



Vart tar kvävet i gödslade mellangrödor vägen?

Daniel Lorin & Jacob Kårlin

Självständigt arbete • 15 hp

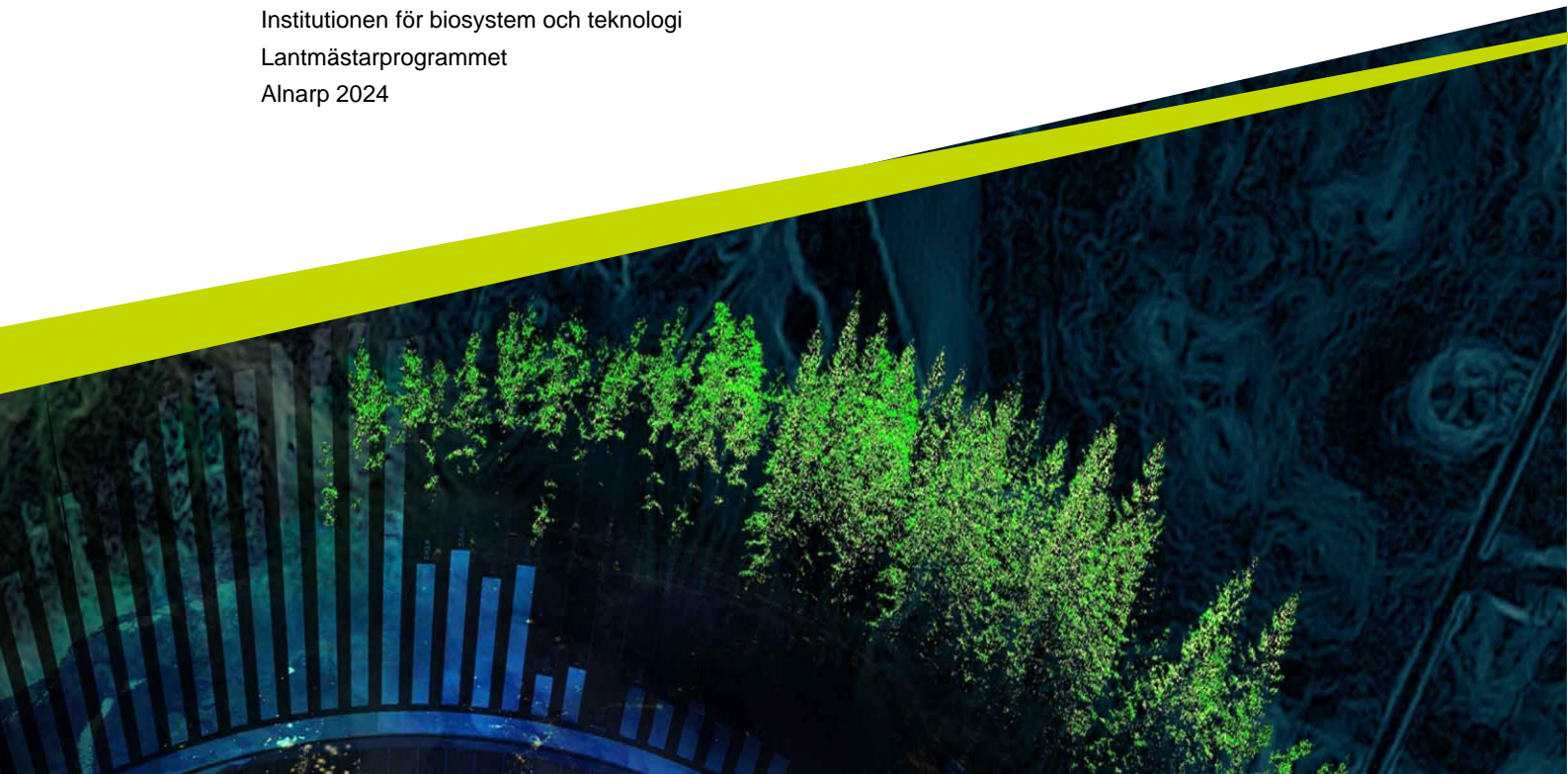
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Lantmästarprogrammet

Alnarp 2024



Vart tar kvävet i gödslade mellangrödor vägen?

Where does the nitrogen in fertilised intermedate crops go?

