörd av återväxten klipptes gräsen av med en stubbhöjd på 1–2 cm med hjälp av en elektrisk grästrimmer (Bosch Isio, Robert Bosch Power Tools GmbH, Leinfelden, Tyskland) för att simulera hårt hästbete. Grönmassan från varje parcell och skörd samlades ihop och provtogs, varpå analys av den kemiska sammansättningen genomfördes med metoder beskrivna av Stang *et al.* (2022). I denna rapport redovisas innehållet av fiber (neutral detergent fiber) och lättlösliga kolhydrater (summan av glukos, fruktos, sukros och fruktaner). Data analyserades statistiskt med en tvåvägs-ANOVA där effekt av gräsart, skördenummer och interaktioner mellan dessa undersöktes, och där $P < 0,05$ ansågs visa statistiskt säkerställda skillnader.

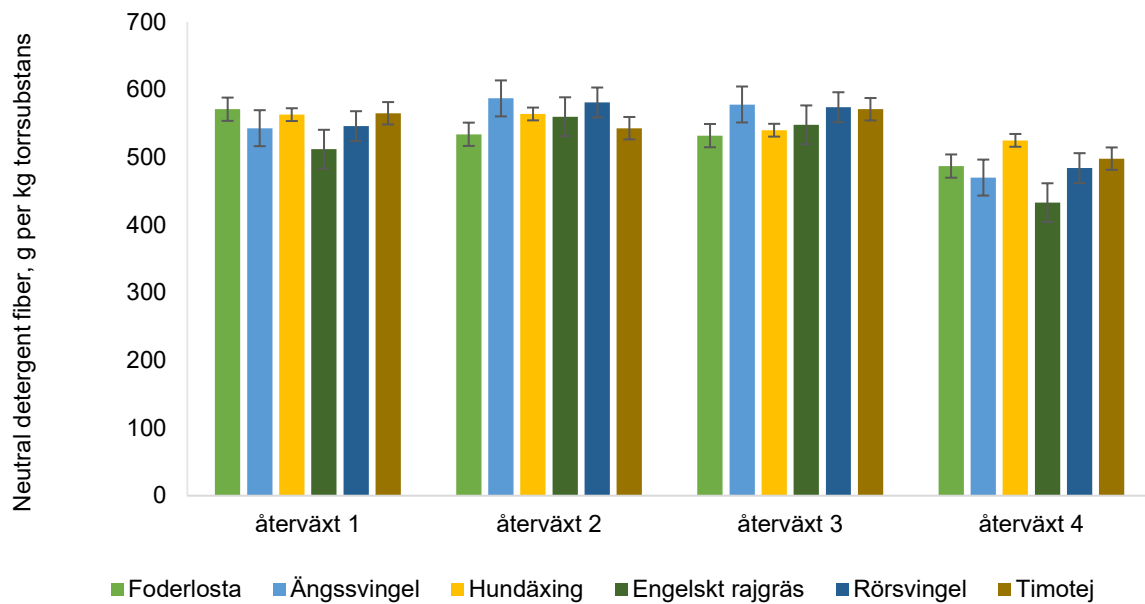
Resultat och diskussion

Den statistiska analysen visade att det fanns interaktioner mellan gräsart och skördenummer för i princip alla de analyserade variablerna. Det betyder att de olika gräsarterna svarade på olika sätt i sin kemiska sammansättning på den upprepade hårda simulerade avbetningen. Analysen visade också att effekten av skördenummer var större än effekten av gräsart (figur 1a–b). Speciellt den sista återväxtskörden hade lägre fiberinnehåll och högre innehåll av lättlösliga kolhydrater jämfört med de tidigare skördenumren.

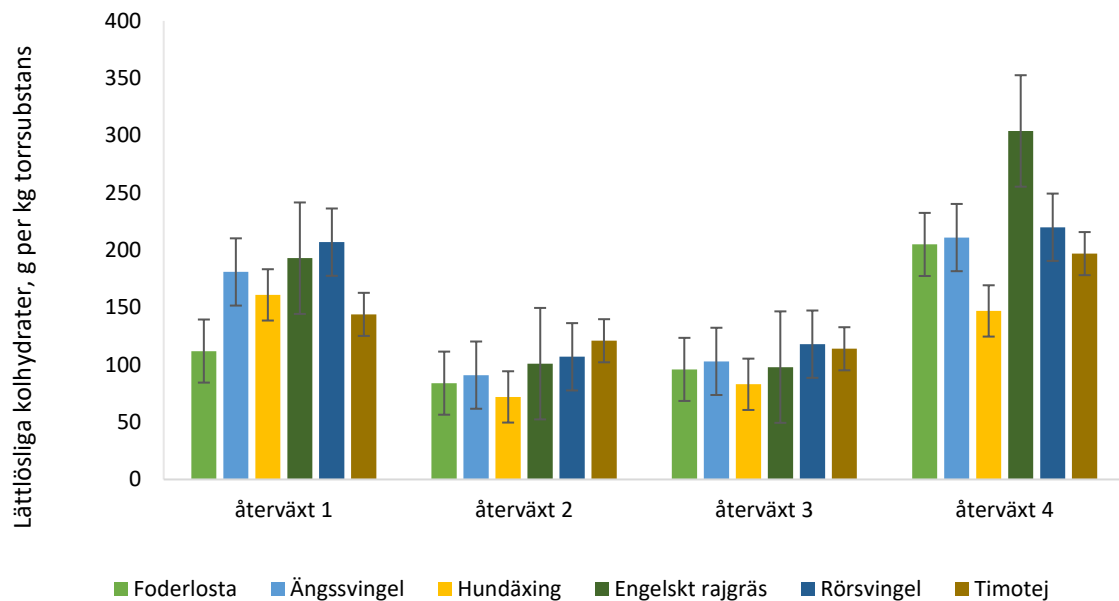
I den första återväxtskörden var fiberinnehållet högst i foderlost, hundäxing och timotej och lägst i engelskt rajgräs ($P < 0,01$), och i andra återväxtskörden högst i rörsvingel och ängssvingel och lägst i foderlost och timotej ($P < 0,001$) (figur 1a). I den tredje återväxtskörden var fiberinnehållet högst i ängssvingel, rörsvingel och timotej samt lägst i hundäxing och foderlost ($P < 0,001$), och i den fjärde och sista återväxtskörden var fiberinnehållet lika i alla gräsarterna ($P < 0,05$) (figur 1a).

I den första återväxtskörden var innehållet av lättlösliga kolhydrater högst i rörsvingel och lägst i foderlost ($P < 0,001$), och i den andra återväxtskörden högst i timotej och lägst i hundäxing ($P < 0,001$) (figur 1b). I den tredje återväxtskörden var innehållet av lättlösliga kolhydrater högst i rörsvingel och timotej samt lägst i hundäxing ($P = 0,01$), och i den fjärde återväxtskörden högst i engelskt rajgräs och lägre i alla övriga arter ($P < 0,001$) (figur 1b).

a)



b)



Figur 1a–b. Innehåll av a) fiber (neutral detergent fiber) och b) lättlösliga kolhydrater (summan av glukos, fruktos, sukros och fruktaner) i sex gräsarter vid upprepad återväxtskörd som simulerade hård avbetning, medelvärden och felstaplar som visar medelfel.

Det fanns alltså inte någon gräsart som alltid gav högre eller lägre innehåll av fiber eller lättlösliga kolhydrater över skördenumren, men de arter som oftast hade högst fiberhalt var timotej, rörsvingel och ängssvingel och den som oftast hade låg fiberhalt var foderlostas. De arter som oftast hade högst halt av lättlösliga kolhydrater var rörsvingel och timotej och den art som oftast hade lägst halt var hundäxing.

Den allra högsta fiberhalten hade ängssvingel i den andra återväxtskörden och den lägsta återfanns i engelskt rajgräs i den fjärde återväxtskörden. Den högsta halten lättlösliga kolhydrater hade engelskt rajgräs i den fjärde återväxtskörden och den lägsta återfanns i hundäxing i den andra återväxtskörden.

Resultaten i studien visade att för hästar som behöver få ett bete som har lågt innehåll av lättlösliga kolhydrater är hundäxing att föredra framför engelskt rajgräs, rörsvingel och timotej, och att beta en vall sent på hösten som betats hårt under sommaren bör undvikas, speciellt om den innehåller engelskt rajgräs. För att få högre fiberinnehåll i kontinuerligt betat gräs utan att samtidigt få hög halt lättlösliga kolhydrater kan ängssvingel och hundäxing vara användbara arter. Timotej och rörsvingel kan också ge högre fiberhalter, men riskerar samtidigt att bidra till högre halt av lättlösliga kolhydrater.

Finansiering

Det här projektet finansierades av Stiftelsen Hästforskning, projektnummer H-17-47-287.

Referenser

- Cameron A., Harris P., Longland A., Horseman S. och Hockenhull J. (2021) UK Horse carers' experiences of restricting grazing when aiming to prevent health issues in their horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 104, 103685.
- Durham A.E., Frank N., McGowan C.M., Menzies-Gow N.J., Roelfsma E., Vervuert I., Feige K. och Fey K. (2019) ECEIM consensus statement on equine metabolic syndrome. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 33, 335–349.
- Jaqueth A.L., Iwaniuk M.E. och Burk A.O. (2018). Characterization of the prevalence and management of over-conditioned ponies and horses in Maryland. *Journal of Equine Veterinary Science* 68, 26–32.
- Müller C.E., Halling M., Ergon Å. och Jensen R.B. (2020). "Den gode, den onde och den fule" – kolhydrater i gräsarter till hästfoder: icke-strukturella kolhydrater. I: Nilsdotter-Linde N. och Bernes G. (reds.) Vallkonferens 2020. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. Rapport 30, 101–103.
- Stang F.L., Bjerregaard R., Müller C.E., Ergon Å., Halling M., Thorninger N.W., Kidane A. och Jensen R.B. (2022). The effect of harvest time of forage on carbohydrate digestion in horses quantified by *in vitro* and mobile bag techniques. *Journal of Animal Science* 101, skac422.

Torrsubstansintag och metabol respons hos hästar vid övergång från hösilage till bete

R.B. Jensen^{1,2} och C.E. Müller³

¹Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Inst. for husdyr- og akvakulturvitenskap, Ås, Norge ²Aarhus Universitet, Inst. for husdyr- og veterinærvitenskap, Tjele, Danmark ³Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Uppsala, Sverige

Korrespondens: rbj@anivet.au.dk

Sammanfattning

Övergången från vinterfoderstat till bete kan medföra ökade risker för hälsostörningar hos hästar, t.ex. fång. För en del hästar kan en av förklaringarna till detta vara en ändring i ämnesomsättningen med en ökad insulinrespons, vilket kan inträffa om betet har högt sockerinnehåll och därmed ger en hög blodglukoskoncentration. I detta projekt har hästars torrsubstansintag och plasmakoncentration av glukos och insulin uppmätts i en studie som omfattat tre perioder: utfodring med hösilage, övergång från hösilage till bete samt i huvudsak bete. Resultaten visade att hästarnas totala torrsubstansintag minskade vid övergången från hösilage till bete och att det tog 12 dagar innan torrsubstansintaget från i huvudsak bete åter var detsamma som vid utfodring med hösilage. Koncentrationerna av glukos och insulin i plasma följdes åt i ett fysiologiskt mönster men varierade mer och var högre då hästarna utfodrades med enbart hösilage jämfört med när de i huvudsak betade, trots att innehållet av lättlösliga kolhydrater (socker) var ungefär detsamma i bete och hösilage. En tänkbar förklaring skulle kunna vara med vilken hastighet hästarna intog samma mängd torrsubstans från hösilage och bete, då hösilaget åts upp fortare. Det krävs ytterligare studier för att utröna om, och i så fall hur, äthastigheten för olika vallfodertyper inverkar på glukos- och insulinresponsen.

Introduktion

Övergång från vinterutfodring till bete är en faktor som kan öka risken för att hälsoproblem som fång uppstår (Durham *et al.*, 2019). Rekommendationen är att gradvis öka tillgången på betesgräs för hästen så att mag-tarmkanal och mikroberna i grovtarmen får tid att vänja sig vid det nya fodret. Det finns dock begränsad information om hur en sådan övergång inverkar på såväl glukos- och insulinhalt i blodet som på grovtarmens mikroorganismer. Detta är av intresse då en onormalt hög insulinkoncentration i blodet ökar risken för fång, och en störning av grovtarmsmiljön kan öka risken för kolik. I betesgräs finns olika typer av kolhydrater, både strukturella (fiber) och icke-strukturella som utgörs av olika typer av socker och andra lagringskolhydrater. Koncentrationen av båda typerna varierar med flera olika faktorer, t.ex. gräsart och plantmognad vid skörd eller avbetning (Stang *et al.*, 2022). Sockerarter som glukos och sukros bidrar till en höjning av blodglukoshalten hos hästen, vilket i sin tur ger en ökad insulinrespons. Frukthaner (icke-strukturell kolhydrat som inte räknas som socker) i mycket höga halter kan orsaka förurning i grovtarmen (grovtarmsacidosis) vilket också kan leda till fång (van Eps och Pollit, 2006). Syftet med detta projekt var att undersöka hur övergången från en vinterfoderstat med skördat vallfoder (hösilage) till färskt betesgräs inverkar på hästars torrsubstansintag samt på glukos- och insulinkoncentrationerna i blodet.

Material och metoder

Fyra vuxna hästar (kallblodstravare, valacker) användes för att studera hur ämnesomsättningen påverkades vid övergång från vinterfoderstat till sommarbete. Studien var uppdelad i tre på varandra följande perioder:

- Period I då endast hösilage utfodrades (dag 0 till 8) vilket representerade vinterfoderstaten.
- Period II som var en övergångsperiod (dag 9 till 20) där andelen hösilage minskade och intaget av betesgräs ökade.
- Period III med i huvudsak bete (dag 21 till 28) vilket representerade betesfoderstaten.

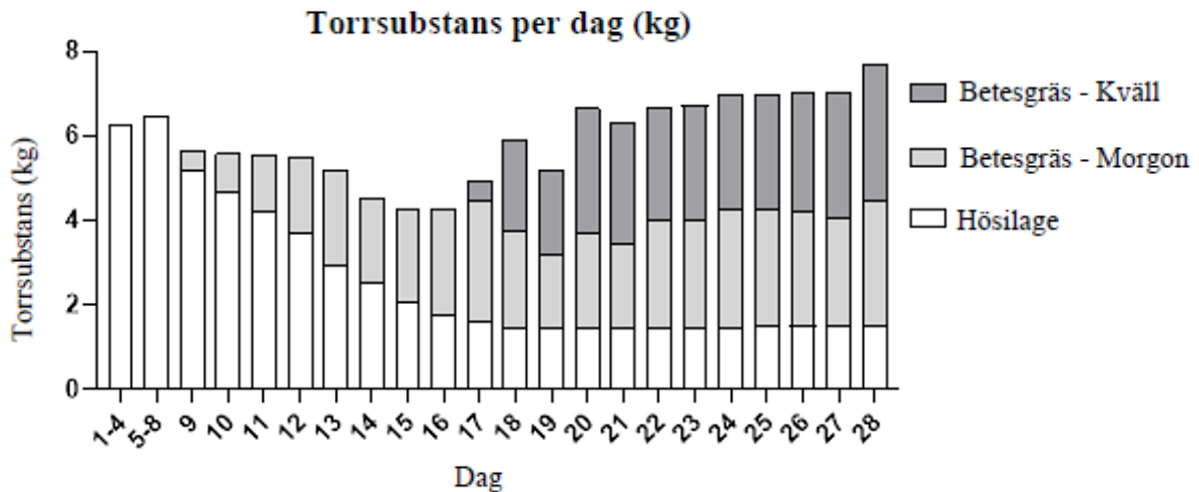
Hästarna utfodrades individuellt med hösilage i period I och foderintaget mättes för varje häst varpå torrsubstansintaget beräknades. I period II och III fick hästarna tillgång till betesgräs. För att kunna mäta det dagliga betesintaget hos gruppen användes stripbetning och flyttbara stängsel, där hästarna varje dag fick tillgång till en ny remsa bete under en bestämd tidsperiod. Denna tidsperiod ökades gradvis till sammanlagt 3 timmar per dag under period II, samtidigt som den erbjudna mängden hösilage minskades. I period III hade hästarna tillgång till betet under två 3-timmarsperioder varje dag (kl. 8–11 och kl. 20–23). När hästarna inte betade hölls de i individuell box eller i gruspaddock. Efter varje period då hästarna hade betat i 3 timmar klipptes det kvarvarande gräset i fällan ned, samlades ihop och vägdes. Denna mängd jämfördes med mängden klippt gräs från en intilliggande lika stor kontrollremsa där inga hästar betat, för att uppskatta hur stor mängd gräs som hästarna konsumerat. Var fjärde dag togs prover på både hösilage och betesgräs vilka analyserades för innehåll av neutral detergent fiber (NDF), lättlösliga kolhydrater (WSC, water soluble carbohydrates) och råprotein. För att undersöka glukos- och insulinresponsen hos hästarna utfodrades de med standardiserade foderstater om 3 kg torrsubstans hösilage dag 8 samt med 3 timmar på betesgräs under dag 28. Blodprover togs varje timme under 8 h för analys av glukos- och insulinkoncentrationen.

Resultat

Hästarnas foderintag återges i figur 1. Torrsubstansintaget var stabilt under period I då de enbart utfodrades med hösilage. Under period II, då en övergång från skördat vallfoder till bete skedde, kompenserade hästarna inte för den minskande mängden torrsubstans från hösilage med att i stället beta motsvarande mängd torrsubstans förrän dag 20 då det totala torrsubstansintaget åter var detsamma som under period I (dag 0–8). Under period III var det totala torrsubstansintaget stabilt under hela perioden av såväl betesgräs som hösilage.

Betets avkastning och näringsinnehåll ändrades under tiden försöket pågick, vilket redovisas tillsammans med hösilagets näringsinnehåll i tabell 1.

Glukos- och insulinkoncentrationerna i blodet (plasma) hos hästarna då de utfodrades med de standardiserade foderstaterna dag 8 (hösilage) och dag 28 (betesgräs) redovisas i figur 2. Det var större variation i glukos- och insulinrespons när de utfodrades med hösilage jämfört med när de betade, och de högsta insulinkoncentrationerna uppstod när hästarna utfodrades med hösilage.

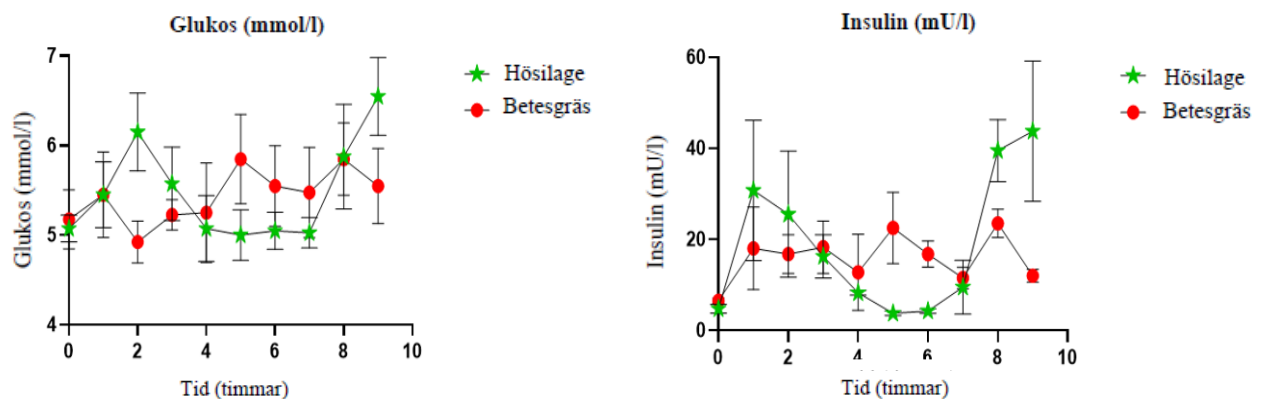


Figur 1. Den skattade mängden torrsubbstansintag i kg per häst och dag av hösilage och betesgräs i period I med endast hösilage (dag 0–8), period II med en övergång från hösilage till betesgräs (dag 9–20), och period III med i huvudsak betesgräs (dag 21–28). Från dag 17 vistades hästarna på bete två gånger per dag (morgon och kväll, båda gångerna under 3 timmar vardera).

Tabell 1. Betets avkastning och näringsinnehåll i betesgräs och skördat vallfoder under studien, i g per kg torrsubbstans om inte annan enhet anges. (n= antal prov, SEM = medelfel).

	Bete dag 12 (n = 3)	Bete dag 16 (n = 3)	Bete dag 20 (n = 3)	Bete dag 24 (n = 3)	Bete dag 28 (n = 3)	Hösilage (n = 6)	SEM
Betets avkastning, kg torrsubbstans per m ²	0,316 ^d	0,394 ^c	0,459 ^b	0,473 ^b	0,542 ^a	-	0,015
Torrsubbstans, g per kg	227 ^d	243 ^d	305 ^c	367 ^b	301 ^c	757 ^a	12,7
Aska	64 ^a	65 ^a	65 ^a	59 ^b	53 ^c	58 ^b	1,60
Neutral detergent fiber	545 ^c	578 ^d	607 ^c	620 ^{bc}	636 ^b	659 ^a	7,67
Råprotein	158 ^a	156 ^a	141 ^a	115 ^b	101 ^b	84 ^b	6,90
Lättlösliga kolhydrater	123 ^a	93 ^b	73 ^c	99 ^b	102 ^b	105 ^b	5,42

^{a,b,c}Medelvärden med olika bokstäver i samma rad är signifikant skilda från varandra ($P < 0,05$).



Figur 2. Glukos- och insulinrespons i plasma hos hästar som utfodrats med standardiserade foderstater med hösilage (dag 8) och med 3 timmars betestid (dag 28). Hästarna började äta timme 0 på båda foderstaterna och blodprover togs varje timme under 8 h.

Diskussion

Torrsubstansintaget av vallfoder i period I var stabilt, men minskade i övergången från hösilage till bete (period II). När mängden hösilage minskade kompenserade inte hästarna för detta genom att beta mer, beräknat på mängden torrsubstans. Detta visar också svårigheten i att uppskatta hur stort torrsubstansintaget är hos hästar som betar. De borde ha kunnat kompensera för den minskade mängden hösilage med att beta mer. När hästarna fick beta två perioder per dag i stället för en ökade torrsubstansintaget till samma nivå som i period I och var sedan stabilt. Det var förhållandevis varmt i period II då övergången från hösilage till bete gjordes, vilket kan ha påverkat hästarnas betesintag. I period III betade hästarna under två perioder per dag, morgon och kväll och det var då tydligt att de började röra på sig mer och frivilligt beta mindre när de tre timmarna nästan gått. Det kan ha berott på den minskande mängden gräs i remsan med nytt bete, eller på att de började bli mätta för stunden och utförde andra aktiviteter.

Hästarnas insulinrespons följde fysiologiskt blodglukoskurvan. De högsta halterna av insulin uppkom när hästarna utfodrades med hösilage och inte när de åt betesgräs, trots att halten lättlösliga kolhydrater var densamma i hösilage och betesgräs. Motsvarande resultat har påvisats i andra studier då hästar gått från att äta skördat vallfoder till bete (Lindåse *et al.*, 2016), men inga tydliga förklaringar till detta finns. Det skulle kunna bero på att intaget av torrsubstans var snabbare när hästarna åt skördat vallfoder, och att intaget av lättlösliga kolhydrater (socker) därmed också var snabbare jämfört med när hästarna betade. Det krävs ytterligare studier för att utröna effekten av olika typer av grovfoder inklusive bete på hästars glukos- och insulinrespons. Det är relevant för utfodring och eventuell betesgång för hästar med insulindysreglering, som riskerar att drabbas av fång vid hög insulinrespons. Det är viktigt att påpeka att resultaten från denna studie avser hästar i normalhull som betat under 18 dagar, och att resultaten kan vara annorlunda för hästar som vistats på bete under längre tid.

Länk till YouTube-video där projektet presenteras:

<https://www.youtube.com/watch?v=UpGaOLsIcg8&t=4s>

Projektet finansierades av Stiftelsen Hästforskning projektnummer H-19-47-484, "Övergangen fra vinterförling til vårbeite – Metabolsk respons relatert til fôr og helse hos hest".

Referenser

- Durham A.E., Frank N., McGowan C.M., Menzies-Gow N.J., Roelfsema E., Vervuert I., Feige K. och Fey K. (2019) ECEIM consensus statement on equine metabolic syndrome. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 33, 335–349.
- Lindåse S.S., Nostell K.E., Müller C.E., Jensen-Waern M. och Bröjer J.T. (2016) Effects of diet-induced weight gain and turn-out to pasture on insulin sensitivity in moderately insulin-resistant horses. *American Journal of Veterinary Research* 77, 300–309.
- Stang F.L., Bjerregaard R., Müller C.E., Ergon Å., Halling M., Thorninger N.W., Kidane A. och Jensen R.B. (2022) The effect of harvest time of forage on carbohydrate digestion in horses quantified by *in vitro* and mobile bag techniques. *Journal of Animal Science* 101.
- van Eps A.W. och Pollitt C.C. (2006) Equine laminitis induced with oligofructose. *Equine Veterinary Journal* 38, 203–208.

Vallbaljväxter i grovfoder för hästar – pågående studier

C.E. Müller¹ och R.B. Jensen²

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Uppsala

²Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Institutt for husdyr- og akvakulturvitenskap, Ås, Norge, nuvarande arbetsplats: Institut for husdyr- og veterinærvidenskab, Tjele, Danmark

Korrespondens: cecilia.muller@slu.se

Sammanfattning

Vallbaljväxter har potentialen att bidra till minskad användning av handelsgödsel och importerade proteinfoder i hästnäringen. Det finns dock stora kunskapsluckor avseende hästarnas näringsutnyttjande av vallbaljväxter, liksom om vilken betydelse de olika antinutritionella substanser som finns i vallbaljväxter har för hästar. I en pågående studie undersöks vallbaljväxter i vallfoder till hästar med syfte att tillhandahålla en tillförlitlig fodervärdering av dessa för häst. Resultat från studien förväntas kunna publiceras under senare delen av 2026.

Introduktion och bakgrund

Energi- och näringsinnehåll i vallfoder samt mängden grovfoder som ingår i foderstaten har stor inverkan på hästars hälsa och välfärd. De generella rekommendationerna för hästutfodring är att foderstaten bör baseras på ett vallfoder som energi- och näringsmässigt är anpassat för varje hästkategoris behov. I de nordeuropeiska länderna består vallfoder till hästar nästan enbart av olika gräsarter. Vallbaljväxter ingår förhållandevis sällan. Det innebär att det krävs kvävegödsling av vallarna (oftast med handelsgödsel) för att upprätthålla tillräckligt hög proteinhalt, speciellt vid skörd i senare plantmognad, och/eller att proteinkraftfoder (t.ex. i form av importerad soja) behöver komplettera foderstaten för att täcka hästens näringsbehov. Ur ett resurshushållnings- och miljöperspektiv vore det fördelaktigt att minska behovet av kvävegödsling av vallar som skall bli hästfoder, liksom att minska mängden sojabaserade kraftfoder i hästfoderstaterna. Det har också positiv inverkan på hästens hälsa och välfärd att minimera mängden kraftfoder i foderstaten (t.ex. Tinker *et al.*, 1997). Vallbaljväxter innehåller generellt sett mer protein än vad gräsen gör. Införande av baljväxter i vallfröblandningen (eller i foderstaten) till hästar skulle därför kunna bidra till att minska användningen av både handelsgödsel och importerade foderråvaror eller andra kraftfoder som kan göra bättre nytta i foderstaten för andra djurslag.

Det finns dock flera kunskapsluckor om hur vallbaljväxter fungerar som foder för hästar, med undantag av blåusern (*Medicago sativa* L.) som utgör ett vanligt vallfoder för hästar i t.ex. USA, men även som kompletterande foder i form av hackelse eller pellets i norra Europa. Andra vallbaljväxter av intresse att inkludera i hästfoder är rödklöver (*Trifolium pratense* L.), vitklöver (*Trifolium repens* L.), käringtand (*Lotus corniculatus* L.) och esparsett (*Onobrychis viciifolia* Scop.). Blåusern har hos hästar påvisats ha en högre total smältbarhet på proteinet jämfört med de flesta gräs (Trottier *et al.*, 2016), men proteinsmältbarheten hos häst är i det närmaste okänd för de övriga vallbaljväxterna. Sådan information behövs för att en korrekt och tillförlitlig fodervärdering för djurslaget skall kunna göras.

Vallbaljväxter har utöver en högre proteinhalt också en eller flera anti-nutritionella substanser som kan påverka hästens hälsa och/eller prestation negativt. Lusern och rödklöver kan innehålla olika typer av östrogena substanser (daidzein, genistein, coumestrol, formononetin, biochanin A) som kan påverka reproduktionscykeln hos ston (Ferreira-Dias *et al.*, 2013; Szostek *et al.*, 2016). Svenska studier (Bernes och Höjer, 2017) har dock visat att det finns en stor

variation i koncentrationen av växtöstrogena substanser i rödklöver beroende på sort och miljöfaktorer, vilket indikerar att ökad kunskap på området kan bidra till att halten av substanserna kan kontrolleras. Vitklöver och käringtand kan innehålla cyanogena glykosider (Crush och Caradus, 1995; Gebrehiwot och Beuselinck, 2001; McGorum *et al.*, 2012) vilka utgör potentiella hälsorisker eftersom de kan ge upphov till produktion av vätecyanid, vilket utgör en allvarlig hälsofara för hästar (McGorum och Andersen, 2002). Även innehållet av cyanogena glykosider har påvisats variera med sort inom de olika arterna samt med miljöfaktorer (McGorum *et al.*, 2012), vilket medför att risken kan minska eller till och med elimineras med ökad kunskap. Kärntand och esparsett kan innehålla kondenserade tanniner (Hedqvist *et al.*, 2002; Lorenz, 2011), vilka kan binda till protein och i teorin göra proteinet mer eller mindre oåtkomligt för både hästen och dess grovtarmsmikrober, men det saknas studier och kunskap om detta. Det finns rapporter om att utfodring av esparsett till hästar har medfört en reduktion i antalet parasitägg som kan utvecklas till infektionsdugliga larver i hästräck och att detta skulle bero på tannininnehållet i esparsett (Collas *et al.*, 2018), men ytterligare studier behövs för att närmare undersöka sådana samband.

Sammantaget finns det alltså potentiella fördelar med att inkludera vallbaljväxter i vallfoder till hästar, men också flera frågeställningar som behöver undersökas. I en pågående norsk-svensk studie har de ovan nämnda vallbaljväxterna odlats i renbestånd i parceller vid Vollebekk, Ås, i södra Norge och skördats vid olika plantmognad för att närmare kunna undersöka deras energivärde och näringsinnehåll samt koncentrationen av anti-nutritionella substanser. Vallbaljväxterna används också i smältbarhets- och utfodringsstudier med hästar, för att utvärdera proteinets smältbarhet, dels i tunntarmen, dels genom hela mag-tarmkanalen. Vallbaljväxternas fodervärde utvärderas även med olika laboratoriemetoder vilka jämförs med resultaten från utfodringsstudierna med häst för validering.

Preliminära resultat

Preliminära analysresultat för innehållet av växtöstrogena substanser i rödklöver och lusern samt för kondenserade tanniner redovisas i tabell 1. Halten av genistein överensstämmer med resultat från de tidigare svenska studierna (Höjer *et al.*, 2017), medan halterna av coumestrol, formononetin och biochanin A var lägre i den här studien. Hittills har resultaten också visat att esparsett inte etablerat sig väl på odlingsplatsen Vollebekk, Norge. Resultaten från hela studien förväntas publiceras under senare delen av 2026.

Finansiering

Projektet finansieras av Stiftelsen Hästforskning, projektnummer H-17-47-287.

Tabell 1. Innehåll av antinutritionella substanser i rödklöver, lusern, käringtand och esparsett.

Art	¹ Växtöstrogena substanser g per kg torrs substans				CE Kondenserade tanniner ² mg per g ts
	Genistein	Coumestrol	Formononetin	Biochanin A	
Rödklöver					-
Median	0,15	ND	2,1	0,55	
Min-max	0,09-0,20		1,3-5,5	0,22-1,42	
Lusern					-
Median	ND	0,04	0,03	0,015	
Min-max		0,02-0,06	0,02-0,04	0,014-0,016	
Käringtand	-	-	-	-	
Median					3,75
Min-max					2,04-4,82
Esparsett	-	-	-	-	
Median					3,98
Min-max					3,79-4,21

¹Daidzein analyserades också men var under lägsta detektionsnivån i alla prov. ²Catachin Ekvivalent kondenserade tanniner (CE). ND = under detektionsgränsen.

Referenser

- Bernes G., Höjer A. och Gustavsson A.-M. (2017) Innehåll av fytoöstroger i olika rödklöversorter. Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap. *Rapport 1*.
https://pub.epsilon.slu.se/14507/1/bernes_g_et_al_170718.pdf
- Collas C., Sallé G., Dumont B., Cabaret J., Cortet J., Martin-Rosset W., Wimmel L. och Fleurance G. (2018) Are sainfoin or protein supplements alternatives to control small strongyle infection in horses? *Animal* 12, 359–365.
- Crush J.R. och Caradus J.R. (1995) Cyanogenesis potential and iodine concentration in white clover (*Trifolium repens* L.) cultivars. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 38, 309–316.
- Ferreira-Dias G.M., Botelho M., Zagajczuk M.R., Rebordao M.R., Galvao P.P., Bravo K., Piotrowska-Tomala K.K., Szostek A.Z., Wiczowski W., Piskula M., Fradinho M.J. och Skarzynski D.J. (2013) Coumestrol and its metabolite in mares' plasma after ingestion of phytoestrogen-rich plants: Potent endocrine disruptors inducing infertility. *Theriogenology* 80, 684–692.
- Gebrehiwot L. och Beuselinck P.R. (2001) Seasonal variations in hydrogen cyanide concentration of three lotus species. *Agronomy Journal* 93, 603–608.
- Hedqvist H., Murphy M. och Nilsson-Linde N. (2002) Tannin content and winter hardiness of birdsfoot trefoil and other tannin containing legumes grown in Sweden. *Grassland Science in Europe* 7, 78–79.
- Höjer A., Bernes G. och Gustavsson A.-M. (2017) Innehåll av fytoöstrogener i rödklöver. I: Nilsson-Linde N. och Bernes G. (reds.). Vallkonferens 2017. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktions-ekologi. Rapport 22, 120–123.
- Lorenz M.M. (2011) *Sainfoin tannins and their impact on protein degradation during silage and rumen fermentation and testing of novel techniques*. SLU, Uppsala, Sweden. Doctoral thesis 72.
- McGorum B.C. och Andersen R.A. (2002) Biomarkers of exposure to cyanogens in horses with grass sickness. *Veterinary Record* 151, 442–445.
- McGorum B.C., Pirie R.S. och Fry S.C. (2012) Quantification of cyanogenic glucosides in white clover from horse pastures in relation to equine grass sickness. *Grass and Forage Science* 67, 274–279.
- Szostek A.Z., Sadowska A., Piotrowska-Tomala K.K., Botelho M., Fradinho M.J., Rebordao M.R., Ferreira-Dias G.M. och Skarzynski D.J. (2016) The effect of coumestrol on progesterone and prostaglandin production in the mare: *in vivo* and *in vitro* studies. *Biology of Reproduction* 95, 69.
- 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, 454–458.
- Trottier N.L., Bott R.C., Woodward A., Greene E.A., Williams C.A., Westendorf M.L., Swinker A.M., Mastellar S.L. och Martinson K. (2016) Gastrointestinal nitrogen metabolism of equids and impact on protein requirement. *Journal of Equine Veterinary Science* 45, 78–86.

Diversivall – mer produktiva och motståndskraftiga vallar genom ökad biologisk mångfald

D. Parsons¹, B. Micke¹, V. Picasso¹, O. Hallin², P. Fant³ och M. Ramin³

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå ²Hushållnings-sällskapet Sjuhärad, Länghem ³SLU, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Umeå
Korrespondens: david.parsons@slu.se

Sammanfattning

Vall är Sveriges största gröda och utgör grunden för att idisslare ska kunna bidra med olika ekosystemtjänster. Forskning i de nordiska länderna visar tydligt att vallar som innehåller ett större antal arter kan vara mer produktiva, ha stabilare avkastning och vara mer motståndskraftiga mot ogräsangrepp och miljöstress. Projektet Diversivall fokuserar på att utveckla mer produktiva och beständiga vallar genom ökad mångfald. Projektet bidrar till en bättre förståelse av värdet av biologisk mångfald i vallar och praktiska sätt att tillämpa denna kunskap.

Introduktion

Vall är Sveriges största gröda och utgör inte bara grunden för produktion med idisslare, utan bidrar även med flera ekosystemtjänster, såsom ökad mängd organiskt material i jorden, bibehållen marktäckning, kvävefixering samt fungerar som en paus i skade- och sjukdomscyklar för åkermarksgrödor. Det finns gott om bevis för att blandvallar kan vara mer produktiva, ha högre fodervärde och innehålla mindre ogräs än vallgräs monokulturer (Helgadóttir *et al.*, 2018). Vallblandningar med fler än två arter bidrar till att öka den biologiska mångfalden. När artrikedomen ökar, särskilt när flera funktionella grupper (gräs, baljväxter respektive örter) ingår, uppstår många fördelar. Vallen blir mer motståndskraftig mot ogräs p.g.a. ett mer effektivt resursutnyttjande (Frankow-Lindberg, 2012). I många fall ökar avkastningen, möjligen p.g.a. ökat ljusupptag av komplexa blandningar jämfört med renbestånd (Frankow-Lindberg och Wrage-Mönnig, 2015). Avkastningsstabiliteten kan också öka genom att tillföra ytterligare en baljväxtart till vallen (Jing *et al.*, 2017), vilket i sin tur kan ge ökad motståndskraft mot föränderliga miljöförhållanden och biologiska stressfaktorer. När en djuprotad ört (t.ex. cikoria, *Cichorium intybus* L.) eller baljväxt (t.ex. lusern, *Medicago sativa* L.) läggs till en vall kan det förbättra avkastningen och kvävecirkulationen (Frankow-Lindberg och Dahlin, 2013). Olika arter av baljväxter skiljer sig åt i mängden atmosfäriskt kväve de fixerar, deras förmåga att överföra kväve till närliggande växter samt deras uthållighet (Pirhofer-Walzl *et al.*, 2012). Därför kan inkludering av flera arter i långliggande vallar bidra till att bibehålla en baljväxtkomponent när mer kortlivade perenner såsom rödklöver dör. Örter är särskilt underutnyttjade i sådda vallar, och tillsats av arter som cikoria och svartkämpar (*Plantago lanceolata* L.) till klöver-gräsblandningar kan öka avkastningen (Cong *et al.*, 2018). Svartkämpar, cikoria och kummin (*Carum carvi* L.) kan inkluderas i blandningar utan att försämra rödklöverns (*Trifolium pratense* L.) avkastning (Dhamala *et al.*, 2017).

