

Mellangrödors potential som proteinkälla

HELENA PERSSON HOVMALM OCH THOMAS PRADE

En ökad efterfrågan på lokalt producerade gröna proteiner kräver en ökad avkastning per hektar eller en utökad användning av grön biomassa. Detta projekt fokuserar på möjligheten att utvinna proteiner ur mellangrödor för potentiell användning som livsmedel eller foder.

Bakgrund

Efterfrågan på växtproteiner ökar ständigt. Antalet vegetarianer och veganer är större än någonsin, och kravet på en hållbar matproduktion i kombination med en nödvändig minskning av utsläpp av växthusgaser innebär ett ökat intresse för växtproteiner. Grön biomassa är en potentiell källa till proteiner för mat och foder. Gröna blad innehåller mellan 1,6 och 15 % proteiner (våtvikt) (Mielmann, 2013; Van de Velde et al., 2011) medan stjälkar generellt har ett lägre innehåll. Idag är grön biomassa en till stor del outnyttjad resurs.

Att extrahera proteiner från grön biomassa, i så kallade växtproteinfabriker, skulle innebära en effektiv användning av sidoströmmar från jordbruket och därmed skapa ett mervärde för lantbrukaren. För att använda den gröna biomassan på ett så resurseffektivt sätt som möjligt kan man tänka sig extraktion också av andra högvärdiga växtkomponenter, som fibrer och fytokemikalier för potentiell användning inom till exempel kosmetika- och hälsoindustrin. Under de senaste åren har en pilotanläggning för extraktion av olika proteiner och proteinfraktioner från växtmaterial utvecklats vid Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) i Alnarp. I denna anläggning tvättas först grönmassan för att sedan separeras i en skruvpress. Ur pressen kommer en fiberrik fast fraktion och en flytande fraktion bestående av grönjuice. Fiberfraktionen kan användas för utvinning av fibrer, som foder för idisslare eller för produktion av biogas och

biogödsel. Grönjuicen hettas upp och centrifugeras och delas därefter upp i en grymig, grön fraktion som kan användas till foder och en brunaktig, flytande fraktion som innehåller de högvärdiga proteinerna och olika fytokemikalier. En stor del av proteinet består av det för fotosyntesen viktiga RuBisCo-enzymet.

Ett intressant exempel på grön biomassa för proteinextraktion är mellangrödor, vilka definieras som grödor som växer mellan två huvudgrödor. Mellangrödor, eller fäng- respektive täckgrödor, kan vara ånnu eller perenner, och begreppet omfattar till exempel baljväxter, gräs, kålväxter, spannmål eller bovete. Undersökningar har visat att mellangrödor kan förbättra jordens fysikaliska egenskaper, minska urlakning av näringsämnen, öka markens kväveinnehåll och kolinlagring (Blanco-Canqui och Ruis, 2020; Dabney et al., 2001; Liebman och Davis, 2000), sanera från växtsjukdomar, förbättra markstrukturen och på sikt öka mullhalten (Nair, 2015). Mellangrödor kan med fördel också användas för ogräsbekämpning genom att de undertrycker ogräsen och konkurrerar om ljus, fukt, näringsämnen och utrymme (Aronsson et al., 2012; Hansson et al., 2021).

Vanligtvis används mellangrödor som



Fig. 1 Mellangrödor analyserade för proteininnehåll: bovete, facelia, hampa och oljerättika.

gröngödsling, då de plöjs ned i marken innan etablering av ny gröda, men de kan också användas som råvara för biogasproduktion. Växtnäring återförs då genom biogödsel (rötrest) till en ny huvudgröda våren därpå (Hansson et al., 2021). Biomassa från mellangrödor kan potentiellt användas som foder, och vissa mellangrödor (främst gräs) används redan idag i detta syfte (bete eller skörd för foder).

Flera av de grödor som används som mellangrödor, till exempel bovete och hampa, producerar frön med högt innehåll av protein och andra näringsämnen (Multari et al., 2016), medan vi vet betydligt mindre om proteininnehåll i blad och stjälk. Proteiner från gröna delar av mellangrödor kan



Fig. 2 Proteininnehåll och produktion av biomassa för bovete, facelia, hampa och oljerättika vid olika gödlingsstrategier och skördedatum.