Daniel Lorin & Jacob Kårlin

Handledare: Sven-Erik Svensson, SLU, institutionen för biosystem och teknologi

Bitr. handledare: David Hansson, SLU, institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Thomas Prade, SLU, institution för biosystem och teknologi

Omfattning: 15hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i lantbruksvetenskap

Kurskod: EX1017

Program/utbildning: Lantmästarprogrammet

Kursansvarig inst.: institutionen för biosystem och teknologi

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2024

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd

Nyckelord: Mellangröda, gödslad, skördad, kväve, kväveefterverkan, N-min-analys

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Sammanfattning

Syftet med detta arbete var att undersöka hur mycket kväve, i form av mineraliserat kväve (N-min), som olika mellangrödor, både gödslade och ogödslade, kan leverera via marken till huvudgrödan stärkelsepotatis, efterföljande vår. Vi studerade detta i ett odlingsförsök som genomförts av Lyckeby, i samarbete med SLU Partnerskap Alnarp, under hösten 2023 och våren 2024. Försöksfältet var beläget på Åsums Boställe i Kristianstad. På fältet odlades höstkorn år 2022 – 2023, varpå mellangrödorna etablerades den 4 augusti 2023, efter skörd av höstkornet. Enligt Lyckeby's försöksplan var hälften av parcellerna med mellangrödor kvävegödslade med 50 kg N per ha (Axan och resterande var ogödslade. På 24 av försökets 84 försöksparcer skördades, i mitten av oktober 2023, mellangrödornas ovanjordiska biomassa. I januari och april 2024 togs jordprover för mätning av N-min i hela försöksfältet.

Resultaten från försöket visar att den ovanjordiska biomassans mängd hos mellangrödorna, i mitten av oktober, generellt ökade p.g.a. kvävegödslingen. Vid mätning av N-min i jorden, i mitten av april 2024, så kunde vi konstatera att det inte fanns någon skillnad i markens kväveinnehåll. Detta resultat var oberoende om mellangrödorna var gödslade, ogödslade eller skördade. Eftersom försöket inte var tillräckligt bra randomiserat kan det inte göras några statistiska slutsatser utöver biomassans mängd.

Den trend som däremot kunde ses var att N-min i de skördade mellangrödornas försöksparcer i genomsnitt inte förlorade så mycket kväve i marken, bara ca 7 kg N mer per ha, jämfört med de som var oskördade, vilket gör det försvarbart att använda mellangrödornas ovanjordiska biomassa som biogassubstrat alternativt som grovfoder på senhösten.

En annan trend var att de mellangrödor som gödslades med 50 kg N per ha vid etableringen i augusti 2023, så kunde vi vid N-min-mätningen, i mitten av april 2024, i medeltal endast hitta ca 4 kg mer N-min per ha.

Sen är ju frågan hur gödsling respektive bortförsel av mellangrödorna, med de små förändringarna i N-min, påverkar skörden av potatisstärkelse hösten 2024, men det är något som inte behandlas i detta arbete.

Nyckelord: Mellangroda, gödslad, skördad, kväve, kväveefterverkan, N-min-analys

Abstract

This work aimed to investigate how much nitrogen, in the form of N-min, different intermediate crops, both fertilized and unfertilized, can deliver via the soil to the main crop, starch potatoes, the following spring. We studied this in a cultivation trial conducted by Lyckeby, in collaboration with SLU Partnership Alnarp, during the autumn of 2023 and spring of 2024. The trial field was located at Åsums Boställe in Kristianstad. On the field, autumn barley was grown in 2022 - 2023, after which the intermediate crops were established on 4 August 2023, after harvesting the autumn barley. Half the number of the intermediate crop plots were nitrogen fertilized with 50 kg N per ha (Axan) and the rest were unfertilized. In 24 of the 84 experimental plots, the above-ground biomass of the intermediate crops was harvested in mid-October 2023.

The results of the trial show that the aboveground biomass of the intermediate crops, in mid-October, generally increased due to nitrogen fertilization. When measuring soil N-min in mid-April 2024, we found that there was no difference in soil nitrogen content. This result was independent of whether the intercrops were fertilized, unfertilized or harvested. As the trial was not sufficiently well randomized, no statistical conclusions can be drawn beyond this result.