Växtarter som innehåller olika typer av sekundära metaboliter har vid utfodring till idisslare visat lovande resultat när det gäller att minska utsläppen av metan (CH₄). I en översikt över sekundära metaboliter i växter (Ku-Vera *et al.*, 2020) rapporteras en betydande CH₄-minskande effekt när nötkreaturs vallfoder innehåller tanniner.

Det övergripande målet med projektet Diversivall är att kvantifiera och demonstrera effekterna av vallar med större artrikedomen på vallproduktion, vallarnas uthållighet, foderkvalitet och CH₄-produktion i produktionssystem för idisslare. Denna artikel syftar till att beskriva de föreslagna aktiviteterna i projektet och rapportera om de framsteg som hittills gjorts.

Material och metoder

Projektet består av tre delar (work package = WP).

WP 1. Försök rörande biologisk mångfald. I WP 1 utvärderar vi om agronomiska egenskaper (t.ex.: till exempel avkastning, uthållighet och näringsvärde) hos utvalda kommersiella fröblandningar förbättras när de kompletteras med ytterligare arter, inklusive arter som vanligtvis inte används. Artsammansättningarna utformades i samarbete med projektpartners och referensgrupp. Försöken etablerades 2024 på fältstationer i norra (Röbäcksdalens fältforskningsstation, Umeå), mellersta (Brunnby gård, Västerås) och södra (Rådde gård, Länghem) Sverige. Fjorton fröblandningar utformades, från en ren gräsmonokultur till komplexa blandningar innehållande upp till 30 arter. Fröblandningarna utformades baserat på gradvis inkludering av olika kategorier av arter (nuvarande, närliggande, framtida och inhemska) och funktionella grupper (gräs, baljväxter och örter). Konventionella fröblandningar användes både som fristående blandningar av nuvarande arter och som bas för mer komplexa blandningar. Blandningarna såddes i rutor som är längre (18–24 m) än vad som vanligtvis används i fältförsök och som löper tvärs över ojämn mark. Normala bedömnings- och skördemetoder används för att samla in data på rutnivå. Dessutom används drönbaserade metoder för att bedöma mångfalden inom rutor, för att bättre förstå hur olika arter kan anpassa sig till varierande förhållanden. Försöken etablerades framgångsrikt på alla platser, och det första vallårets datainsamling slutfördes 2025. Datainsamlingen kommer att fortsätta under 2026 och 2027.

WP 2. Foderkvalitet hos ovanliga arter. I WP2 görs en mer detaljerad utvärdering av mindre vanliga arter med fokus på deras näringsvärde och utsläpp av växthusgaser. Ett automatiserat *in vitro*-gassystem på labb (Ramin och Huhtanen, 2012) kommer att användas för att mäta CH₄-produktion, flyktiga fettsyror och *in vitro*-smältbarhet hos potentiella nya foderväxter. Dessutom kommer fistulerade kor att användas för två försök *in situ* för att bestämma osmältbar fiber (iNDF) (Huhtanen *et al.*, 1994). En pilotstudie med *in vitro*-analys av inhemska baljväxtarter som ingår i projektet genomfördes i december 2024 med prover insamlade från tidigare försök. Resultat därifrån, tillsammans med tidigare analyser av sekundära metaboliter i de studerade arterna, tyder på lägre total gasproduktion hos vissa arter och att den beror på högre koncentration av kondenserade tanniner.

WP 3. Intressenters deltagande och kommunikation. En referensgrupp bestående av lantbrukare, rådgivare och andra intressenter inrättades för att bidra till processen för försöksdesign och ge återkoppling. Under 2025 etablerades demonstrationsförsök i större skala på Gotland (Försöksstationen Hallfreda) och i Ås (Försöksstationen Torsta), vilket utgör en plattform för deltagande och kunskapsspridning.

Resultat och diskussion

Förutom att tillhandahålla agronomiska data kommer försöken att fungera som plattform för att besvara andra forskningsfrågor, exempelvis hur olika artrikedom påverkar markens mikrobiota, rothälsa på olika djup, vatteneffektivitet, blomning och användbarhet för pollinatörer. Projektgruppen välkomnar samarbetspartners som är intresserade av att genomföra egna studier med hjälp av den befintliga infrastrukturen.

Detta projekt fokuserar på att utveckla mer produktiva och uthålliga vallar genom ökad biologisk mångfald. Många vallar får en minskad artrikedom under det tredje året och därefter. Artrika vallar har potential att bibehålla produktivitet och baljväxter kan binda mer kväve från atmosfären. För att detta ska ske krävs en förbättrad förståelse för värdet (produktion, uthållighet, kvalitet) hos artrika vallar. Projektet inleds med att söka få en bättre förståelse och ökad medvetenhet om skillnaderna i avkastning mellan enkla blandningar och artrika blandningar.

Artrika blandningar kan redan nu utvecklas med hjälp av befintligt rekommenderade arter, och hindren för att införa sådana metoder är små. Däremot kommer frön från nya arter initialt att vara sällsynta och dyra, och de kommer endast att ingå i fröblandningar i små mängder. För att nya arter ska bli allmänt använda krävs både efterfrågan från lantbrukare och tillgång från fröföretag. Detta projekt bidrar till en bättre förståelse av värdet av artrika vallar och praktiska sätt att tillämpa denna kunskap. Studien finansieras av Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF) projekt R-23-30-862, "Mer produktiva och motståndskraftiga vallar genom ökad biologisk mångfald av växter".

Referenser

- Cong W.-F., Suter M., Lüscher A. och Eriksen J. (2018) Species interactions between forbs and grass-clover contribute to yield gains and weed suppression in forage grassland mixtures. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 268, 154–161.
- Dhamala N.R., Rasmussen J., Carlsson G., Søgaard K. och Eriksen J. (2017) N transfer in three-species grass-clover mixtures with chicory, ribwort plantain or caraway. *Plant Soil* 413, 217–230.
- Frankow-Lindberg B.E. (2012) Grassland plant species diversity decreases invasion by increasing resource use. *Oecologia* 169, 793–802.
- Frankow-Lindberg B.E. och Dahlin A.S. (2013) N₂ fixation, N transfer, and yield in grassland communities including a deep-rooted legume or non-legume species. *Plant Soil* 370, 567–581.
- Frankow-Lindberg B.E. och Wrage-Mönnig N. (2015) Light availability is improved for legume species grown in moderately N-fertilized mixtures with non-legume species. *Basic and Applied Ecology* 16, 403–412.
- Helgadóttir Á., Suter M., Gylfadóttir T.Ó., Kristjánsdóttir T.A. och Lüscher A. (2018) Grass–legume mixtures sustain strong yield advantage over monocultures under cool maritime growing conditions over a period of 5 years. *Annals of Botany* 122, 337–348.
- Huhtanen P., Kaustell K. och Jaakkola S. (1994) The use of internal markers to predict total digestibility and duodenal flow of nutrients in cattle given six different diets. *Animal Feed Science and Technology* 48, 211–227.
- Jing J., Søgaard K., Cong W.-F. och Eriksen J. (2017) Species diversity effects on productivity, persistence and quality of multispecies swards in a four-year experiment. *PLOS ONE* 12, e0169208.
- Ku-Vera J.C. Jiménez-Ocampo R., Valencia-Salazar S.S., Montoya-Flores M.D., Molina-Botero I.C., Arango J., Gómez-Bravo C.A., Aguilar-Pérez C.F. och Solorio-Sánchez F.J. (2020) Role of secondary plant metabolites on enteric methane mitigation in ruminants. *Frontiers In Veterinary Science* 7, 584.
- Pirhofer-Walzl K., Rasmussen J., Høgh-Jensen H., Eriksen J., Søgaard K. och Rasmussen J. (2012) Nitrogen transfer from forage legumes to nine neighbouring plants in a multi-species grassland. *Plant and Soil* 350, 71–84.
- Ramin M. och Huhtanen P. (2012) Development of an *in vitro* method for determination of methane production kinetics using a fully automated *in vitro* gas system – A modelling approach. *Animal Feed Science and Technology* 174, 190–200.

DivGrass – ökad resiliens med mer biologisk mångfald

K. Holmström¹ och A. von Essen²

¹Hushållningssällskapet Sjuhärad, Länghem ²Agroväst, Skara

Korrespondens: kristina.holmstrom@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

Intensifieringen av jordbruket har lett till färre artrika gräsmarker till förmån för högavkastande klöver–gräsvallar. Klimatförändringarna kan göra dessa marker sårbara och fler arter i vallen kan motverka stora produktionsbortfall. Det finns dock en oro för att artrika marker ska producera mindre foder och med sämre näringskvalitet. I Nordsjöregionen finns ett stort antal gårdar med mjölkkor som är beroende av näringsrik och god foderproduktion. Därför startade Interreg-projektet DivGrass, där gräsmarker med liten och stor biodiversitet jämförs för att svara på hur mångfalden påverkar produktiviteten och grovfodrets näringsvärde, men även fågellivet och om det via en drönare går att skatta andelen olika funktionella grupper det finns på gräsmarken med hjälp av en applikation i telefonen. Projektaktiviteterna genomförs i Sverige, Tyskland, Nederländerna, Belgien och Frankrike. Sverige har fem mjölkgårdar med i projektet, alla belägna i västra delen av landet. Projektet DivGrass pågår mellan år 2023 och 2027.

Introduktion

Den europeiska Nordsjöregionen kännetecknas av stora områden med permanent gräsmark och intensiv mjölkproduktion (Huyghe *et al.*, 2014). Under de senaste decennierna har jordbrukets intensifiering lett till gräsdominerade gräsmarker med ett fåtal arter eftersom lantbrukare prioriterar att använda högavkastande vallgräs (van den Pol-van Dasselaar *et al.*, 2019). Klimatförändringarna utgör dock ett växande hot mot dessa mindre diversa gräsmarker, vilket potentiellt minskar både deras produktivitet och vallfodrets näringsvärde. En möjlig lösning för att öka motståndskraften under förändrade klimatförhållanden är att införa fler växtarter i gräsmarkerna. En utbredd oro är dock att diversa gräsmarker kanske inte matchar gårdens mål för produktivitet och kvalitet i intensiv mjölkproduktion, vilket begränsar deras användning.

Bildanalys genom drönarflygning

Ett av projektet DivGrass syften är att utveckla en applikation (app) som bygger på bildanalys av gräsmarker. Vi studerar långliggande gräsmarker där den ena är artrikare än den andra. I Sverige studerades under det första året en naturbetesmark och en gammal vall (>5 år). Under det andra året tillkom vall med olika mycket mångfald. Under två somrar har drönare flugits över gräsmarker i de deltagande länderna för att samla in bildmaterial. Bilderna från flygningarna har analyserats och en app håller på att konstrueras. Denna app har som mål att ge svar på hur stor andel av gräsmarken som består av gräs, klöver och andra växter. Genom drönarflygning och användandet av appen kan sedan gräsmarkernas sammansättning av gräs, baljväxter och örter uppskattas. Att veta andelen av olika funktionella växtgrupper på sina marker kan hjälpa lantbrukaren att planera för bete och slåtter. Det hjälper även till att förstå gräsmarkens motståndskraft i ett förändrat klimat där vi förväntar oss mer översvämning och torka.

Fodervärde

Ett annat av projektet DivGrass syften är att undersöka hur gräsmarkers artmångfald påverkar deras produktivitet och fodervärde, där fodervärdet bl.a. har analyserats med avseende på råprotein och energi. Under projektets två första växtodlingsår (2024 och 2025) har prover klippts från gräsmarker med såväl få som många arter. Första året var den artfattiga marken i Sverige endast en långliggande vall med få arter medan den artrika var en naturbetesmark. I de andra länderna var den artfattiga marken en artfattig långliggande vall och den artrika marken oftast en sådd äldre vall med större artrikedom. Under första året såddes, på åkermark, gårdens vanliga vallfröblandning kallad ytterligare en artfattig mark samt vallfröblandningen ihop med ytterligare baljväxter och örter kallad artrik mark. Resultatet från det första året är sammanställt och visar ingen signifikant skillnad mellan de två olika typerna av marker med avseende på produktivitet och fodervärde. Inte heller var det skillnader mellan olika länder. Detta kan ha berott på att det var normalt väder det året. Vid torka förväntas större variationer.

Inventering i fält

Ytterligare ett av DivGrass syften är att undersöka vad som växer på gräsmarker i de olika länderna. Detta har studerats genom botanisk inventering av flera 1 × 1 m stora rutor i de olika gräsmarkerna. Även fågellivet har inventerats på de marker som var med under det första året. Inventeringen har gjorts via inspelningsdosor som spelat in fågelsång i gryning och skymning på artfattiga och artrika vallar i de olika länderna. Enligt registreringarna som gjordes år två i projektet har omkring 13 olika fågelarter varit aktiva inom inspelningsdosans upptagningsområde på de svenska gårdarna. Hälften av fågelarterna, sju arter, återfanns på alla fem gårdarna t.ex. sånglärka, ängspiplärka och buskskvätta. Fyra av fågelarterna hördes på enbart en gård, t.ex. tornfalk och strandskata.

Referenser

- Huyghe, C., De Vliegheer, A., Van Gils, B. och Peeters, A. (2014) Grasslands and Herbivore Production in Europe and Effects of Common Policies. Éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-2157-8>
- van den Pol-van Dasselaar, A., Bastiaansen-Aantjes, L., Bogue, F., O'Donovan, M. och Huyghe, C. (2019) Grass-land use in Europe – a syllabus for young farmers. Éditions Quae. <https://doi.org/10.35690/978-2-7592-3146-1>

Näringsvärde hos vilda baljväxtarter i blandvallar i norra Sverige

B. Micke och D. Parsons

Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå

Korrespondens: brooke.micke@slu.se

Sammanfattning

Näringsvärdet hos tre vilda baljväxtarter utvärderades med varierande skördefrekvens. Under de första tre åren av datainsamlingen har häckvicker och kråkvicker visat lovande näringsvärde, medan den dåliga smältbarheten hos gulvial begränsar dess användning som grovfoder för idisslare. Studien visar att vilda baljväxtarter har potential att öka valldiversiteten, samtidigt som kvaliteten på det skördade grovfodret bibehålls.

Introduktion

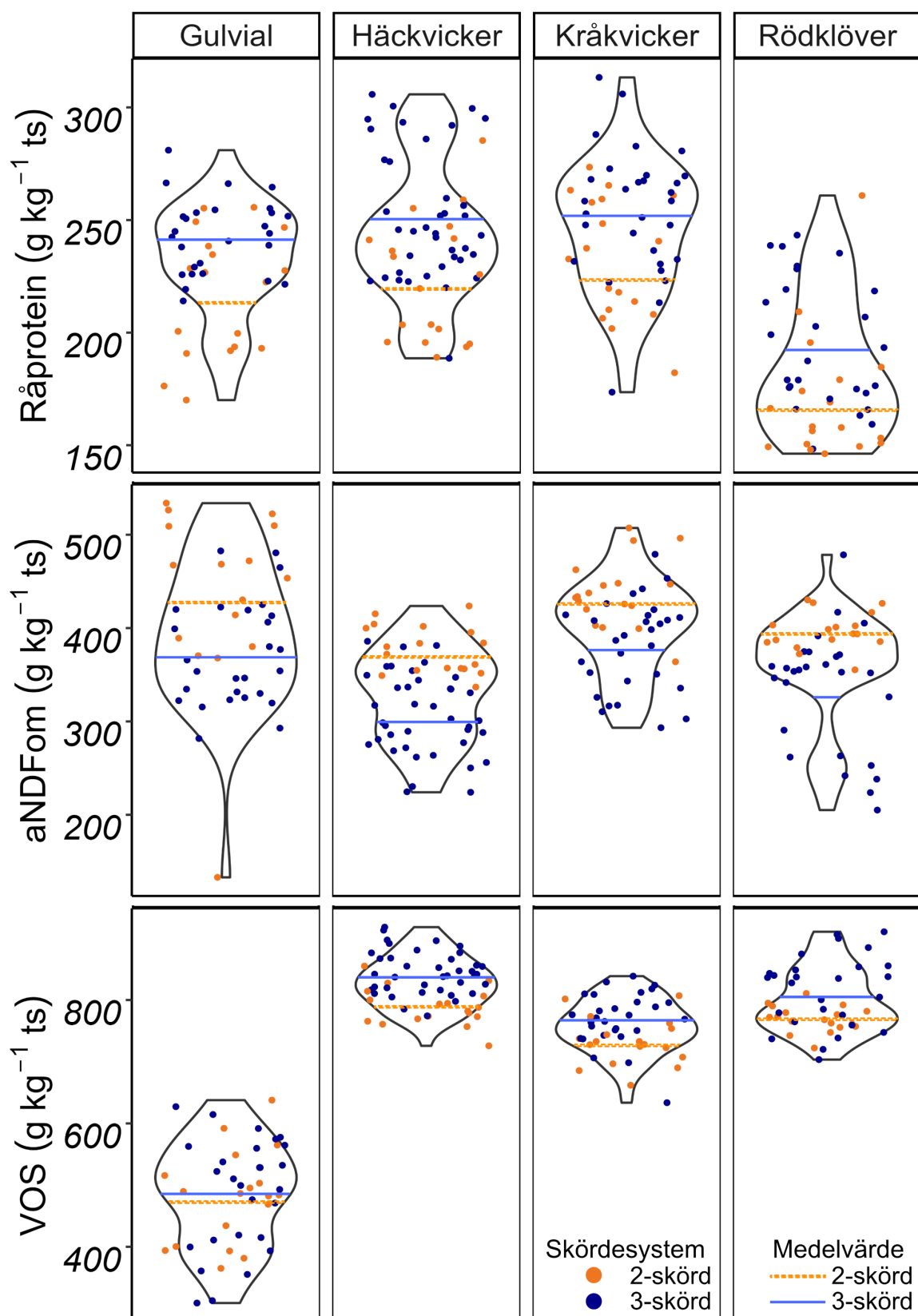
Vallar representerade 72 % av åkermarksanvändningen i norra Sverige år 2025 (Jordbruksverket, 2025). Artmångfalden är generellt sett bristfällig i regionen, med vallar som huvudsakligen består av timotej (*Phleum pratense* L.) och rödklöver (*Trifolium pratense* L.). Problem med rotröta (*Fusarium* spp.), klöverröta (*Sclerotinia trifoliorum* Erikss.) och isskador begränsar rödklövers uthållighet och därmed avkastningsstabiliteten (Frankow-Lindberg *et al.*, 2009). Inblandning av en liten andel alternativa baljväxtarter med bättre uthållighet skulle kunna bidra till att inte bara förbättra den produktiva vallens livslängd utan också öka vallens biologiska mångfald. Denna studie syftar till att utvärdera näringsvärdet hos tre vilda baljväxtarter, gulvial (*Lathyrus pratensis* L.), kråkvicker (*Vicia cracca* L.) och häckvicker (*Vicia sepium* L.).

Material och metoder

Plantor av gulvial, häckvicker och kråkvicker sattes i krukor under 2021 i ett projekt finansierat av KSLA och Carl Tryggers Stiftelse. År 2022 skördades plantorna för hand tre gånger, med skördedatum som sammanföll med vallskörden i Röbbäcksdalen, Umeå. Det skördade materialet torkades vid 60°C som förberedelse för näringsanalyser.

År 2021 etablerades också ett fältförsök på Röbbäcksdalens fältforskningsstation (63,81°N, 20,24°Ö). Rutorna såddes med fröblandningar innehållande timotej (sort Grindstad) 10 kg ha⁻¹ och olika baljväxtarter: 1) rödklöver (sort Torun), 2) kråkvicker, 3) gulvial, och 4) häckvicker, kråkvicker, gulvial och kärrvial (*Lathyrus palustris* L.). Andelen baljväxter i blandning 1–3 syftade till att uppnå 160 plantor per m². I blandning 4 var målet 40 plantor per m² av varje baljväxtart. Rutorna skördades i en-, två- eller treskördssystem. Försöket etablerades som en randomiserad komplett blockdesign bestående av tre block, med en upprepning av varje kombination av de fyra fröblandningarna och de tre skördefrekvenserna per block. Prover av varje baljväxtart samlades in vid skörd och torkades vid 60°C. Kärrvial etablerade sig inte och därför kunde inga prover samlas av den.

Prover från krukorna och fältförsöket analyserades med avseende på råprotein med Kjeldahl-N-metoden, aNDFom (amylasbehandlad, askfri neutral detergent fiber) med Chai och Udéns metod, och smältbarhet av organiskt material med VOS-metoden (vomvätskelöslig organisk substans) (Chai och Udén, 1998; Lindgren, 1979; Nordiska kommittén för livsmedelsanalys, 1976).



Figur 1. Råprotein, aNDFom och VOS-smältbarhet hos gulvial, häckvicker, kråkvicker och rödklöver från plantor som skördats i två- eller tre-skördesystem under 2022–2024. Datapunkter anger om plantorna skördades två eller tre gånger per säsong och representerar en individuell skörd för varje ruta eller kruka. Bredden på de ingående figurerna indikerar spridningen av datapunkter, där ökande frekvens av datapunkter för ett specifikt värde visas som ökande bredd. Medelvärden för varje skördefrekvens visas med horisontella linjer.

Resultat och diskussion

För alla arter var medelvärdena för råprotein och VOS högre och medelvärdet för aNDFom lägre i treskördesystemet jämfört med tvåskördesystemet, vilket visar en inverkan av skördefrekvens på näringsvärdet (figur 1). Råproteinhalten var likartad för de tre vilda baljväxterarna inom varje skördefrekvens, medan medelvärdena för råprotein för rödklöver var ca 50 g kg⁻¹ lägre. Koncentrationen av aNDFom hos gulvial och kråkvicker var i genomsnitt 50 g kg⁻¹ högre i tvåskördesystemet och 60 g kg⁻¹ högre i treskördesystemet jämfört med häckvicker och rödklöver. Den största skillnaden i näringsvärde mellan arterna gällde VOS-smältbarheten. Den genomsnittliga VOS-smältbarheten för gulvial var betydligt lägre än för de andra tre arterna, 250–300 g kg⁻¹ lägre i tvåskördesystemet och 280–350 g kg⁻¹ lägre i treskördesystemet.

Även om smältbarheten hos gulvial var betydligt lägre än hos kråkvicker var aNDFom-koncentrationerna relativt jämförbara. Detta kan bero på en hög koncentration av osmältbara fibrer i gulvialens tjocka cellväggar eller förekomst av kondenserade tanniner hos arten (Bate-Smith, 1973; Zoric *et al.*, 2011). Den genomgående låga smältbarheten hos gulvial kan innebära utmaningar för dess användning som foder, om arten representerar en hög andel av vallens sammansättning. Den höga smältbarheten och råproteinhalten samt låga halten aNDFom hos häckvicker visar att den kan ha en potential som ny foderart för svenska vallar.

Referenser

- Bate-Smith E.C. (1973) Tannins of herbaceous leguminosae. *Phytochemistry* 12, 1809–1812.
- Chai W. och Udén P. (1998) An alternative oven method combined with different detergent strengths in the analysis of neutral detergent fibre. *Animal Feed Science and Technology* 74, 281–288.
- Frankow-Lindberg B.E., Halling M., Höglind M. och Forkman J. (2009) Yield and stability of yield of single- and multi-clover grass-clover swards in two contrasting temperate environments. *Grass and Forage Science* 64, 236–245.
- Jordbruksverket (2025) Jordbruksverket statistikdatabas.
https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets_statistikdatabas/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625.
- Lindgren E. (1979) The nutritional value of roughages determined *in vivo* and by laboratory methods. Swedish University of Agricultural Science. Department Animal Nutrition. Report 45.
- Nordic Committee on Food Analysis (1976) Nitrogen. Determination in feeds and faeces according to Kjeldahl. No 6 (3rd edition).
- Zoric L., Merkulov L., Lukovic J., Boza P. och Krstic B. (2011) Evaluation of forage quality of *Lathyrus* L. species based on histological characteristics. *Acta Agronomica Hungarica* 59, 47–55.

Första och andra årets avkastning i vallblandningar med kuraklöver

D. Parsons

Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå

Korrespondens: david.parsons@slu.se

Sammanfattning

Kuraklöver (*Trifolium ambiguum* M. Bieb) kan vara en extremt långlivad flerårig baljväxt i svala tempererade regioner. Arten etablerar sig dock långsamt och kan därför lätt konkurreras ut av ogräs. I denna studie utvärderades olika kuraklöversorter och jämfördes med andra baljväxter. Dessutom bedömdes om en samodlingsbaljväxt potentiellt kan förbättra kuraklövers etablering. Ett fältförsök genomfördes på Rådde med parceller som innehöll timotej (*Phleum pratense* L.) i kombination med olika baljväxtblandningar. Under det första produktionsåret gav behandlingar med rödklöver (*Trifolium pratense* L.) större totalavkastning än behandlingar med enbart kuraklöver. Under det andra produktionsåret fanns inga skillnader i totalavkastning mellan dessa behandlingar. Baljväxtavkastningen var däremot alltid större i behandlingar som innehöll rödklöver.

Introduktion

Vall är den dominerande användningen av åkermark i Sverige och bidrar inte bara till animalieproduktionen utan också med en rad ekosystemtjänster (Parsons *et al.*, 2024). Rödklöver (RC) är den vanligaste baljväxtarten i vall, men den är relativt kortlivad och bidrar redan från det tredje skördeåret mycket lite till avkastningen (Bergqvist, 2021). Kuraklöver (KC) är en flerårig baljväxtart som hittills har testats i begränsad omfattning i Sverige (Parsons, 2020), men som har potential att vara mer långlivad än rödklöver. Den etablerar sig dock långsamt och är därför känslig för ogräskonkurrens under etableringsfasen (Andrzejewska *et al.*, 2016). Parsons *et al.*, (2025) undersökte effekten av en samodlingsbaljväxt på beståndssammansättningen i KC-vallar, i samma försök som i denna studie. De fann att tillsats av RC till KC minskade ogräsandelen under våren efter etableringsåret något, men att det inte fanns någon behandlingseffekt under hösten. Att tillsätta RC minskade dock även KC:s andel av avkastningen.

I denna studie fokuserade vi på avkastning och jämför olika KC-sorter med vanligare baljväxter samt utvärderar effekten av att tillsätta en samodlingsbaljväxt till KC. Våra hypoteser var att 1) KC etablerar sig långsammare än vanligare baljväxter, 2) KC-sorter är likartade när det gäller etablering och avkastningspotential, och 3) tillsats av en samodlingsbaljväxt till KC kan förbättra vallens avkastning.

Material och metoder

Ett experiment såddes sommaren 2023 vid fältstationen Rådde, på lerjord. I behandlingarna kombinerades timotej (T) (5 kg ha⁻¹) frö med någon av följande baljväxter: fyra sorter av KC (10 kg ha⁻¹), RC (8 kg ha⁻¹), vitklöver (*Trifolium repens* L.) (WC) (5 kg ha⁻¹) eller gullusern (*Medicago falcata* L.) (GL) (10 kg ha⁻¹). KC och GL inokulerades med för respektive gröda lämpliga *Rhizobium*-stammar. I två ytterligare behandlingar kombinerades T och KC (5 kg ha⁻¹) med en samodlingsbaljväxt, antingen RC (4 kg ha⁻¹) eller GL (5 kg ha⁻¹). Försöken arrangerades i en randomiserad komplett blockdesign med fyra upprepningar.

År 2024 gödslades parcellerna på våren med 51 kg N ha⁻¹, 28 kg P ha⁻¹ och 124 kg K ha⁻¹. Efter den första och andra skörden gödslades parcellerna med 30 kg N ha⁻¹ och 16 kg K ha⁻¹. År 2025 gödslades parcellerna på våren med 51 kg N ha⁻¹, 28 kg P ha⁻¹ och 124 kg K ha⁻¹. Efter den första och andra skörden gödslades parcellerna med 30 kg N ha⁻¹, 4 kg P ha⁻¹ och 65 kg K ha⁻¹. Efter den tredje skörden gödslades parcellerna med 30 kg N ha⁻¹ och 16 kg K ha⁻¹.

Parcellerna skördades fyra gånger per år och proverna separerades för hand för att bestämma andelen gräs, baljväxter och ogräs i torrsubstansavkastningen.

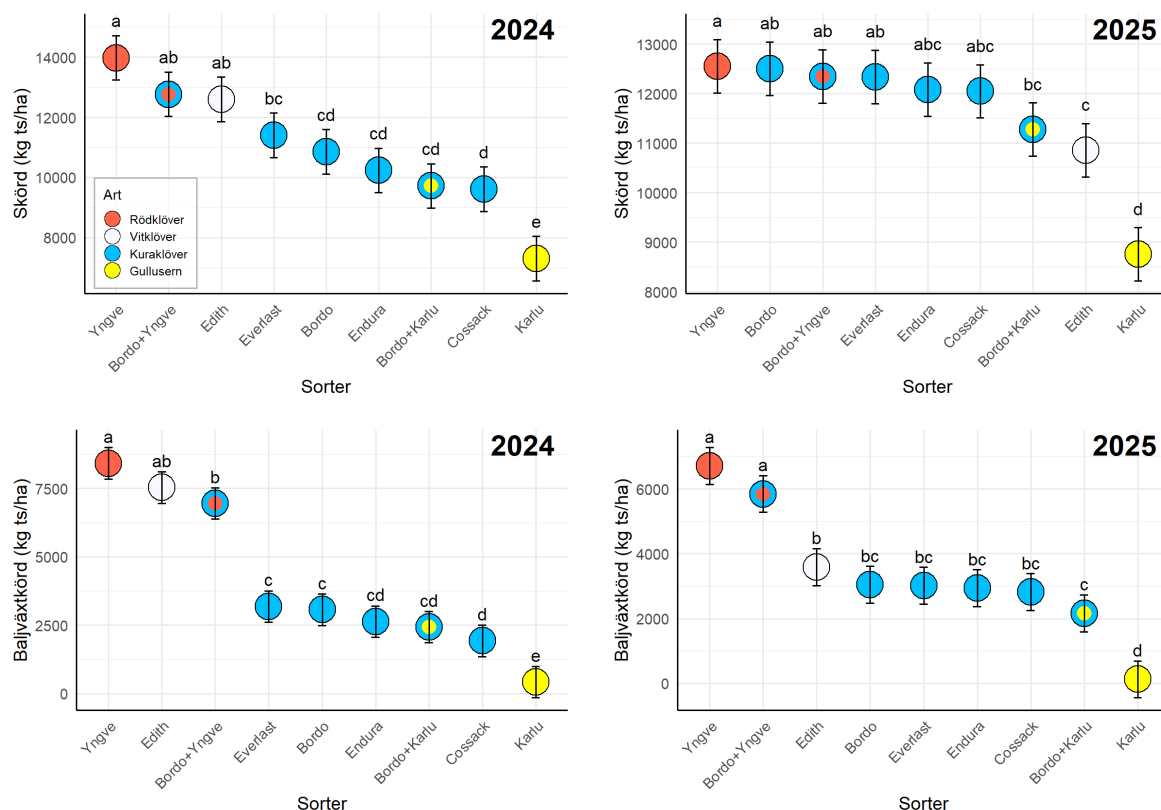
Data analyserades separat för respektive år med PROC GLIMMIX i SAS 9.4, där block och behandlingar (sort/art) inkluderades som fasta faktorer. Tukey's test användes för att separera medelvärden vid $P < 0,05$. Alla efterföljande hänvisningar till signifikanta skillnader avser $P < 0,05$.

Resultat och diskussion

År 2024 skilde sig inte totalavkastningen för behandlingarna RC, KC+RC och WC signifikant från varandra (figur 1). RC-behandlingen hade större totalavkastning än alla KC-sorter utan samodlingsbaljväxt. Behandlingarna WC och KC+RC hade större totalavkastning än tre av de fyra KC-sorterna. GL, som etablerades dåligt, hade mindre totalavkastning än alla andra behandlingar. Den svaga etableringen kan ha berott på otillräcklig nodulering, möjligen till följd av problem med inokuleringen. År 2025 var skillnaderna mellan behandlingarna mindre – RC-behandlingen var inte signifikant större än någon av KC-behandlingarna, med undantag för KC+GL-behandlingen. WC-behandlingen gav mindre totalavkastning än RC och två av KC-behandlingarna. GL-behandlingen hade återigen den minsta avkastningen.

Variationen i baljväxtavkastning var större än för totalavkastningen. År 2024 skilde sig inte RC- och WC-behandlingarna signifikant från varandra (figur 1). RC-behandlingen hade större baljväxtavkastning än RC+KC. Behandlingarna med RC, WC och RC+KC hade signifikant större baljväxtavkastning än alla de övriga. Bland KC-sorterna hade Everlast och Bordo större baljväxtavkastning än Cossack, men inte större än Endura. GL-behandlingen hade återigen den minsta baljväxtavkastningen. År 2025 var skillnaderna mellan behandlingarna mindre. RC och RC+KC hade de största baljväxtavkastningarna. WC hade relativt mindre baljväxtavkastning 2025 och skilde sig inte från KC-sorterna utan samodlingsbaljväxt. GL-behandlingen hade återigen den minsta baljväxtavkastningen.

När det gäller hypoteserna visade resultaten att: 1) KC etablerade sig långsammare än RC och WC, men att skillnaden i baljväxtavkastning mellan RC och KC minskade under det andra produktionsåret, och det fanns ingen skillnad i totalavkastning. 2) Kuraklöversorterna var likartade när det gäller etablering och avkastningspotential. 3) Inkludering av GL som samodlingsbaljväxt var kontraproduktiv. Inkludering av RC som samodlingsbaljväxt ökade totalavkastningen under det första produktionsåret och ökade baljväxtavkastningen under både det första och det andra produktionsåret. Det är dock okänt om denna effekt kommer att bestå under kommande produktionsår, eller om RC på längre sikt kommer att hämma KC. Försökets utveckling under de följande åren kommer att ge värdefull information om KC:s uthållighet och den långsiktiga effekten av att inkludera RC som samodlingsbaljväxt.



Figur 1. Total torrsubstansavkastning (de övre figurerna) och torrsubstansavkastning för baljväxter (de nedre figurerna) för nio gräs-baljväxtblandningar. Resultaten visas för 2024 (till vänster) och 2025 (till höger). Varje punkt representerar den beräknade avkastningen för en gräsblandning med en eller flera av fyra baljväxtarter (rödklöver, vitklöver, kuraklöver, gullusern), angivna med färgerna på de yttre och inre cirklarna. Felstaplarna visar 95 % konfidensintervall, och olika bokstäver anger statistiskt signifikanta skillnader mellan blandningarna ($P < 0,05$).

Tack

Studien finansieras delvis av Stiftelsen Lantbruksforskning (SLF) projekt R-23-30-862, "Mer produktiva och motståndskraftiga vallar genom ökad biologisk mångfald av växter".

Referenser

- Andrzejewska J., Contreras-Govea F.E., Pastuszka A. och Albrecht K.A. (2016) Performance of Kura clover compared to that of perennial forage legumes traditionally cultivated in central Europe. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science* 66, 516–522.
- Bergqvist S. (2021) Long-term effects of cropping system on red clover proportion and crude protein concentration in mixed leys. Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden, 65 pp. Master's thesis.
- Parsons D. (2020) Potential new forage legumes for Northern Sweden. *Grassland Science in Europe* 25, 124–126.
- Parsons D., Nadeau E., Sousa D., Åkerfeldt M, Bernes G., Hansson P., Åhman B., Palmborg C., Picasso V.D., Micke B., Knicky M., Arvidsson Segerkvist K., Bergqvist S., Rustas B., Lidfeldt, M., Remvig S. och Wallsten J. (2024). *Leys from a Nordic perspective – a knowledge compilation*. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Crop Production Ecology, Sweden, 208 pp.
- Parsons D. Berezyiat N. Louhisuo A., Kykkänen S. och Korhonen P. (2025) The effect of a companion legume on the establishment of Caucasian clover (*Trifolium ambiguum*) when sown with timothy. *Grassland Science in Europe* 30, 275–278.

CyberGrass 2 – nordiskt samarbete för precisionsodling av vall

J. Oliveira¹, E. Ayari¹, V. Manabe¹, B. Bollhöner², M. Björs², P. Korhonen³, J. Kaivosoja³, A. Louhisuo³, R. Näsi⁴, R. Oliveira⁴, T. Gylfadóttir⁵, A. Hamedpour⁶ och D. Parsons¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå ²Hushållningssällskapet Norrbotten–Västerbotten, Luleå, Sweden ³LUKE – Natural Resources Institute Finland, Helsinki, Finland ⁴National Land Survey of Finland, Finnish Geospatial Research Institute, Helsinki, Finland ⁵The Icelandic Agricultural Advisory Center, Akureyri, Iceland ⁶Svarmi, Data Company Specialized in Remote Sensing and Drones, Kópavogur, Iceland
Korrespondens: julianne.oliveira@slu.se

Sammanfattning

I Norden dominerar djurproduktion, där grovfoder utgör stommen i utfodringen. Tillgången på foder, dess kvalitet och klimatesiliens är avgörande för en hållbar djurhållning. Traditionell vallprognos bygger på arbetsintensiva fält- och laboratorieanalyser. Digitala verktyg baserade på fjärranalysdata som stödjer precisionsodling och skördeprognos för vall är fortfarande begränsade. Genom projektet CyberGrass 2.0 vill vi ändra på detta och utveckla smarta verktyg som kan hjälpa lantbrukare i den nordliga perifera och arktiska regionen (NPA) att planera sin vallskörd. I projektet kombineras satellitbilder, högupplösta drönardata och lågkostnadsdrönare med dynamiska modeller för att förbättra vallens avkastning och kvalitet genom prognoser om optimal skördetid, samt utvärdera utvintringsskador och vallens botaniska sammansättning. Projektet har tre delar, en som fokuserar på bedömningar via satellit, en som använder drönare och en där vi testar nya fjärranalystekniker. Projektet delfinansieras av Interreg NPA 2021–2027-programmet och sker i samarbete mellan Sverige, Finland och Island, med stöd från Norge och aktörer från näringen. CyberGrass 2.0 syftar till att skapa regional innovation, stödja hållbar foderproduktion och stärka lantbrukarnas ekonomi genom praktiska, lätt tillgängliga och precisa verktyg.