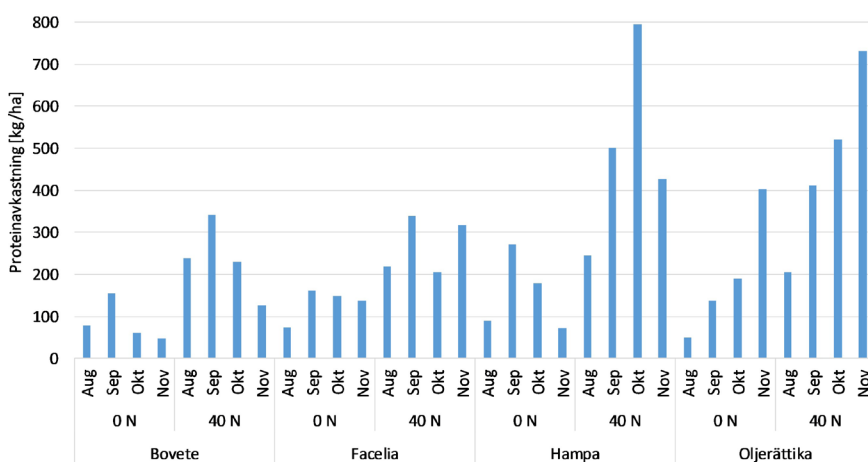


Fig. 3 Proteinskörd för bovete, facelia, hampa och oljerättika vid olika gödlingsstrategier och skördedatum baserat på biomassaavkastningen exklusive stubb på 10 cm.

potentiellt extraheras i en växtproteinfabrik, men för att kunna utveckla en fungerande process behöver vi veta mer, dels om hur mycket protein de olika grödorna innehåller, dels om användningen av biomassa från mellangrödor för utvinning av proteiner är ekonomiskt hållbart i jämförelse med andra användningsområden. Den potentiella odlingsarean för mellangrödor i Sverige är enligt Prade et al. (2017) 194 000 hektar, vilket skulle generera en avsevärd mängd grön biomassa för proteinutvinning, givet att proteinnivåerna och skördenivåerna är tillräckligt höga.

I denna studie undersöktes proteininnehållet i biomassa från olika mellangrödor odlade med och utan kvävegödsling och skördade vid olika tidpunkter. Baserat på proteininnehåll och produktion av biomassa genomfördes en ekonomisk analys för att bedöma förutsättningarna för en framtida produktion av protein.

Material och metoder

Fyra olika mellangrödor (Fig. 1), bovete ("Hajnalka"), facelia ("Stala"), hampa ("Futura 75") och oljerättika ("Defender") såddes ut i början av juli 2017 på ett försöksfält utanför Norra Åsum i nordöstra Skåne. För att se om gödlingsstrategin har någon inverkan på proteininnehållet, behandlades varje gröda på två olika sätt, dvs ingen gödsling respektive gödsling med ammoniumkväve (40 kg per hektar). Fyra gånger under säsongen (augusti, september, oktober och november) skördades 0,25 m² grönmasa per mellangröda och behandling, och biomassaavbytet bestämdes. Det skördade växtmaterialet torkades sedan i torkskåp (60 °C i 48 timmar) och mängden torrsbstans (ts) bestämdes. Det torkade materialet (med undantag för de allra grövsta hampastjälkarna, som förmodades innehålla låga halter protein) maldes därefter ned och den totala mängden protein i proverna bestämdes med Dumas-metoden (kväveomvandlingsfaktor 5.6).

För att avgöra om utvinning av proteiner ur mellangrödor är ett ekonomiskt hållbart alternativ utfördes en ekonomisk analys där produktionskostnaderna ställdes mot förväntat proteinvärde. I dessa beräkningar gjordes en rad antaganden gällande produktionskostnader för proteinframställning samt potentiella försäljningspriser för två olika typer av proteinfraktioner, sk vit

fraktion (= RuBisCO), vilket räknas som ett högvärdigt protein för humankonsumtion, och sk gröna proteiner för foderframställning. Detaljer i beräkningsgången framgår i den vetenskapliga artikeln som har publicerats inom studien (Muneer et al., 2021). Avkastningsdata från fältförsöket justerades för stubb på 10 cm i den ekonomiska analysen. Det vita proteinet värderades enligt en

regression för liknande proteinprodukter på marknaden, där protein har ett värde på 119 (92-147 kr/kg). Fiberfraktionen värderades som vallfoder med ett värde på 2,1 (1,5-3,0) kr/kg protein. Värdet av grönproteinfraktionen uppskattades inte, däremot beräknades minimumpriset som behövs för att täcka produktionskostnaderna efter att värdet av vitprotein och fiberfraktion avräknats.

Resultat

De undersökta grödorna uppvisade signifikanta skillnader i proteininnehåll (Tukeys test, $P \leq 0,05$), där bovete innehöll de lägsta nivåerna och hampa de högsta, uppemot 14-16 % (Fig 2). Skördedatum påverkade proteininnehållet framför allt i bovete och facelia, då nivåerna var signifikant lägre senare under säsongen. Generellt sett verkade inte kvävegödsling ge högre proteinnivåer, men påverkade i hög grad produktionen av biomassa (Fig 2). Samtliga grödor avkastade betydligt mer i de rutor där de fått 40 kg ammoniumkväve per ha, och särskilt tydligt var detta för hampa och bovete. En kombination av data för proteininnehåll och biomassaavkastning visade att gödslad hampa och oljerättika, skördade under september, oktober och november, gav det högsta potentiella proteinutbytet, 400-800 kg protein per hektar (Fig 3).