The trend that could be seen, however, was that the N-min in the harvested intermediate crops experimental plots on average did not lose that much nitrogen, only about 7 kg N more per ha, compared to those that were unharvested, which makes it justifiable to use the intermediate crops aboveground biomass as biogas substrate or as forage in late autumn.

Another trend was that the catch crops that were fertilized with 50 kg N per ha at the time of establishment in August 2023, we could only find an average of about 4 kg more N-min per ha at the N-min measurement in mid-April 2024, which does not make the nitrogen fertilization of the intermediate crops justifiable.

Then there is the question of how fertilization or removal of the intermediate crops, with the minor changes in N-min, affects the harvest of potato starch in autumn 2024, but this is something that is not dealt with in this work.

Keywords: Intermediate crops, fertilized, harvester, nitrogen, nitrogen after-effects, N-min-analysis

Förord

Lantmästarprogrammet är en treårig universitetsutbildning inom programmet är det möjligt att ta en kandidatexamen 180 högskolepoäng. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan t.ex. ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Detta arbete är utfört under programmets tredje år och arbetsinsatsen motsvarar minst 10 veckors heltidsstudier (15 hp)

Växtodling har alltid varit ett stort intresse för oss båda och vi ansåg därför att det vore intressant att skriva ett självständigt arbete inom detta område. Idén kom till oss efter samtal med Sven-Erik Svensson, som presenterade detta intressanta försök med mellangrödor som förfrukt till stärkelsepotatis, i samarbete med Lyckeby, som vi fick möjlighet att vara delaktiga i.

Vi vill rikta ett stort tack till Kristoffer Gustafsson och Lyckeby för att vi fått ta del av deras mellangrödeförsök. Vi vill även tacka HS Skåne, David Hansson, SLU Partnerskap Alnarp, Jan-Eric Englund för statistisk rådgivning och vidare vill vi även rikta ett stort tack till Sven-Erik Svensson som varit vår handledare och bidragit med kunskap, tid och råd.

Detta arbete är finansierat av SLU Partnerskap Alnarp (projektnummer 1512) ”Kväveefterverkan från olika mellangrödor inför odling av stärkelsepotatis” och (projektnummer 1494) ”Markkolsbidrag från mellangrödor sådda efter skörd av höstkorn inför odling av stärkelsepotatis följande växtodlingssäsong”.

Thomas Prade har varit vår examinator.

Alnarp i maj 2024

Daniel Lorin & Jacob Kårlin

Innehållsförteckning

1. Inledning	7
1.1 Bakgrund.....	7
1.2 Syfte	7
1.3 Frågeställningar	7
1.4 Avgränsningar	7
2. Litteraturgenomgång	9
3. Material och metod	13
3.1 Försöksplats.....	13
3.2 Genomförande	13
3.3 Mellangrödor i försöket (2023 – 2024).....	15
3.4 Provtagning	16
3.5 Provhantering.....	17
3.6 Bearbetning av data	17
4. Resultat	18
4.1 Mängd biomassa hos mellangrödorna hösten 2023.....	18
4.2 Kväveinnehållet i mellangrödornas biomassa	18
4.3 N-min i marken efter gödslade mellangrödor.....	19
4.4 N-min i marken efter skörd av mellangröda	20
4.5 Sammanställda resultat för gödslade respektive skördade mellangrödor	21
5. Diskussion och slutsats	22
Kvävet i jordprofilen (0 - 60 cm)	22
Diskussion om mellangrödor	23
Förbättring av studie.....	24
Slutsats.....	24
6. Referenser	25
Bilagor	28
Bilaga 1.	28
Bilaga 2.	29
Bilaga 3.	30
Bilaga 4.	31
Bilaga 5.	33
Publicering och arkivering	34

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Mellangrödor är ett aktuellt ämne, eftersom jordens välmående alltmer hamnat i centrum under de senare åren. Lyckeby har tidigare gjort försök där de har rapporterat högre skördar av stärkelsepotatis (10 – 16 %) med gödslad oljerättika som förfrukt (Lyckeby 2024). Därför intresserar vi oss i synnerhet för vart kvävet i oljerättikan tar vägen och vill undersöka detta. Lyckeby genomför fältförsöket under 2023 – 2024 där vi kan ta del av resultaten för att undersöka vart det uppbundna kvävet i mellangrödoran tar vägen samt om det är någon skillnad ifall mellangrödoran gödslas eller skördas.