Introduktion

Klimatet i Norden begränsar odlingsmöjligheterna för många grödor men gör det till ett optimalt område för foderproduktion till idisslare, med mjölk- och köttproduktion med nöt och får som de viktigaste inriktningarna i lantbruket (Nordic Council of Ministers, 2014). I Nordeuropa spelar grovfoder en central roll inom jordbruket och utgör grunden för produktionen. Tillgången på foder, dess kvalitet och anpassning till det lokala klimatet har stor betydelse för djurhållningens framgång och hållbarhet.

Nuvarande metoder för övervakning och hantering av odlingen av vall bygger på fältarbete och laboratorieanalyser, vilket är tidskrävande och kostsamt. Även om fjärranalys och digitala verktyg har utvecklats för att bedöma jordbruksgrödor (Fuentes-Peñailillo *et al.*, 2024) är tillgången till jämförbara lösningar som är anpassade för vallodling fortfarande begränsad i de nordliga regionerna. En stor utmaning är bristen på robusta kalibreringsmetoder för att omvandla spektral- och sensordata till färdig information på gårdsnivå.

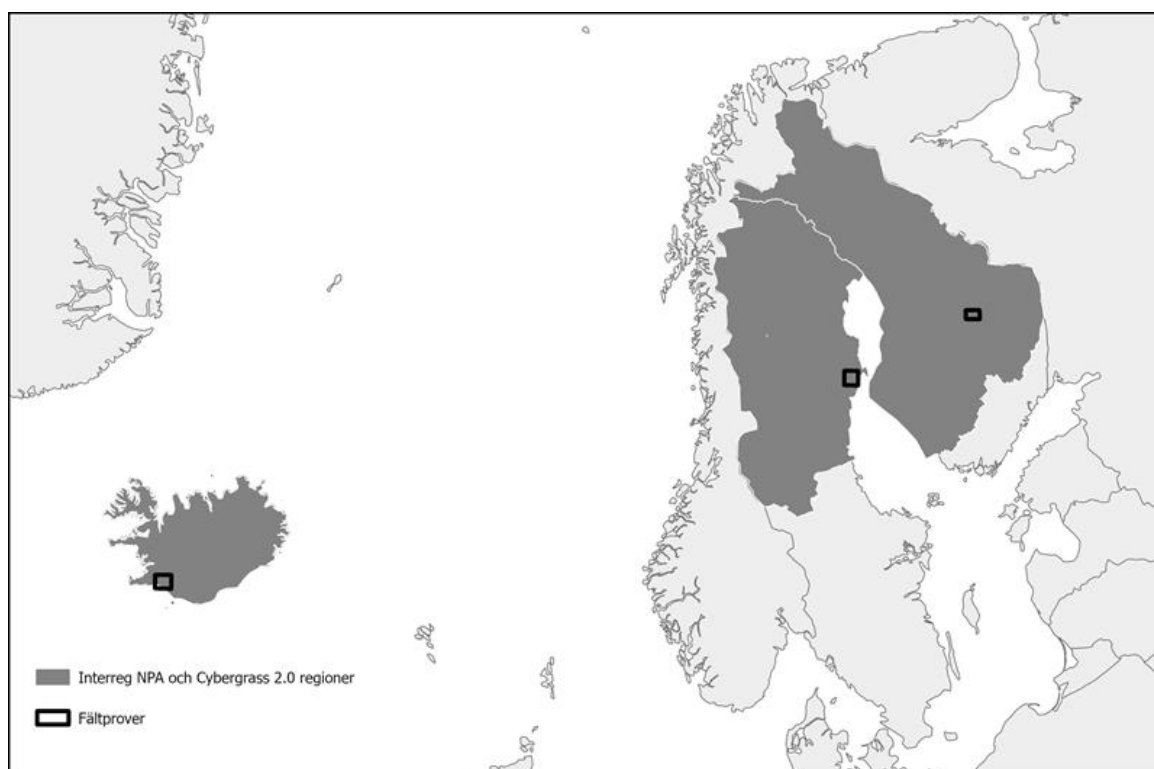
I detta sammanhang vill vi presentera CyberGrass 2.0, ett initiativ för att utveckla användarvänliga digitala verktyg för skördeplanering. I projektet integreras avancerad teknik, inklusive satellitobservationer, lågkostnadsdrönare och högupplösta bilder, med dynamiska modeller för att förbättra prognoserna för parametrar som avkastning, kvalitet och optimal skördetidpunkt.

CyberGrass 2.0 samlar ett brett spektrum av samarbetspartner som är intresserade av att utveckla en hållbar foderproduktion i hela regionen. Tillsammans strävar vi efter att stärka den

regionala innovationskapaciteten, kunskapsutbytet och den digitala omställningen inom jordbrukssektorn, främja hållbar foderproduktion och stärka lantbrukets ekonomi i hela regionen.

Material och metoder

CyberGrass 2.0 har tre mål: att utveckla ett satellitbaserat verktyg som kan ge prognoser för vallskördar och kvalitet; att stödja drönbaserade lösningar för effektiv fältövervakning och snabbare åtgärder; samt att undersöka nya tekniker för bedömning av vallar. Projektet startade i mars 2025 och den första omgången av fältdatainsamling genomfördes under växtsäsongen 2025 i Sverige, Finland och Island (figur 1). En del preliminära resultat kommer att presenteras på postern.



Figur 1. Interreg NPA och regioner som omfattas av projektet CyberGrass 2.0.

De viktigaste aktiviteterna i projektet är organiserade enligt följande.

WP1. Optimering av vallskörden på gårdsnivå med hjälp av ett satellitbaserat verktyg

I WP1 kommer vi att använda fritt tillgängliga satellitbilder för att uppskatta grovfodrets avkastning och kvalitet, och integrera dessa data i ett satellitbaserat beslutsstödsverktyg. Verktöget kommer att ge skattningar av avkastningen och rekommendationer för optimal skördetidpunkt, vilket gör det möjligt för jordbrukare att fatta välgrundade beslut som förbättrar produktiviteten och resurseffektiviteten.

WP2. Komplettera vallbedömning med kostnadseffektiv drönarteknologi

I WP2 kommer vi att använda kommersiellt tillgängliga, kostnadseffektiva drönare (främst baserade på RGB-bilder) för effektiv fältundersökning för att bedöma och övervaka vallar, inklusive vinterskador, botanisk sammansättning och avkastning. Denna kostnadseffektiva metod, som jämfört med satellitbaserade metoder ligger närmare i tid att kunna användas,

kommer att göra det möjligt för jordbrukare och rådgivare att snabbt identifiera problem och vidta åtgärder i rätt tid, vilket förbättrar den totala foderproduktionen.

WP3. Nya fjärranalystekniker för övervakning av gräsmarker

WP3 kommer att fokusera på att följa pågående innovationer genom att utvärdera nya och framtida tekniker, samt på att identifiera hur vi kan förbereda oss för de utmaningar och möjligheter som dessa tekniker medför för odling och övervakning av vall.

Förväntade resultat

CyberGrass 2.0 kommer att leverera praktiska, tillgängliga och precisa lösningar för en mer hållbar grovfoderodling. Genom att använda fritt tillgängliga satellitbilder och högupplösta drönarbilder kommer projektet att förbättra den tekniska kapaciteten hos jordbrukare och intressenter i regionen. På så sätt strävar CyberGrass 2.0 efter att främja kompetensutveckling och affärsmöjligheter i regionen.

Tack

Författarna tackar Interreg Northern Periphery and Arctic, Region Västerbotten, Regional Council of Lapland, Ministry of Industries – special funds for innovation in cattle as well as sheep industry in Iceland, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Hushållningssällskapet Norrbotten–Västerbotten (HS), Natural Resources Institute Finland (Luke), National Land Survey of Finland, Finnish Geospatial Research Institute (FGI), Icelandic Agricultural Advisory Center (RML) och Svarmi för deras ekonomiska stöd.

Referenser

Fuentes-Peñailillo F., Gutter K., Vega R. och Silva G.C. (2024) Transformative technologies in digital agriculture: leveraging internet of things, remote sensing, and artificial intelligence for smart crop management. *Journal of Sensor and Actuator Networks* 13(4), 39. <https://doi.org/10.3390/jsan13040039>

Nordic Council of Ministers (2014) *Climate change and primary industries: Impacts, adaptation and mitigation in the Nordic countries*. TemaNord 552.

Vall-Reparera: projekt för restaurering av vallar – iakttagelser från år 1

C. Palmborg¹, B., Bollhöner², M. Björs², D. Parsons¹ och J. Oliveira¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå ²Hushållningssällskapet Norrbotten–Västerbotten

Korrespondens: cecilia.palmborg@slu.se

Sammanfattning

I det pågående projektet "Vall-Reparera: Precisionsjordbruk för reparation av vinterskadad vall i norra Sverige" tar vi fram metoder för att identifiera utvintrad vall och reparera den. Vi sprutade Roundup på ett fält i Umeå hösten 2024 för att efterlikna utvintring. Kontrollrutor skyddades med plast. I slutet på maj 2025 såddes en vallfröblandning, ARA 22, kompletterad med westerwoldiskt rajgräs, ettåriga klöverarter eller spannmål. Det fanns också en besprutad osådd kontroll. Vi fann att vallfröblandningen och rajgräset etablerade sig bra medan det var glest med plantor av de ettåriga klöverarterna och spannmålen i de flesta rutorna. Förstaskörd gjordes bara i den obesprutade kontrollen. Det var inga skillnader i avkastning i andraskörd mellan de besprutade rutorna. I tredjeskörden var avkastningen större efter omsådd av ARA 22 + rajgräs än i den besprutade osådda kontrollen. Kommande år ska vi utvärdera produktion hos de perenna vallarterna och mängden ogräs innan vi kan dra slutsatser och ge rekommendationer för om, och med vilken artblandning, omsådd är lämplig.

Introduktion

Vallens vinteröverlevnad är avgörande för produktionen i fleråriga vallar. Återkommande perioder med omväxlande töväder och minusgrader under vintern kan öka vinterskadorna och resultera i betydande skördeförluster. Därför är lösningar för att effektivt bedöma utvintring och reparera skadade fält efterfrågade. Försök i Norge har visat att omsådd av rödklöver (*Trifolium pratense* L.) har chans att lyckas om det överlevande gräset har en låg täckningsgrad efter utvintringen (Rueda-Ayala och Höglind, 2019). Projektet Vall-Reparera syftar till att utveckla praktiska hjälpmedel för att med stöd av precisionsjordbruk reparera vallar efter utvintringsskador i norra Sverige.

Projektet har tre delar: Den första delen fokuserar på att bedöma utvintrade områden över stora fält med hjälp av enkla och lätt tillgängliga drönare med färgbildskamera och bildanalys. I den andra delen utvärderas snabbväxande vallfröblandningar i fältförsök för att reparera de utvintrade områdena. I den tredje delen undersöker vi potentialen i ny teknik, små obemannade markfordon, som skulle kunna användas i framtiden för att så om skadade områden. Vi presenterar här resultat från den första fältsäsongen i delprojekt två rörande vallfröblandningar.

Material och metoder

En befintlig förstaårsvall med timotej (*Phleum pratense* L.), ängssvingel (*Schedonorus pratensis* (Huds.) P. Beauv.) och rödklöver på Röbbäcksdalens forskningsstation i Umeå avdödades med Roundup efter andraskörden i början av september 2024 för att efterlikna utvintring. Obesprutade kontrollrutor skyddades med plast.

Omsådd gjordes på 1,5 × 12 m stora rutor med fyra upprepningar av varje behandling och slumpmässig blockdesign. I slutet på maj såddes vallfröblandningen ARA 22 (timotej, ängssvingel och rödklöver) som kompletterades med olika ettåriga gräs; westerwoldiskt rajgräs (*Lolium multiflorum* Lam.), korn (*Hordeum vulgare* L.) eller höstvet (Triticum aestivum L.)

och, i en blandning, blodklöver (*Trifolium incarnatum* L.), alexandrikerklöver (*Trifolium alexandrinum* L.) och doftklöver (*Trifolium resupinatum* L.). Alla vallfrön såddes den 28/5 medan spannmålen såddes den 30/5. Sådjupet var 0–5 mm för alla frön eftersom vår försöks-såmaskin, en Flexiseeder, inte är anpassad för direktsådd. Det fanns också en osådd besprutad kontroll. Den obesprutade kontrollen gödslades med 120 kg N per år i form av NPK 21-3-10 fördelat på 40 % den 7/5, 35 % efter förstaskörd och 25 % efter andraskörd. Övriga behandlingar fick 30 kg den 3/7 som N27 och samma gödsling som den obesprutade kontrollen efter andraskörd. Avkastningen mättes med Haldrup försöksskördemaskin. Förstaskörd togs bara i de rutor som inte Roundupbehandlats eftersom omsådden inte hunnit växa tillräckligt. Övriga behandlingar skördades bara i andra och tredjeskörd. Före skörd registrerades täckningsgrad av ogräs, gräs och klöver i tre ringar per ruta samt vilka av de sådda arterna som fanns i ringen.

Skördedata analyserades med ANOVA general linear model i NCSS och skillnaden mellan kontrollerna och fröblandningarna utvärderades med Dunnett's Upper or Lower One-Sided Multiple-Comparison Test With Control med signifikansnivån $P < 0,05$.

Resultat och diskussion

Vintern 2025 var en riktig isvinter i Västerbottens kustland och även den obesprutade kontrollen drabbades av en del utvintring av klöver och ängssvingel. Skadorna på de besprutade rutorna var också ganska ojämna. I den besprutade osådda kontrollen kom en del av den ursprungliga vallen igen i andraskörden. Arterna i ARA 22 och rajgräset etablerade sig bra. Etableringen av de ettåriga klöverarterna och spannmål var däremot gles och ojämn, troligen beroende på att det inte gick att få ned såbillarna djupare än 5 mm. I alla behandlingar, även den obesprutade kontrollen, var det en hel del ogräs i början av sommaren. Den kalla våren och försommaren gjorde att det dröjde innan de insådda grödorna kunde konkurrera effektivt mot ogräset. Det var därför först efter andraskörden, då ogräset klippts av, som de nysådda arterna visade sin potential.

Skördedata visas i tabell 1. I förstaskörden var det bara den obesprutade kontrollen som skördades. I andraskörden i juli fanns inga signifikanta skillnader i avkastning. Tredjeskörden i september hade däremot signifikanta skillnader mellan behandlingarna ($P = 0,007$). Bara behandlingen med omsådd av ARA 22+ westerwoldiskt rajgräs gav större avkastning än den besprutade osådda kontrollen medan alla omsådda led utom ledet med ARA 22 + korn hade större avkastning än den obesprutade kontrollen.

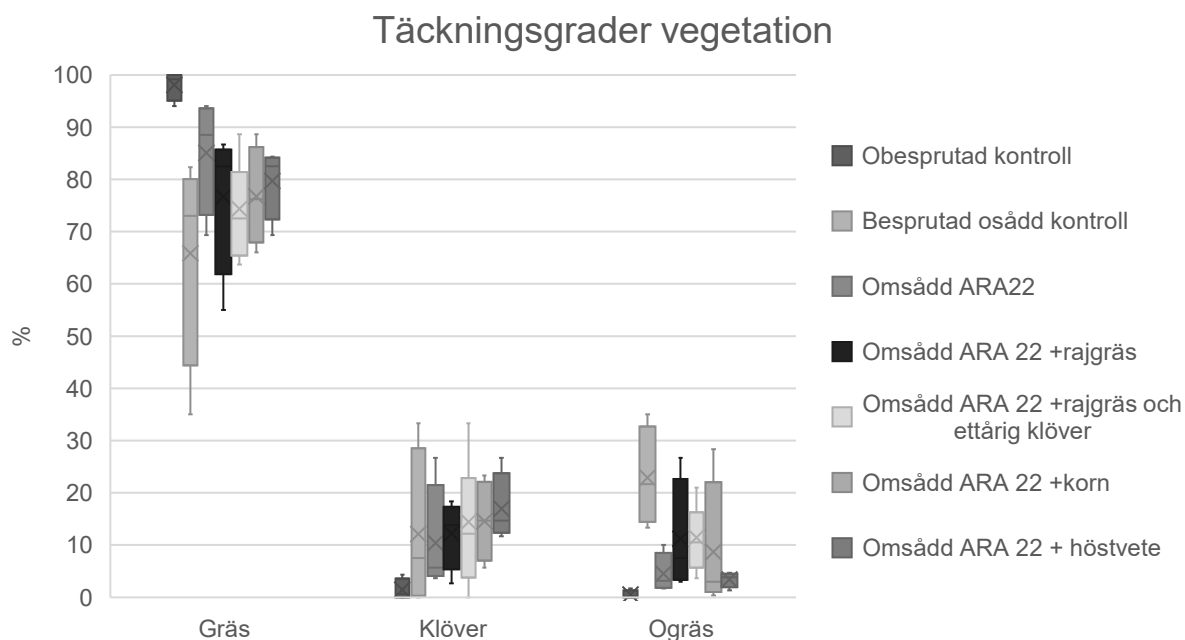
Tabell 1. Torrsubstansavkastning (ton ts per ha) av biomassa.

	Skörd 1 18/6	Skörd 2 24/7	Skörd 3 9/9	Totalt
Obesprutad kontroll	4,0	2,6	1,5	8,2
Besprutad osådd kontroll		3,1	1,9	5,1 ^c
Omsådd ARA22		2,5	2,5 ^a	5,0 ^c
Omsådd ARA 22 + westerwoldiskt rajgräs		3,1	2,7 ^{ab}	5,8 ^c
Omsådd ARA 22 + westerwoldiskt rajgräs och ettårig klöver		2,4	2,5 ^a	4,9 ^c
Omsådd ARA 22 + korn		2,6	2,1	4,7 ^c
Omsådd ARA 22 + höstvet		2,3	2,4 ^a	4,7 ^c

^aStörre avkastning än obesprutad kontroll. ^bStörre avkastning än besprutad osådd kontroll. ^cMindre avkastning än obesprutad kontroll.

Den botaniska sammansättningen före tredjeskörden påverkades av försöksbehandlingarna (gräs: $P = 0,013$ och ogräs $P = 0,03$) (figur 1). Den besprutade osådda kontrollen hade mindre

gräs och mer ogräs än alla omsådda behandlingar, men skillnaden för gräs var bara signifikant för ARA 22 och för ogräs ARA 22 och ARA 22 + höstvet. Täckningsgraden av ogräs var väldigt varierande och påverkades mycket av förekomsten av bredbladiga arter. Det var inga signifikanta skillnader i täckningsgrad av klöver p.g.a. stor variation mellan enskilda försöksrutor.



Figur 1. Medelvärden per ruta av täckningsgrader av vegetation. Rektanglarna visar fördelningen av data i kvartiler, × markerar medelvärdet, — markerar medianen och de vertikala strecken extremvärdena.

Slutsatser

Projektet Vall-Reparera ska bidra till ett beslutsunderlag för att kunna välja lämplig och lönsam åtgärd efter drömrarinventering av utvintring. Det är dock ännu för tidigt att dra slutsatser om lämpliga arter för omsådd. Av de ettåriga arter vi testade var det bara westerwoldiskt rajgräs som etablerade sig väl år 2025. Det är dock först under växtsäsongen 2026 som vi kan dra några slutsatser om ettåriga arter i fröblandningen i omsådden ger någon fördel. Då ska vi utvärdera hur de fleråriga arterna i ARA 22 klarat sig, liksom förekomsten av fleråriga ogräs, och också göra ett likadant experiment som 2025.

Tack

Projektet finansieras av Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige (RJN).

Referens

Rueda-Ayala V.P. och Höglind, M. (2019) Determining thresholds for grassland renovation by sod-seeding. *Agronomy-Basel* 9, 842.

Identifiering av torktålig timotej och engelskt rajgräs för framtida odlingsförhållanden

J. Junkers¹, L. Öhlund² och A. Chawade¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för växtförädling, Alnarp ²Lantmännen Lantbruk, Svalöv

Korrespondens: jakob.junkers@slu.se

Sammanfattning

Sveriges odlingsförhållanden blir alltmer oförutsägbara på grund av klimatförändringarna. Perioder av torka, som den 2018, har visat att skördenivåerna kan minska drastiskt. Vallgrödor utgör en central komponent i svenska odlingssystem, och deras produktionssäkerhet är avgörande för ett hållbart jordbruk. För att öka beredskapen mot framtida klimatutmaningar är utveckling av torktåliga sorter och strategier för bevattning viktiga åtgärder.

För att undersöka variationen i torktolerans och effekten av bevattning hos vanliga vallarter genomfördes ett fältförsök med engelskt rajgräs och timotej. Fältförsöket visade att det inte var någon skillnad i avkastning mellan arterna under bevattning men att engelskt rajgräs gav högre avkastning än timotej under torrare förhållanden. Dessutom visade resultaten en tydlig variation i torktolerans och bevattningsrespons inom arterna. Detta möjliggör växtförädling där både torktoleranta sorter och sorter som ger större skörd under bevattning kan utvecklas.

Introduktion

Klimatförändringar leder till stora utmaningar för många jordbruksområden (Jägermeyr *et al.*, 2021; Iglesias *et al.*, 2012). I norra Europa är det däremot troligt att jordbruket gynnas då växtsäsongen förlängs (Iglesias *et al.*, 2012; Höglind *et al.*, 2013), även om ökad risk för extremväder och nya skadegörare kan begränsa de positiva effekterna (Roos *et al.*, 2011). Större skördar är dock bara möjligt om tillgången på vatten är god (Tootoonchi *et al.*, 2025). I Sverige förväntas nederbörden öka, särskilt under vintern och våren (Eklund *et al.*, 2015). Trots det lär vattenmängden under sommaren minska på grund av ökad avdunstning och avrinning (Grusson *et al.*, 2021a). För att klara dessa utmaningar är det viktigt att framtida grödor kan hantera både torka och bevattning (Grusson *et al.*, 2021b).

Det svenska jordbruket är särskilt utsatt för torka eftersom bevattning är ovanligt (Skoglund, 2024). Detta var tydligt under torkan 2018, som orsakade skördeförluster på 30–60 % (Jordbruksverket, 2018). Torkan påverkade även mjölk- och nötköttsproduktionen negativt eftersom tillgången på vallfoder minskade kraftigt (Spörndly *et al.*, 2019).

Timotej (*Phleum pratense* L.) och engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.) är några av de viktigaste vallgrödorna i Sverige då de ger bra avkastning i tempererade förhållanden (Spörndly och Nilsson-Linde, 2011). Båda arterna är dock känsliga för torka, men det finns variation i torktålighet inom arterna (Escribano *et al.*, 2014; Wang *et al.*, 2023). I den här studien undersöktes variationen i torktolerans hos accessioner av timotej och engelskt rajgräs för att identifiera material som kan användas i förädling av torktåliga vallgrödor.

Material och metoder

Ett fältförsök med sorter och förädlingsmaterial av gräsarterna engelskt rajgräs och timotej genomfördes under två odlingssäsonger (2023–2024) i Torslunda, Öland. Hela fältet bevattnades två gånger under etableringsåret (2022). Därefter delades fältet upp i två delar där den ena delen inte bevattnades medan den andra bevattnades nio gånger 2023 och fem gånger

2024. Gräset skördades tre gånger 2023 och två gånger 2024. I experimentet ingick totalt 45 accessioner av de båda arterna. Fyra av engelskt rajgräs-accessionerna och fem av timotej-accessionerna var registrerade sorter, resterande var förädlingsmaterial.

Resultat och diskussion

Medelavkastningen i den bevattnade delen av fältet var 4 310 kg ts/ha för båda arterna (tabell 1). I den obevattnade delen var medelavkastningen 4 115 kg ts/ha för engelskt rajgräs och 3 283 kg ts/ha för timotej. Det betyder att medelavkastningen under bevattning var 5 % högre för engelskt rajgräs och 31 % högre för timotej (tabell 2). Dock var skillnaden under bevattning inte statistiskt signifikant för engelskt rajgräs. Det var inte heller någon statistiskt signifikant skillnad mellan de två arterna under bevattning. Däremot hade engelskt rajgräs signifikant högre medelavkastning än timotej i den obevattnade delen av fältet. Resultaten visar därmed att engelskt rajgräs ger högre avkastning än timotej när vatten inte tillförs men att skillnaden försvinner under bevattning.

Det var stor spridning i avkastning mellan sorterna inom båda arterna. I den obevattnade delen av fältet fanns det en mycket produktiv engelskt rajgräs-accession, fem måttligt produktiva, två måttligt oproduktiva och en mycket oproduktiv accession. Det fanns också två mycket produktiva timotej-accessioner, tre måttligt produktiva och åtta måttligt oproduktiva accessioner. I den bevattnade delen av fältet fanns det en mycket produktiv engelskt rajgräs-accession, sex måttligt produktiva, åtta måttligt oproduktiva och en mycket oproduktiv accession. Det fanns också tio måttligt produktiva timotej-accessioner, åtta måttligt oproduktiva och en mycket oproduktiv accession. Resten av accessionerna var medelproduktiva. Indelningen baserades på accessionernas avvikelse från medelavkastningen. Fältförsöket visade att torktolerans och bevattningsrespons varierade mellan accessionerna. Det visade också att det är möjligt att selektera sorter som ger hög avkastning vid torka, vid bevattning eller under båda förhållandena. Materialet kan därmed användas för att utveckla nya vallsorter som är anpassade till framtida odlingsförhållanden, oavsett om det innebär sorter som presterar bra vid torka eller vid bevattning.

Tabell 1. Medelavkastning för engelskt rajgräs och timotej under bevattnade och obevattnade förhållanden.

Art	Förhållande	Medelavkastning (kg ts/ha)
Engelskt rajgräs	Obevattnad	4115
Engelskt rajgräs	Bevattnad	4310
Timotej	Obevattnad	3283
Timotej	Bevattnad	4310

Tabell 2. Skillnad i medelavkastning mellan engelskt rajgräs och timotej under olika bevattningsförhållanden.

Art	Förhållande	Art	Förhållande	Medelavkastning skillnad (%)	P-värde
1	1	2	2		
Timotej	Bevattnad	Timotej	Obevattnad	31	$1,18 \times 10^{-7}$
Engelskt rajgräs	Obevattnad	Timotej	Obevattnad	25	$3,01 \times 10^{-5}$
Engelskt rajgräs	Bevattnad	Engelskt rajgräs	Obevattnad	5	0,706
Engelskt rajgräs	Bevattnad	Timotej	Bevattnad	0	1,000

Referenser

Eklund A., Axén Mårtensson J., Bergström S., Björck E., Dahné J., Lindström L., Nordborg D., Olsson J., Simonsson L. och Sjökvist E. (2015) Sweden's future climate. *Klimatologi* 14.
<https://www.smhi.se/en/publications-from-smhi/publications/2015-06-04-swedens-future-climate>

- Escribano S. och Robins J.G. (2014) Phenotypic performance of timothy accessions under irrigated and non-irrigated conditions. *Crop Science* 54(3), 1079–1086. <https://doi.org/10.2135/cropsci2013.08.0531>
- Grusson Y., Wesström I., Svedberg E. och Joel A. (2021a) Influence of climate change on water partitioning in agricultural watersheds: Examples from Sweden. *Agricultural Water Management* 249, 106766. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106766>
- Grusson Y., Wesström I. och Joel A. (2021b) Impact of climate change on Swedish agriculture: Growing season rain deficit and irrigation need. *Agricultural Water Management* 251, 106858. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106858>
- Höglind M., Thorsen S.M. och Semenov M.A. (2013) Assessing uncertainties in impact of climate change on grass production in Northern Europe using ensembles of global climate models. *Agricultural and Forest Meteorology* 170, 103–113. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2012.02.010>
- Iglesias A., Garrote L., Quiroga S. och Moneo M. (2012) A regional comparison of the effects of climate change on agricultural crops in Europe. *Climatic Change* 112(1), 29–46. <https://doi.org/10.1007/s10584-011-0338-8>
- Jordbruksverket (2018) Skörd av spannmål, trindsäd och oljeväxter 2018: Preliminär statistik för län och riket. JO 19 SM 1802. <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2022-03-02-skord-av-spannmal-trindsad-och-oljevaxter-2018--preliminar-statistik-for-lan-och-riket>
- Jägermeyr J., Müller C., Ruane A.C., Elliott J., Balkovic J., Castillo O., Faye B., Foster I., Folberth C., Franke J.A., Fuchs K., Guarin J.R., Heinke J., Hoogenboom G., Iizumi T., Jain A.K., Kelly D., Khabarov N., Lange S., Lin T.-S., Liu W., Mialyk O., Minoli S., Moyer E.J., Okada M., Phillips M., Porter C., Rabin S.S., Scheer C., Schneider J.M., Schyns J.F., Skalský R., Smerald A., Stella T., Stephens H., Webber H., Zabel F. och Rosenzweig C. (2021) Climate impacts on global agriculture emerge earlier in new generation of climate and crop models. *Nature Food* 2(11), 873–885. <https://doi.org/10.1038/s43016-021-00400-y>
- Roos J., Hopkins R., Kvarnheden A. och Dixelius C. (2011) The impact of global warming on plant diseases and insect vectors in Sweden. *European Journal of Plant Pathology* 129(1), 9–19. <https://doi.org/10.1007/s10658-010-9692-z>
- Skoglund M.K. (2024) The impact of drought on northern European pre-industrial agriculture. *The Holocene* 34(1), 120–135. <https://doi.org/10.1177/09596836231200431>
- Spörndly R. och Nilsdotter-Linde N. (2011) The success story of grass and legume silage in Sweden. *Récolte et valorisation des fourrages conservés: Journées AFPP*, 30–31 mars 2011, 43–53. Association Francophone pour les Prairies et Fourrages. https://www.researchgate.net/publication/362813269_Journees_AFPP_Recolte_et_valorisation_des_fourrages_conservees_30-31_Mars
- Spörndly R., Bergkvist G., Nilsdotter-Linde N. och Eriksson T. (2019) Ersättningsfoder till nötkreatur vid grovfoderbrist. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 301. <https://res.slu.se/id/publ/99525>
- Tootoonchi F., Bergkvist G. och Vico G. (2025) Warmer growing seasons improve cereal yields in Northern Europe only with increasing precipitation. *EGUsphere* [preprint]. <https://doi.org/10.5194/egusphere-2025-1982>
- Wang D., Zhang Y., Chen C., Chen R., Bai X., Qiang Z., Fu J. och Qin T. (2023) The genetic variation in drought resistance in eighteen perennial ryegrass varieties and the underlying adaptation mechanisms. *BMC Plant Biology* 23, 451. <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04460-z>

Nya effektiva metoder för förädling av timotej (*Phleum pratense* L.)

P.K. Ingvarsson¹, G. Bedada¹, A. Ceplitis², A.-M. Gustavsson³, S. Moreno¹, Y. Rahimi¹, A. Westerbergh¹ och L. Öhlund²

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för växtbiologi, Uppsala ²Lantmännen Lantbruk AB, Svalöv ³SLU, Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå

Korrespondens: par.ingvarsson@slu.se

Sammanfattning

Projektets mål är att effektivisera den svenska växtförädlingen av timotej, det mest odlade vallgräset i Sverige. Inom projektet har vi utvecklat metoder för utvärdering av egenskaper av intresse för förädlingen av timotej och lagt grunden för en mer kostnadseffektiv och snabbare förädling baserat på s.k. "genomisk selektion". Målet har varit att utveckla nya sorter för en mer hållbar odling av timotej som gynnar en god ekonomisk tillväxt inom svenskt lantbruk.

Introduktion

Timotej (*Phleum pratense* L.) är det mest odlade vallgräset i Sverige och svenskt lantbruk är i stort behov av en effektiviserad inhemsk växtförädling för odling 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 som ger ändrade odlingsbetingelser påskyndar behovet av nya, anpassade timotejsorter för upprätthållande av stor odlingssäkerhet i hela Sverige. I projektet "Nya effektiva metoder för förädling av timotej", finansierat via SLU Grogrund, har målet varit att bidra till en effektiviserad växtförädling av timotej i Sverige. Det finns ett starkt behov av att utveckla och introducera nya effektivare växtförädlingsmetoder för att förkorta tidsåtgången och minska kostnaderna för förädlingsarbetet. En ny och lovande metod inom växtförädlingen är s.k. genomisk selektion som utnyttjar information från ett stort antal genetiska (DNA) markörer för att välja ut individer med särskilt intressanta egenskaper, som exempelvis stor avkastning, uthållighet och god foderkvalitet. En viktig fördel med genomisk selektion är att man kan snabba på förädlingscykeln genom att på ett tidigt stadium utvärdera en individs egenskaper med stor noggrannhet och därmed undvika mer kostsam och tidsödande utvärdering i fält. Genomisk selektion används i dagsläget inom förädling av många självbefruktande grödor men ytterligare metodutveckling behövs för att anpassa metoden till korsbefruktande grödor som exempelvis timotej.

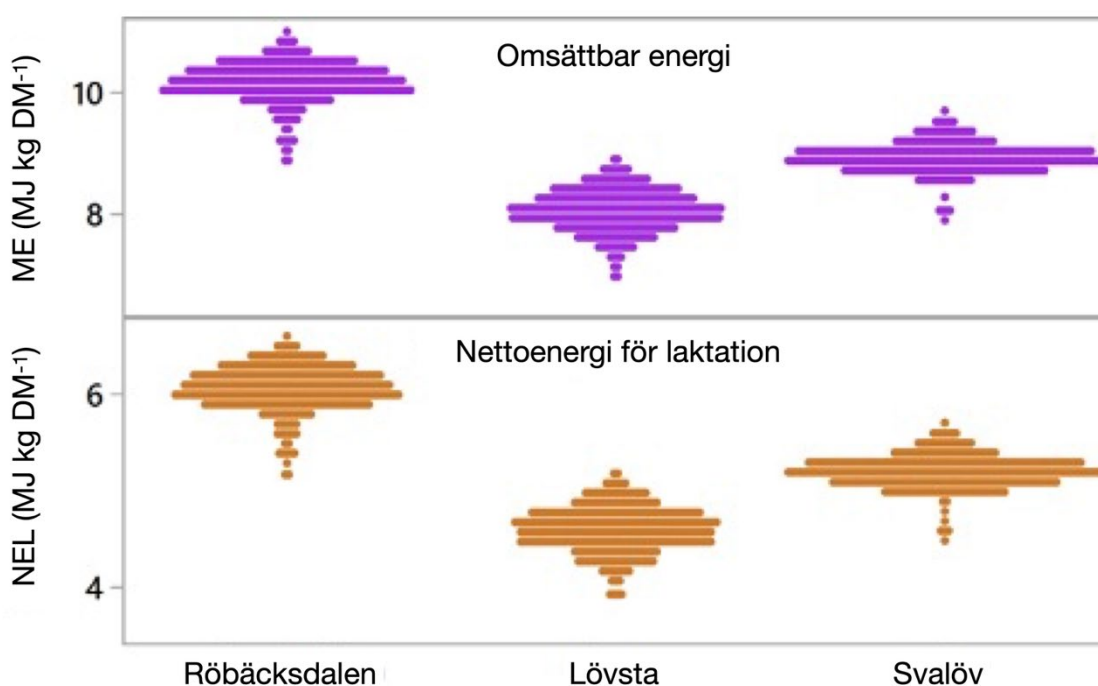
Material och metoder

Projektet har varit uppbyggt kring fyra arbetspaket som har haft som mål att utveckla ett antal nya verktyg och tekniker för en effektivare förädling av timotej. Inom arbetspaket 1 (WP1) har vi utfört fältförsök på tre orter i Sverige, Svalöv, Uppsala och Umeå, med material från Lantmännens förädlingsprogram för timotej. Sammanlagt har 264 olika sorter utvärderats. Försöken etablerades 2020 och under 2021 och 2022 skördades de tre gånger per säsong och analyserades med avseende på täckningsgrad, avkastning och utveckling. Under 2021 samlades också material in som användes för att bestämma foderkvalitet. Inom arbetspaket 2 har vi utvärderat material av timotej, fjälltimotej (*Phleum alpinum*) och vildtimotej (*Phleum nodosum*) från NordGens samlingar. Detta material förökades upp i växthus och planterades sedan ut i ett fältförsök utanför Uppsala under 2020. Under 2021 och 2022 utvärderades försöket med avseende på ett flertal egenskaper. Inom arbetspaket 3 har vi kartlagt arvsmassan hos

timotej samt ett antal närbesläktade arter som fjälltimotej, vildtimotej och alptimotej (*Phelum rhaeticum*). Vi har också utvecklat metoder för kostnadseffektiv genotypning av timotej för identifiering av gener och genetiska markörer kopplade till viktiga förädlingssegenskaper. Slutligen har arbetspaket 4 fokuserat på att utveckla och validera olika prediktionsmodeller för genomisk selektion i timotej baserat på resultat från WP1.