Den ekonomiska analysen visade att råvarukostnaderna per ton ts av biomassan varierade kraftigt, beroende på avkastningsnivå och proteininnehåll (Fig 4). Skörd i augusti medförde betydligt högre råvarukostnader jämfört med senare skörd. Råvarukostnaden, dvs odlings-, skörde- och transportkostnader, stod för 28-74 % av totalkostnaden. De högsta värdena orsakades av mycket låga avkastningsnivåer under augustiskörden. Den vita proteinfraktionen kunde inte täcka kostnader i något fall och fiberfraktionen bidrog försumbart lite till intäkterna. De beräknade minimumpriserna för den gröna proteinfraktionen ligger i de flesta fall över gränsen för vad som anses rimliga för marknaden (Fig 5). Ogdöslad eller gödslad hampa, skördad i september respektive i oktober, är de alternativ som kan bli lönsamma i en storskalig produktionsprocess. Med de avkastningsnivåer som uppnåddes under 2017 är bovete inte intressant som proteinmellangröda, dock har betydligt högre avkastningsnivåer, även för de andra mellangrödorna, rapporterats från andra studier (Hansson et al., 2021).

Dessa resultat vad gäller potentiell proteinutvinning är givetvis lovande, men man bör ha i åtanke att de baserar sig på försök gjorda i laborativ miljö och att allt protein troligtvis inte är utvinningsbart i en uppskallad, industriell process.

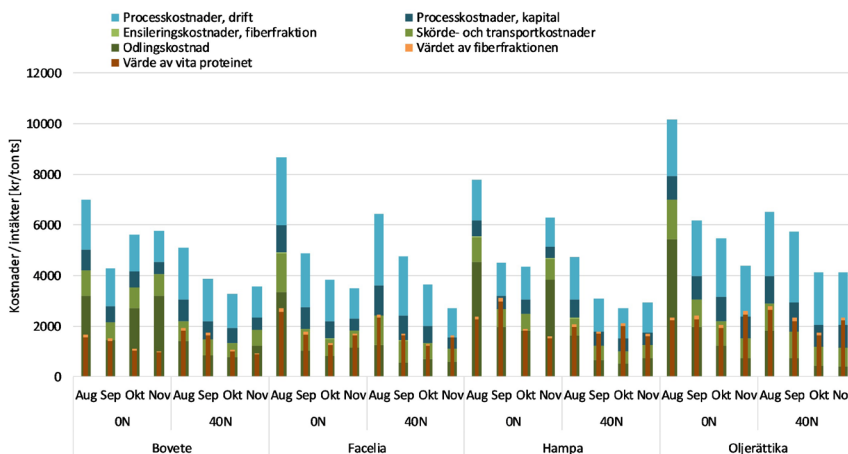


Fig. 4 Kostnader (tjocka kolumner) och intäkter (smala kolumner) för produktion av vitt och grönt protein [kr/ton ts] från mellangrödor. Månaderna anger tid för skörd. Intäkterna exkluderar intäkter från grönt protein, där i stället ett minimumpris har uppskattats för att täcka produktionskostnader (Fig 5).

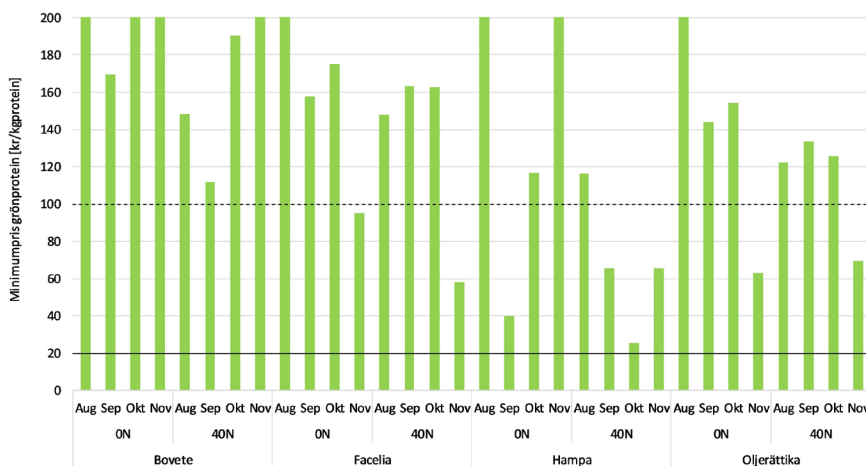


Fig. 5 Minimumpris för grönt protein för att täcka produktionskostnader tillsammans med intäkter från vitt protein (livsmedel) och fiberfraktion (djurfoder). Behandlingar med värden under den svarta linjen kan marknadsföras som volymprodukt med låga priser, medan behandlingar med värden under den streckade linjen behöver marknadsföras som premiumprodukter med högre priser. Behandlingar med värde över den streckade linjen anses vara för dyra för att marknadsföras.