1.2 Syfte

Syftet är att undersöka om det är bättre att skörda en mellangröda på senhösten som biogassubstrat eller som grovfoder, jämfört med att låta den stå kvar, ur kvävesynpunkt till efterföljande huvudgröda.

1.3 Frågeställningar

- Vart tar det uppbundna kvävet i mellangrödoran vägen?
- Är det någon skillnad om mellangrödoran skördas eller ej?
- Är det någon skillnad om mellangrödoran gödslas eller ej?

1.4 Avgränsningar

Detta fältförsök är inte helt randomiserat vilket innebär att vi rent statistiskt inte kan säkerställa resultaten i försöket. Vi kan däremot se indikationer som vi kommer att belysa.

Det som försöket innefattar är kväveinnehållet i biomassan på hösten och det mineraliserade kvävet i marken på våren. Däremot kommer vi inte att analysera eventuell lustgasavgång, ammoniakavgång eller mängden utlakat kväve från mellangrödorna. Vidare har vi valt att inte analysera oljerättikan med en lägre utsädesmängd (12,5 kg/ha), men i stället har fokuserat på försöksled med utsädesmängden 25 kg oljerättika per ha. Vi kommer i detta försök inte göra en botanisk analys av biomassan trots att samtliga grödor kommer odlas tillsammans med oljerättika förutom vårrågen.

2. Litteraturgenomgång

Ett tidigare fältförsök i stärkelsepotatis som genomförts av Lyckeby år 2022 - 2023 visade att förfrukten gödslad oljerättika (50 N kg/ha) gav en ökad stärkelseskörd med 10 – 16 %. I försöket, i november 2022, hade den gödslade oljerättikan en torrsubstans (ts) på 6 ton per ha, samtidigt som den ogödslade hade 2,4 ton ts per ha (Lyckeby 2024).

Enligt Abdalla et al. (2018) är lustgasutsläpp en aktuell fråga i dagens lantbruk där det diskuteras om odling av mellangrödor har möjligheten att minska utsläppen. Enligt Webb et al. (2000) har de sett att lustasavgången ökade vid nedbrukning av mellangrödor. Däremot är det svårt att veta vad ökningen beror på eftersom jordarter, väder, olika sorters mellangrödor och bearbetningen påverkar. Olofsson & Ernfors (2022) har visat att under sydsvenska förhållande så ger honungsört lägre risk för lustgasavgång än oljerättika. Abdalla et al. (2018) visar att odling av mellangrödor kan minska de indirekta lustgasutsläppen genom att begränsa tillgängligheten av nitrat i marken. Nitrat är huvudsubstratet som är drivkraften i lustgasproduktionen och genom att begränsa mängden nitrat minskar därmed indirekt mängden lustgas som kan avgå upp i atmosfären.

Det vanligaste är att tänka att det enbart handlar om det kväve som sprids via gödsel och att det enda sättet att minimera detta är genom att precisionssprida gödseln alternativt gödsla med en lägre kvävegiva Men en stor del har även visat sig komma från nedvissningen av växter. Det har visat sig att det finns ett samband mellan ammoniakavgången från nedvissningen av levande växter och mängden upptaget kväve i växten (Aronsson et al. 2023).

Enligt Aronsson et al. (2023) är en möjlighet till att minimera avgången av lustgas och ammoniakavgång ifrån åkermarken att odla mellangrödor och att skörda biomassan på hösten. Man kan använda mellangrödornas biomassa som grovfoder (Spörndly et al. 2019) alternativt som substrat till biogasproduktion (Molinuevo-Salces et al. 2014). Restprodukten, biogödsel, som bildas vid rötningen kommer att kunna användas för att gödsla fälten och på så sätt återföra näringsämnen.

Aronsson et al. (2023), som sammanställt urlakningsförsök, har påvisat att insådda gräs och oljerättika har minskat kväveläckaget med 43 % i genomsnitt. I rapporten så nämner de även att försöken har visat att variationen var stor och att etableringstidpunkten av mellangrödan spelade en viktig roll för mellangrödans förmåga att binda eller ta upp markens kväve.