Resultat och diskussion

Data från fältförsöket i WP1 visar en stor variation i avkastning mellan försöksplatser, olika sorter, skördar och år. Avkastningen är genomgående störst för den första skörden oavsett försöksplats medan resultaten för skörd två och tre är mer varierande. Resultaten visar också att de olika sorterna uppvisar stor variation mellan de tre försöksplatserna (s.k. genotyp-miljöinteraktion). Även data rörande foderkvaliteten uppvisar en stor variation mellan både sorter och försöksplatser (figur 1). Analyser av data för skörd- och kvalitetsparametrar med associationskartering samt byggandet av modeller för genomisk prediktion baserat på fältdata pågår i dagsläget med målet att etablera ett genomikbaserat förädlingsprogram för timotej. Vid tiden för konferensen kommer ytterligare resultat att presenteras.



Figur 1. Resultat för omsättbar energi samt nettoenergi för laktation, för årsskörden 2021 på de tre olika försöksplatserna.

Sammanfattning

Inom ramen för projektet har vi utvecklat ett stort antal nya resurser för att effektivisera förädlingen av timotej. Ett fortsättningsprojekt (BreedForage) har också finansierats via SLU Grogrund och detta projekt startade i början av 2025.

Läs mera

Moreno S. (2024) Responses to waterlogging and drought of timothy and related *Phleum* species: phenotype and transcriptome diversity Swedish University of Agricultural Sciences. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 29. Doctoral thesis.

Rahimi Y. (2024) Phenotypic and genetic diversity in wild and domesticated timothy and related *Phleum* species: implications for breeding. Swedish University of Agricultural Sciences. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae 32. Doctoral thesis.

Genomisk selektion i rödklöver

J. Osterman och L. Öhlund

Lantmännen, Svalöv

Korrespondens: johanna.osterman@lantmannen.com

Sammanfattning

Grogrundsprojektet "Genomisk selektion i rödklöver" avslutades våren 2024. I samband med det publicerades avhandlingen *Advancing red clover breeding through genomic selection methods*. Sedan dess har ett arbete gjorts på Lantmännen för att överföra den genererade kunskapen från teori till praktik. Resultaten visade att det går att genomföra genomisk prediktion på populationer. Dock krävs god datakvalitet från fält men extra precision kan nås i modellerna om flera egenskaper analyseras samtidigt. Vad gäller den genetiska kapaciteten i Lantmännens material, dvs. hur väl det genetiska materialet som används i förädlingen återspeglar den genetiska diversitet som finns i Norden, var potentialen god. Det fanns många genetiska likheter mellan Lantmännens material och lantraser, äldre sorter och vilda populationer i Norden. Vilda populationer från extrema miljöer såsom den nordligaste delen av den skandinaviska bergskedjan samt Norges västkust var inte lika väl representerade. Vilka egenskaper som kan gynnas av den genetiska diversiteten visades inte i avhandlingen.

Introduktion

Hur en växt växer och reagerar på klimat, sjukdomar och andra yttre faktorer styrs av växtens gener. Dessa gener ärvs sedan vidare i en korsning till nästa generation. Genomisk selektion nyttjar markörer associerade med dessa gener för att prediktera hur egenskaper ärvs mellan växter och deras avkommor. Detta görs via statistisk matematik som använder markörerna för att skatta s.k. genetiska värden för varje intressant egenskap. Meuweissen *et al.* publicerade år 2001 en artikel där de använde dessa skattade genetiska värden från genomiska markörer för att prediktera egenskaper hos nya individer. Därefter har många studier gjorts på valet av markörer, valet av modell samt vikten av träningsdata för modeller (Akdemir *et al.*, 2019). För att kunna implementera genomisk selektion i ett förädlingsprogram måste först den genetiska diversiteten samt möjlig populationsstruktur kartläggas (Guo *et al.*, 2014). Det är också viktigt att veta om det finns några tecken på inavelsdepression eller andra genetiska effekter som kan påverka förädlingen negativt. Detta är viktig information även för konventionell förädling, men eftersom genomisk selektion ökar förädlingshastigheten, ökar också risken för att negativa effekter får större genomslag.

Varje gröda har sina egna utmaningar och för rödklöver är den största utmaningen att en sort är en population i stället för en linje av genetiskt identiska individer. Därför skattas genfrekvenser inom populationen i stället för att gener kartläggs på individnivå. Detta kan leda till en mindre robust modellering av genetiska värden, något som studerades i avhandlingen. Dessutom studerades modeller som kombinerar flera egenskaper för att kompensera för den informationsförlust som kan uppstå vid användning av frekvensdata.

Material och metoder

För att kartlägga den genetiska variationen i rödklöver genomfördes två studier. Osterman *et al.* (2021) analyserade genetiska markörer på individnivå, medan Osterman *et al.* (2022) studerade frekvenser av markörer på populationsnivå. Således kunde effekten av frekvenser stude-

ras, där de negativa aspekterna av förlusten av individuell information kunde vägas mot informationen från de ökade antalet populationer som kunde analyseras. Genomisk prediktion utfördes på tre olika dataset, sena diploida, medelsena diploida och tetraploida genotyper (Osterman *et al.*, 2024). Målet med de olika dataseten var att hitta robusta modeller som fungerar för alla kategorier av rödklöver. De modeller som jämfördes var: single-trait där bara en egenskap och skörd inkluderades åt gången, single-trait-longitudinal där en egenskap inkluderades över många skördar, multi-trait-1 där en kvalitetsegenskap kombinerades med avkastning och slutligen multi-trait-2 där alla egenskaper som mätts i en skörd inkluderades.

Resultat och diskussion

Studien av genetisk diversitet och populationsstruktur visade att Lantmännens förädlingsmaterial täcker den genetiska diversiteten i Norden väl. Dessutom framkom det att en populationsbaserad analys, trots viss informationsförlust jämfört med individgenotyper, gav ökad insikt tack vare flera populationer och därmed förbättrade resultat.

Resultaten från den genomiska prediktionen betonade betydelsen av fenotypdata och den experimentella designen i fältförsök för att förutsäga genetiska värden. Detta resultat understryker vikten av ett välplanerat förädlingsprogram för att maximera nyttan av genomisk selektion. Vidare visade resultatet att kombinationen av genetiskt korrelerade egenskaper ökade precisionen, vilket är lovande då både avkastning och andra egenskaper såsom foderkvalitet är prioriterade förädlingsmål.

Dessa studier har väckt nya frågor som idag undersöks i andra forskningsprojekt. En viktig fråga är hur förädlingsprogrammets design bör anpassas och hur effekterna av utkorsning, såsom inavelsdepression, bör hanteras. Dessa aspekter togs upp i forskningsprojektet GenoForage, där simuleringar visade potentialen av genomisk selektion över tid samt hur utkorsning och dess följd effekter kan fångas och utnyttjas i ett förädlingsprogram.

Dessa projekt har gett Lantmännen både nya insikter och konkreta uppgifter för att modernisera växtförädlingen genom uppdaterade frågeställningar och experimentella designar. Samtidigt har de också belyst möjliga fallgropar och den nivå av försiktighet som krävs vid implementering av genomisk selektion i ett kommersiellt växtförädlingsprogram.

Finansiärer

SLU Grogrund finansierade projektet med ytterligare finansiering från Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige (RJN) och även Kreatursstiftelsen Skaraborg för analyser av foderkvalitet. GenoForage finansierades av Lantmännens Forskningsstiftelse.

Referenser

- Akdemir D. och Isidro-Sánchez J. (2019) Design of training populations for selective phenotyping in genomic prediction. *Scientific Reports* 9, 1446. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38081-6>
- Guo Z., Tucker D.M., Basten C.J., Gandhi H., Ersoz E., Guo B., Xu Z., Wang D. och Gay G. (2014) The impact of population structure on genomic prediction in stratified populations. *Theoretic and Applied Genetics* 127, 749–762. <https://doi.org/10.1007/s00122-013-2255-x>
- Meuwissen T.H.E., Hayes B.J och Goddard M.E. (2001) Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics* 157(4), 1819–1829. <https://doi.org/10.1093/genetics/157.4.1819>

- Osterman J., Hammenhag C., Ortiz R. och Geleta M. (2021) Insights into the genetic diversity of Nordic red clover (*Trifolium pratense*) revealed by SeqSNP-based genic markers. *Frontiers in Plant Science* 12, 748750. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.748750>
- Osterman J., Hammenhag C., Ortiz R. och Geleta M. (2022) Discovering candidate SNPs for resilience breeding of red clover. *Frontiers in Plant Science* 13, 997860. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.997860>
- Osterman J., Gutiérrez L., Öhlund L., Ortiz R., Hammenhag C., Parsons D. och Geleta M. (2024) Comparison of single-trait and multi-trait GBLUP models for genomic prediction in red clover. *Agronomy* 14(10), 2445. <https://doi.org/10.3390/agronomy14102445>

Växtförädling för ökad fröavkastning av rödklöver

Å. Lankinen¹, K. Svensson¹, M. Geleta², M. Larsson¹, D. Parsons³, L. Öhlund⁴ och A. Kihlstrand⁵

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för växtskyddsbiologi, Lomma ²SLU, Inst. för växtförädling, Lomma ³SLU, Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå ⁴Lantmännen Lantbruk, Svalöv ⁵Sveriges Frö- och Oljeväxtodlare (SFO), Lomma

Korrespondens: asa.lankinen@slu.se

Sammanfattning

Det övergripande syftet med projektet är att bidra till att effektivisera växtförädlingen för fröavkastning av rödklöver, en viktig proteingröda i Sverige. En utmaning inom rödklöverfröodlingen är att avkastningen varierar mycket. Projektets mål är att få en ökad förståelse för vilka bakomliggande faktorer som styr fröproduktionen samt att hitta genetiska markörer som kan användas i framtida förädlingsprogram där genomisk selektion ingår.

Projektet har hittills visat att långtungade pollinatörer tycks ha betydelse för fröskörden. Dessutom har omfattande data samlats in från fältförsök som visar betydande variation i blomningsfrekvens och fröskörd mellan sorter. Dessa data analyseras nu med avseende på kopplingen mellan fenotypiska och genetiska faktorer.

Introduktion

Rödklöver (*Trifolium pratense* L.) är en av de mest betydelsefulla vallväxterna tillhörande ärtväxtfamiljen. Rödklöver odlas i stora delar av världen inom tempererade områden. Arten ingår i blandningar med andra vallväxter för produktion av grovfoder. En återkommande utmaning är en generell låg och variabel fröskörd (Bommarco *et al.*, 2012), speciellt i tetraploida sorter som utvecklats från naturligt diploida sorter (Boller *et al.*, 2010). Detta påverkar både frö- och grovfoderproducenter negativt, eftersom sorter med låg och instabil fröavkastning, även om de har andra viktiga egenskaper, inte når marknaden.

I detta projekt är vårt mål att främja fröavkastningen i rödklöver genom att:

- öka förståelsen för vilka faktorer som styr fröproduktionen,
- identifiera genetiska markörer som kan användas i växtförädlingen, såsom genomisk selektion.

I ett första steg har vi undersökt olika pollinatörers roll för fröproduktionen. Rödklöver är en korspollinerad växt där pollinatörer är avgörande för frösättning (Boller *et al.*, 2010). Man vet dock mindre om hur begränsande en eventuell brist på pollinatörer är för avkastningen (Jing *et al.*, 2021). Det har föreslagits att speciellt långtungade humlor är viktiga på grund av rödklöverns långsmala blommor, ett problem som kan förväntas vara större hos tetraploida sorter (Free, 1993; Hederström *et al.*, 2021). Vi ser att många långtungade humlearter minskar i dagens jordbrukslandskap, som i stället domineras alltmer av korttungade arter (Bommarco *et al.*, 2012).

I ett andra steg har vi samlat in data på blomningsfrekvens och fröskörd från 220 diploida och 132 tetraploida sorter i stora fältförsök på tre platser under två år. Vi kommer nu att undersöka genetiska aspekter för fröproduktionen, genom att försöka länka genetiska data till egenskaper såsom frösättning.

Material och metoder

Vi testade hur viktiga kort- respektive långtungade bin var för fröproduktion i en diploid (SW Yngve) och tre tetraploida (Betty, Peggy, Vicky) rödklöversorter. Studien utfördes på sex fältstationer spridda i södra och norra Sverige över två år, vilket också gav oss möjligheten att studera sortskillnader. Närvaron av pollinatörer registrerades tre gånger per säsong under rödklövers blomningstid. Se Svensson *et al.* (2025) för mer information.

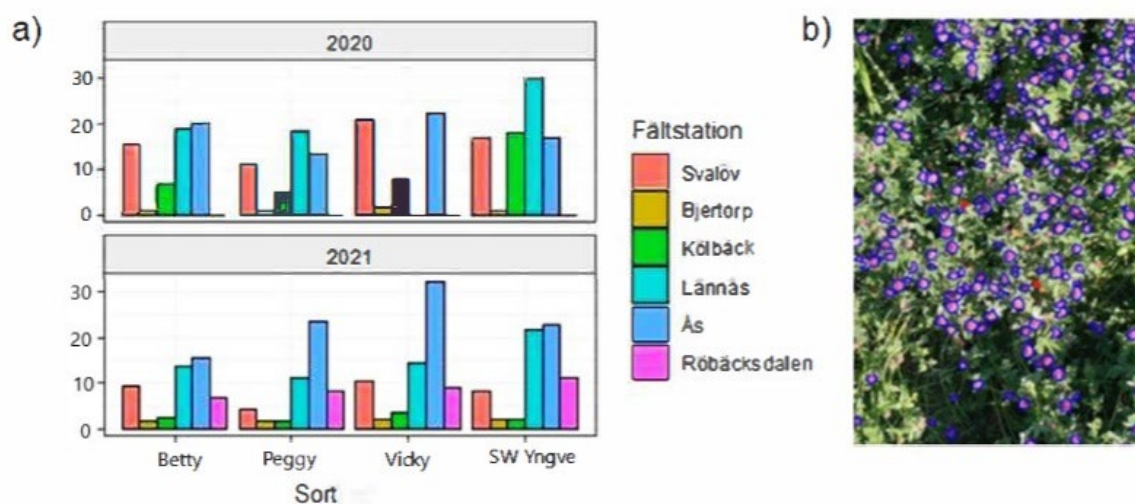
För att länka fröavkastning till tidigare insamlade genetiska data (Osterman *et al.*, 2022) satte vi upp fältförsök på tre platser i södra och mellersta Sverige (Svalöv, Skåne, Kölbäck, Östergötland och Lövsta, Uppland) under två år. Förutom att samla in fröavkastningsdata bedömdes blomningsfrekvensen genom drönarflygningar på låg höjd med efterföljande bildanalys (från Phenoyard AB).

Resultat och diskussion

Skillnader mellan sorter och pollinatörers betydelse för fröavkastningen

Fröavkastningen varierade kraftigt mellan år och platser (figur 1a). Trots detta visade statistiska analyser (Svensson *et al.*, 2025) tydliga skillnader mellan sorterna. Den diploida sorten SW Yngve och tetraploida sorten Vicky uppvisade högre fröavkastning än Peggy, vilket indikerar en genetisk skillnad mellan de tetraploida sorterna.

Analysen visade också att fler långtungade pollinatörer gav högre fröskörd för alla de undersökta sorterna, medan antalet korttungade pollinatörer inte hade någon signifikant effekt (Svensson *et al.*, 2025). Detta understryker vikten av att bevara långtungade humlearter för en hållbar fröproduktion av rödklöver.



Figur 1. a) Fröskörd uppskattad från skörderutor ($3 \times 0,25 \text{ m}^2$) i fältförsök på sex olika fältstationer från Svalöv i söder till Rönåksdalen i norr i Sverige under två år. Trots stor variation mellan platser och år kunde vi se att den diploida sorten SW Yngve och den tetraploida sorten Vicky hade större avkastning än den tetraploida sorten Peggy, medan den tetraploida sorten Betty inte skiljde signifikant från de andra sorterna. b) Exempel på foto taget från drönare på låg höjd ovanför blommande rödklöver samt bildanalys (varje räknat blomhuvud är markerat med en prick) för att räkna antal blommande blomhuvuden (Phenoyard AB).

Blomningsfrekvens och fröskörd insamlade i stora fältförsök

Data från fältförsöken 2023–2024 visade stor variation i blomningsfrekvens mellan sorter. Eftersom tidigare studier har visat att blomningsfrekvensen är sammankopplad med både pollinatörsfrekvensen och fröskörden (Svensson *et al.*, 2025), är blomningsfrekvensen en intressant egenskap att ta i beaktande. Pågående analyser undersöker hur väl drönbaserad bildanalys (figur 1b) korrelerar med manuella räkningar av antalet blomhuvuden, liksom med fröskörd.

Genetiska studier pågår nu med målsättningen att identifiera genetiska markörer kopplade till fröavkastning. Sådana markörer kan användas i växtförädlingen, bland annat vid genomisk selektion som kan påskynda förädlingen (Escamilla *et al.*, 2025). Förståelse för hur väl blomningsfrekvensen kan bedömas med hjälp av drönbaserad bildanalys har också möjlighet att ge växtförädlingen ytterligare ett verktyg för pålitlig och snabb screening av fältförsök och urval av sorter.

Tack

Forskningen är finansierad av Lantmännens forskningsstiftelse, Partnerskap Alnarp, Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige (RJN) och SLU Grogrund.

Referenser

- Boller B, Schubiger F.X. och Koelliker R. (2010) Red clover. I: Boller B., Posselt U.K. och Veronesi F. (reds.). *Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant Breeding*, vol 5, Springer Science, s. 439–455.
- Bommarco R., Lundin O., Smith H.G. och Rundlöf M. (2012) Drastic historic shifts in bumble-bee community composition in Sweden. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279, 309–315.
- Escamilla D.M., Li D., Negus K.L., Kappelmann K.L., Kusmec A., Vanous A.E., Schnable P.S., Li X. och Yu J. (2025) Genomic selection: Essence, applications, and prospects. *The Plant Genome* 18, e70053.
- Free J.B. (1993) *Insect pollination of crops*, andra utgåvan. Academic Press, London, UK, 684 s.
- Hederström V., Rundlöf M., Birgersson G., Larsson M.C., Balkenius A. och Lankinen Å. (2021) Do plant ploidy and pollinator tongue length interact to cause low seed yield in red clover? *Ecosphere* 12, e03416.
- Jing S., Kryger P. och Boelt B. (2021) Review of seed yield components and pollination conditions in red clover (*Trifolium pratense* L.) seed production. *Euphytica* 217, 69.
- Osterman J., Hammenhag C., Ortiz R. och Geleta M. (2022) Discovering candidate SNPs for resilience breeding of red clover. *Frontiers in Plant Science* 13, 997860.
- Svensson K., Hederström V., Valentin I., Lindholm S., Öhlund L., Larsson M.C. och Lankinen Å. (2025) Abundance of short- and long-tongued bees, seed eating weevils, and their impact on red clover seed production in four cultivars grown in southern and northern Sweden. Preprint SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.5124621>

Inverkan av torka på vallproduktion och markens kolförråd i ett framtida klimat

K. Meurer¹, T. Jay² och N. Maaroufi¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för mark & miljö, Uppsala, Sweden ²AgroParisTech, Environmental Engineering Program, Plaiseau, France

Korrespondens: katharina.meurer@slu.se

Sammanfattning

Klimatförändringarna förväntas öka frekvensen av torka och hur allvarlig den blir, särskilt i tempererade regioner som Sverige. I denna studie undersöker vi effekterna av simulerad torka på ovanjordisk biomassaproduktion, arters samexistens samt koldioxidutsläpp från marken hos två vallarter: hundäxing (*Dactylis glomerata* L.) och ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds.). Båda arterna såddes i fält i renbestånd (100 % hundäxing respektive 100 % ängssvingel) och i blandning (50 % hundäxing/50 % ängssvingel). De resultat som presenteras här avser odlingssäsongerna 2024 och 2025. Resultaten visade att torkan minskade den ovanjordiska biomassan, men ingen av arterna uppvisade någon tydlig konkurrensfördel. I blandade försöksytor dominerade hundäxing gradvis över ängssvingel. Koldioxidutsläppen påverkades inte signifikant av torkan eller av växtbeståndets sammansättning. Statistiska analyser visade att torka och initial såningsstrategi påverkade avkastningen av den ovanjordiska biomassan, men inte relativa tillväxthastigheter eller koldioxidflöden. Studien belyser dessa vallarters motståndskraft mot måttlig vattenstress och understryker vikten av sortspecifik torktålighet.

Introduktion

Koldioxid (CO₂) är en av de mest kända växthusgaserna i atmosfären när det gäller klimatförändringar, eftersom även förändringar i markandningen kan påverka globala trender. Klimatförändringsprognoser förutspår större variation i nederbörd och högre frekvens av torka (Emaudin *et al.*, 2021). Extrema väderhändelser såsom översvämningar och torka påverkar ekosystemens förmåga att lagra in CO₂. Därför är det viktigt att övervaka markandningen (Wen *et al.*, 2018). Prognoserna förutspår också en betydande minskning av växtdiversitet. Modelerade artförluster har visat sig ha ett starkt samband med variationer i temperatur och fuktighet (Thuiller *et al.*, 2005). Mer specifikt visade grundvattenbristen i Sverige 2021 att landet kommer att vara sårbart för torka, eftersom större grundvattenunderskott i fler akviferer kommer att uppstå p.g.a. låg återfyllningsfrekvens (Barthel *et al.*, 2021).

I vår studie som finansierades av Forskningsrådet för Hållbar Utveckling (FORMAS, 2022-00307) valde vi att jämföra två arter av vallgräs som sägs ha olika nivåer av torktålighet: hundäxing (*Dactylis glomerata* L.) och ängssvingel (*Festuca pratensis* Huds.) (Alm *et al.*, 2011, Yan *et al.*, 2016). I ett torrare klimat kommer de växter som har förmåga att överleva under sommaren och återhämta sig när återfuktning sker att vara mer konkurrenskraftiga. Vår studie fokuserade på effekten på tillväxt av ovanjordisk biomassa under somrarna 2024 och 2025, men också på hur de två arterna samexisterar när de sås tillsammans jämfört med när de sås var för sig, samt resulterande CO₂-utsläpp från mark-växt-systemet.

De vetenskapliga hypoteserna är följande:

- 1) Båda arterna, hundäxing och ängssvingel, utvecklas och etablerar sig lika bra under torka.
- 2) Skillnader i torkresistens kommer att resultera i skillnader i utveckling och fördelning av ovanjordisk biomassa, särskilt när arterna är sådda i blandning.
- 3) CO₂-utsläpp från mark-växt-systemet påverkas av torka och sammansättning av växtligheten.

Material och metoder

Försöksupplägg

Tjugofyra försöksrutor à 6×12 m anlades 2023. De två vallarterna såddes antingen var för sig eller tillsammans i en skyddsgröda för att säkerställa uppkomst. Sedan våren 2024 skyddades hälften av ytorna från nederbörd för att simulera torka medan den andra hälften inte skyddades. Skydden placerades i mitten av försöksrutorna. Det finns fyra upprepningar av varje möjlig kombination av torka-behandling och växtsammansättning. I mitten av varje försöksruta är en TOMST-temperatur- och fuktsensor placerad (0–10 cm). Hela fältet skördas manuellt två gånger per växtsäsong.

Provtagning av ovanjordisk biomassa

Provtagningen gjordes var tionde dag genom att placera en kvadrat à 50×50 cm på varje försöksruta och skära av den ovanjordiska biomassan. Varje försöksruta är indelad i fyra delrutor och provtagningen flyttas mellan de fyra delrutorna. Biomassaproverna vägdes direkt efter provtagning, torkades vid 70°C i 48 timmar och vägdes igen.

Bestämning av relativa tillväxthastigheter

Den relativa tillväxthastigheten beräknades med en logistisk funktion som presenterats av Thornley och Johnson (1990) och Meurer *et al.* (2019). Hastigheten fastställdes för varje försöksruta med hjälp av den observerade ökningen av den ovanjordiska biomassan mellan skördar av hela fältet.

Analys av förekomsten av hundäxing

Från och med 23 juni 2025 uppskattades andelen hundäxing, ängssvingel och bar mark i delrutorna innan gräset klipptes. Förekomsten av hundäxing testades sedan mot andra variabler.

Mätning av CO₂-utsläpp från mark-växt-systemet

Utsläppen mättes med hjälp av en sluten kammare där marken och växterna täcktes av en ogenomskinlig kammare som var ansluten till en CO₂-mätare. Enheterna som användes för mätningarna var VAISALA GMP2-258 och Innova. Båda enheterna återger förändringen av CO₂-koncentration i kammaren över 5 minuter vilket möjliggör beräkning av CO₂-utsläppen.

Resultat och diskussion

Biomassa och relativ tillväxthastighet

Våra resultat visade att den simulerade torkan, liksom sådd (i renbestånd eller i blandning), hade en inverkan på biomassan. Generellt sett uppvisade försöksrutor som utsattes för torka mindre biomassa än de som utsattes för omgivande väderförhållanden. Varken hundäxing eller ängssvingel uppvisade någon tydlig konkurrensfördel under torka. Det kan vara så att den torka som framkallats i detta experiment inte är tillräckligt stark för att avslöja signifikanta skillnader. Sammantaget kan man förvänta sig att hundäxing är bättre anpassad till vattenbegränsande förhållanden, eftersom den har en högre avdunstningskontroll än ängssvingel (Voltaire och Lelievre, 2001). Avsaknaden av en interaktion mellan torka och växtsammansättning tyder vidare på att ingen av arterna påverkade markens andningsmönster i någon betydande utsträckning under försöksförhållanden. Allmänt var biomassan mindre i parceller som såtts med ängssvingel jämfört med hundäxing och blandade parceller. Varken torkan eller växtligheten hade någon inverkan på den relativa tillväxten.

Effekterna på den underjordiska biomassan har dock ännu inte inkluderats i våra beräkningar, liksom kvävehalten i den insamlade biomassan. Proverna analyseras för närvarande för kväve

och prover av underjordisk biomassa planeras att tas under 2026 som är experimentets sista år.

Förekomsten av hundäxing

Torka visade sig inte ha någon betydande inverkan på förekomsten av hundäxing, vilket bekräftar iakttagelsen att det inte förekommer någon skillnad mellan skyddade och oskyddade försöksrutor. För de blandade rutorna visade det sig dock att förekomsten av hundäxing ökade, medan ängssvingel minskade. Detta fenomen var oberoende av torkan, vilket tyder på en allmän överlägsenhet för hundäxing.

CO₂-utsläpp från mark-växt-systemet

Varken torka eller växtlighet hade en betydande inverkan på CO₂-utsläppen och inga skillnader i utsläppens tidsmässiga utveckling kunde konstateras. Emellertid har beroendet av parcellspecifika utsläpp på markfuktighet och temperatur ännu inte testats (arbete pågår) och det kommer kunna avslöja eventuella skillnader mellan behandlingarna.

Referenser

- Alm V., Busso C.S., Ergon Å., Rudi H., Larsen A., Humphreys M.W. och Rognli O.A. (2011) QTL analyses and comparative genetic mapping of frost tolerance, winter survival and drought tolerance in meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.). *Theoretical and Applied Genetics* 123(3), 369–382.
- Barthel R., Stangefeldt M., Giese M., Nygren M., Seftigen K. och Chen D. (2021) Current understanding of groundwater recharge and groundwater drought in Sweden compared to countries with similar geology and climate. *Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography* 103(4), 323–345.
- Emadodin I., Corral D.E.F., Reinsch T., Kluss C. och Taube F. (2021) Climate change effects on temperate grassland and its implication for forage production: a case study from Northern Germany. *Agriculture* 11(3), 232.
- Meurer K.H.E., Bolinder M.A., Andrén O., Hansson A.-C., Pettersson R. och Kätterer T. (2019) Shoot and root production in mixed grass ley under daily fertilization and irrigation: Validating the N productivity concept under field conditions. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 115(1), 85–99.
- Thornley J.H.M. och Johnsson R.L. (1990) Plant and crop modelling. A mathematical approach to plant and crop physiology. Oxford Science Publications, Oxford.
- Thuiller W., Lavorel S., Araújo M.B., Sykes M.T. och Prentice I.C. (2005) Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102(23), 8245–8250.
- Voltaire F. och Lelievre F. (2001) Drought survival in *Dactylis glomerata* and *Festuca arundinacea* under similar rooting conditions in tubes. *Plant and Soil* 229, 225–234.
- Wen J., Chuai X., Li S., Song S., Li J., Guo X. och Yang L. (2018) Spatial-temporal changes of soil respiration across China and the response to land cover and climate change. *Sustainability* 10(12), 4604.
- Yan D., Zhao X., Cheng Y., Ma X., Huang L. och Zhang X. (2016) Phylogenetic and diversity analysis of *Dactylis glomerata* subspecies using SSR and IT-ISJ markers. *Molecules* 21(11), 1459.

Utvärdering av vallfröblandningar under ökande skörde- och gödslingsintensitet

E. Ekstav¹, L. af Geijersstam², A. Nilsson², D. Parsons³ och V. Picasso⁴

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Agronomprogrammet mark och växt ²Lantmännen

³SLU, Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå ⁴SLU, Inst. för växtproduktionsekologi,

Uppsala

Korrespondens: enev0001@stud.slu.se

Sammanfattning

Detta arbete utvärderar fyra vallfröblandningar framtagna av Lantmännen – Mira 21, Mira 21 NY, Mira Extrem 1 och Mira Extrem 2 – under två skördesystem (fyra respektive fem skördar per år) och två kvävegivor (stor respektive liten). Fältförsöken genomfördes 2024–2025 på framtidsgården i Svalöv och Rådde gård i Länghem för att undersöka hur nya sorter av rödklöver (*Trifolium pratense* L.), engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.) och rörsvingel (*Festuca arundinacea* Schreb.) presterar vid ökande odlingsintensitet.

Analys av total ts-avkastning per år visar att skördesystemet hade begränsad betydelse, medan blandningarna skilde sig tydligare åt. Mira 21 NY och Mira Extrem 1 uppvisade generellt hög avkastning, medan nuvarande Mira 21 och Mira Extrem 2 presterade lägre, vilket tyder på att sortvalet kan ha större effekt på avkastningen än vad skördefrekvensen har.

Tidigare studier visar att ökad skördefrekvens ofta minskar baljväxtandelen och totalavkastningen men ökar fodrets näringsvärde, samt att rörsvingelrika blandningar kan ge stabilare produktion vid torka. I kombination med våra preliminära resultat antyder detta att art- och sortval behöver anpassas till både skördestrategi och kvävegiva för att optimera produktion och kvalitet. Studien som finansierats av Lantmännen väntas ge praktiskt underlag för framtidens vallodling, där bättre anpassade baljväxtblandningar kan minska behovet av mineralgödsel och stärka både gårdens ekonomi och odlingens klimatavtryck.

Introduktion

Klimatförändringar med längre växtsäsong och större variation i nederbörd väntas förändra förutsättningarna för vallodling (Lee *et al.*, 2023). I södra Sverige skördar vissa lantbrukare redan fem gånger per säsong (Gunnarsson *et al.*, 2014; Karlsson och Andås, 2024). Ytterligare en faktor är intresset för majsensilage som kräver högre proteininnehåll i övrigt grovfoder då majs generellt har lågt proteinvärde (Nadeau *et al.*, 2010). Nya sorter och fröblandningar behöver därför utvecklas för att kombinera hög och hållbar produktivitet med uthållighet.

Lantmännen har nyligen tagit fram nya sorter av rödklöver, engelskt rajgräs och rörsvingel som visat lovande resultat i sortprovning i form av ts-avkastning och uthållighet. Däremot saknas fältförsök som jämför dessa sorter i kompletta fröblandningar. Syftet med detta arbete är därför att utvärdera dessa nya sorter i fyra blandningar.

Material och metoder

Fältförsöken genomfördes 2024–2025 i Svalöv och på Rådde gård som tvåfaktoriella randomiserade blockförsök med tre upprepningar. Vallfröblandningarna testades i två separata försök: skördesystem (fyra respektive fem skördar) och gödslingsnivå (stor respektive liten kvävegiva). De fyra blandningarna och deras artsammansättning visas i Tabell 1. Kvävestrategierna framgår av tabell 2; Sulfan användes till första givan och Axan till resterande, medan

P20 tillfördes vid första skörd och Kalisalt efter skörd 2–4. Skördarna genomfördes med vall-skördemaskinen Haldrup F-55 med en stubbhöjd på ca 8 cm.

Vallprover togs vid varje skörd, torkades vid 60°C och analyserades med NIR avseende råprotein, neutral detergent fiber (NDF) och metaboliserbar energi (ME). Fältgraderingar utfördes vår, höst och vid varje skörd för att bedöma planttäthet, artfördelning, utvecklingsstadium, skador, fertila skott samt botanisk sammansättning. Botanisk analys har även utförts vid första skörden.

I Svalöv 2024 skördades fyrskördesystemet första gången 29 maj och sista gången 17 september, medan det intensivare femskördesystemet hade första skörd 24 maj och sista 8 oktober. År 2024 var intervallen mellan skördarna i fyrskördesystemet ca 3,5, 5,5 och 6 veckor, och år 2025 omkring 4, 6 och 6 veckor (28 maj–19 september). I femskördesystemet var motsvarande intervall 4, 4, 4 och 7 veckor 2024, samt 4, 4, 4 och 5 veckor 2025 (26 maj–30 september).

I Rådde 2024 skördades fyrskördesystemet första gången 24 maj och sista 9 september, medan femskördesystemet hade första skörd 22 maj och sista 23 september. År 2024 var intervallen mellan skördarna i fyrskördesystemet ca 3,5, 5 och 6 veckor, och år 2025 omkring 4, 5 och 7 veckor (26 maj–17 september). I femskördesystemet var intervallen 4, 4, 4 och 5 veckor under båda åren (21 maj–17 september).

Tabell 1. Artsammansättning (sort och viktsprocent, %) i de fyra vallfröblandningarna. Tomma rutor anger att arten inte ingår i blandningen.

Blandning	Arter						
	Rödklöver <i>Trifolium pratense</i>	Vitklöver <i>Trifolium repens</i>	Timotej <i>Phleum pratense</i>	Ängssvingel <i>Festuca pratensis</i>	Rörsvingel <i>Festuca arundinacea</i>	Engelskt rajgräs <i>Lolium perenne</i>	Rajsvingel <i>×Festulolium</i>
Mira 21	Kelly 10	Edit 5	Switch 50	Tored 20	–	SW Birger 15	–
Mira 21 NY	Dante (ny) 10	Edit 5	Switch 50	Tored 20	–	Eufori (ny) 15	–
Mira Extrem 1	Emmy (ny) 15	Edit 10	–	–	Tallfe (ny) 55	Eufori (ny) 20	–
Mira Extrem 2	Emmy (ny) 15	Edit 10	–	–	Tallfe (ny) 55	–	Felopa 20

Tabell 2. Kvävegivor (kg N ha⁻¹) på Rådde och i Svalöv 2024–2025. Faktor 1 omfattar fyrskördesystem (340 kg N ha⁻¹) och femskördesystem (365 kg N ha⁻¹). Faktor 2 omfattar två kvävegivor: stor (340 kg N/ha) och liten (270 kg N/ha).

Försök Skörd	1. Skördesystem		2. Gödsling	
	Fyra skördar	Fem skördar	Stor N-giva	Liten N-giva
1	120	115	120	100
2	80	70	80	60
3	80	70	80	60
4	60	60	60	50
5	–	50	–	–
Summa N	340	365	340	270

Resultat och diskussion

I skrivande stund finns endast preliminära resultat. Vid konferensen kommer fler resultat att redovisas på vår poster. Preliminära analyser av total ts-avkastning (sammanlagd årsavkastning per blandning och behandling) visar att skördesystemet hade begränsad betydelse för avkastningen. I Rådde gav fyra och fem skördar per säsong likvärdig totalavkastning båda åren, medan fyrskördesystemet i Svalöv 2024 gav högre avkastning än femskördesystemet; inga skillnader sågs 2025. Skillnaderna mellan vallblandningarna var tydligare. I Rådde presterade Mira Extrem 1 bäst 2024, medan Mira 21 NY gav högst avkastning 2025. I Svalöv var

blandningarna signifikant olika båda åren, där Mira Extrem 1 genomgående placerade sig högst och Mira 21 lägst. Inga signifikanta effekter av kvävegiva kunde noteras, vilket innebär att den mindre kvävegivan räckte för att upprätthålla avkastningen under de testade förhållandena. Sammantaget tyder resultaten på att art- och sortvalet hade större betydelse för totalavkastningen än både skördesystem och kvävegiva.

Resultaten ligger i linje med tidigare studier som visar att intensiv skörd ofta minskar totalavkastningen. Tidigare studier visar även att stora kvävegivor gynnar snabbväxande gräsarter som engelskt rajgräs (Nilsson-Linde, 2001; Gunnarsson *et al.*, 2014). Engelskt rajgräs är samtidigt känsligt för utvintring (Halling *et al.*, 2021), vilket kan minska dess andel under andra vallåret och påverka återväxt och energiinnehåll. Fyra skördar per år har tidigare visat sig ge högre fodervärde än tre skördar (Frankow-Lindberg, 2013), i form av högre proteinhalt och energiinnehåll, samt lägre NDF-halt. Baljväxter bidrar till hög proteinhalt, men rödklöver är mindre uthållig vid intensiv skörd än vitklöver, som ofta ökar sin andel över tid (Sturludóttir, 2011). Mira 21-blandningarna innehåller timotej med god vinterhärdighet men begränsad återväxt. Mira Extrem-blandningarna domineras i stället av rörsvingel, som bidrar till ökad torktålighet men kan ge låga fodervärden vid sena skördar. Skillnaderna mellan Svalöv och Råde kan främst kopplas till lokala klimatförhållanden.

Fortsatt statistisk analys krävs för att mer tydligt särskilja effekterna av skördesystem, vallfröblandningar och interaktioner mellan dessa, samt för att inkludera näringsvärden i bedömningen av hur ökad intensitet påverkar både avkastning och foderkvalitet.