Sammanfattning

Grön biomassa från mellangrödor har potential vad gäller utvinning av proteiner, vilka kan användas i livsmedel och som foder.

Det finns skillnader i potentiell proteinutvinning beroende på typ av mellangröda, om mellangrödan har gödslats eller inte, eller när den skördas. Dessa parametrar påverkar både proteininnehållet i sig och mängden producerad biomassa.

En hög biomassaskörd och höga proteinhalter uppnås förmodligen lättare med de kraftigt växande mellangrödorna hampa och oljerättika. De jämförelsevis låga avkastningsnivåerna och sjunkande proteinhalter vid senare skörd i bovete och facelia, som båda mognar tidigare än hampa och oljerättika, gör dessa grödor mindre intressanta. Dock behövs flera års fältförsök för att studera hur mycket resultaten påverkas av årsmån.

Det behövs fler studier i pilotskala för att undersöka om proteinpotentialen i mellangrödorna kan utvinnas i så hög grad som vi antagit i denna studie.

Litteratur

- Aronsson H, Bergkvist G, Stenberg M, Wallenhammar A-C (2012) Gröda mellan grödorna - samlad kunskap om fånggrödor. Vol. 2012:21. Jordbruksverket. <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/groda-mellan-grodorna-samlad-kunskap-om-fanggrodor.html>
- Blanco-Canqui H, Ruis SJ (2020) Cover crop impacts on soil physical properties: A review. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 84, 1527-1576. <https://doi.org/10.1002/saj2.20129>
- Dabney SM, Delgado JA, Reeves DW (2001) Using winter cover crops to improve soil and water quality. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 32, 1221-1250. <https://doi.org/10.1081/CSS-100104110>
- Liebman M, Davis AS (2000) Integration of soil, crop and weed management in low-external-input farming systems. *Weed Res.* 40, 27-47. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.2000.00164.x>
- Hansson D, S-E Svensson, Prade T (2021) Etableringstidpunktens inverkan på sommarmellangrödors ogräsbekämpande egenskaper, markkolsbidrag och potential som biogasråvara – fältförsök Norra Åsum 2018. Alnarp, Institutionen för biosystem och teknologi, Sveriges lantbruksuniversitet. <https://pub.epsilon.slu.se/22650/>
- Mielmann A (2013) The utilisation of lucerne (*Medicago sativa*): a review. *Br. Food J.* 115, 590-600. <https://doi.org/10.1108/00070701311317865>
- Multari S, Neacsu M, Scobbie L, Cantlay L, Duncan G, Vaughan N, Stewart D, Russell WR (2016) Nutritional and phytochemical content of high-protein crops. *J. Agric. Food Chem.* 64, 7800-7811. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b00926>
- Nair A (2015) Cover crops in vegetable production systems. Iowa State University Extension and Outreach 7 p. <https://store.extension.iastate.edu/Product/Cover-Crops-in-Vegetable-Production-Systems>
- Prade T, Björnsson L, Lantz M, Ahlgren S (2017) Can domestic production of iLUC-free feedstock from arable land supply Sweden's future demand for biofuels? *J. Land Use Sci.* 12, 407-441. <https://doi.org/10.1080/1747423X.2017.1398280>
- Van de Velde F, Altig A, Pouvreau L (2011) From wasteproduct to food ingredient: the extraction of the abundant plant protein RuBisCo. *New Food* 14 (2), 10-13. <https://www.newfoodmagazine.com/article/4461/from-waste-product-to-food-ingredient-the-extraction-of-abundant-plant-protein-rubisco/>

- Faktabladet är utarbetat inom Institutionen för Växtförädling, www.slu.se/vf och Institutionen för Biosystem och teknologi www.slu.se/bt
- Projektet är finansierat av Partnerskap Alnarp www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/partnerskap-alnarp/, SLF www.lantbruksforskning.se, och Jordbruksverket www.jordbruksverket.se
- Projektansvarig: Helena Persson Hovmalm, helena.persson@slu.se, Inst. för Växtförädling
- Övrig publicering inom projektet: Muneer F, Persson Hovmalm H, Svensson S-E, Newson WR, Johansson E, Prade T (2021) Economic viability of protein concentrate production from green biomass of intermediate crops: a pre-feasibility study. *J Cleaner Production*, 294, 126304, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126304>
- På webbadressen <https://epsilon.slu.se> kan detta faktablad hämtas elektroniskt