I ett annat försök av Hansson et al. (2023) med oljerättika som gjordes på Lönnstorp 2020 togs det prover under senhösten (december 2020) på mineraliserat kväve (ammoniumkväve + nitratkväve, (N-min)) i jordprofilen. I lagret 0 – 60 cm fanns det cirka 32 kg N-min per ha. I samma försök finner vi även havre som mellangröda som vid samma tidpunkt hade cirka 38 kg N-min per ha Detta resultat för havre kan eventuellt likställas med purrhavre.

I ett finskt försök av Lemola et al. (2014) med luddvicker som mellangröda visade det sig att marken innehöll cirka 28 kg N-min per ha vid senhöst. Vidare visar sig att luddvickern levererar ungefär samma mängd kväve efterföljande vår (cirka 30 kg N-min per ha) som på senhösten. Efter luddvicker på våren så innehöll jorden cirka 10 kg mer kväve jämfört med deras kontrollrutor som enbart bestod av kornstubb

Enligt Hansson (2020) så har oljerättikan presterat bra i ett försök som genomfördes 2019. Etableringen för detta försök gjordes i augusti vilket betyder att mellangrödan får förhållandevis kort tid på sig att producera biomassa. En annan gröda som var med i detta försök var luddvicker som i försöket kombinerades med blodklöver. En viktig aspekt i diskussionen om mellangrödor och dess efterverkan är om den kan leverera kväve till nästa huvudgröda, men det finns också en ekonomisk aspekt, trots att exempelvis luddvicker- och blodklöverblandningen var en utav de mest effektiva i att producera biomassa och ta upp kväve, så är det också en dyr etableringskostnad på 2700 kr/ha. Jämför man med oljerättika så kostar den runt 1100 kr/ha och levererar nästan lika mycket biomassa som luddvicker och blodklöver. Det gäller dock att inte etablera oljerättikan i en växtföljd med raps eller andra kålväxter, eftersom det då finns stor risk för uppförökning klumprotsjuka Lundborg (2019).

Baljväxter som mellangrödor används för att gynna nästkommande huvudgröda. Eftersom de huvudgrödor som kräver mycket kväve, exempelvis majs har i försök av Witter et al. (2017) visat att baljväxterna ökar mängden kväve i huvudgrödan. Det kan därför vara en bra idé att använda sig av kvävefixerande grödor om man vill få in mycket kväve i huvudgrödan.

I detta försök som gäller potatis kommer samtliga mellangrödor att vissna ner under vinter på grund utav att de är ettåriga vilket gör det omöjligt att etablera potatis direkt efter skörd eller nedvissningen av mellangrödan, vilket är en nackdel ur kvävesynpunkt. Det visar också att om det inte är möjligt att etablera mellangröda direkt, så är det av stor vikt att använda rätt mängd kväve om mellangrödan gödslas (Abdalla et al. 2018).

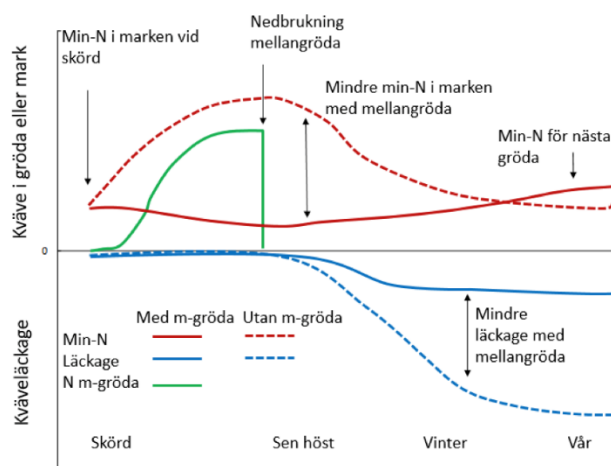
Den mest centrala delen för att få en så god biomassaproduktion som möjligt handlar om att ge mellangrödan tid att växa. Det visades tydligt i försök från Nilsson et al. (2024). Som under 2018 och 2019 genomförde ett försök där det etablerades mellangrödor vid tre olika tillfällen. Den tidiga är sådd i början av juli, den mellersta är sådd slutet av juli och den sena är sådd i slutet av augusti. Ju tidigare mellangrödan etablerades desto mer ovanjordisk och underjordisk biomassa producerades. Detta gav också en större potential för lägre urlakning, mer organiskt kol i marken. Nilsson et al. (2024) nämner även att det tidigare har upptäckts att den underjordiska biomassan har större potential att binda in organiskt markkol. Det upptäcktes också att ju mer biomassa från mellangrödan som skördats desto mer kväve behövde det kompletteras med till efterföljande huvudgröda på våren.