Referenser

- Frankow-Lindberg B. (2013) Intensivt skördade vallar. Sveriges lantbruksuniversitet. Rapport från Växtodlings- och växtskydds dagar. <https://res.slu.se/id/publ/53291> [2025-11-13].
- Gunnarsson C., Spörndly R. och Nilsson-Linde N. (2014) Två, tre eller fyra skördar av vallfoder per år. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. Rapport 18, 109–112. <https://res.slu.se/id/publ/64347> [2025-10-22].
- Halling M., Sandström B., Hallin O. och Larsson S. (2021) Vallväxter till slätter och bete samt grönfoderväxter. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtproduktionsekologi. <https://res.slu.se/id/publ/112152> [2025-09-02].
- Karlsson L. och Andås C. (2024) Fem vallskördar – en för mycket. *Arvensis* 47, 47–48. <https://media.hushallningssallskapet.se/p/arvensis/2024-06-14/r/24/47/4159/1483321>
- Lee H., Romero J., Hourcade J.-C., Johnson F.X., Pachauri S., Simpson N.P., Singh C., Thomas A. och Totin E. (2023) Climate change 2023. Synthesis report. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf
- Nadeau E., Rustas B.-O., Arnesson A. och Swensson C. (2010) Maize silage quality on Swedish dairy and beef farms. Proceedings of 14th International Symposium of Forage Conservation. <https://res.slu.se/id/publ/31753> [2025-11-14].
- Nilsson-Linde N. (2001) Klöver och gräs i vallen – hur kan vi styra den botaniska sammansättningen? Sveriges lantbruksuniversitet. Fakta Mark/växter 10.
- Sturludóttir E. (2011) Forage quality and yield in grass-legume mixtures in Northern Europe and Canada. University of Iceland. Faculty of Physical Sciences. <https://skemman.is/bitstream/1946/10156/1/Forage%20quality%20and%20yield%20in%20grass-legume%20mixtures.pdf> [2025-10-28].

Behov av svavelgödsling i baljväxtrika ekologiska vallar

A. Linnell

Hushållningssällskapet, HS Konsult AB, Uppsala

Korrespondens: anna.linnell@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

Studien undersöker behovet av svavelgödsling i ekologiska blandvallar med hög baljväxtandel i hela Sverige, med syfte att öka avkastning och foderkvalitet utan kvävegödsling. Bakgrunden är att många ekologiska nötköttsgårdar har liten tillgång till stallgödsel och därför ofta inte gödslar vallen alls. Tidigare försök har visat positiva skördeeffekter av svavel, samtidigt som det atmosfäriska svavelnedfallet har minskat kraftigt, vilket borde innebära att behovet ökat. Vallbaljväxternas kvävefixering är beroende av tillräcklig svaveltillgång, vilket gör frågan särskilt viktig. Projektet vill även uppmärksamma den ekologiska dikoproduktionens roll för öppna landskap och biologisk mångfald. Fältförsök genomförs 2025–2026 på fem ekologiska gårdar i olika delar av Sverige med varierande jordar och klimat. Svavel tillförs i två givor och jämförs med ogödslade rutor i andraårsvallar. Effekter på avkastning, baljväxtandel och näringsinnehåll studeras, samt eventuell efterverkan i tredjeårsvall. Inga resultat finns ännu eftersom försöken nyligen har startat.

Introduktion

Denna studie syftar till att undersöka behovet av svavelgödsling i ekologiska blandvallar med hög andel baljväxter i hela Sverige. Målet är att förbättra avkastning och foderkvalitet utan att gödsla vallen med kväve.

Frågan har väckts av ekologiska lantbrukare och samlats upp av den nationella gruppen för rådgivare inom ekologisk växtodling på Hushållningssällskapen i Sverige. Den är mycket aktuell och angelägen, särskilt för gårdar med begränsad tillgång till stallgödsel, där vallen ofta inte gödslas alls. Detta är vanligt på ekologiska gårdar med nötköttsproduktion, där djuren föds upp med en utfodringsstrategi som bygger på bete och grovfoder. Denna produktionsmodell ger mycket begränsade mängder stallgödsel, och många av dessa gårdar har enbart fast- eller djupströgödsel. Eftersom de inte har tillgång till flytgödsel som skulle möjliggöra spridning av stallgödsel till vallen, tillförs gödsel på dessa gårdar enbart vid omläggning av vallen.

Att vissa svenska blandvallar har behov av svavel är belagt redan i försök från 1995–1996 av Yara, dåvarande Hydro Agri. Medelökningen i avkastning i de försöken på olika jordar över hela Sverige blev +690 kg ts/ha, vid en svavelgiva på 26 kg/ha. Sedan dess har det atmosfäriska svavelnedfallet över Sverige minskat kraftigt, och behovet av att tillföra svavel förväntas ha ökat.

Ekologisk dikoproduktion är en av få möjliga produktionsformer i bygder som inte lämpar sig för spannmålsodling. Denna extensiva uppfödningsslag som håller många av landets artrika naturbetesmarker öppna har ofta förbisetts i såväl forsknings- som rådgivningssammanhang. Detta samarbetsprojekt syftar därför också till att synliggöra dessa lantbruks viktiga roll i att hålla landskapet öppet och bevara naturbetesmarkernas biologiska mångfald.

Vallproduktionen på nötköttsgårdar är beroende av vallbaljväxternas förmåga att fixera kväve från luften i symbios med *Rhizobium*-bakterier. För att denna symbios ska fungera optimalt krävs tillräcklig tillgång på svavel i jorden. Projektet syftar till att ta fram strategier för att

säkerställa detta. Svavelinnehållet i marken är till stor del kopplat till andelen organiskt material i marken, på samma sätt som för kväve.

Studien genomförs som ett samarbetsprojekt där samarbetspartners till Hushållningssällskapens Förbund är Johan Lagerholm, Lantbrukarnas Riksförbund och Karin Hamnér, Sveriges lantbruksuniversitet. Finansiär är Jordbruksverket och Europeiska Jordbruksfonden.

Frågeställningar

- Påverkar svavelgödsling konkurrensen mellan baljväxter och gräs i blandvall?
- Påverkar svavelgödsling avkastningen i första och sista vallskörden samt total skörd?
- Påverkar svavelgödsling näringsinnehållet i vallfodret?
- Finns det någon efterverkan på avkastning och proteininnehåll av svavelgödsling i tredje årets vall?

Material och metoder

Fältförsök genomförs under två säsonger (2025 och 2026) på fem ekologiska gårdar med varierande jordar och klimatförhållanden runtom i Sverige. Försöksplatserna finns i Norrbotten, Dalarna, Östergötland, Västergötland och Skåne samt gödslades vid tillväxtstart säsongen 2025 med svavel i form av elementärt svavel (Wigor S90, med 90 % svavel) i rekommenderad mängd (25 kg svavel/ha) respektive dubbla den rekommenderade mängden (50 kg svavel/ha). Gödslade led jämförs med ett ogödslat led. Försöksrutorna placeras i andraårsvallar. De valda försöksvallarna är jämna och väletablerade vallar med hög baljväxtandel på jordar med lättlera eller lägre andel ler. Demonstrationsrutor med samma gödslingsupplägg men utan upprepningar finns på mässområdena för Brunnby Lantbrukardagar och Borgeby Fältdagar.

Uppföljande provtagning av avkastning och baljväxtandel samt och analys av svavel- och proteininnehåll kommer att göras i tredjeårsvallen 2026 på några av försöksplatserna för att undersöka svavelgödslingens långtidseffekter.

Resultat och diskussion

Inga resultat finns ännu, fältförsöken påbörjades under 2025.

Läs mera

Hallin O. och Gustavsson A.-M. (2018) Svavelgödsling och strategi i vall. I: Jönsson E. (red.) Försöksrapport Mellansverige. Svärd och Söner Tryckeri AB, Falköping, s. 116–121.

Krondroppsnätet (2025) IVL Svenska Miljöinstitutet. <https://krondroppsnatet.ivl.se/>

Yara (2026) <https://www.yara.se/vaxtnaring/aktuellt/vall/>

Prestation och välfärd hos unga mjölkkraskvigor som hanteras med virtuell stängsling i norra Sverige

J.C.C. Chagas¹, K. Liffen¹, G. Vaccargiu², K. Ren³, J. Oliveira⁴ och M. Hetta¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Umeå ²Aarhus Universitet, Danmark ³Umeå Universitet, TEK, Umeå ⁴SLU, Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå

Korrespondens: juana.chagas@slu.se

Sammanfattning

Syftet med studien var att utvärdera effekten av virtuell stängsling (VS) på beteende, prestation och välfärd hos unga mjölkkraskvigor i norra Sverige. Trettio kvigor (126–294 dagar gamla) delades in i två balanserade grupper om 15 djur var: (I) kontrollgrupp med vanliga elektriska stängsel och (II) VS-grupp. Försöket pågick i 110 dagar och omfattade tre betesperioder à 34 dagar, vardera med en inlärningsfas (dag 1–6) och en fas med beteendeobservationer (dag 33–34). Data samlades in och analyserades för VS-halsband, viktökning, hårkortisol och grupp-beteende. VS-halsbanden visade att antalet ljudsignaler ökade över tid, medan antalet elektriska pulser minskade. Grupp-beteendet påverkades inte signifikant av VS. Däremot påverkades viktökningen, där VS-gruppen ökade mindre i vikt. VS-gruppen hade också högre koncentration av hårkortisol jämfört med kontrollgruppen. Studien visar att unga kvigor kan lära sig och anpassa sig till VS-tekniken, men att det kan finnas fysiologiska effekter som ännu inte är helt klarlagda.

Introduktion

Somrarna i norra Sverige är milda med långa ljusa dagar, vilket ger gynnsamma betesförhållanden. Även om intresset för ökad betesanvändning växer utgör kostnaderna för djurövervakning och stängsling fortfarande stora utmaningar för en konkurrenskraftig, betesbaserad produktion. I detta sammanhang kan precisionslantbrukets verktyg, såsom virtuell stängsling (VS), erbjuda lösningar som kan minska arbetsinsatsen och öka flexibiliteten i djurhållningen. VS-system använder halsband utrustade med Global Navigation Satellite System (GNSS), som avger ljudsignaler och elektriska pulser. De kan användas som ersättning för traditionella el-stängsel.

Trots ökad forskning om VS finns fortfarande en del oklarheter. Exempelvis behöver dess tillförlitlighet under olika miljöförhållanden utvärderas mer (Fuchs *et al.*, 2025). En annan viktig kunskapslucka rör djurens ålder, eftersom det finns begränsad kunskap om hur VS påverkar unga nötkreatur (t.ex. kvigor före inseminering). Vid studier har man inte funnit några negativa effekter på djurväl-färden (Campbell *et al.*, 2019; Hamidi *et al.*, 2022; Fuchs *et al.*, 2024), men de flesta försök har genomförts på äldre djur (>14 månader). För att bidra till kunskapsbasen undersökte vi effekterna av VS på prestation, beteende och fysiologi hos unga mjölkkraskvigor under norrländska förhållanden.

Material och metoder

Studien omfattade 30 SRB-kvigor ($186 \pm 51,1$ dagar gamla; $222 \pm 55,7$ kg levande vikt) och genomfördes från maj till september 2025 på Röbbäcksdalens försöksgård, SLU, Umeå. Före försöket vägdes samtliga kvigor och utrustades med VS-halsband (Monil AS v2.0, Norge, 2024), GNSS-utrustade med solcellsdrivna batterier. Därefter delades djuren in i två grupper

(n = 15) balanserade efter ålder och levande vikt: (I) kontroll-grupp, hanterad med fysiska el-stängsel; (II) VS-grupp, begränsad av en virtuell gräns.

Grupperna hölls i separata betesfällor under 110 dagar, där varje fälla omgavs av ett yttre, icke-elektriskt, fysiskt stängsel för att säkerställa djurens säkerhet på grund av en närbelägen väg. Betessäsongen inleddes med fem dagars acklimatisering när kvigorna släppts i respektive betesfälla.

Därefter följde tre försöksperioder à 35 dagar med olika betesupplägg. Varje period inkluderade en inlärningsfas (dag 1–6) och en fas med beteendeobservationer (dag 33–34). I VS-gruppen aktiverades de virtuella gränserna och signalfunktionerna (ljud och elektriska) på dag 1 (början av inlärningsfasen). Kvigorna i kontrollgruppen bar likadana halsband men dessa användes endast för spårning. Under försöksperiod 1 hade båda grupperna tillgång till hela fällorna (6,8 ha vardera). För period 2 och 3 delades varje fälla in i två lika stora delar (A och B; 3,4 ha vardera). Område A betades under period 2 och område B under period 3. Detta upplägg möjliggjorde både den praktiska betesskötseln och kontrollen av betestillgången, samtidigt som det gav möjlighet att undersöka om kvigorna genomgick en ny inlärningsfas varje gång den virtuella gränsen flyttades. Data från VS-halsbanden – inklusive tid, position, händelse (ljudsignal, elstöt, flykt) och signalstatus (stöt eller inte stöt) – överfördes och lagrades i Monils serversystem. Levande vikt mättes med en elektronisk våg i början och slutet av hela försöket. Startvikt, viktökning, slutvikt och genomsnittlig daglig tillväxt analyserades med PROC GLM, där startvikt testades som covariat och uteslöts när den inte var statistiskt signifikant. Vid försökets slut samlades svanshårsprover in för kortisolanalys enligt Moya *et al.* (2013). Kortisolvärdena (pg/mg) var inte normalfördelade och analyserades därför med Wilcoxons rangsummetest. Studien stöddes av Kempe Foundations och Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige.

Resultat och diskussion

Under hela försöket övervakades VS-halsbandens uppkoppling och batterinivåer dagligen via VS-applikationen som var installerad både på en smartphone och en surfplatta. Vid ett tillfälle tappade ett halsband i VS-gruppen uppkopplingen under några timmar, men detta påverkade inte den övergripande övervakningen. Trots perioder med mulet väder under det 110 dagar långa försöket visade inga av halsbanden någon minskning i batterinivån från 100 %.

Under de tre försöksperioderna ökade det totala antalet ljudsignaler över tid, medan antalet elektriska pulser minskade. Antalet flykthändelser minskade också efter varje inlärningsfas. Det fanns inga signifikanta skillnader i beteenden mellan VS- och kontrollgrupperna ($P > 0,05$), där beteendena bete och liggande idissling var de mest frekventa i båda grupperna. Startvikten skilde inte mellan grupperna ($P = 0,135$), medan slutvikt (medeltal $\pm$ standardfel, I: 312 kg $\pm$ 6,14; II: 284 kg $\pm$ 6,14), viktökning (I: 111 kg $\pm$ 5,56; II: 85,3 kg $\pm$ 5,56) och genomsnittlig daglig tillväxt (I: 1,00 kg/dag $\pm$ 0,05; II: 0,76 kg/dag $\pm$ 0,05) var signifikant olika ($P < 0,001$). Hårkortisolkoncentrationerna påverkades också signifikant av grupp ($P = 0,036$), där VS-gruppen uppvisade högre koncentrationer (18,6 $\pm$ 2,12 pg/mg) än kontrollgruppen (11,6 $\pm$ 2,12 pg/mg).

Data från halsbanden visar att kvigorna med tiden lärde sig använda VS-systemet och därmed fick färre elektriska stötar, vilket överensstämmer med tidigare resultat (Campbell *et al.*, 2019). Beteenden som liggande och idissling är indikatorer på god djurvälstånd hos nötkreatur (Wagner *et al.*, 2018). Dessa förekom med liknande frekvens i de båda grupperna, vilket tyder på att VS inte förändrade beteendet jämfört med elektriska stängsel. De högre halterna av hårkortisol som observerades i VS-gruppen kan dock tyda på en långsiktig påverkan på djurens stressfysiologi vid användning av VS. Samtidigt uppvisar unga djur generellt högre nivåer av hårkortisol

än vuxna nötkreatur (González-de-la-Vara *et al.*, 2011). Kortisol som stressmarkör indikerar inte alltid dålig välfärd, eftersom stress inte nödvändigtvis är negativ utan även kan vara positiv (Koolhaas *et al.*, 2011). Dessutom kan många faktorer som inte är relaterade till stress öka kortisolnivåerna (t.ex. fysisk aktivitet). När det gäller viktökning är resultaten i litteraturen motstridiga: Hamidi *et al.* (2022) rapporterade ingen effekt av VS på viktökning, medan Campbell *et al.* (2019) fann en signifikant minskning (medelvärde $\pm$ SEM, elstängsel: $48,94 \pm 2,45$ kg; VS: $32,38 \pm 2,20$ kg), vilket överensstämmer med våra resultat. Skillnaderna i levande vikt tyder på att kvigor som hölls under VF kan ha omfördelat energi från tillväxt och underhåll, möjligen p.g.a. förändrat betesbeteende och ökad rörelse. Detta kan förklara de högre kortisolnivåerna, eftersom djuren sannolikt tillbringade mer tid med att söka efter föredraget bete och undvika EP, vilket minskade den effektiva betestiden. Tolkningen är dock osäker, eftersom fysiologiska stressreaktioner är komplexa, och längre studier behövs för att utvärdera om VF påverkar betesbeteendet samt om hårkortisol är en lämplig indikator för djurvälfärd jämfört med etablerade mått. Dessutom, är det viktigt att nämna att under de två sista veckorna av period 2 uppstod strömvabrott i elstängslet för kontrollgruppen, vilket gjorde att kvigorna kunde ta sig över och få tillgång till område B där färskt gräs fanns. Även om område B med färskt gräs var synligt även för VS-gruppen verkade deras halsband fungera effektivt och höll djuren inom det tilldelade område A. Skillnaden i levande vikt mellan grupperna kan därför delvis bero på den bättre betes kvaliteten som kontrollgruppen fick tillgång till samt möjlig kompensatorisk tillväxt till följd av stängselfelet. Sådana strömproblem är vanliga under praktiska gårdsförhållanden, vilket ytterligare belyser fördelarna med VS.

Sammantaget visar denna studie att kvigor anpassar sig väl till användningen av VS, vilket framgår av den förkortade inlärningsfasen efter den första introduktionen av systemet. Potentiella effekter på kvigornas välfärd kan dock inte uteslutas och kräver vidare undersökning. Långvarig användning av VS kan påverka viktökningen, möjligen p.g.a. subtila förändringar i betesbeteende som inte kunde upptäckas i denna studie.

Referenser

- Campbell D., Lea J., Keshavarzi H. och Lee C. (2019) Virtual fencing is comparable to electric tape fencing for cattle behavior and welfare. *Frontiers in Veterinary Science* 6, 445.
- Fuchs P., Stachowicz, J., Schneider M.K., Probo M., Bruckmaier R.M. och Umstätter C. (2024) Stress indicators in dairy cows adapting to virtual fencing. *Journal of Animal Science* 102.
- Fuchs P., Pauler C.M., Schneider M.K., Umstätter C., Rufener C., Wechsler B., Bruckmaier R. och Probo M. (2025) Effectiveness of virtual fencing in a mountain environment and its impact on heifer behavior and welfare. *Animal* 101600.
- González-de-la-Vara M., Valdez R., Lemus-Ramírez V., Vázquez-Chagoyán J., Villa-Godoy A. och Romano M. (2011) Effects of adrenocorticotrophic hormone challenge and age on hair cortisol concentrations in dairy cattle. *Canadian Journal of Veterinary Research* 75(3), 216–221.
- Hamidi D., Grinnell N.A., Komainda M., Riesch F., Horn J., Ammer S., Traulsen I., Palme R., Hamidi M. och Isselstein J. (2022) Heifers don't care: no evidence of negative impact on animal welfare of growing heifers when using virtual fences compared to physical fences for grazing. *Animal* 16(9).
- Koolhaas J.M., Bartolomucci A., Buwalda B., de Boer S.F., Flügge G., Korte S.M. och Fuchs E. (2011) Stress revisited: a critical evaluation of the stress concept. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 35(5), 1291–1301.
- Moya D., Schwartzkopf-Genswein K. och Veira D. (2013) Standardization of a non-invasive methodology to measure cortisol in hair of beef cattle. *Livestock Science* 158(1-3), 138–144.
- Wagner K., Brinkmann J., March S., Hinterstoißer P., Warnecke S., Schüller M. och Paulsen H.M. (2018) Impact of daily grazing time on dairy cow welfare – Results of the welfare quality® protocol. *Animal* 8(1).

Estimering av vallkvalitet med Arable Mark 3: en kommersiell fältspektrometer

J. Forss¹, J. Oliveira² och D. Parsons²

¹Lantmännen VåxtRåd, Uppsala, ²Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för växtproduktions-ekologi, Umeå

Korrespondens: johanna.forss01@gmail.com

Sammanfattning

Att höja kvaliteten i vall, som är Sveriges största gröda, gynnar både miljön och lantbrukarnas ekonomi. Fjärranalys är ett lovande verktyg för att uppskatta vallens näringsinnehåll och kan ligga till grund för ett beslutsstöd som hjälper lantbrukare att välja optimal skördetid, där balans mellan avkastning och kvalitet är avgörande. Syftet med denna studie var att utvärdera potentialen hos Arable Mark 3 (AM3), en kommersiell spektrometer, för att skatta vallens näringsmässiga kvalitet direkt i fält och därmed fungera som ett praktiskt beslutsstöd. AM3 placerades i olika vallar för att mäta spektral reflektans, varefter biomassan klipptes och analyserades i laboratorium med avseende på näringsinnehåll. Med hjälp av olika regressionsmodeller kopplades spektraldata till laboratorievärdena, vilket möjliggör utvecklingen av modeller som kan förutsäga vallens näringsinnehåll direkt från spektraldata. AM3 framstår som ett lovande och praktiskt verktyg. Potentialen ligger i att den mäter spektral reflektans i 21 band, ett ovanligt högt antal för en kommersiell sensor, vilket ger god noggrannhet. AM3 erbjuder flera användningsområden då den även fungerar som väderstation. Den är enkel att använda och kan stå kvar i fält under hela säsongen, drivs av solceller och ger tillgång till alla data direkt i mobiltelefonen. AM3 är dessutom relativt kostnadseffektiv.

Introduktion

Vall är den gröda som odlas på störst areal i Sverige (Jordbruksverket, 2024). De viktigaste aspekterna av vallens näringsmässiga kvalitet är omsättbar energi (OE), råprotein (RP) och fiber (NDF). Genom att höja OE och RP uppnås ett högre näringsinnehåll i vallfodret och genom att begränsa NDF ökar foderintaget, vilket möjliggör en större andel vallfoder i idisslarnas foderstater (Gunnarsson *et al.*, 2014). Detta minskar i sin tur behovet av kraftfoder för svenska kött- och mjölkproducenter som ger både ekonomiska och miljömässiga fördelar (Finn *et al.*, 2013). Då man strävar efter stor avkastning finns det utmaningar i att balansera avkastning och näringsvärde. När växterna växer behövs mer strukturfibrer för att ge stöd, vilket ökar NDF men samtidigt minskar innehållet av RP och minskar OE (Gustavsson, 1995). En tidig skörd ger därför större innehåll av näring men också mindre mängd eftersom växterna befinner sig i ett tidigare utvecklingsstadium (Gunnarsson *et al.*, 2014). Att välja rätt skördatum är därför nyckeln till att kunna producera det mest kostnadseffektiva fodret (Gustavsson, 1995).

Skördetidpunkten är avgörande, men idag saknas ett beslutsstöd för att optimera rätt tidpunkt för alla skördar. Fjärranalys är ett verktyg där variationen i spektral reflektans från vallen fångas in (Sun *et al.*, 2022). Reflektansvärden kopplas till referensdata genom regressionsbaserade prediktionsmodeller och tillförlitliga samband mellan reflektansmönstren och de variabler man vill skatta. Fältsensorer har, jämfört med satellitbilder, en högre upplösning och data levereras utan fördröjning. Detta är särskilt värdefullt för detaljerade och tidskänsliga beslut, till exempel att finna rätt skördetidpunkt för vallen. Under senare år har mindre och billigare kommersiella sensorer utvecklats. En av dessa är AM3, en kombinerad väderstation och fältspektrometer med 21 spektralband från 400–1700 nm (Arable, 2022). Den är betydligt billigare än forskningsinstrument samtidigt som den erbjuder mer spektralinformation än

andra kommersiella sensorer. Dessutom är AM3 utrustad med funktioner för att samla in både väder- och växtdata, vilket gör den till ett mångsidigt verktyg för lantbrukare.

Material och metoder

En stationär AM3 placerades i en vall för att kontinuerligt samla väder- och vegetationsdata. En andra, mobil AM3 användes för att samla spektraldata inför provtagning. Totalt samlades 43 prover in under växtsäsongen 2024 (27 från Rönnebo och 16 från Västmanland), från fält med varierande ålder och artinnehåll. Vid varje provtagning placerades den mobila AM3 över grödan och registrerade spektral reflektans från vallen under 30 minuter. Därefter klipptes biomassan inom en 50×50 cm kvadrat och skickades till laboratorium för analys av näringsinnehåll.

I det statistiska programpaketet R användes regressionsmodellerna partial least squares (PLS), caretPLS och support vector machine (SVM) för att koppla näringsinnehållet till spektral reflektans. Eftersom AM3 även mäter vegetationsindex, såsom NDVI, inkluderades det som hjälpvariabel för att utvärdera om modellernas prediktionsförmåga förbättrades. Intern 10-faldig korsvalidering utfördes i modellerna för att undvika överanpassning, dvs. att modellen anpassar sig alltför väl till träningsdatan och därmed presterar sämre på nya data. Modellernas prestanda utvärderades med RMSE, RRMSE och R^2 . RMSE anger modellens genomsnittliga prediktionsfel i samma enhet som variabeln. RRMSE uttrycker detta fel relativt variabelns medelvärde och möjliggör jämförbarhet mellan parametrar. R^2 beskriver hur stor del av variationen i observationsdata som modellen kan förklara.

Resultat och diskussion

Resultaten, tillsammans med en jämförelse mot tidigare studier, redovisas i tabell 1. För både RP och NDF presterade PLS-modellen bäst, med $R^2 = 0,87$ och RMSE = 15,1 g/kg ts (RRMSE 8,80 %) för RP samt $R^2 = 0,81$ och RMSE = 32,0 g/kg ts (RRMSE 7,80 %) för NDF. För OE presterade caretPLS bäst, med $R^2 = 0,68$ och RMSE = 0,28 MJ/kg ts (RRMSE 2,7 %). Tillägg av vegetationsindex förbättrade modellernas träffsäkerhet för OE, men inte för RP och NDF. Inkludering av vegetationsindex ökade samtidigt risken för överanpassning. Jämfört med liknande studier ligger resultaten i linje med vad som tidigare rapporterats.

Utöver modellutvärderingen bedömdes även AM3:s praktiska användbarhet. Sensorns styrka är dess spektrala kapacitet, 21 våglängdsband, vilket är mycket för en kommersiell fältsensor och bidrar till god prediktionsnoggrannhet. Att AM3 dessutom fungerar som väderstation, är solcellsdriven och kan stå kvar i fält under hela säsongen gör den mångfunktionell, enkel att använda och relativt kostnadseffektiv.

Studien visar att AM3 har potential som ett praktiskt beslutsstöd för val av skördetidpunkt för vallen, men större och mer varierade dataset behövs för att utveckla robusta modeller som håller för bred användning.

Tabell 1. Jämförelse av resultat mellan olika regressionsmodeller, partial least squares (PLS), caretPLS och supportvektormaskin (SVM), inklusive effekten av att lägga till vegetationsindex (VI) som hjälpvariabel, samt jämförelse med liknande studier. Förutom Arable Mark 3 (AM3) ingår även Yara N-sensor (YNS) och ASD Field-spec (ASD FS). De kvalitetsparametrar som analyseras är råprotein (RP) (g/kg ts), omsättbar energi (OE) (MJ/kg ts) och neutral detergent fiber (NDF) (g/kg ts). Modellernas prestanda utvärderas med relativ root mean square error (RRMSE) (%) och determinationskoefficient (R^2).

Variabel	Modell	RMSE	RRMSE	R^2	R^2 +VI	R^2 YNS	R^2 ASD FS
RP	PLS	15,1	8,80	0,87	0,76	0,49 ¹	0,84 ²
RP	caretPLS	32,0	19,0	0,61	0,74		
RP	SVM	29,4	17,9	0,53	0,65	0,84 ³	0,71 ⁴
OE	PLS	0,26	2,40	0,62	0,68		0,59 ⁵
OE	caretPLS	0,28	2,70	0,68	0,79		
OE	SVM	0,31	2,90	0,67	0,82		
NDF	PLS	32,0	7,80	0,81	0,79	0,78 ¹	0,85 ⁴
NDF	caretPLS	54,0	13,7	0,56	0,70		
NDF	SVM	51,8	13,2	0,56	0,60		

¹Morel *et al.* (2022). ²Fernández-Habas *et al.* (2022). ³Zhou *et al.* (2019). ⁴Sun *et al.* (2022) ⁵Duranovich *et al.* (2020).

Referenser

Arable (2022) *Arable Mark 3 Specifications & Measurements*. https://www.arable.com/wp-content/uploads/2023/01/Arable-Mark-3-Specs-and-Measures_22.12.pdf [2026-01-22].

Duranovich F.N., Yule I.J., Lopez-Villalobos N., Shadbolt N.M., Draganova I. och Morris S.T. (2020) Using proximal hyperspectral sensing to predict herbage nutritive value for dairy farming. *Agronomy* 10(11), 1826. <https://doi.org/10.3390/agronomy10111826>

Fernández-Habas J., Carriere Cañada M., García Moreno A.M., Leal-Murillo J.R., González-Dugo M.P., Abellanas Oar B., Gómez-Giráldez P.J. och Fernández-Rebollo P. (2022) Estimating pasture quality of Mediterranean grasslands using hyperspectral narrow bands from field spectroscopy by Random Forest and PLS regressions. *Computers and Electronics in Agriculture* 192, 106614. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106614>

Finn J.A., Kirwan L., Connolly M., Sebastià T., Helgadóttir A., Baadshaug O.H., Bélanger G., Black A., Brophy C., Collins R.P., Čop J., Dalmannsdóttir S., Delgado I., Elgersma A., Fothergill M., Frankow-Lindberg B.E., Ghesquiere A., Golinska B., Golinski P., Grieu P., Gustavsson A.-M., Höglind M., Huguenin-Elie O., Jørgensen M., Kadziulienė Z., Kurki P., Llurba R., Lunnan T., Porqueddu C., Suter M., Thumm U. och Lüscher A. (2013) Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a 3-year continental-scale field experiment. *Journal of Applied Ecology* 50(2), 365–375. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12041>

Gunnarsson C., Nilsson-Linde N. och Spörndly R. (2014) Två, tre eller fyra skördar av vallfoder per år. *JTI-rapport: Lantbruk & Industri* 419. <https://www.divaportal.org/smash/get/diva2:959444/FULLTEXT01.pdf>

Gustavsson A.-M. (1995) Predictions of growth and nutritional value of forage leys with a dynamic model. *Agricultural Systems* 47(1), 93–105. [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(94\)P3277-2](https://doi.org/10.1016/0308-521X(94)P3277-2)

Jordbruksverket (2024) *Jordbruksmarkens användning 2024. Slutlig statistik*. Jordbruksverket. <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiellastatistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2024-10-22-jordbruksmarkens-anvandning-2024.-slutlig-statistik>

Morel J., Zhou Z., Monteiro L. och Parsons D. (2022) Estimation of the nutritive value of grasslands with the Yara N-sensor field spectrometer. *The Plant Phenome Journal* 5(1), e20054. <https://doi.org/10.1002/ppj2.20054>

Sun S., Zuo Z., Yue W., Morel J., Parsons D., Liu J., Peng J., Cen H., He Y., Shi J., Li X. och Zhou Z. (2022) Estimation of biomass and nutritive value of grass and clover mixtures by analyzing spectral and crop height data using chemometric methods. *Computers and Electronics in Agriculture* 192, 106571. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2021.106571>

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>

Jämförelse av ensilageborrar med handhållen NIR

J. Karlsson¹, B.O. Rustas², J. Oliveira³ och T. Lundborg⁴

¹Växa, Kunskap och utveckling, Uppsala ²Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Uppsala ³SLU, Inst. för växtproduktionsekologi, Umeå ⁴Växa, Rådgivning och företagande, Falköping

Korrespondens: johanna.karlsson@vxa.se

Sammanfattning

Att snabbt, korrekt och till låg kostnad kunna ta ut prov och analysera fodermedel såsom gräsensilage bidrar till ökad lönsamhet och hållbarhet i animalieproduktionen. Handhållna NIR-instrument möjliggör foderanalys direkt ute på gården. I plansilos används vanligen spjut eller borr för provuttag. Detta projekt har bidragit till kalibreringsprover för utveckling av en maskininlärningsmodell med handhållet NIR-instrument. Vi har också undersökt representerbarheten vid provtagning med spjut eller maskindriven borr jämfört med referensprov från snittytan baserat på analysresultat från handhållet NIR-instrument. Analyser gjorda med handhållet NIR-instrument och kalibrering från SLU på färskt vallensilage ger god överensstämmelse med kemiska analyser. Provtagning med spjut är precis (hög R^2) och ger en liten systematisk avvikelse ($P < 0,05$) jämfört med referensprov när det gäller torrsustans och smältbarhet. Provtagning med borr är mer oprecis (låg R^2) och ger i genomsnitt värden nära de som erhålls med referensprov ($P > 0,05$). Maskindriven borr kräver bormaskin med högt vridmoment och batterier med hög kapacitet för att nå ända ner i 3 m höga plansilos. Användare upplever att maskindriven borr är lättare att bära, sliter mindre på kroppen och är snabbare att ta prov med än spjut.

Introduktion

Växa har i många år använt sig av spjut (s.k. BLGG-borr från Eurofins) i samband med provtagning av plansilos. Användarupplevelsen är att spjutet tar ut representativa prover men att utrustningen är tung att bära och använda. Växa köpte därför en annan typ av provtagningsutrustning för plansilo (Star Universal Forage Sampler, Star Quality Sampler Inc, Irricana, Kanada). Tekniken bygger på att man borrar ut ensilageproven. Borren är lättare att bära och drivs av en bormaskin.

Ett syfte med denna studie, som är finansierad av Nötkreaturstiftelsen i Skaraborg, var att undersöka om borren tar ut representativa prover och hur borren är att använda jämfört med spjutet.

Ett annat syfte med studien var att bidra med kalibreringsprover för utveckling av en maskininlärningsmodell för ett handhållet NIR-instrument (NeoSpectra Scanner, Si-Ware, Kalifornien, USA) som kan användas för att skatta torrsustans och näringsvärden i färska ensilageprover direkt på gård. Denna del ingick i projektet VallOptimal som finansieras av Stiftelsen Seydlitz MP bolagen.

Material och metoder

Spjutet (BLGG-borr, Eurofins, Wageningen, Nederländerna) trycks ner i ensilaget med hjälp av hävstång. Borren är yttergängad och roterar ner i ensilaget med en batteridriven bormaskin. Med den bästa bormaskinen som användes inom försöket (Milwaukee M18 ONEDD2-502X, 135 Nm, 5 Ah) nådde borren ca 2 m ner i plansilos som var ca 3 m höga. År 2023 togs stickprov

av ensilage till kalibrering av NIR-instrumentet. År 2024 togs prover av vallensilage i plansilos med spjut, borr och vid snittyta både till kalibrering och för utvärdering av hur representativa prov är som tas ut med spjut respektive borr. Proven tagna vid snittytan och med spjut delades upp i en topp-del och en botten-del, där gränsen mellan topp och botten drogs vid det djup som nåtts med borren i respektive silo. Ensilageproverna packades i vakuumpåsar och förvarades i kyl (+6°C) fram till skanning.

Skanning gjordes med NeoSpectra skanner. NIR-instrumentet trycktes mot, och gled över ensilaget vid varje skanning som varade i 4 sekunder. Varje prov skannades fyra gånger och varje skanning gav 257 datapunkter.

Efter NIR-skanning bestämdes torrsubstans (ts). Proverna maldes och skickades för analys i USA (Dairy One Forage Lab, Ithaca, New York). Alla prov analyserades för *in vitro* sann smältbarhet (IVTD), neutral löslig fibersmältbarhet (NDFD), neutralt löslig fiber (NDF), surt löslig fiber (ADF) surt lösligt lignin (ADL) och råprotein (Rp).

Tre personer inom Växa med erfarenhet av att använda både spjut och borr vid ordinarie provtagning intervjuades om sina upplevelser av de båda provtagningsmetoderna.

Varje provs resultat från kemisk analys parades ihop med respektive medelvärde från skanningarna med NeoSpectra och användes vid utveckling av en kalibrering med hjälp av stödvektormaskin i R. Spjut och borr utvärderades mot referensprov baserat på näringsanalyser från den framtagna kalibreringen för NIR med blandad linjär regression i Python. Två dataset skapades för utvärdering av spjut och borr: A (topp-prov från spjut och referensprov samt borrhprov, 8 silos) och B (sammanslagna prov från topp och botten från spjut och referensprov samt borrhprov som ej nått ner till botten, 6 silos).

Resultat och diskussion

Resultaten för kalibreringsmodellen med handhållet NIR-instrument kommer att publiceras separat. Preliminära resultat visar dock god överensstämmelse med kemisk analys.

En översikt över hur väl näringsparametrarna analyserade med handhållet NIR-instrument och egen kalibreringsmodell på prover tagna med spjut och borr överensstämmer med referensprov visas i tabell 1. Syftet med denna jämförelse är att se om det finns skillnader mellan olika provtagningsmetoder när de når samma djup i plansilon (dataset A).

Tabell 1. Medelvärde, standardavvikelse (*SD*), bestämningskoefficient (R^2) och *P*-värde för näringsparametrar analyserade med handhållet NIR-instrument där prover tagna med spjut och borr jämförts mot referensprov. Toppöv har använts för prov tagna vid snittytan (referens) och med spjut. Prov från åtta plansilos (dataset A).

Antal silos: 8	Medelvärde (<i>SD</i>)			R^2		<i>P</i> -värde	
	Referensprov	Spjut	Borr	Spjut	Borr	Spjut	Borr
Ts (%)	34,5 (4,23)	35,5 (4,92)	34,8 (4,73)	0,96	0,96	0,01	0,48
Rp (% av ts)	17,7 (1,33)	17,4 (1,61)	18,3 (1,70)	0,65	0,55	0,60	0,20
NDF (% av ts)	49,3 (3,28)	49,6 (3,39)	49,3 (4,31)	0,87	0,85	0,68	0,99
IVTD (% av ts)	88,2 (1,63)	87,3 (1,95)	88,5 (2,35)	0,80	0,63	0,04	0,42
NDFD (% av ts)	75,4 (2,04)	74,0 (2,55)	76,4 (3,10)	0,72	0,32	0,11	0,23
ADF (% av ts)	31,6 (1,73)	31,9 (1,66)	31,1 (2,58)	0,99	0,87	0,45	0,16
ADL (% av ts)	4,09 (0,74)	4,33 (0,70)	3,78 (0,94)	0,67	0,46	0,34	0,23

Ts – torrsubstans, Rp – råprotein, NDF – neutral löslig fiber, IVTD – *in vitro* sann smältbarhet, NDFD – neutralt löslig smältbarhet, ADF – surt löslig fiber, ADL – surt lösligt lignin.

Torrsubstans (ts) var signifikant högre och total smältbarhet (IVTD) var signifikant lägre för prover tagna med spjut jämfört med ytprov. Prover tagna med spjut uppvisade genomgående högre R^2 -värden än prover tagna med borr, vilket tyder på att provuttag med spjut ger hög precision men en liten systematisk avvikelse ($P < 0,05$). Skillnaden i ts mellan spjut och referensprov var dock så liten (ca 1 %-enhet) att den sannolikt saknar praktisk betydelse. Dessa resultat skiljer sig från Hauge (2017), som rapporterade högre torrsubstanshalter i prov taget med roterande borr i majsensilage jämfört med spjut.

Provuttag med borr ger lägre precision (låg R^2) men ger värden som i medeltal ligger nära referensen ($P > 0,05$). Den lägre precisionen med borr bör kunna uppvägas genom att ta ut fler prov per silo för att få ett representativt provuttag. Å andra sidan togs enbart ett borrprov per silo i detta projekt medan det i praktiken bör tas flera borkärnor per silo.

I dataset B var R^2 ännu högre för spjut och ännu lägre med borr jämfört med referensprov för de flesta analysparametrar. I dataset B noterades inga signifikanta skillnader mellan borr och referensprov, medan proven tagna med spjut hade signifikant lägre IVTD och NDFD.

Endast två av åtta siloprover tagna med borr nådde hela vägen till botten på plansilon. Dessa plansilos var 2,5 respektive 2,6 m höga. I de övriga sex plansilorna varierade höjden mellan 2,7 och 3,6 m. Där delades spjut- och referensprover upp i topp- och bottenprov. Borrproven nådde i dessa fall ner till 1,5–2,5 m djup. Två av åtta silos uppvisade stor skillnad i analysresultat mellan prov tagna i botten och toppen. Vid provtagning i plansilos med hög lagringshöjd blir provuttaget inte representativt om provuttagsmetoden inte når ända ner i botten.

Från intervjuerna framkom att man efter provtagningen i detta projekt upptäckt att det krävs bormaskin med högt vridmoment (>122 Nm) som drivs av batteri med hög kapacitet (>8 Ah) för att nå ner i 3 m höga plansilos med borr. Två personer hade goda erfarenheter av Milwaukee M18 FRAD2-0, vinkelbormaskin (122 Nm, 12 Ah). Borren väger ungefär hälften så mycket som spjutet och upplevs dessutom som betydligt skonsammare mot kroppen.

Slutsats

Handhållet NIR-instrument med SLU-kalibrering ger resultat som stämmer bra med kemisk analys. Prov tagna med spjut är noggranna men visar viss systematisk avvikelse mot ytprov för torrsubstans och smältbarhet. Provtagning med borr är mindre precis men ger i genomsnitt värden nära referensprov. Maskindriven borr kräver kraftfull utrustning men upplevs som lättare och snabbare att använda än spjut.

Referens

Hauge R. (2017) Betydning af prøveudtagningsmetode for bestemmelse af tørstof i majsensilage. Foderingsdag 5 september 2017, Herning, Danmark.

NjordFeed – det automatiserade labbet för foderoptimering på gården

A. Back och M. Stockhaus

NjordFeed AB

Korrespondens: martin.stockhaus@njordfeed.com

Sammanfattning

Foder står för 40–60 % av produktionskostnaden i mjölk- och nötköttsproduktion (Fernández Pierna. 2022), och små variationer i grovfodrets kvalitet får stora ekonomiska konsekvenser (Yoder *et al.*, 2013). Idag utförs foderanalyser främst på laboratorier, vilket innebär att lantbrukare ofta fattar beslut baserade på data som i praktiken är flera veckor gamla (Barrientos-Blanco *et al.*, 2024a). Det via Jordbruksverket EU-finansierade EIP-Agri-projektet *NjordFeed – det automatiserade labbet för foderoptimering på gården* syftar till att förändra detta genom att utveckla ett on-site-analysinstrument som möjliggör snabba och exakta foderanalyser direkt på mjölkgården. Instrumentet kombinerar flera spektrometrimetoder och kan mäta både näringsämnen och mineraler i grovfoder och kompletterande foder såsom spannmål. Resultaten överförs automatiskt till en molnbaserad plattform där data visualiseras och kan följas över tid. Genom att göra frekventa analyser praktiskt möjliga förväntas projektet bidra till ökad precision i utfodringen, bättre djurhälsa och minskad miljöpåverkan. En mjölkgård med 300 kor beräknas kunna spara upp till 250 000 kr per år genom optimerad foderstyrning. Projektet befinner sig i utvecklingsfas, och de första fälttesterna planeras till 2026.

Introduktion

Foder står för den största enskilda kostnaden i svensk mjölk- och nötköttsproduktion, och variationer i grovfodrets kvalitet påverkar både djurhälsa, produktion och gårdens ekonomi (Fernández Pierna *et al.*, 2022). För att kunna optimera foderstaten krävs kontinuerlig kunskap om fodrets näringsinnehåll – men dagens analysprocesser är långsamma (provtagning till resultat) och således dyra och opraktiska för frekvent användning. De flesta gårdar tar beslut om utfodring från ett litet prov som ska representera ett stort foderparti. Forskning pekar på att det finns en inneboende stor variation i ett större foderparti (Barrientos-Blanco *et al.*, 2024b, St-Pierre och Weiss, 2006), som ofta baseras på en begränsad mängd foderprov. Denna variation, som i vetenskapliga artiklar benämns "den dolda variationen", fångas inte med dagens provtagningspraxis som grundar sig på stickprov – en eller ett fåtal gånger per år ur foderkällan. Man riskerar att informationen blir inaktuell.

Samtidigt visar forskning att en ökad analysfrekvens kan leda till betydande besparingar. För en mjölkgård med 300 kor uppskattas den ekonomiska vinsten till uppemot 250 000 kronor per år (St-Pierre och Cobanov, 2007) genom minskad överutfodring och effektivare användning av gårdens egna foderråvaror. Trots detta saknas idag ett verktyg som kombinerar snabbhet, tillförlitlighet och användarvänlighet i fält.

Projektet syftar till att möta detta behov genom att utveckla ett analysinstrument som gör det möjligt att genomföra snabba och precisa foderanalyser direkt på gården. Genom att kombinera spektroskopimetoder kan instrumentet mäta både näringsämnen och mineraler i grovfoder, vilket idag kräver flera separata analyser.

Resultaten skickas automatiskt till en molnbaserad dataplattform där lantbrukaren och rådgivaren kan följa foderkvaliteten över tid, analysera trender och logga förändringar i fodrets sammansättning. På så sätt skapas ett helt nytt arbetssätt för precisionsutfodring – från enstaka

punktanalyser till ett kontinuerligt flöde av aktuell data som stärker beslutsunderlaget i det dagliga arbetet.

Projektet leds av NjordFeed AB i samarbete med Agroväst, Växa, Hushållningssällskapet Västra, Torpa Växt & Nöt samt flera pilotgårdar. Tillsammans representerar de hela kedjan från teknik- och produktutveckling till praktisk tillämpning.

Material och metoder

Projektet är ett treårigt EIP-Agri-projekt som syftar till att utveckla, testa och förbereda lanseringen av ett gårdsbaserat analysinstrument för snabb och exakt foderanalys. Projektet leds av Agroväst Livsmedel AB som projektägare, medan NjordFeed AB ansvarar för teknisk utveckling och Växa, Hushållningssällskapet Västra samt Torpa Växt & Nöt AB bidrar med expertis inom foder, djurhälsa och utfodringsrådgivning. Fyra pilotgårdar – Svesgård, Lida Gård, Stora Bränna och Ulvstorp – deltar som testmiljöer.

Utvecklingsmetodik

Instrumentet utvecklas i nära kontakt med jordbrukare och kommer i omgångar anpassas efter användarnas kommentarer och behov med fokus på användbarhet och robusthet. Den optiska konstruktionen baseras på nära-infraröd spektroskopi (NIR) i kombination med en kompletterande våglängdsteknik som ökar instrumentets förmåga att detektera mineraler och mikronäringsämnen. Parallellt utvecklas ett integrerat styrsystem som hanterar signalinsamling, databehandling och kommunikation med molnplattformen.

Rådata av grovfoder, färdigfoder eller separata komponenter (beroende på hur lantbrukaren vill sköta sin utfodringsstrategi) från analysinstrumentet överförs automatiskt till molndatabasen där algoritmer bearbetar och lagrar resultaten. Den tillhörande analysplattformen visualiserar förändringar i fodrets näringsinnehåll över tid och erbjuder loggboksfunktioner där användaren kan dokumentera foderhändelser som siloöppningar, skördar eller receptförändringar. Detta möjliggör en datadriven uppföljning av både vallskörd och foderstrategi.

Test- och valideringsfas

När prototypen är färdigställd kommer den att testas i både laboriemiljö och på utvalda pilotgårdar. Fälttesterna utförs i samarbete med rådgivare och forskare från Växa och Hushållningssällskapet Västra. Analysresultaten från instrumentet jämförs med referensanalyser från Chalmers Tekniska Högskola och oberoende laboratorier såsom Eurofins, för att validera precision och stabilitet över tid.

Löpande feedback från användarna på testgårdarna används för att förbättra både hårdvara och mjukvara i en iterativ process.

Datainsamling och analys

I projektet samlar vi in data från flera hundra foderanalyser per säsong, inklusive information om torrs substans, protein, fiber, socker, fett, aska och mineraler. Dessa data används för att utveckla och förbättra kalibreringsmodellerna samt för att utvärdera instrumentets noggrannhet och användbarhet i praktiken. Fokus ligger på att säkerställa att systemet är tillräckligt robust för vardagsbruk och kan användas av gårdens personal utan specialistkompetens.

Resultat och diskussion

Projektet *NjordFeed – det automatiserade labbet för foderoptimering på gården* förväntas resultera i en fullt fungerande prototyp av ett analysinstrument för grovfoder såväl som spannmål, koncentrat, kraftfoder samt färdigfoder. Genom att tillgängliggöra frekventa analyser till låg kostnad skapas förutsättningar för ett nytt arbetssätt inom precisionsutfodring – från reaktiv till proaktiv styrning baserad på aktuella data.

De förväntade resultaten omfattar både tekniska, ekonomiska och miljömässiga effekter. Tekniskt ska instrumentet vara redo för kommersiell produktion efter projektets slut. Vi förväntar oss kunna nå ut till 10 % av målgruppen inom tre år efter avslutat projekt, vilket innebär 30 stycken medel till medelstora mjölkgårdar och ha ca 300 aktiva användare av instrument och mjukvara. Miljömässigt innebär ökad precision i utfodringen att utsläppen av växthusgaser och näringsämnen minskar, samtidigt som djurens hälsa och produktionsresultat förbättras.

Den molnbaserade analysplattformen utgör en central komponent i lösningen och förväntas bidra till förbättrad kunskapsspridning och rådgivningskvalitet. I stället för att skicka iväg sitt foderprov via post, invänta analys svar och sedan behöva tolka svaren för att avgöra hur väl fodret passar verksamheten, får man ett foderrecept i handen inom 30 minuter. Genom att data kan delas mellan lantbrukare och rådgivare skapas en gemensam grund för beslutsfattande och kontinuerlig förbättring av foderstrategier. Systemet kommer även att underlätta dokumentation, uppföljning och efterlevnad av hållbarhetsmål.

På ett bredare plan bidrar projektet till att stärka svenskt lantbruks konkurrenskraft genom att göra avancerad analys tillgänglig i vardagen. En utmaning vi står inför är att validera instrumentets robusthet och precision i verklig miljö och avgöra hur ofta analyser bör göras, kontra vad som är möjligt att göra.

Sammantaget förväntas projektet ge betydande nytta för lantbrukare, rådgivare och livsmedelssystemet i stort, och utgöra en konkret demonstration av hur teknisk innovation kan bidra till ökad lönsamhet, bättre djurvälstånd och minskad klimatpåverkan i svensk animalieproduktion.

Referenser

- Barrientos-Blanco J.A., Moraes L., Lawrence J.R., Havekes C.D., Cerosaletti P., Lucas A., Romack J., Ketterings Q.M. och Reed K.F. (2024a) Partitioning of nutrient variation in alfalfa and corn silage by source on New York dairy farms. *Journal of Dairy Science* 107(8), 5722–5737.
- Barrientos-Blanco J.A., Moraes L., Waddell J. och Kristan F.R. (2024b) Farm-specific estimates of forage variability result in larger optimal control limits for forage quality monitoring. *Journal of Dairy Science* 107(10), 7822–7841. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-24387>
- Fernandez Pierna J.A., Vermeulen P., Chamberland N., Decruyenaere V., Froidmont E., Minet O., Baeten V. och Lecler B. (2022) Performance of three handheld NIR spectrometers for predicting grass silage quality. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 26, 309–318.
- St-Pierre N.R. och Weiss W.P. (2006) Managing feedstuff variation in nutritional practice. *Journal of Animal Science* 84, 383.
- St-Pierre N.R. och Cobanov B. (2007) A model to determine the optimal sampling schedule of diet components. *Journal of Dairy Science* 90(12), 5383–5394.
- Yoder P.S., St-Pierre N.R., Daniels K.M., O'Diam K.M. och Weiss W.P. (2013) Effects of short-term variation in forage quality and forage to concentrate ratio on lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96(10), 6596–6609.

Hur påverkar övergången från stallutfodring till deltidsbete mjölkors ämnesomsättning och produktion?

P. Fant¹, G. Mantovani¹, J. Chagas¹, J. Karlsson², M. Ramin¹ och E. Detmann³

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Umeå

²Växa ³Federal University of Viçosa, Department of Animal Science, Viçosa

Korrespondens: petra.fant@slu.se

Sammanfattning

Mjölkcor följdes före, under och upp till 28 dagar efter betessläpp i ett roterande betessystem med 12 timmars nattbete i norra Sverige. Tre betesgrupper jämfördes med en inomhusgrupp avseende mjölkproduktion och ämnesomsättning. Att öka kraftfoderandelen från 40 till 50 % av fullfoderstaten inomhus från och med betessläpp hade ingen positiv inverkan på avkastningen av vare sig mjölk eller energikorrigerad mjölk. Mjölakens sammansättning påverkades inte av betet, förutom högre halter av urea i mjölken, vilket sannolikt berodde på stort innehåll av protein i betet.

Introduktion

Ett välskött bete kan ge flera fördelar för både djur, lantbrukare och miljö. Förutom att uppfylla djurskyddsbestämmelserna kan betesdrift bidra till lägre foderkostnader samt förbättrad hälsa och välfärd hos korna (Hennessy *et al.*, 2015). Betesmarker har dessutom betydande miljömässiga värden. Välsköta beten kan bidra till ökad kolinlagring i marken (Simmons *et al.*, 2026), minskad användning av icke-förnybar energi (Moscovici Joubran *et al.*, 2021) samt gynna den biologiska mångfalden.

Det finns dock utmaningar kopplade till betesdrift för mjölkcor, särskilt när det gäller att balansera foderstaten och upprätthålla mjölkavkastningen hos högproducerande djur. För att optimera mjölkproduktionen under betesperioden krävs att tillgången på grönmassa inte begränsar konsumtionen och att betet har hög näringsmässig kvalitet. Trots god tillgång på bete kan övergången till betesdrift utgöra en metabolisk utmaning, vilket kan leda till minskad mjölkavkastning (Agenäs *et al.*, 2002; Kismul *et al.*, 2019). Syftet med denna studie var dels att undersöka hur övergången från stallutfodring till deltidsbete under våren påverkar mjölkors ämnesomsättning och mjölkproduktion, dels att utvärdera hur variationer i den inomhusbaserade foderstaten påverkar dessa parametrar.

Material och metoder

Ett betesförsök utfördes vid Röbbäcksdalens forskningsladugård, SLU i Umeå, under perioden maj–juni 2024. Totalt deltog 44 mjölkcor av SRB-ras i tidig- till mittlaktation. Korna mjölkade i genomsnitt 35,8 ($\pm 8,0$) kg/dag vid försöksstart. Studien bestod av en 14 dagar lång förperiod följt av en 28 dagar lång behandlingsperiod. Under förperioden utfodrades korna inomhus med en fullfoderstat bestående av gräsensilage och kraftfoder i förhållandet 60:40 på torrsubstansbasis (ts).

Inför behandlingsperioden delades korna in i elva block baserat på laktationsnummer, laktationsdag och mjölkavkastning. Inom varje block tilldelades korna en av fyra behandlingar: inomhusutfodring med samma foderstat som under förperioden (**IN-TMR60**), bete 12 h nattetid med fri tillgång till samma fullfoder dagtid (**BT-TMR60**), bete 12 h nattetid med begränsad tillgång (80 % av ts-intaget under förperioden) till samma fullfoder dagtid (**BT-resTMR60**),

samt bete 12 h nattetid med fri tillgång till en alternativ fullfoderstat med ett förhållande på 50:50 mellan grovfoder och kraftfoder (**BT-TMR50**). Betesgrupperna fick dessutom hösilage motsvarande 3 % av ts under de första 14 dagarna och 1 % under de sista 14 dagarna, vilket ersatte en del av ensilaget.

Betet bedrevs som rotationsbete, där korna tilldelades en ny fälla varje kväll med en betes-tillgång på minst 22 kg ts/ko per dag. Tillgänglig växtmassa uppskattades genom mätning av komprimerad växthöjd med en elektronisk plattmätare, som kalibrerades genom att klippa gräskvadrater ned till 5 cm och bestämma materialets vikt och ts-halt. Betet bestod av en två-årig vall sådd med Lantmännen Lupus 11 (40 % timotej, 40 % ängssvingel, 10 % ängsgröe, 10 % vitklöver).

Foderkonsumtion inomhus och mjölkavkastning registrerades dagligen. Betesintaget skattades genom att samla betesprover genom handplockning för att efterlikna kornas betande. Detta gjordes omedelbart före insläpp i betesfållan. Provernans näringsvärde analyserades (tabell 1). Mjolk- och blodprover togs i slutet av förperioden samt på dag 14 och dag 28 av behandlingsperioden.

Tabell 1. Näringsvärden för ensilage, kraftfoder och bete i försöket, g/kg torrsubstans om inget annat anges. Standardavvikelse anges inom parentes.

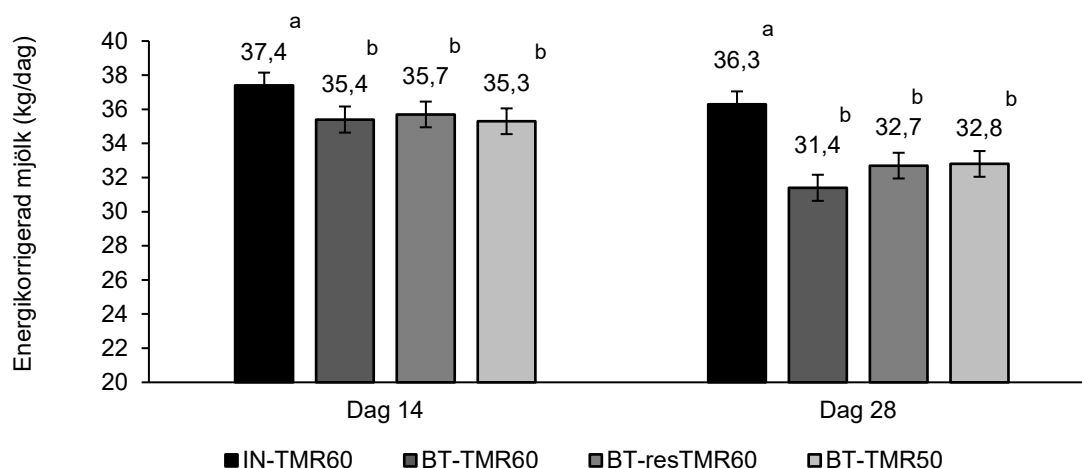
Parameter	Ensilage	Kraftfoder ¹	Bete (dag 8–14)	Bete (dag 22–28)
Torrsubstans, g/kg	383 (18,8)	887	228 (15,0)	247 (17,1)
Aska	91,1 (1,67)	68,4	70,4 (3,24)	78,9 (4,16)
Råprotein	146 (5,0)	235	197 (46,1)	196 (16,6)
NDF ²	452 (1,1)	184	408 (14,4)	468 (16,8)
Stärkelse	Ej analys	292	25,1 (4,34)	24,7 (4,99)
Vattenlösliga kolhydrater	187 (11,5)	98,0	233 (23,9)	163 (15,4)

¹Komplett Amin 2020 (Lantmännen Lantbruk). ²NDF = fiber extraherat med neutrala detergenten.

Resultat och diskussion

Foderintaget inomhus uppgick i genomsnitt till 24,2 kg ts/dag för IN-TMR60 och 12,1–12,6 kg ts/dag för BT-TMR60, BT-resTMR60 och BT-TMR50. Beteskonsumtionen skattades till 5,6–9,8 kg ts/dag under behandlingsperioden, med större intag under första 14 dagarna. Begränsningen av fodertillgången inomhus för BT-resTMR60 hade ingen faktisk effekt, då korna frivilligt konsumerade mindre foder än den tilldelade mängden.

Mjölkvkastningen var i genomsnitt 3,6 kg/dag mindre ($P < 0,01$) för BT-TMR60, BT-resTMR60 och BT-TMR50 jämfört med IN-TMR60, utan signifikanta skillnader mellan betesgrupperna ($P = 0,59$). Halterna av protein och fett i mjölken påverkades inte av behandling ($P \geq 0,27$). Mjölkureahalten var dock högre hos BT-TMR60, BT-resTMR60 och BT-TMR50 än hos IN-TMR60 (11,4 vs. 9,7 mg/dL; $P < 0,01$). Avkastningen av energikorrigerad mjölk var i genomsnitt 3,0 kg/dag mindre för BT-TMR60, BT-resTMR60 och BT-TMR50 ($P < 0,01$) jämfört med IN-TMR60, utan skillnader mellan betesgrupperna (figur 1).



Figur 2. Energikorrigerad mjölk (kg/dag) 14 och 28 dagar efter betessläpp för de olika behandlingsgrupperna. Olika bokstäver anger statistiskt signifikanta skillnader mellan behandlingarna inom samma dag.

Insulinkoncentrationen i plasma var lägre ($P < 0,01$) hos BT-TMR60, BT-resTMR60 och BT-TMR50 jämfört med IN-TMR60 (0,23 vs. 0,46 $\mu\text{g/L}$). Halten av icke-esterifierade fettsyror var högre ($P < 0,01$) hos BT-TMR60, BT-resTMR60 och BT-TMR50 än hos IN-TMR60 (376 vs. 135 $\mu\text{Eq/L}$), utan skillnader mellan betesgrupperna. Plasmakoncentrationen av urea var förhöjd 14 dagar efter betessläpp ($P < 0,01$), men hade sjunkit till samma nivå som IN-TMR60 efter 28 dagar.

Lägre plasmakoncentrationer av insulin och högre halter av icke-esterifierade fettsyror tyder på otillräcklig energitillförsel efter betessläpp. De förhöjda ureakoncentrationerna i mjölk och plasma berodde sannolikt på det betets höga proteinhalt i kombination med en begränsad tillgång på energi för vommikrobernas ämnesomsättning.

Finansiering

Studien ingår i ett forskningsprojekt som finansieras av Stiftelsen Seydlitz MP-bolagen.

Referenser

- Agenäs S., Holtenius K., Griinari M. och Burstedt E. (2002) Effects of turnout to pasture and dietary fat supplementation on milk fat composition and conjugated linoleic acid in dairy cows. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A—Animal Science* 52, 25–33.
- Hennessy D., Delaby L., van den Pol A. och Shalloo L. (2015) Possibilities and constraints for grazing in high output dairy systems. *Grassland Science in Europe* 20, 151–162.
- Kismul H., Spörndly E., Höglind M. och Eriksson T. (2019) Nighttime pasture access: Comparing the effect of production pasture and exercise paddock on milk production and cow behavior in an automatic milking system. *Journal of Dairy Science* 102, 10423–10438.
- Moscovici Joubran A., Pierce K.M., Garvey N., Shalloo L. och O’Callaghan T.F. (2021) A 2020 perspective on pasture-based dairy systems and products. *Journal of Dairy Science* 104, 7364–7382.
- Simmons A.T., Ingram L., McDonald S., Kardailsky I. och Badgery W. (2026) Managed grazing incrementally increased soil organic carbon amid larger temporal trends in a temperate pasture system. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 396, 110010.

Extensivt bete gav kött med hälsosamma fettsyror

Q. Mashood¹, A. Hesse¹, V. Olsson², M. Therkildsen³, S.K. Jensen⁴ och K. Arvidsson Segerkvist¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Skara

²Högskolan Kristianstad, Inst. för mat- och måltidsvetenskap, Kristianstad ³Aarhus universitet, Inst. for fødevarer, Århus, Danmark ⁴Aarhus universitet, Inst. for husdyr- og veterinærvidenskab, Tjele, Danmark

Korrespondens: qasim.mashood@slu.se

Sammanfattning

I studien undersöktes hur produktionssystem och ras påverkar köttkvalitet hos stutar uppfödda på naturbete. Mjölkkrasstutar (M) och korsningsstutar mjölkkras × köttras (M × K) hölls antingen i ett intensivt system (H) med en betessäsong och slakt vid 21 månaders ålder, eller ett extensivt (L) med två betessäsonger och slakt vid 28 månaders ålder. Köttet analyserades avseende färg, mörhet, sensoriska egenskaper och fettsyraprofil. Köttet från L-stutar var mörkare och innehöll en högre andel omättade och n3-fettsyror än köttet från H-stutar. Skillnaderna i mörhet och vattenhållande förmåga var små. Resultaten visar att extensiva betesystem kan ge kött med hälsosammare fettsyraprofil samtidigt som biodiversitet och kulturmiljöer bevaras, vilket gör dessa system värdefulla ur både miljö- och marknadsperspektiv.

Introduktion

Naturbetesmarker har stor betydelse för biologisk mångfald men används i allt mindre grad. Extensiv köttproduktion med stutar är en hållbar metod för att bevara dessa marker och samtidigt producera klimatmässigt konkurrenskraftigt nötkött (Hesse *et al.*, 2019). Tidigare forskning har visat att korsning mellan mjölkkras- och köttrasdjur kan öka köttutbytet och förbättra köttkvaliteten (Daley *et al.*, 2010). Syftet med denna studie var att undersöka de teknologiska och sensoriska egenskaperna samt fettsyresammansättningen hos kött från stutar födda i mjölkbesättningar, samt att jämföra renrasiga mjölkkrasstutar med mjölkkras × köttraskorsningar uppfödda i två olika produktionssystem. Båda produktionsgrupperna betade på naturbetesmark under sommaren, men foderintensiteten inomhus och slaktåldern skilde sig åt.

Material och metoder

Studien hade en 2 × 2-faktoriell design som omfattade två produktionssystem och två rastyper: mjölkkras och mjölkkras × köttraskorsning. Försöket genomfördes på SLU Götala nöt- och lammköttforskning, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Skara med finansiering från Västra Götalandsregionen, Interreg ÖKS, ERA-Net och Nötkreaturstiftelsen Skaraborg.

Totalt följdes 64 stutar från avvänjning (3–4 månaders ålder) till slakt. Av dessa var 32 stutar renrasiga mjölkkrasdjur (M; 12 SRB och 20 svensk holstein), och de andra 32 var korsningar mellan mjölkkras och köttras (M × K; 12 SRB × charolais och 20 svensk holstein × charolais).

Hälften av djuren från båda rastyperna hölls i ett måttligt intensivt system (H) med en betessäsong på naturbetesmarker och slakt vid 21 månaders ålder. Den andra hälften hölls i ett extensivt system (L) med två betessäsonger och slakt vid 28 månader. Temperatur och pH mättes i stora ryggmuskeln (*Musculus longissimus lumborum*) 24 timmar efter slakt och kött från densamma analyserades för färg (ljushet, rödhet och gulhet), mörhet (Warner–Bratzler),

sensoriska egenskaper och fettsyrasammansättning. Data analyserades med SAS (PROC MIXED) med ras och system som fasta faktorer.

Resultat och diskussion

Överlag var det endast små skillnader i kvalitet både mellan de två rastyperna och mellan de två produktionssystemen. Köttet från de extensivt uppfödda stutarna var mörkare (tabell 1) och hade en högre andel omättade och n3-fettsyror (tabell 2) jämfört med köttet från de intensivt uppfödda stutarna. Den totala halten mättade fettsyror var lägre och förhållandet n6/n3 låg under 4, vilket anses gynnsamt ur hälsosynpunkt. Köttet från korsningsstutarna hade något grövre muskelfibrer och mer syrlig lukt jämfört med det från mjölkrasstutarna, men det var ingen skillnad i mörhet eller saftighet. Skillnaderna i köttets teknologiska och sensoriska egenskaper var små, vilket tyder på att extensiva system kan upprätthålla god köttkvalitet samtidigt som de bidrar till miljönytta och bevarande av biologisk mångfald (Mashood *et al.*, 2025).

Tabell 1. Köttets teknologiska egenskaper för båda rastyper (mjölkras, M, vs. mjölk × köttraskorsningar, M × K) och produktionssystem (måttligt hög foderintensitet inomhus och slakt vid 21 månaders ålder (H) vs. låg foderintensitet inomhus och slakt vid 28 månaders ålder (L), där alla djur betade på naturbetesmarker under sommaren).

	n	Ras		Produktionssystem		P-värde	
		M 29	M × K 32	H 30	L 31	S.e.	Prod. system
pH efter 24 tim		5,30	5,36	5,43	5,22	0,02	0,03
Temperatur efter 24 tim (°C)		6,74	6,90	7,20	6,43	0,11	0,03
Ljushet		37,3	38,1	39,0	36,3	0,50	<0,01
Rödhet		24,6	24,6	24,1	25,1	0,40	0,13
Gulhet		12,8	13,0	13,1	12,7	0,31	0,34
Koksvinn (%)		12,0	12,2	12,3	11,9	0,28	0,32
Skärnotstånd (N)		57,6	53,2	54,5	56,3	2,93	0,67

Tabell 2. Fetthalt (g/100 g muskel), fettsyresammansättning (g/100 g FA) och vitaminkoncentration för båda rastyper (mjölkras, M, vs. mjölk × köttraskorsningar, M × K) och produktionssystem (måttligt hög foderintensitet inomhus och slakt vid 21 månaders ålder (H) vs. låg foderintensitet inomhus och slakt vid 28 månaders ålder (L), där alla djur betade på naturbetesmarker under sommaren).

	n	Ras		Produktionssystem		P-värde	
		M 29	M × K 32	H 30	L 31	S.e.	Prod. system
Totalt fettinnehåll		2,10	1,37	1,54	1,92	0,15	<0,01
C16:0		27,7	26,8	28,2	26,4	0,28	<0,01
C18:0		12,1	12,9	13,0	12,1	0,39	0,15
C18:1 n9		40,0	38,0	39,8	38,2	0,54	0,06
C18:2 n6		2,69	3,90	2,46	4,13	0,25	<0,01
C18:3 n3		1,31	1,94	1,34	1,91	0,10	<0,01
C18:3 n6		0,59	0,90	0,79	0,70	0,06	<0,01
Summa n3		3,80	5,36	3,90	5,26	0,30	<0,01
Summa n6		5,01	7,08	4,82	7,27	0,44	<0,01
Kvoten n6/n3		1,31	1,32	1,24	1,38	0,01	<0,01
Mättade fettsyror		42,3	41,7	43,7	40,6	0,57	<0,01
Omättade fettsyror		57,4	57,7	56,0	59,0	0,57	<0,01
α-tocopherol (μg/g)		3,08	2,88	2,49	3,46	0,17	<0,01

Referenser

Daley C.A., Abbott A., Doyle P.S., Nader G.A. och Larson S. (2010) A review of fatty acid profiles and anti-oxidant content in grass-fed and grain-fed beef. *Nutrition Journal* 9, 10.

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, 1064.

Mashood Q., Hessle A., Olsson V., Therkildsen M., Jensen S.K. och Arvidsson Segerkvist K. (2025) Meat quality of dairy and dairy × beef steers reared in two production systems based on forages and semi-natural pastures. *Animals* 15, 1081.

Valltävling – läget efter första vallåret

N. Andresen¹, N. Åkesson², R. Spörndly³ och M. Dahlberg⁴

¹HIR Skåne, Kristianstad ²Publishing Farm ³Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Uppsala ⁴MD Lantbruksråd

Korrespondens: niels.andresen@hushallningssallskapet.se

Sammanfattning

Projektet "Ekovall för koncentratfri mjölkproduktion" har just avslutat sitt andra år av fyra. Projektet är upplagt som en tävling mellan fem lag med målet att odla vall där protein- och energiinnehållet ska vara så högt att tillskott av proteinkoncentrat i foderstaten till ekologiska mjölkkor inte lönar sig. Vallarna såddes in 2024 och 2025 var det första året då fyra skördar togs. Resultatet av 2025 års skördar visar att HIR Ekorådgivare så här långt har högst poäng, följda av Økologirådgivning Danmark, Agri-kultur i Småland, Lantmännen Växtråd och lantbrukarlaget.

Material och metoder

I tävlingen deltar fem lag, Agri-kultur i Småland, HIR Ekorådgivare, lantbrukarna Martin Ivarsson och Thorbjörn Svensson, Lantmännen Växtråd samt Økologirådgivning Danmark. Varje lag har komponerat en vallfröblandning som sås i tre upprepningar i bevattnade rutor och i tre obevattnade rutor. Målet för deltagarna är att till rimlig kostnad odla ett grovfoder som innehåller så mycket råprotein och omsättbar energi att det blir olönsamt att inkludera koncentrat i mjölkornas foderstat. Tävlingsfältet ligger på Hushållningssällskapets försöksgård Helgegården i Skepparslöv utanför Kristianstad.

Av försökstekniska skäl är vissa insatser gemensamma för alla lag. All sådd våren 2024 skedde den 3 maj med korn som skyddsgröda. Alla rutor får varje år en grundgödselgiva på ca 30 ton svämgödsel från nöt. Tävlingsfältet skördas vid fyra tillfällen som är gemensamma för samtliga lag. Alla lag deltar med ett bevattnat och ett obevattnat led och tävlingsresultatet baseras på ett genomsnitt för de båda leden för respektive lag. De delar som kan påverkas av de tävlande är utsädesblandning, ympning av utsäde samt tillförsel av kalk, svavel, kalium, magnesium och kväve i pelleterad form. Alla insatser ska vara godkända/tillåtna i ekologisk odling.

Lagen får poäng i fyra olika delgrenar: råprotein, omsättbar energi, skördad mängd i kg ts per hektar och kostnad per hektar. Poängen delas ut efter olika skalor i delgrenarna där proteinhalten ger dubbelt så mycket poäng som övriga parametrar.

De tävlande lagens vallfröblandningar

Agri-kultur i Småland

6,5 % rödklöver SW Ares, 1,5 % rödklöver Kelly, 4 % vitklöver Edith, 17 % blåusern Felicia, 17 %, blåusern SW Nexus (ympad), 25 % timotej Switch, 7 % engelskt rajgräs SW Birger, 12 % rörsvingel Swaj.

HIR Ekorådgivare

4 % rödklöver Kelly, 4 % rödklöver Rozeta, 4 % rödklöver Dante, 3 % vitklöver Jura, 3 % vitklöver Edith, 12 % blåusern Ludelis, 15 % timotej Grindstad, 15 % timotej Switch, 20 % ängssvingel Tored, 20 % engelskt rajgräs Kentaur.

Lantmännen Växtråd

5 % rödklöver Dante, 5 % rödklöver Emmy, 5 % vitklöver Edith, 20 % blåusern SW Nexus, 30 % timotej Switch, 20 % engelskt rajgräs Eufori, 15 % rörsvingel Tallfe.

Martin Ivarsson och Thorbjörn Svensson

10 % rödklöver Kelly, 10 % rödklöver Rozeta, 5 % vitklöver Edith, 5 % vitklöver Jura, 10 % timotej Grindstad, 10 % timotej Rhonia, 25 % rörsvingel Swaj, 25 % rörsvingel Karolina.

Økologirådgivning Danmark

4 % vitklöver Briana, 60 % blåusern Mezzo, 2 % karingtand Leo, 30 % engelskt rajgräs Saqui, 1 % cikoria Spadona, 3 % svartkämpar.

Resultat och diskussion

Resultatet av 2025 års fyra skördar visar att HIR Ekorådgivare har fått högst poäng följda av Økologirådgivning Danmark, Agri-kultur i Småland, Lantmännen Växtråd och lantbrukarlaget (tabell 1).

I genomsnitt för alla tävlande lag finns en viss skillnad mellan bevattnade och obevattnade led, framför allt vad gäller råproteininnehåll (212 respektive 194 g/kg ts) och skördad mängd (10,1 respektive 7,7 ton ts). Däremot är skillnaden liten för energiinnehållet (10,6 respektive 10,5 MJ omsättbar energi per kg ts).

Målsättningen för de tävlande lagen är att med så låg kostnad som möjligt, i genomsnitt över fyra skördar, uppnå ett råproteininnehåll på 175 g/kg ts och en energinivå på 11 MJ/kg ts. Efter det första av tre skördeår står det klart att målet om proteinhalt har överträffats men att energiinnehållet är för lågt.