Aronsson et al. (2023) har sammanställt tidigare försök där de har analyserat olika mellangrödors totala-kvävehalt i biomassan på hösten. Enligt studien så har oljerättikan i genomsnitt innehållit 2,9 % kväve i biomassans ts. De upptäckte också att andra mellangrödor som luddvicker och purrhavre hade en N-halt på 2,1 % – 4,6 %. Vidare innehåller höstråg cirka 2,1 % kväve.

Enligt Andersson (2023b) så belyser även hon att det är viktigt att etablera mellangrödan tidigt för att få ut så mycket biomassa som det är möjligt, en möjlighet är att Det går att så in mellangrödan i huvudgrödan. Det är desto svårare att få upp en stor mängd biomassa om man etablerar mellangrödan för sent, i synnerhet om hösten är torr. Om den etableras på hösten har luddvicker visat sig vara en gröda som har god potential att producera mycket biomassa, trots den sena etableringen (Andersson 2023b). Det har även vid tidigare försök, som var gjorda 2021, visat sig att luddvicker lyckas producera mest ts/ha biomassa (Andersson 2023a). Andersson (2023b) belyser också att eftersom luddvicker har en så låg kol/kväveknot så blir kvävet tillgängligt snabbt efter nedbrukning. Luddvicker lyckades också tillföra lika mycket kväve till marken som ett led utan mellangröda, men som var gödlat med 60 kg N/ha på våren. Detta visade sig genom skörden av nästkommande gröda, som var vårkorn, där ledet med luddvicker hade lika god proteinhalt samt avkastning, som det led som var gödlat med 60 kg N/ha på våren (Andersson 2023b).

En tidigare och säker etablering som nämnts ovan är en av de mest centrala delarna när det kommer till odling av mellangrödor och det finns fler möjligheter till tidig etablering än att så på våren. Det har gjorts försök där mellangrödan etableras 2–3 veckor före skörd av huvudgrödan och jämfördes med att etablera mellangrödan direkt efter skörd. Uppkomsten var bättre direkt efter skörd men mellangrödan som var isådd i huvudgrödan kompengerade för detta och producerade både mer biomassa samt hade ett bättre kväveupptag (Aronsson et al. 2023). I bilaga 5 presenteras de arter som var med i studierna.

Valet av tidpunkt för nedvissning eller nermyllning av mellangrödor spelar en avgörande roll för hur läckaget under vintern kommer att vara, se figur 1. Detta är även avgörande för hur förfruktseffekten blir till huvudgrödan. När mellangrödan har nedvissnat kommer kväve att börja utlakas vilket figur 1 illustrerar. Det kommer däremot vara en mindre mängd kväve som utlakas jämfört med om det inte hade odlats någon mellangröda Aronsson et al. (2023).



Figur 1. ”Dynamiken hos mineralkväve i marken och läckage med och utan mellangröda” (Aronsson et al. 2023).

3. Material och metod

3.1 Försöksplats

Detta fältförsök med mellangrödor före stärkelsepotatis har genomförts på Åsums Boställe som är beläget söder om Kristianstad i Skåne (55°57'41.4"N 14°08'55.8"E) i tempererat klimat. Den jordart som finns på det aktuella fältet är mestadels postglacial finsand med inslag av silt (SGU 2018).