Projektet "Ekovall för koncentratfri mjölkproduktion" finansieras av Jordbruksverket inom strategiska planen och är ett samverkansprojekt mellan HIR Skåne, Hushållningssällskapet i Skåne, Publishing Farm (tidningen Ekologiskt lantbruk) och Ekologiska Lantbrukarna. Tävlningen har en tävlingsledning bestående av projektledaren Niels Andresen, HIR Skåne, Niclas Åkesson, Publishing Farm, Margareta Dahlberg, MD Lantbruksråd och Rolf Spörndly, SLU. Resultaten i tävlingen publiceras och diskuteras löpande i tidningen Ekologiskt lantbruk. Tävlningen kommer att pågå två vallår mera och avslutas efter växtsäsongen 2027.



Medfinansieras av
Europeiska unionen

Tabell 1. Poängställningen i valltävlingen efter fyra skördar 2025. Delmomenten proteinhalt, energiinnehåll, skördad mängd och kostnader vägs ihop i ett samlat poängsystem.

POÄNGSTÄLLNING TOTALT 2025		Totalpoäng			
1	HIR Ekorådgivare	17,5			
2	Økologirådgivning Danmark	17,4			
3	Agri-kultur i Småland	16,9			
4	Lantmännen Växtråd	14,2			
5	Martin Ivarsson och Thorbjörn Svensson	14,0			
PROTEINHÅLT 2025		Bevattnat	Obevattnat		
		Råprotein g/kg ts	Råprotein g/kg ts	Medel	Poäng
1	Lantmännen Växtråd	222	220	221	10,7
2	Agri-kultur i Småland	228	200	214	10,1
3	HIR Ekorådgivare	201	195	198	8,8
4	Økologirådgivning Danmark	216	179	198	8,8
5	Martin Ivarsson och Thorbjörn Svensson	196	176	186	7,9
	Medel	212	194	203	
ENERGIINNEHÅLL 2025		Bevattnat MJ/kg ts	Obevattnat MJ/kg ts	Medel MJ/kg ts	Poäng
1	Martin Ivarsson och Thorbjörn Svensson	11,1	10,9	11,0	3,5
2	HIR Ekorådgivare	10,6	10,7	10,6	3,1
3	Lantmännen Växtråd	10,6	10,4	10,5	3,0
4	Agri-kultur i Småland	10,5	10,4	10,4	2,9
5	Økologirådgivning Danmark	10,0	10,1	10,1	2,6
	Medel	10,6	10,5	10,5	
SKÖRDAD MÄNGD 2025		Bevattnat kg ts/ha	Obevattnat kg ts/ha	Medel kg ts/ha	Poäng
1	Agri-kultur i Småland	11 494	9 017	10 255	5,8
2	HIR Ekorådgivare	10 096	9 469	9 783	5,3
3	Lantmännen Växtråd	10 282	8 662	9 472	5,0
3	Økologirådgivning Danmark	11 468	7 606	9 537	5,0
5	Martin Ivarsson och Thorbjörn Svensson	7 154	3 949	5 552	1,1
	Medel	10 099	7 741	8 920	
KOSTNADER 2025, KR/HA		Kr/ha	Poäng		
1	Martin Ivarsson och Thorbjörn Svensson	1 710	1,6		
2	Økologirådgivning Danmark	2 022	1,0		
3	HIR Ekorådgivare	2 356	0,3		
4	Agri-kultur i Småland	3 456	-1,9		
5	Lantmännen Växtråd	4 700	-4,4		

Läs mera

Andresen N. (2025) Tävlings ska förbättra ekologisk vallproduktion. Hushållningssällskapet.
<https://hushallningssallskapet.se/tavling-ska-forbatta-ekologisk-vallproduktion/> [2025-04-29]

Andresen N. och Åkesson N. (2025) Valltävling för koncentratfri foderstat. Svenska Vallföreningen. *Svenska Valbrev* 7, 4–5.

Åkesson N. (2025) HIR starkast 2025. *Ekologisk Lantbruk* 5, 24–31.

Videor om lantbrukares innovationer inom betesdrift i EU-projektet Grazing4AgroEcology

L. Johansson¹, L. af Geijersstam¹, A. Hessle² och N. Nilsdotter-Linde³

¹*Svenska Vallföreningen* ²*Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Skara* ³*SLU, Inst. växtproduktionsekologi, Uppsala*

Korrespondens: nilla.nilsdotter-linde@slu.se

Sammanfattning

Ett av de fyra huvudmålen i det tematiska nätverket inom Horizon Europe, Grazing4AgroEcology, är att skapa ett kunskaps- och informationshanteringssystem för att sammanföra kunskap och innovationer samt sprida dem. Femton gårdar i vardera av de åtta länder som deltar i projektet delar med sig av sina kunskaper och innovationer genom enkäter och intervjuer. Resultatet presenteras bl.a. i form av faktablad enligt en mall som framtagits av Europeiska Innovationspartnerskapet och videofilmer. Innovationerna och förbättringarna som beskrivs i filmerna handlar alla om att utnyttja betet på bästa sätt genom tekniska och kunskapsbaserade metoder för att uppnå högre produktivitet, ekonomisk stabilitet, biologisk mångfald och djurvälstånd. De totalt 120 videofilmerna är åtkomliga via projektets webbplats och Youtube. Videorna har visats och diskuterats vid sammankomster som arrangerats av bl.a. projektets deltagarorganisationer i medlemsländerna.

Introduktion

Grazing4AgroEcology (G4AE) är ett europeiskt tematiskt nätverk inom Horizon Europe för att främja bete och stödja betesbaserade gårdars ekonomiska och ekologiska resultat samt djurens välfärd. Projektet startades i september 2022 och avslutas i februari 2026. De åtta deltagande länderna är Frankrike, Tyskland, Irland, Italien, Nederländerna, Portugal, Rumänien och Sverige. Svenska partners är Sveriges lantbruksuniversitet och Svenska Vallföreningen.

Det övergripande målet med G4AE är att stärka lantbrukarnas kapacitet att optimera och främja bete för idisslare för dess positiva ekonomiska, ekologiska, kulturella och samhällsliga värden genom samarbete mellan flera aktörer, samskapande och kunskapsdelning. Ett av de fyra huvudmålen i projektet är att skapa ett kunskaps- och informationshanteringssystem för att sammanföra kunskap och innovationer samt sprida dem. I förlängningen kan detta stödja viljan till förändring i andra regioner och länder samt utbytet av innovativa metoder för att förbättra lantbrukens resultat.

En viktig del i projektet är nätverket av lantbrukare, det så kallade Partner Farm Network. Det består av 15 gårdar i varje deltagande land, det vill säga totalt 120 gårdar. Dessa gårdar bidrar med sina bästa metoder och innovationer och är den främsta källan till lättåtkomlig och praktiskt orienterad kunskap. I projektet används fem aspekter för att analysera gårdarnas verksamheter ur ett agroekologiskt perspektiv, nämligen förbättrad djurvälstånd, minskade insatser, minskade utsläpp, diversifierad verksamhet och biologisk mångfald.

Material och metoder

Lantbrukarna i PFN identifierade metoder på sina gårdar som främjar betesdriften i ett agroekologiskt sammanhang. Detta skedde i samarbete med företrädare för de nationella organisationerna i projektet, i Sverige Svenska Vallföreningen och Sveriges lantbruksuniversitet. De innovationer, förbättringar och metoder som identifierades sammanställdes för varje gård

i ett faktablad enligt en mall som framtagits av Europeiska Innovationspartnerskapet. För varje gård producerades en 0,5–2 minuter lång video, där lantbrukarna på respektive gård förklarar och visar sina innovationer och metoder.

Resultat och diskussion

I projektet producerades totalt 120 videor, 15 per land. Filmerna sparas på projektets webbplats och är åtkomliga därifrån eller från Youtube. Faktabladen går även att finna i databasen Encyclopedia pratensis (2025). Videorna har visats och diskuterats vid sammankomster som arrangerats av projektets deltagarorganisationer i medlemsländerna och finns tillgängliga för framtida möten.

De 120 filmerna täcker olika typer av betesmark, betesdjur och storlek på drift. Såväl bete på åkermark som naturbetesmark beskrivs liksom både ekologisk och konventionell produktion. Inom varje land sträcker sig innovationerna från handgripliga mekaniska eller sensorstyrda, tekniska lösningar till IT-styrda betessystem och nytänkande. Nedan ges ett exempel från varje land.

GPS-övervakning av betesdjur – Niculina Roba, Rumänien

Gården som Niculina driver tillsammans med sin familj har åtta mjölkkor som betar lika många hektar i ett bergigt område där det finns både björn och varg. Betesdjuren vandrar ca 17 km om dagen och ibland har de svårt att hitta hem. Arbetet med att leta rätt på djuren var tidigare både mödosamt och tidskrävande. Lösningen var att köpa GPS-sändare till varje ko och koppla dem till en app i mobilen där korna lätt kan spåras. En ytterligare fördel är att kunna övervaka kor som har hälsoproblem eller som ska kalva.

Vallsådd med fyrhjuling – Styven Thomas, Frankrike

Styven driver en ekologisk mjölgård på 89 hektar. Vid sådd av mindre fält använder han en fyrhjuling. Fördelarna är snabbheten (endast 20 min/ha), mindre markpackning och mindre bränsleförbrukning. Tack vare bredsådden får Styven ett jämnare resultat och slipper problem med täckning och ogräs som han tidigare upplevde vid radsådd.

Direktförsäljning av mjölk ger stabil inkomst – Jan och Felix Hohmann, Niedersachsen, Tyskland

De unga bönderna Jan och Felix driver mjölkproduktion med 150 kor på 140 hektar. För att kompensera fluktuerande mjölkpriser byggdes ett eget mejeri på gården med en framgångsrik direktförsäljning som innebär både större inkomster och bättre kundrelationer. Två gånger i veckan levereras mjölken till privathushåll, daghem och skolor genom ett abonnemang med en viss mängd till ett fast pris.

Skogsbete på lärkträdsängar ger många fördelar – Markus Lintner, Sydtyrolen, Italien

Gården Schornhof har totalt 24,1 hektar och 11,4 av dessa är ängsmark med lärkträdsbestånd. För att minimera maskinanvändning och arbetsinsatser betas de artrika ängarna av dikor. Lärkträdens skugga kyler marken och deras vindfång motverkar avdunstning vilket gör marken mindre utsatt för torka. Gräset i de öppna gläntorna ger tidigt foder, medan gräset i skuggan växer långsammare och håller sig färskt längre.

Förbättrad betesmark genom kalkning, röjning och gödsling – Inês Baracha, Portugal

Inês familj jordbruk har totalt 700 hektar varav 500 så kallad montado, betesmark med bestånd av korkek, eucalyptus och tall. Cirka 650 får betar marken som på senare tid har förbättrats genom röjning, kalkning och spridning av kompost samt införande av baljväxter i fröblandningen. Gården har ekologisk produktion och är certifierad enligt Forest Stewardship Council. Samarbete med universitetet har möjliggjort analyser av jord och foder som ligger till grund för förbättringarna.

Maximalt utnyttjande av bete med app – Robert O’Dea, Irland

Med hjälp av appen PastureBase Ireland kan Robert fatta beslut, planera och utnyttja betet maximalt. Varje vecka klipper Robert en representativ ruta i vallen och väger materialet. Resultatet matas in i appen där han även registrerar täckning och betesdjurens tid och plats, gödsling, djurantal, foderintag och mjölkproduktion. Robert har på detta sätt kunnat fatta bättre beslut som lett till större produktion och mindre insatskostnader.

System för balanserat torrsubstansintag på bete – Joeri Ham, Nederländerna

Joeri driver en mjölkgård på 46 hektar där korna får beta ovanligt mycket, efter nederländska förhållanden. Under dagen får korna gå på två olika typer av bete; en fälla med relativt färskt bete och en fälla med äldre bete med högre stråinnehåll. På detta sätt uppnås ett balanserat torrsubstansintag som kräver mindre utfodring i stallen.

Lamning vid midsommar bemästrar parasittrycket – Eva och Gunnar Danielsson, Sverige

Eva och Gunnar har lammproduktion med 125 tackor. Gården har 50 hektar naturbetesmark och permanent åkermarksbete samt 20 hektar åker. Lamning vid midsommar innebär att de lågdräktiga tackorna betar tidigt på säsongen med högt betestryck. Det resulterar i att parasiterna hinner dö tidigt på säsongen innan de känsliga djuren, dvs. tackorna med lamm, är ute på betet och att kvaliteten på betet blir bättre från juni och framåt.

Läs mera

Encyclopedia pratensis (2025) www.encyclopediapratensis.eu

Grazing4AgroEcology (2025) <https://grazing4agroecology.eu/>

Nilsson-Linde N., Hessle A. och af Geijersstam L. (2023) Grazing4AgroEcology – EU-projekt för ökad betesdrift. Svenska Vallföreningen. Svenska Vallbrev 3, 5–6. <http://www.svenskavall.se>

Nilsson-Linde N., af Geijersstam L. och Hessle A. (2024) Nytt från Grazing4AgroEcology. Svenska Vallföreningen. Svenska Vallbrev 5, 7–8. <http://www.svenskavall.se>

YouTube (2025) <https://www.youtube.com/@Grazing4AgroEcology>

BLANDSKAP: Projekt för integrering av djur i växtodlingen

A.S. Dahlin¹, D.T. Hickman¹, G. Bergkvist¹, I. Öborn¹ och S. Agenäs²

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för växtproduktionsekologi, Uppsala²SLU, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Uppsala

Korrespondens: sigrun.dahlin@slu.se

Sammanfattning

Jordbruksintensifieringen sedan efterkrigstiden har skapat ett system präglad av stora, specialiserade gårdar som är beroende av kemiska insatser. Gårdar inom ett givet geografiskt område producerar ett begränsat antal varor, och det finns en geografisk separation mellan djurhållning och växtodling. Detta har lett till ett alltmer homogent jordbrukslandskap som är sårbart för störningar och även har lägre estetiska värden. En ökad diversitet på fält- och landskapsnivå föreslås ofta som en lösning på dessa problem, men få undersökningar har studerat i vilken omfattning detta skulle påverka jordbrukets övergripande hållbarhet, särskilt i ett nordiskt sammanhang. För att utforska de olika faktorer som påverkar hållbarheten har vi utvecklat projektet BLANDSKAP med försök vid Lövsta forskningsstation, Uppland. Här jämförs fyra odlingsstrategier med olika grad av integrering av vall och djur på åkermark, samt olika betesstrategier på naturbetesmarker. Försöket är tänkt att bli långliggande och 2025 var det första fältåret. Här presenterar vi den experimentella utformningen, våra insatser för att fånga initiala förhållanden och vår vision för kommande år.

Introduktion

En kombination av förhållandevis lättillgängliga gödsel- och växtskyddsmedel, specialisering på ett fåtal grödor eller djurslag med hög lönsamhet och en likriktning av jordbrukslandskapet har bidragit till starkt ökade skördenivåer, men även till ett livsmedelssystem som överskrider flera planetära gränser. Ekologisk teori ger vid handen att flera av dessa utmaningar kan övervinnas genom större diversitet i växtodlingen och genom (åter)integrering av betesdjur i områden som domineras av ren växtodling (Lemaire *et al.*, 2014; Smith *et al.*, 2023). I ett försök i landskapsskala vill vi bl.a. utveckla kunskapen om och utvärdera hållbarheten hos mer diversifierade system för växt- och djurproduktion på åkermark i en region där växtodling är den dominerande markanvändningen (Hickman *et al.*, 2024). Vi vill också utveckla kunskaperna om och utvärdera betesstrategier för naturbetesmarker på ett sätt som genererar både biodiversitet och lönsam produktion. För att kunna göra den typen av forskning och för att skapa nytta av kunskapen för lantbrukare behöver vi bl.a. utveckla metoder att styra djuren med hjälp av virtuella stängsel. Projektet BLANDSKAP finansieras av Familjen Kamprads Stiftelse (ref. nr. 20232003).

Material och metoder

Genom workshopar med experter inom olika aspekter av jordbrukets hållbarhet, samt möten med teknisk personal på Lövsta, företrädare för Ultuna egendom och personer från jordbruksnäringen, har vi utvecklat två försöksupplägg (en åkermarksdel och en naturbetesdel). I åkermarksdelen jämför vi fyra strategier (tabell 1):

1. **"Referens"**: En växtföljd med ettåriga grödor utan betande djur. Strategins mål är att använda växtnäring så effektivt som möjligt med tillgänglig teknik. Den tekniska utvecklingen antas komma att tillgodose behovet av insatsmedel för kontroll av ogräs och skadegörare.

2. **"Integrerad"**: En växtföljd anpassad för få idisslande djur (hälften av den i strategierna 3 och 4) där nötkreatur är tänkta att i huvudsak äta sådant som människor inte kan äta och där betessäsongen maximeras. I strategin ingår att minimera jordbearbetning och att hålla marken bevuxen så stor del av året som möjligt för bete och andra ekosystemtjänster. Strategin innehåller moment där det finns begränsade erfarenheter från praktiskt lantbruk och där utvecklingsbehovet är stort.

3. **"Mjolk med bete"**: En växtföljd anpassad till en hög djurtäthet av idisslare för produktion av mjölk. Ungdjur används för att simulera mjölkdjur på bete och betessäsongen är tänkt att maximeras. Kompletterande utfodring med ensilage från vallar och spannmål. Användningen av betesdjur för bästa avvägning av ekosystemtjänster prioriteras för utvecklingen av strategin.

4. **"Mjolk utan bete"**: En växtföljd anpassad till lika många idisslande djur för produktion av mjölk som i strategi 3, men utan bete, och med ensilage och spannmål som bas i foderstaten.

Varje strategi består av en sexårig växtföljd med sex upprepade block (fält) på SLU:s gård vid Lövsta utanför Uppsala. Grödorna i varje position i växtföljden odlas i ett block varje år. Blocken är ca 12 ha stora och samtliga strategier genomförs på ca 3 ha i varje block. Växtföljderna har konstruerats för att vara så lika som möjligt givet deras olika syften, dels för att göra jämförelserna mellan systemen relevant, dels för att underlätta skötseln.

Tabell 1. De fyra odlingsstrategierna i åkermarksdelen av BLANDSKAP har liknande växtföljder, men är anpassade till behovet av foder till nötkreatur vilket är obefintligt i "Referens", litet i "Integrerad" och stort i "Mjolk med bete" och "Mjolk utan bete".

Position i växtföljden	Strategi			
	Referens	Integrerad	Mjolk med bete	Mjolk utan bete
1	Höstraps	Höstraps	Höstraps	Höstraps
2	Höstvete	Höstvete	Höstvete	Höstvete
3	Ärter	Ärter	Ärter, insädd vall	Ärter, insädd vall
4	Höstvete	Vårkorn, insädd vall	Vall	Vall
5	Vårkorn	Vall	Vall	Vall
6	Höstvete	Vall	Vall	Vall

I naturbetesdelen, som ligger i anslutning till åkermarksdelen, utvärderar vi effekterna av betesstrategier. Första året har vi utvecklat styrningen av betet med hjälp av virtuella stängsel. När vi lärt oss att styra betestrycket med den tekniken kommer vi att jämföra en betesstrategi med få djur som betar under långa perioder med en strategi där många djur betar under korta perioder och där uppehållet mellan betesperioderna är långt.

Forskare, rådgivare, lantbrukare och andra intressenter kommer att vidareutveckla och utvärdera strategierna tillsammans, med speciellt fokus på strategierna "Integrerad" och "Mjolk med bete" där kunskapsluckorna är störst. Effekterna av de olika strategierna i försöket är sannolikt inte enbart ekonomiska, utan också ekologiska och agronomiska, vilket kanske inte kan mätas genom deras kortsiktiga inverkan på skörden eller markens produktivitet (Storkey *et al.*, 2024). Med detta i åtanke tar vi ett mer holistiskt grepp på hållbarhet inom jordbruket för att bedöma en rad olika faktorer som kan påverka jordbrukare och det landskap som de brukar (Dale *et al.*, 2013). Vi utnyttjar vår breda expertis för att fånga upp en mångfald av mått för utvärdering av hållbarhet. Under workshoparna och mötena utvecklade vi sålunda även en provtagningsplan för återkommande utvärdering av respektive strategis hållbarhet.

År 2025 var det första försöksåret och strategierna implementerades på respektive areal. Vi fastställde under säsongen basvärden för de olika typerna av data för var och en av försöksrutorna och -fällorna. Jordprover insamlades också och kommer att analyseras vidare när vi har ytterligare finansiering.

Datainsamling i åkermarksförsöket inkluderar t.ex.:

- Kartläggning av marken genom elektromagnetiska induktionsmätningar,
- Jordens textur, mullhalt och näringsinnehåll, markstruktur, samt mekaniskt motstånd,
- Jordens mikrobiella mångfald och förekomst av patogena organismer (DNA-analys),
- Fröbanksanalyser för att bedöma förekomsten av ogräs i marken,
- Fallfällor för att bestämma förekomsten av leddjur,
- Övervakning av symtom av sjukdomar på grödor,
- Ekonomisk bedömning av lönsamhet i termer av avkastning och ekonomiskt resultat.

Datainsamling i naturbetesdelen inkluderar t.ex.:

- Djurens uppehållstid, särskilt i anslutning till de virtuella stängslen,
- Florans sammansättning, med särskilt fokus på signalväxter för särskilt artrik miljö,
- Fällor för en bild av den biologiska mångfalden hos ryggradslösa djur,
- Snabba bedömningar av pollinatörers förekomst genom visuella undersökningar.

Ett antal av dessa mått reagerar långsamt på förändringar i produktionssystemen eller kan fluktuerar mellan år och tid på året, vilket kan leda till feltolkningar av resultaten och uteblivna skillnader (Johnston och Poulton, 2018). Det är därför vår avsikt att detta försök genomförs på lång sikt. Vi har därför utformat försöket så att det går att införliva ytterligare mått och perspektiv i takt med ett förändrat vetenskapligt kunskapsläge och prioriteringar.

Referenser

- Dale V.H., Kline K.L., Kaffka S.R. och Langeveld J.W.A. (2013) A landscape perspective on sustainability of agricultural systems. *Landscape Ecology* 28, 1111–1123.
- Hickman D.T., Dahlin S., Bergkvist G., Owusu-Sekyere E. och Danielsson R. (2024) A new long-term experiment to evaluate and demonstrate agricultural sustainability at Lövsta Field Research Station. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. *Mistra Food Futures* 24, 34 s.
- Johnston A.E. och Poulton P.R. (2018) The importance of long-term experiments in agriculture: their management to ensure continued crop production and soil fertility; the Rothamsted experience. *European Journal of Soil Science* 69, 113–125.
- Lemaire G., Franzluebbers A., de Faccio Carvalho P.C. och Dedieu B. (2014) Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 190, 4–8.
- Smith M.E., Vico G., Costa A., Bowles T., Gaudin A.C.M., Hallin S., Watson C.A., Alarcón R., Berti A., Blecharczyk A., Calderon F.J., Culman S., Deen W., Drury C.F., Garcia A.G.Y., García-Díaz A., Plaza E.H., Jonczyk K., Jäck O., Lehman R.M., Montemurro F., Morari F., Onofri A., Osborne S.H., Pasamón J.L.T., Sandström B., Santín-Montanyá I., Sawinska Z., Schmer M.R., Stalenga J., Strock J., Tei F., Topp C.F.E., Ventrella D., Walker R.L. och Bommarco R. (2023) Increasing crop rotational diversity can enhance cereal yields. *Communications Earth and Environment* 4, 89.
- Storkey J., Maclaren C., Bullock J.M., Norton L.R., Redhead J.W. och Pywell R.F. (2024) Quantifying farm sustainability through the lens of ecological theory. *Biological Reviews* 99, 1700–1716. <https://doi.org/10.1111/brv.13088>

Effekter av skördetillfälle, torrsubstanshalt och tillsatser på fermenteringsegenskaper hos klöver/gräsensilage

J. Perez¹, J. Dicksved¹, M. Presto Åkerfeldt² och H. Gonda¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd, Uppsala;

²Uppsala University, Avdelningen för forsknings- och samarbetsstöd, Uppsala

Korrespondens: jhon.perez@slu.se

Sammanfattning

En studie genomfördes för att utvärdera effekterna av skördetillfälle, torrsubstanshalt (ts) vid ensilering samt tillsatsmedel på fermenteringsegenskaperna hos klöver/gräsensilage avsett för utfodring av grisar. En klöver/gräsvall slogs i första respektive andra skörd och ensilerades med två ts-halter (LDM och HDM) utan tillsatsmedel (CONT), med propionsyra-myrsyra-blandning (ACID) eller med en inokulant (INOC). Sextio vakuumsörslade minisilos framställdes och analyserades efter lagring med avseende på pH, kemisk sammansättning, ammoniak-N samt koncentration av fermenteringsprodukter. Fermenteringen påverkades av skördetillfälle, ts-nivå, tillsatsmedel samt av interaktioner mellan dessa faktorer. Bakteriell inokulering vid låg ts gav ensilage med intensiv fermentering, lägre pH och högre mjölksyra- och ättiksyrakoncentration. Syrabehandling resulterade i mindre intensiv fermentering, högre halt av vattenlösliga kolhydrater och lägst ammoniak-N-halt jämfört med INOC- och CONT-behandlingarna. Smörsyrhalten var låg i alla behandlingar utom i andra skörd HDM utan syrabehandling. Sammanfattningsvis uppvisade syrabehandlade ensilage förbättrad stabilitet med lägre proteolys som var mer gynnsamt för grisutfodring. Resultaten tyder på att kombinationen av lämplig ts-halt och syrabehandling av gräs- och baljväxtvall har potential att förbättra ensilagekvalitet och foderutnyttjande, vid användning som proteinkälla i ekologisk grisproduktion.

Introduktion

Det växande behovet av hållbart animaliskt protein, i kombination med ökande konkurrens om jordbruksmark för livsmedelsproduktion, belyser behovet av att hitta alternativa proteinkällor för djurfoder (Stødkilde *et al.*, 2019). Utfodring med vallensilage har potential att förse grisar med näring samt främja beteenden som förbättrar djurvälståndet. Forskning visar att det är möjligt att utfodra grisar med en stor andel ensilage och därigenom i hög grad ersätta kommersiellt foder (Wallenbeck *et al.*, 2014; Friman *et al.*, 2021). Denna studie i laboratorieskala syftade till att fastställa hur förhållandet klöver–gräs, ts-halt i den ensilerade grönmassan och typ av tillsatsmedel påverkar ensilagens kemiska sammansättning och därmed dess lämplighet som grisfoder.

Material och metoder

Projektet genomfördes vid SLU, Uppsala. En klöver–gräsvall bestående av engelskt rajgräs (*Lolium perenne* L.) och vitklöver (*Trifolium repens* L.) skördades i vegetativt stadium i första (1:a, 3 juni) respektive andra skörd (2:a, 4 juli). Prover togs för botanisk och kemisk analys (ts, vattenlösliga kolhydrater (WSC), råprotein (Rp), neutral- och syradetergeringsfiber (NDF, ADF) samt aska). Före ensilering hackades materialet (ca 30 mm) och ensilering skedde med olika ts-halter (låg ts: LDM, hög ts: HDM), med eller utan tillsatsmedel; obehandlad (kontroll: CONT), behandlad med syratillsats (ACID; propionsyra-myrsyra-blandning) eller inokulant

(INOC: *Lactobacillus paracasei*, *L. plantarum*, *L. brevis*). Totalt producerades 60 silos i laboratorieskala (6 kombinationer per skörd, vardera med 5 replikat). Silorna skapades genom att placera ca 400 g grönmassa i vakuumpåsar (MagicVac®) som sedan vakuumsörslades med en förpackningsmaskin (Stalwart DA-STV030, UK). Silorna lagrades i 12 veckor vid 20°C fram till öppning. Vid öppning togs prover för kemiska analyser enligt Gonda *et al.* (2023).

Resultat och diskussion

Data från vallproverna som togs före ensilering presenteras i tabell 1. Även om klöverandelen var högre i 2:a än i 1:a skörd, hade 2:a skörd lägre Rp- och högre NDF-halter, trots att rajgräset var i vegetativt stadium vid båda skördarna.

Tabell 1. Torrsubstanshalt (ts) i leden med låg (LDM) respektive hög (HDM) ts-halt, samt botanisk och kemisk sammansättning av växterna inför ensilering i laboratorieskala.

Skörd	Ts-nivå	Ts	Botanisk sammansättning (%)			Variabler (% ts)				
			Gräs	Klöver	Ogräs	Rp	WSC	NDF	ADF	Aska
1	LDM	27,4	93,7	3,4	2,9	16,0	21,1	41,2	21,0	10,7
1	HDM	31,1								
2	LDM	28,7	85,2	12,1	2,7	13,2	13,2	48,1	28,2	9,7
2	HDM	36,7								

Ensileringens resultat i form av pH, ammoniak-N, mjölksyra, residualsocker samt ts-förlust presenteras i tabell 2. Även när huvudeffekterna av skörd, ts-nivå och tillsatsmedel var signifikanta, var också interaktionen signifikant, vilket visar att effekterna inte var desamma för de olika kombinationerna av faktorer. Förutom ett pH nära 5 i 2:a-HDM-CONT hade ensilagen pH under 4,5. pH-värdet var lägre i 1:a än i 2:a skörd, och i LDM-ensilage jämfört med HDM-ensilage. INOC hade det lägsta pH-värdet.

Tabell 2. Egenskaper hos ensilage från en klöver-gräsvall skördad vid olika tillfällen (skörd 1 och 2), med olika torrsubstanshalter (låg (LDM) respektive hög (HDM)) och behandlat med syra (ACID) eller mjölksyrabakterier (INOC) eller inget tillsatsmedel (CONT) vid ensilering i laboratorieskala.

Skörd	Ts-nivå	Tillsats	Variabler					
			pH	Ts-förlust %	WSC % ts	Amm.-N % av tot-N	Mjölksyra % ts	
1	LDM	CONT	4,21 ^{de}	3,52 ^b	0,06 ^e	12,30 ^a	3,02 ^{cd}	
1	LDM	ACID	4,17 ^e	7,70 ^a	5,49 ^b	8,27 ^g	2,91 ^{cde}	
1	LDM	INOC	4,16 ^{ef}	7,03 ^a	1,11 ^e	10,17 ^c	3,47 ^a	
1	HDM	CONT	4,41 ^c	3,68 ^b	2,56 ^d	10,93 ^b	3,15 ^{bc}	
1	HDM	ACID	4,45 ^c	2,18 ^{cd}	8,18 ^a	9,23 ^{de}	3,10 ^{bc}	
1	HDM	INOC	4,30 ^d	3,19 ^{bc}	1,15 ^e	9,47 ^d	3,28 ^{ab}	
2	LDM	CONT	4,27 ^d	3,04 ^{bcd}	0,88 ^c	10,70 ^b	2,47 ^f	
2	LDM	ACID	4,47 ^c	2,13 ^{cd}	8,62 ^a	8,53 ^{fg}	1,46 ^g	
2	LDM	INOC	4,17 ^{ef}	2,88 ^{bcd}	1,02 ^e	8,95 ^{ef}	2,66 ^{ef}	
2	HDM	CONT	4,97 ^a	3,42 ^{bc}	3,89 ^c	11,05 ^b	1,45 ^g	
2	HDM	ACID	4,81 ^b	1,90 ^d	8,70 ^a	8,40 ^g	1,12 ^h	
2	HDM	INOC	4,17 ^{ef}	2,96 ^{bcd}	1,13 ^e	8,93 ^{ef}	2,84 ^{de}	
RMSE			0,061	2,165	0,697	0,260	0,147	
P= skörd			<0,001	<0,001	0,0003	<,0001	<,0001	
P= ts			<0,001	<0,001	0,0014	0,1011	0,1429	
P= tillsats			<0,001	0,094	<,0001	<,0001	<,0001	
P= skörd×ts×tillsats			<0,001	<0,001	0,0008	<,0001	<,0001	

a,b,c,d,e,f,g Medelvärden med olika upphöjda tecken i samma kolumn skiljer sig avsevärt åt ($P < 0,05$).

Ts-förlusterna var högst för 1:a skörd ACID och INOC, och lägre för de övriga. WSC-halten var lägst i 1:a skörd LDM, både i CONT och INOC, samt högst i ACID. INOC hade högre halter av mjölksyra och ättiksyra än CONT och ACID inom respektive skörd och ts-nivå.

Ammoniak-N var högre i ensilage från 1:a skörd. Inom skörd och ts-nivå hade CONT högst Ammoniak-N och ACID lägst.

Mjölksyra var den dominerande fermenteringsprodukten. I genomsnitt hade 1:a skörd högre halter av mjölksyra och ättiksyra. Inom skörd och ts-nivå var mjölksyrhalten högre för INOC och lägre för ACID, jämfört med CONT. HDM i 2:a skörd gav högre mjölksyrakoncentration än övriga kombinationer. Halterna av ättiksyra, propionsyra, smörsyra, myrsyra, etanol och 2-3-butandiol visas inte i tabell här p.g.a. platsbrist. Halten av ättiksyra var generellt, högre i INOC, utom i 2:a-LDM. Propionsyra påverkades av skörd och ts-nivå men var alltid lägst i INOC. Smörsyrhalten var låga, förutom i 2:a-HDM-CONT. Etanol var lägst i ACID. Ingen myrsyra detekterades. Förutom i 2:a-LDM var 2,3-butandiol högre i CONT än i ACID och INOC.

Studien ingår i ett projekt som undersöker effekter av gräs-baljväxtensilage i foderstater för växande grisar avseende konsumtion, tillväxt, tarmhälsa och beteende som beräknas vara klart hösten 2028. Avsikten med att ta en andra skörd var att öka klöverandelen och därmed Rp-halten, men trots ökad klöverandel minskade Rp i denna studie, utan tydlig förklaring. Det kan preliminärt konstateras att ensilage behandlat med ACID hade högre WSC-halt och utsattes för mindre proteolys än CONT- och INOC-ensilagen, vilket gör det mer lämpligt att inkludera i grisars foderstat.

Vi tackar John Jakobsson från Konsil Scandinavia AB för hans bidrag till studien. Projektet finansierades av SLU Ekoforsk, nu EPOK.

Referenser

- Friman J., Lundh T. och Presto Åkerfeldt M. (2021) Grass/clover silage for growing/finishing pigs – effect of silage pre-treatment and feeding strategy on growth performance and carcass traits. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science* 70, 151–160. <https://doi.org/10.1080/09064702.2021.1993319>
- Gonda H., Nikodinoska I., Le Cocq K. och Moran C.A. (2023) Efficacy of six lactic acid bacteria strains as silage inoculants in forages with different dry matter and water-soluble carbohydrate content. *Grass and Forage Science* 78(4), 636–647.
- Stødtkilde 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, 1817–1825. <https://doi.org/10.1017/S1751731119000156>
- Wallenbeck A., Rundgren M. och Presto M. (2014). Inclusion of grass/clover silage in diets to growing/finishing pigs – Influence on performance and carcass quality. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science* 64, 145–153.

Den robusta ekogården i en föränderlig omvärld

B. Johansson, A. Backlin och G. Johansson

Jordbruksverket, Rådgivningsenheten biologisk mångfald och eko

Korrespondens: birgitta.k.johansson@jordbruksverket.se

Sammanfattning

I en föränderlig omvärld har produktionen av mat fått större fokus i samhällsdebatten. Behoven av robusta livsmedelssystem och beredskap är högaktuellt. Det har blivit tydligare att den samhällsstruktur vi byggt upp inte är tillräckligt robust vid krissituationer. Jordbruksverket tog fram en skrift som visar hur fyra ekologiska djurgårdar bygger robusthet och resiliens. Alla gårdar kombinerade en varierad växtföljd med hög självförsörjningsgrad av foder, kretslopps-baserad näringsförsörjning och lokala energikällor (solceller, biogas, jordvärme). De stärkte sin robusthet genom biologisk mångfald, flera djurslag och verksamhetsgrenar, cirkulation av näring mellan växter och djur samt förebyggande insatser (hygien, reservkraft, lager).

Introduktion

De senaste åren, i en föränderlig och orolig omvärld, har det blivit tydligare att den samhällsstruktur vi byggt upp inte är tillräckligt robust vid krissituationer och begreppet resiliens har blivit vanligt. I och med att lantbruket har blivit specialiserat har beroendet av transporter av produkter ut från gården och insatsmedel in till gården ökat. Djurgårdarna är mer beroende av kraftfoder som produceras utanför gården eller utanför landets gränser, medan växtodlingsgårdarna är beroende av konstgödsel och kemiska bekämpningsmedel. Det innebär att försörjningsförmågan av insatsvaror till lantbruket är liten vilket troligen utgör ett större problem än försörjningsförmågan av livsmedel.

Resiliens är ett begrepp som kan användas i olika sammanhang för att beskriva den långsiktiga förmågan att stå emot och återhämta sig från motgångar och kriser under samtidig utveckling. Resiliens kan delas in i tre delar, förmågan att stå emot en störning (robusthet), förmågan att anpassa sig och förmågan att förändras (Stockholm Resilience Center, 2016). Krisen kan vara lokal på hemmaplan som vid extremväder, eller mer omvärldsberoende som politiska oroligheter eller förändringar på marknaden. En kris kan vara kort som ett längre elavbrott, eller lång som en handelsblockad.

Jordbruksverket har tagit fram en skrift om resiliens på ekologiska djurgårdar för att lyfta att ekogårdar i hög grad genererar egna insatsmedel och inte är beroende av importerad konstgödsel eller kemiska bekämpningsmedel. De ekologiska djurgårdarna måste enligt regelverket för ekologisk produktion ha en viss självförsörjning av foder vilket också stärker oberoendet. Skriften syftar till att inspirera andra producenter, både ekologiska och konventionella.

Material och metoder

Skriften beskriver fyra ekologiska djurgårdar med olika inriktning. Jordbruksverket kontaktade lantbrukarna och deras rådgivare för att intervjua eller be dem skriva om gården. En av gårdarna är inriktad på ägg- och lammproduktion (Berga gård), lantbrukaren själv skrev om den, en på smågrisproduktion där gårdens rådgivare beskrev den (Klambylid), en på mjölk- och lammproduktion (Höglunda) och en på mjölkproduktion (Skarmansmåla) där vi på Jordbruksverket skrev om båda. Vi frågade lantbrukarna hur de arbetar med resiliens på gården för

att hantera olika störningar. Gårdarnas olika inriktning och olika strategier gjorde att de aspekter som togs upp varierade.

Det finns olika sätt att definiera resiliens och att konkretisera hur resiliens byggs. För att kunna förstå om en strategi leder till robusthet och i förlängningen resiliens använde vi oss av sju principer som är ett sätt att sammanfatta vad resiliens är och hur man kan bygga den (Stockholm Resilience Center, 2016). Därefter sammanställdes de strategier vi fann på de olika gårdarna som bygger robusthet enligt de fem principerna om resiliens som kunde kopplas till lantbruket (Johansson *et al.*, 2024).

Resultat och diskussion

Ekologisk produktion bygger på kretslopp som bidrar till robusthet (Tunberg *et al.*, 2021). En god balans mellan areal och antal djur gör att det egenproducerade fodret räcker långt och skapar också ett väl fungerande kretslopp av växtnäring mellan mark, växter och djur på gården (tabell 1). Gödsel från djur återförs till marken, biogas ger både näring och energi, rapsolja ersätter fossilt bränsle. Självförsörjning minskar beroendet av externa resurser, en hög andel egenproducerat foder och energi skyddar mot pris- och leverantörsstörningar.

Vallen är en viktig faktor i ekologisk produktion och för robusthet, då den är mindre beroende av insatsmedel än andra grödor. Ekologiska gårdar med mjölkproduktion eller växtodling odlar en större andel vall i växtföljden än konventionella gårdar (Salomon *et al.*, 2019). Flerårig vall bygger upp markens mullhalt och stimulerar markens mikroliv samt främjar utveckling av markstrukturen och växternas rotutveckling (Salomon *et al.*, 2019). Alla lantbrukare som intervjuades odlar vall. Smågrisproducenten på Klambylid har ett samarbete med en ekologisk mjölkgård och säljer överskottet av vallen dit. En strategi för att bygga robusthet som tillämpas i ekologisk produktion är att satsa på en växtföljd där vall ingår och som bygger upp och behåller jordens bördighet, motverkar sjukdomar och gynnar biologisk mångfald (tabell 1).

Tabell 1. Några exempel på strategier hos gårdarna i Jordbruksverkets skrift "Den robusta ekogården i en föränderlig omvärld" som bidrar till gårdarnas robusthet.

Strategi	Beskrivning	Exempel från gårdarna
Växtföljd och markhälsa	Långsiktig jordförbättring, kvävefixerande baljväxter, minskat beroende av insatsmedel	Mångfald av arter inklusive udda grödor, genomtänkt växtföljd, fungerande dränering.
Egen foderproduktion	Hög andel foder som produceras på gården minskar inköp av foder och risk för prishöjningar.	Höglunda 80–90 % för mjölkkor, Klambylid nästan 100 % för grisar.
Energi- och resurscirkulation	Sol- och biogasanläggningar, rapsolja som bränsle, cirkulation av växtnäring.	Solceller på Berga och Skarmansmåla, biogasanläggning på Höglunda och Skarmansmåla. RME till bränsle på Höglunda.
Mångsidig produktion	Flera djurslag, förädling, butik/café, rådgivningstjänster.	Ägg, lamm, butik, rådgivning på Berga. Mjölk, lamm, ull, skinn på Höglunda.
Social hållbarhet & samarbete	Nätverk med andra gårdar, maskinsamverkan, kompetensutveckling.	Maskinsamarbete och rådgivning på Skarmansmåla, samarbete med grannar och kunskapsutbyte på Klambylid.

Det lantbrukarna själva framhävde var inte bara olika sätt att producera mat. Flera lyfte fram sin egen vilja och stresstålighet. Att planera och vara förberedd minskar stressen, om företaget är robust när det inte är kristid lägger det grunden till att vara robust även i en kris. Tillgång till kompetens och kompetensutveckling – den egna, rådgivares och personalens – är viktigt för gårdens robusthet och samarbeten med andra lantbrukare stärker företaget (tabell 1). Kompetens, rutiner och samverkan är nyckelfaktorer. Välutvecklade rutiner, lagerhållning av viktiga resurser samt goda samarbeten stärker både gårdens och sektorns motståndskraft.

Mångfald stärker robusthet och resiliens. Både att skapa och bevara biologisk mångfald och att ha flera ben att stå på sprider riskerna. Det kan vara olika produktionssätt eller produktions typer som att ha mer än ett djurslag på gården. En kompletterande verksamhet som exempelvis förädling eller gårdsbutik ökar gårdens möjlighet att få produkterna sålda (tabell 1).

Andra aspekter som framhölls var att:

- Bra foder, nya grödor, kunskap om avel, lång utevistelseperiod och större ytor både ute och inne bidrar till hållbara och friska djur.
- En genomtänkt och sund energiförsörjning är viktig.
- En biogasanläggning producerar, utöver energi, värdefull växtnäring.
- Eget utsäde minskar risken för bristsituationer.
- Nästan all åkermark är beroende av en väl fungerande dränering.

Genom att anpassa lantbruket till lokala förutsättningar kan lantbruket bli mer resiliент och mindre avkastning kan vara motiverad för att inte vara beroende av osäkra insatsvaror. Genom att exempelvis använda gödsel från egna djur, anpassa växtföljden till mer kvävefixerande baljväxter och/eller producera biogas blir beroendet av importerad gödsel mindre. De ekologiska gårdarna måste ha en viss självförsörjning av foder till djuren, många överträffar kravet. Men att vara helt anpassad till lokala förutsättningar kan även minska resiliensen i en dålig hemmasituation och man behöver hjälp utifrån. Då är det resiliент att ha goda kontakter och exempelvis möjlighet till import.

Genom att sprida dessa strategier kan djurgårdar i Sverige bli mer robusta och bidra till ett resiliент livsmedelssystem. Även det ekologiska lantbruket är sårbart och behöver utvecklas för att bli mer robust och anpassa sig till nya omständigheter. Men ekolantbruket har pusselbitarna till några av de lösningar som krävs.

Referenser

- Johansson B., Johansson G., Löfquist I., Holstmark K., Schneider L. och Backlin A. (2024) Den robusta ekogården i en föränderlig omvärld. Inspireras av fyra djurgårdars strategier. Jordbruksverket. Jordbruksinformation 3,
- Salomon E., Wesström I. och Wivstad M. (2019) Strategier i ekologisk produktion i Sverige för att öka resiliens mot extrem torka. Sveriges lantbruksuniversitet. Future Food Reports 7.
- Stockholm Resilience Center (2016) Resiliens i praktiken – Sju principer som bygger resiliens i social-ekologiska system. Baserad på Biggs R., Schlüter M. och Schoon M.L. (2015) Principles for building resilience: sustaining ecosystem services in social-ecological systems.
- Tunberg M., Hedman S. och Spångberg, J. (2021) Hur påverkar coronasituationen ekologiska livsmedelsaktörer? En studie om resiliens inom den ekologiska livsmedelssektorn. Sveriges lantbruksuniversitet. Ekologisk produktion och konsumtion (Epok). <https://pub.epsilon.slu.se/38349/1/tunberg-m-et-al-20250904.pdf>

Indikatorer för miljöbedömning av betesbaserad köttproduktion

C. Moncorgé¹, J.O. Karlsson¹, M. Hedblom² och P. Tidåker¹

¹Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Inst. för energi och teknik, Uppsala ²SLU, Inst. för stad och land, Uppsala

Korrespondens: christina.moncorge@slu.se

Sammanfattning

Betesbaserad köttproduktion har både positiv och negativ miljöpåverkan, där växthusgasutsläpp är en välkänd negativ påverkan och biologisk mångfald kopplad till bete är en positiv. Miljöbedömning av betesbaserad köttproduktion kräver flera indikatorer, eftersom enskilt fokus på t.ex. växthusgasutsläpp riskerar att ge en orättvis bedömning i jämförelse med andra, mer intensivt producerade köttslag. Fem svenska gårdar med betesbaserad köttproduktion av nötkreatur och/eller får ingick i en fallstudie där intervjuer och datainsamling utfördes för år 2022. Målet var att tillämpa kostnadseffektiva och relevanta indikatorer för växthusgasutsläpp, markanvändning, växtnärlöden och biologisk mångfald som tillsammans fångar viktiga miljöaspekter av betesbaserad köttproduktion och som kan vara användbara för berörda intressenter. Resultaten jämfördes med värden för genomsnittlig nöt- och lammproduktion i Sverige. Indikatorerna hade styrkor och svagheter med avseende på hur enkelt eller svårt det var att få fram data och hitta relevanta jämförelsevärden. Markanvändning som främjar biologisk mångfald var t.ex. svår att tolka och sätta i perspektiv eftersom jämförelsevärden endast fanns för betesmark som uppbär ersättning inom den gemensamma jordbrukspolitiken i Europa (Common Agriculture Policy, CAP). Trots utmaningar i att bedöma och tolka markanvändning av olika slag visar studien att dessa aspekter är viktiga att inkludera för en mer mångsidig utvärdering av betesbaserad köttproduktion.

Introduktion

Boskapsproduktion har både positiv och negativ miljöpåverkan, där växthusgasutsläpp kopplat till idisslares metanutsläpp är en välkänd negativ påverkan (de Vries och de Boer, 2010). Det finns även positiva effekter av betesbaserad köttproduktion kopplat till bland annat naturbetesmarker som bidrar till att bevara biologisk mångfald (Eriksson, 2022). Livscykelanalyser av köttproduktion fokuserar ofta på växthusgasutsläpp, men förbiser andra viktiga aspekter, såsom olika typer av markanvändning och brukningsmetoder som bidrar till biologisk mångfald (Ahlgren *et al.*, 2024). Jordbruksmark med höga naturvärden (High Nature Value, HNV), inklusive betesbaserad köttproduktion på naturbetesmarker omfattar både områden och brukningsmetoder med stort bevarandevärde för biologisk mångfald (Keenleyside *et al.*, 2014). Därför är det av särskild vikt att den miljömässiga bedömningen beaktar olika former av markanvändning som bevarar och främjar biologisk mångfald. Syftet med denna studie var därför att fånga olika aspekter av betesbaserad köttproduktion genom att utvärdera indikatorer såsom växthusgasutsläpp och markanvändning inklusive dess koppling till biologisk mångfald.

Material och metoder

En fallstudie inom det Formasfinansierade SustAinimal genomfördes på fem gårdar med betesbaserad produktion av antingen nötkreatur, får eller båda djurslagen, belägna i den östra delen av mellersta Sverige. Gårdsbesök, inklusive intervjuer och datainsamling för år 2022 genomfördes och omfattade information om besättningens sammansättning, olika typer av

markanvändning, gårdarnas inflöden av insatsmedel och utflöden av försålda produkter samt brukningsmetoder. Fokus låg på kostnadseffektiva och tillämpbara indikatorer som är användbara för intressenter. Växthusgasutsläpp, växtnärbalans och utlakning beräknades med VERA-verktyget (Greppa Näringen, 2025). Eftersom VERA när det gäller får endast inkluderar metanutsläpp från tackor gjordes en separat uträkning av fårens metanutsläpp enligt IPCC (2019). Som rekommenderats av Ran *et al.* (2024) bör markanvändning delas upp åtminstone i åkermark och betesmark som två separata kategorier. Vi gjorde en mer detaljerad uppdelning inom dessa kategorier för att särskilja vilka kategorier av markanvändning som på olika sätt kan främja biologisk mångfald. Vi skiljde mellan fyra olika typer av mark som brukas extensivt, inte gödslas men används för bete och som därmed kan bidra positivt till bevarande av arter knutna till gräsmarker. Dessa inkluderade naturbetesmarker med särskilda och allmänna värden, vilka är välkända som viktiga livsmiljöer för biologisk mångfald och ingår i två av Sveriges nationella miljömål (Jordbruksverket, 2022; Naturvårdsverket, 2022). Utöver dessa inkluderades två andra marktyper med möjliga fördelar för biologisk mångfald: "långvarigt extensivt bete på åkermark" (Schils *et al.*, 2022), som i denna studie definierades som betat mer än 15 år, samt "betad skog" (icke-jordbruksmark) (Eriksson, 1996). En annan utvärderad indikator med potentiella fördelar för biologisk mångfald var vallar med flera blommande växtarter, definierat som antalet olika baljväxt- och örtarter i den sådda vallfröblandningen (Woodcock *et al.*, 2014).

Resultat och diskussion

De fem gårdarna uppvisade större växthusgasutsläpp för nötkreatur och en större användning av åkermark för både nötkreatur och får, per kg slaktvikt, i förhållande till jämförelsevärden som representerar genomsnittlig svensk nötkötts- och fårproduktion (Ahlgren *et al.*, 2024). Det var ett väntat resultat, eftersom dessa gårdar har mer extensiv produktion än den genomsnittliga. Användningen av åkermark, som ett kvantitativt mått på resursanvändning, visade sig vara två till nästan tre gånger högre per kg slaktvikt för de fem gårdarna jämfört med jämförelsevärdena (Ahlgren *et al.*, 2024). Eftersom HNV-jordbruk bygger på en låg grad av extern införsel och en lågintensiv produktion som utnyttjar gårdens egna, lokala resurser samt bygger på extensivt bete, är det dock viktigt att beakta flera olika aspekter av åkermarksanvändning. Faktorer som jordbruksmarkens läge i landskapet, vilka grödor som odlas samt historiska brukningsmetoder kan ge en mer nyanserad bedömning och potentiellt ett mer positivt resultat för HNV-gårdarna. Till exempel, om åkermarken används för vallar med flera blommande växtarter och/eller långvarigt extensivt bete, kan den bidra till fördelar för biologisk mångfald, särskilt om den alternativa markanvändningen är mer ensidig spannmålsodling eller igenväxning. Nyttjandet av naturbetesmark med allmänna och särskilda värden samt "långvarigt extensivt bete på åkermark" utgjorde 44 % av den totala jordbruksmarken på de fem gårdarna. Nästan hälften av jordbruksarealen på gårdarna (48 % i genomsnitt) utgjordes av vallar i växtföljd som inkluderade flera blommande växtarter, 3,8 olika baljväxt- och örtarter i medeltal i vallfröblandningarna. "Betad skog" (betad trädbevuxen mark som inte klassas som "skogs-bete" inom CAP:s miljöersättningssystem) utgjorde 7 %, för att belysa en typ av markanvändning för bete som nästan försvunnit och som sällan beaktas eller utvärderas. Dessa olika indikatorer fångar viktiga aspekter av jordbruksmarkens användning och är viktiga att ta med. Delar av resultaten var svårtolkade, dels p.g.a. bristen på jämförelsevärden, dels p.g.a. att andelen av ett visst markslag varierar beroende av olika faktorer. En hög andel naturbetesmark av den totala användningen av jordbruksmark är positivt för bevarandet av biologisk mångfald, men andelen påverkas t.ex. av hur intensivt eller extensivt vallar för vinterfoder och kompletterande bete sköts. Intensivt skötta vallar med stor produktion möjliggör en lägre andel vall i

proportion till naturbetesmark av en gårds totala nyttjande av jordbruksmark. Det visar på vikten av att titta på helheten av gårdens markanvändning.

Slutsats

Att i miljöbedömningar enbart förlita sig på kvantitativa mått såsom koldioxidavtryck och markanvändning uttryckt som jordbruksareal oavsett vilka kvaliteter marken besitter innebär ofta en nackdel för HNV-system jämfört med intensiv köttproduktion, eftersom de ofta uppvisar högre koldioxidavtryck och markanvändning per kg slaktvikt. HNV-jordbrukssystem bidrar dock till biologisk mångfald genom metoder som odling av vallar med ett flertal blommande växtarter eller genom att bevara "långvarig extensiv betesmark på åkermark". Därför bör bedömning av markanvändningen även ta hänsyn till faktorer som rör bruksmetoder.

Referenser

- Ahlgren S., Wirsén S., Toräng P., Carlsson A., Seeman A., Behaderovic D., Kvarnäck O., Parvin N. och Hessle A. (2024) Climate and biodiversity impact of beef and lamb production – a case study in Sweden. *Agricultural Systems* 219, 104047.
- de Vries M. och de Boer I.J.M. (2010) Comparing environmental impacts for livestock products: A review of life cycle assessments. *Livestock Science* 128(1), 1–11.
- Eriksson O. (1996) Regional dynamics of plants: A review of evidence for remnant, source-sink and meta-populations. *Oikos* 77(2), 248–258.
- Eriksson O. (2022) Coproduction of food, cultural heritage and biodiversity by livestock grazing in Swedish semi-natural grasslands. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6.
- Greppa Näringen (2025) *Beräkningsverktyget Vera*. <https://adm.greppa.nu/vera.html>[2025-01-07].
- IPCC (2019) Chapter 11: N₂O emissions from managed soils, and CO₂ emissions from lime and urea application. I: Hergoualc'h K., Akiyama H., Bernoux M., Chirinda N., del Prado A., Kasimir Å., MacDonald J.D., Ogle S.M., Regina K. och van der Weerden T.J. (reds.). *Agriculture, Forestry and Other Land Use* 4. IPCC, Switzerland.
- Jordbruksverket (2022). *Ett rikt odlingslandskap – fördjupad utvärdering 2023*. Rapport 2022:17.
- Keenleyside C., Beaufoy G., Tucker G. och Jones G. (2014) High Nature Value farming throughout EU-27 and its financial support under the CAP. *Institute for European Environmental Policy, London* 10, 91086.
- Naturvårdsverket (2022). *Ett rikt växt- och djurliv – fördjupad utvärdering av miljömålen 2023*. Rapport 7071.
- Ran Y., Cederberg C., Jonell M., Bergman K., De Boer I.J.M., Einarsson R., Karlsson J., Potter H.K., Martin M., Metson G.S., Nemecek T., Nicholas K.A., Strand Å., Tidåker P., Van der Werf H., Vanham D., Van Zanten H.H.E., Veronesi F. och Rööf E. (2024) Environmental assessment of diets: overview and guidance on indicator choice. *The Lancet Planetary Health* 8(3), 172–187.
- Schils R.L.M., Bufe C., Rhymer C.M., Francken R.M., Klaus V.H., Abdalla M., Milazzo F., Lellei-Kovács E., Berge H.t., Bertora C., Chodkiewicz A., Dămăţiră C., Feigenwinter I., Fernández-Rebollo P., Ghiasi S., Hejduk S., Hiron M., Janicka M., Pellaton R., Smith K.E., Thorman R., Vanwalleghem T., Williams J., Zavattaro L., Kampen J., Derkx R., Smith P., Whittingham M.J., Buchmann N. och Price J.P.N. (2022) Permanent grasslands in Europe: Land use change and intensification decrease their multifunctionality. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 330, 107891.
- Woodcock B.A., Savage J., Bullock J.M., Nowakowski M., Orr R., Tallwin J.R.B. och Pywell R.F. (2014) Enhancing floral resources for pollinators in productive agricultural grasslands. *Biological Conservation* 171, 44–51.

Vallens värde som råvara för produktion av biogas och protein till grisar – ett konkret gårdsexempel

C. Gunnarsson, L. Eliasson och M. Edström

RISE – Research Institutes of Sweden. RISE Kretsloppsteknik

Korrespondens: carina.gunnarsson@ri.se

Sammanfattning

Som en del av projektet "Vallens värde som råvara för produktion av biogas och protein till grisar – ett konkret gårdsexempel" redovisas här resultat från pressningsförsök för proteinutvinning i labb- och pilotskala följt av biometanpotential (BMP)-tester. Labbpressning gav ett högre juiceutbyte (54,4 %) och proteinutbyte (50,2 %) jämfört med pilotskalan (38,3 % respektive 17,5 %) vilket kan förklaras av en högre mekanisk bearbetningsgrad av ensilaget under pressningen. Råproteinhalten i juicen var 44–60 % högre än i det ursprungliga ensilaget. BMP från presskakorna var ca 10 % lägre än för ensilaget. Ingen signifikant skillnad noterades för BMP mellan de två presskakorna trots ett större juiceutbyte och att därmed mer lättillgängligt kol avlägsnats från presskakan i labbskala. Det noterades även en tendens till att metanproduktionen startade snabbare från labbpresskakan. Finfragmenterad presskaka ger en större angreppsytta för mikrobiell nedbrytning. Resultaten visar att det finns potential att öka proteinutbytet i pilotskala genom en intensivare bearbetning av ensilaget utan att negativt påverka BMP hos presskakan.

Introduktion

I detta projekt vill vi konkretisera det gårdsbaserade konceptet med proteinutvinning från ensilerad vall där pressjuicen utnyttjas som flytande foder till grisar och presskakan används för produktion av biogas. Projektet, som pågår 2025–2027, är finansierat av Stiftelsen JTI och är en fortsättning på ett tidigare projekt (Gunnarsson *et al.*, 2024). Hypotesen är att vi genom att tillvarata vallens alla mervärden samt konkretisera och kommersialisera dessa till kronor och ören, kan skapa förutsättningar för en ökad vallodling och samtidigt producera svenskt griskött som kan marknadsföras med unika värden, ökad biogasproduktion samt ökad kolinlagring och biologisk mångfald i ett stråsådesdominerat slättlandskap. I projektet genomförs beräkningar och analyser av vallens mervärden, pressningsförsök i labb- och pilotskala och tester av potentialen för biogasutvinning. Ett koncept utvecklas kring biogas, proteinutvinning och grisproduktion kopplat till Hilmér Lantbruk. Projektet drivs av Forskningsinstitutet RISE i samarbete med Hilmér Lantbruk, LAgroS, Lantmännen, AJ Dahlberg Slakteri och Naturbruksförvaltningen i Västra Götalandsregionen. Här presenteras de första resultaten från projektet där biometanpotentialen (BMP) hos ensilage samt presskaka efter proteinutvinning har bestämts. Resultaten kommer användas vidare för massbalansberäkningar och kostnadskalkyler för biogasproduktion från presskaka samt ge underlag för foderstatberäkningar för pressjuice till grisar. Dessutom är målet att se vilket proteinutbyte som uppnås i pilotanläggningen på Sötåsen samt vad som är möjligt att uppnå vid intensivare bearbetning likt den som uppnås vid pressning i labbskala.

Material och metoder

Ensilerad blandvall pressades mekaniskt i labb- och pilotskala. Pressningen i labbskala utfördes med en dubbelskruvpress (Angel juicer 8500S) med en hastighet på 1 kg/tim och **pilot-**

pressningen utfördes på Sötåsens pilotanläggning för vallbioraffinering med en dubbelskruppress (500 Twin-Press P15–22 kW, Cir-Tech A/S, Circular Technologies) med en hastighet på 440 kg/tim.

Biometanpotentialen (BMP) hos ensilaget och fraktionerna efter pressningen bestämdes genom satsvisa flaskförsök med 300 ml vätskevolym. Metanproduktionen i flaskan följdes över tid och BMP bestämdes som det ackumulerade värdet när metanproduktionen avstannat och uttrycks som Nml per g tillförd volatile solids (VS). N (normal) innebär att volymen anges vid standardförhållanden 1 mbar och 0°C. VS motsvarar den organiska delen av substratet som kan brytas ner biologiskt.

BMP-försöken gjordes vid 37°C med en belastning på 3 g VS per liter, och ett förhållande mellan ymp och substrat på 3:1. Ympen bestod av rötrest, innehållande anaeroba mikroorganismer, hämtad från en industriell rötkammare (Uppsala reningsverk). För att kontrollera ympens aktivitet används cellulosa som referenssubstrat. Analyser av protein (Kjeldahl, $N \times 6,25$), fett och neutral detergent fiber (NDF) utfördes av Eurofins.

Resultat och diskussion

Pressningsförsöken visade att labbpressningen resulterade i ett betydligt högre juiceutbyte med 54,4 % jämfört med pressningen i pilotskala på 38,3 % (tabell 1). Visuella observationer visade att labbpressningen gav en mer finfragmenterad presskaka jämfört med pilotpressningen (figur 1) vilket är ett resultat av en högre mekanisk bearbetningsgrad av ensilaget under pressningen. Detta medförde även dubbelt så hög torrsbstans (ts) hos juicen i labbskala jämfört med pilotskalan (16,2 vs. 8,0 %).



Figur 1. Ensilage innan pressning (vänster), presskaka efter pressning i pilotanläggning (mitten) och presskaka efter pressning i labbskala (höger).

Tabell 1. Våtviktsutbyten vid pressning och torrsbstanshalter för ensilage och fraktioner efter pressning.

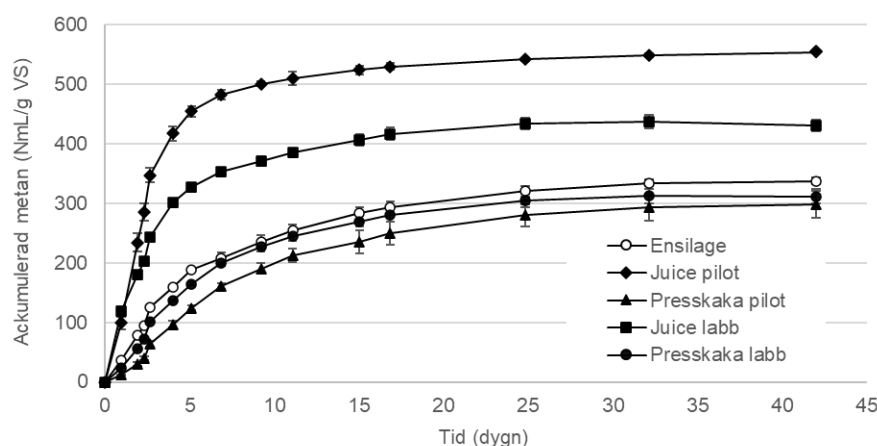
Pressning	Våtviktsutbyte (%)		Torrsbstans (%)		
	Juice	Presskaka	Ensilage	Juice	Presskaka
Pilot	38,3	47,6	29,9	8,0	48,8
Labb	54,4	39,1	29,9	16,2	53,7

Tabell 2. Råproteinhalt i ensilage och fraktioner efter pressning samt proteinutbyte till juicen.

Pressning	Råprotein (% ts)			Proteinutbyte vid pressning (%)
	Ensilage	Juice	Presskaka	Juice vs ensilage
Pilot	11,2	17,9	6,8	17,5
Labb	11,2	16,1	6,4	50,2

Tabell 2 visar råproteinhalten i ensilaget och fraktioner efter pressning samt proteinutbytet till juicen. Pressningen resulterade i en råproteinhalt i juicen som var 44–60 % högre än i det ursprungliga ensilaget. Råproteinhalten var högst i juicen från pilotpressningen med 17,9 % jämfört med labbpressningen med 16,1 %. Proteinutbytet till juicen var däremot betydligt högre för labbpressningen med 50,2 % jämfört med pilotpressningen med 17,5 %. Tidigare pilotpressningar av ensilage från olika skördetidpunkter har visat råproteinhalter (16–21 %) och proteinutbyten (10–35 %) i juicen på samma nivå som i denna studie (Danielsson *et al.*, 2025). Proteinutbyten på ca 45% har bedömts rimliga och nödvändiga för att nå lönsamhet i en uppskalad kommersiell process (Gunnarsson *et al.*, 2024) och visar att ytterligare bearbetning behövs i samband med pressning på Sötåsens pilotansläggning.

Labbpressningen resulterade i högre halter av NDF (11 % *vs.* <7 % per ts) och fett (2 % *vs.* <1 % per ts) i juicen jämfört med pilotpressningen. En ökad mekanisk bearbetningsgrad (figur 1) ger en större samutvinning av andra komponenter såsom fibrer tillsammans med proteinet vilket kan förklara den lägre råproteinhalten i juicen från labbpressningen.



Figur 2. Ackumulerad metan som funktion av tiden från ensilage, presskaka och juice efter pressning i pilot- respektive labbskala. Biometanpotentialen motsvarar det ackumulerade värdet när metanproduktionen har avstannat efter 42 dagar.

BMP avlästes när metanproduktionen hade avstannat efter 42 dagar (figur 2). BMP var högst för de båda juicerna vilket kan förklaras med en större andel lättillgängligt kol för mikroorganismerna i juicen jämfört med ensilaget och presskakorna som består av en större andel fibrer och lignocellulosa. BMP från presskakorna var ca 10 % lägre än för ensilaget. Ingen signifikant skillnad noterades för BMP mellan de två presskakorna trots ett större juiceutbyte och att därmed mer lättillgängligt kol avlägsnats från presskakan i labbskala. Det noterades även en tendens till att metanproduktionen startade snabbare från labbpresskakan vilket kan bero på att labbpressningen gav en större mekanisk fragmentering av växtfibrerstrukturen (figur 2). Finfragmenterad presskaka ger en större angreppsyta för mikrobiell nedbrytning. Resultaten visar att det finns potential att öka proteinutbytet i pilotskala genom en intensivare bearbetning av ensilaget utan att negativt påverka BMP hos presskakan.

Referenser

- Danielsson D.-A., Dahlström F. och Nadeau E. (2025) Bioraffinering av ensilage. Utbyte och aminosyrainnehåll. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för tillämpad husdjursvetenskap och välfärd. Rapport 10.
- Gunnarsson C., Bergström K., Eliasson L., Fischer E., Hilmér G., Melin P., Olsson H., Olsson J., Sigfridson K. och Thalén E. (2024) Vallbaserade produkter för enkelmagade djur – ett steg närmare kommersialisering. RISE Rapport 90, Uppsala.

Bioraffinering av vallväxter – val av areal och systemperspektiv

N. Elshani^{1,2}, H. Steinshamn¹, S. Adler¹ och P. Tidåker²

¹Norsk institutt for bioøkonomi, Divisjon for matproduksjon og samfunn, Tingvoll, Norge

²Sveriges lantbruksuniversitet, Inst. för energi och teknik, Uppsala, Sverige

Korrespondens: narta.elshani@nibio.no

Sammanfattning

Grön bioraffinering kan bidra till att minska beroendet av importerade proteinfoderråvaror i norsk djurproduktion och samtidigt förbättra resursutnyttjandet av vallar. Detta bidrag kombinerar resultat från två nya norska studier som, med hjälp av livscykelanalyser, bedömer miljökonsekvenser av grön bioraffinering på olika systemnivåer, både på fältnivå och på gårdsnivå i mjölkproduktion. I den första studien undersöks hur olika odlingspraxis och mängd kvävegödsel påverkar klimat- och arealeffektiviteten i klöver–gräsproduktion. Den visar att låga gödselnivåer ger klimatbesparingarna, främst tack vare klöverns naturliga kvävefixering. I den andra studien analyserade vi hur grön bioraffinering kan integreras i mjölkproduktionen. Resultaten visar att miljövinster uppstår när biomassan produceras på arealer som inte konkurrerar med befintlig produktion, såsom mark utan aktiv användning, medan en kombination med mjölkproduktion ger mer komplexa effekter. Denna sammanställning illustrerar betydelsen av arealval och systemförståelse för att uppnå hållbara lösningar för grön bioraffinering i Norge.

Introduktion

Norsk djurproduktion är starkt beroende av importerade proteinkällor till kraftfoder, vilket bidrar till negativa miljökonsekvenser och mindre livsmedelssäkerhet. Grön bioraffinering erbjuder ett alternativ genom att utvinna protein från inhemska gräs- och klöverbväxter, samtidigt som restfraktionerna kan användas som foder, biogassubstrat eller gödsel. Ungefär 65 % av jordbruksmarken i Norge används idag för produktion av grovfoder, och denna areal kan vara en viktig källa till biomassa för bioraffinering. Dessutom kan vall i en spannmålsrik växtföljd utgöra en potential för ökad biomassaproduktion, liksom arealer som i dag inte utnyttjas aktivt. Samtidigt kan förändringar i markanvändning ha oavsiktliga eller oönskade miljökonsekvenser, vilket måste bedömas i analysen av det produktionssystem som bioraffineringen ingår i.

Här kombineras två nya norska studier finansierade av Norges forskningsråd: en som undersöker effekter av odlingspraxis, gödsling och klöverandel på areal som inte är knuten till ett specifikt produktionssystem (Elshani *et al.*, 2025a), och en som analyserar miljökonsekvenser av att integrera grön bioraffinering i mjölkproduktionssystem, där vallbiomassan redan ingår i ett specialiserat system (Elshani *et al.*, 2025b).

Material och metoder

Båda studierna bygger på livscykelanalyser och bedömer miljökonsekvenser av grön bioraffinering på två olika systemnivåer. I den första studien analyserades data från fältförsök på åtta platser i Norge med olika nivåer av kvävegödsling (0–240 kg N ha⁻¹) och två rödklöverandelar i fröblandningen vid sådd (10 eller 20 %). Biomassan skördades tre gånger per säsong och analyserades för torrsubstanshalt och proteininnehåll. Dessa data användes som grund för en livscykelanalys av bioraffineringsprocessen från odling till färdig produkt, inklusive pressning och separation till koncentrat, fiberfraktion och näringsrik brunjuice. I beräkningen av systemets klimatpåverkan ingår utsläpp och arealanvändning som undviks när sojamjöl, grovfoder och mineralgödsel ersätts.

Samma konsekvensbaserade metod användes i studien som bedömer hur grön bioraffinering kan integreras i norska mjölkproduktionssystem där vallbiomassan redan ingår i etablerad foderproduktion. Här utvecklades en modell för mjölkproduktion för att analysera hur ändringar i markanvändning, foderstrategi och resursflöden påverkar klimat och miljö, men med samma mängd total produktion av mjölk och kött. Scenarierna inkluderade en kontroll utan bioraffinering samt ett antal alternativa system där hela vallarealen användes för grön bioraffinering. I dessa system utfodrades mjölkarna med presskaka i stället för grovfoder, och den övriga foderstaten justerades för att bibehålla samma mjölkproduktion som i kontrollen, baserat på NorFor-utvärderingssystemet (Volden, 2011). Systemanalysen inkluderade alla relevanta processer, från produktion och användning av insatsmedel på gårdsnivå till färdig mjölk (1 kg energikorrigerad mjölk, ECM), och omfattade flera miljöpåverkanskategorier, inklusive klimatpåverkan, övergödning, förurning och markanvändning. Analyserna inkluderade även undvikna utsläpp från sojamjöl eftersom gården antogs sälja proteinkoncentratet från bioraffineriet.

Resultat och diskussion

I den första studien identifierades tydliga klimatvinster vid processning av biomassa i ett bioraffineri. Fördelarna minskade dock med ökande kvävegödning. Klöverinnehållet, och därmed den biologiska kvävefixeringen, är därför särskilt viktigt, eftersom de största klimatbesparingarna uppstod vid liten eller ingen tillförsel av mineralgödselkväve. Samtidigt var arealanvändningen högre vid låga nivåer av mineralgödselkväve, vilket illustrerar en avvägning mellan klimatpåverkan och markutnyttjande. Resultaten från studien där bioraffineringen integrerades i mjölkproduktionen var mindre lovande. För att bibehålla mjölkavkastningen när korna utfodrades med presskaka i stället för grovfoder var det nödvändigt att öka andelen kraftfoder, vilket minskade miljövinsterna från produktionen av proteinkoncentrat som ersatte sojamjöl. Samtidigt understryker studien behovet av mer forskning om hur presskakan påverkar foderintag och produktionsresultat hos mjölkkor, eftersom detta kan vara avgörande för att bedöma om ökad kraftfoderanvändning faktiskt är nödvändig.

Kombinationen av resultaten från de två studierna visar att hållbarheten för grön bioraffinering beror på hur systemet kopplas till befintlig produktion. När biomassan produceras på arealer som inte är knutna till andra produktionssystem visar analyserna entydigt positiva klimatkonsekvenser vid processning i ett grönt bioraffineri. Sådana arealer kan jämföras med mark utan aktiv användning, men praktiska förhållanden som logistik och transportavstånd till bioraffineriet måste beaktas innan potentialen kan realiseras.

I mjölkproduktion måste integreringen av grön bioraffinering bedömas med försiktighet. Kvotsystemet i Norge begränsar möjligheten att minska mjölkavkastningen, och om mer kraftfoder måste användas för att upprätthålla avkastningen motverkas miljönyttan.

Referenser

- Elshani N., Steinshamn H., Adler S., Nilsson J. och Tidåker P. (2025a) Climate impact and land use of processing grass-clover biomass cultivated under different nitrogen fertilization rates in green biorefinery. *Science of the Total Environment* 999, 180373.
- Elshani N., Adler S., Tidåker P., Sommerseth J.K., Koesling M. och Steinshamn H. (2025b) Environmental assessment of dairy production using pulp silage from green biorefinery. Manuscript in preparation.
- Volden H. (2011) NorFor – the Nordic feed evaluation system. EAAP Publications 130, Wageningen Academic Publishers, Wageningen, The Netherlands.

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 höstvet, 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 höstvet, 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.
- Nr 31. Eckersten H. (2020) What did climate change-based scenarios of Swedish agricultural crop production predict for 2000 onwards; and how has it become?
- Nr 32. Jäck O. & Halling M. (2021) Sortval i ekologisk odling 2021. Sortförsök 2016–2020.
- Nr 33. Karlsson I., Halling M. & Jäck O. (2021) Sortval i ekologisk odling 2022. Sortförsök 2017–2021.
- Nr 34. Nilsson-Linde N. & Bernes G. (2023) Vallkonferens 2023. Konferensrapport 7–8 februari 2023. Uppsala, Sverige.

- Nr 35. Karacic A. & Adler A. (2023) Fertilization of poplar plantations with dried sludge: a demonstration trial in Hillebola – central Sweden.
- Nr 36. Zeiner N., Nazari F., Sandström B. & Jäck O. (2024) Sortval i ekologisk odling 2024. Sortförsök 2019–2023.
- Nr 37. Zeiner N., Nazari F., Sandström B. & Jäck O. (2025) Sortval i ekologisk odling 2025. Sortförsök 2020–2024.
- Nr 38. Reumaux R., Nazari F., Sandström B., Zeiner N. & Jäck O. (2025) Sortval i ekologisk odling 2026. Sortförsök 2021–2025.
- Nr 39. Nilsson-Linde, N. & Bernes, G. (2026) Vallkonferens 2026. Konferensrapport 3–4 februari 2026. 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>

Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för växtproduktionsekologi
Box 7043
750 07 UPPSALA
Tel. 018/67 10 00 (växel)
<http://www.slu.se/vpe>