3.2 Genomförande

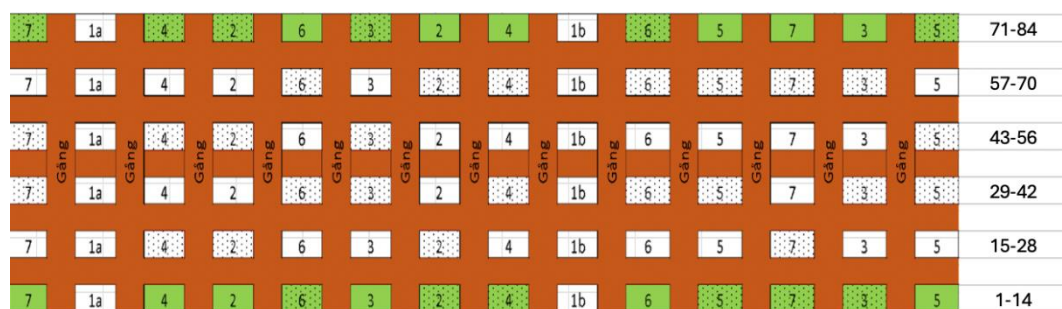
Enligt Kristoffer Gustafsson¹ på Lyckeby genomförs mellangrödeförsök för att undersöka om det påverkar skörden av stärkelsepotatis, som är nästkommande gröda. Det är Kristoffer Gustafsson som är ansvarig för marken och förberedelserna för försöken och dessa genomförs tillsammans med HS Skåne (Hushållningssällskapet Skåne). Förfrukten till mellangrödorna var höstkorn. Det som genomförts efter skörden av höstkorn är sådd av mellangrödorna, den 4 augusti 2023, med hjälp av en Heva Combi Tiller, med tillhörande Lehner-frölåda, vilket är en djupluckringskultivator. Det finns 12 kontrollrutor som inte är sådda varav 6 är djupluckrade och 6 som är utan bearbetning, se figur 2. Våren 2024 kommer det fortsatta försöket inte att stensträngläggas inför sättningen av potatisen, eftersom risken att jorden förflyttas mellan de olika försöksrutorna kommer att påverka slutresultatet.

Det som genomförandet utgår från är kväveinnehållet i mellangrödornas biomassa hösten 2023 och N-min-innehållet i marken våren 2024 i de olika försöksrutorna. Detta för att undersöka hur mycket kväve som överfördes från mellangrödans biomassa till efterföljande potatisgröda.

För de grödor vi inte kunde ta prover i under hösten gjordes antaganden för vad kväveinnehållet i marken var vid odling av den mellangrödan som odlas på den

¹ Kristoffer Gustafsson, Odlingsutveckling, Lyckeby, Samtal 2024-03-14

specifika rutan samt dess kväveinnehåll i biomassan. Dessa antaganden görs med hjälp av litteraturen och därför nämns de i litteraturanalysen ovan.



Figur 2. Försöksupplägget är en form av blockförsök, dock inte fullständigt randomiserat. Försöket med mellangrödor 2023 inför stärkelsepotatis 2024 på Åsums Boställe hade 2 – 4 upprepningar beroende på om de skördades eller ej, det är en faktoriell design eftersom det är flera faktorer som kombineras samtidigt. Prickmarkering visar vilka försöksparceller som gödslats med 50 kg N per ha, i form av Axan. Den höga givan på 50 kg N per ha har använts vid tidigare försök då det har sett en skördeökning av stärkelsehalten. Därför används den något höga mängden i detta försök (Lyckeby 2024). I de 24 grönmarkerade rutorna skördades mellangrödans ovanjordiska biomassa i mitten av oktober 2023. För att se om det finns någon variation mellan skördad och icke skördad med hänsyn till kvävet.

I tabell 1 beskrivs försöket mer detaljerat med de arter och sorter av mellangrödor, utsädesmängder samt om de var gödslade eller icke gödslade.

Tabell 1. Försöket 2023 med mellangrödor innan stärkelsepotatis 2024

Led	Art	Sort	Uts. mängd kg/ha	N kg/ha
1a	Utan mellangröda	Ej djupluckrat		0
1b	Utan mellangröda	Djupluckrat		0
2a	Oljerättika	Cordoba	25	0
2b	Oljerättika	Cordoba	25	50
3a	Oljerättika 50 %	Cordoba	12,5	0
3b	Oljerättika 50 %	Cordoba	12,5	50
4a	KWS potatis fitness	Oljerättika, Blålupin, Purrhavre, Oljedådra	40	0

4b	KWS potatis fitness	Oljerättika, Blålupin, Purrhavre, Oljedådra	40	50
5a	Oljerättika + Purrhavre	Oljerättika (Cordoba), Purrhavre	40	0
5b	Oljerättika + Purrhavre	Oljerättika (Cordoba), Purrhavre	40	50
6a	Oljerättika + Luddvicker	Cordoba + luddvicker	30	0
6b	Oljerättika + Luddvicker	Cordoba + luddvicker	30	50
7a	Vårråg		100	0
7b	Vårråg		100	50

3.3 Mellangrödor i försöket (2023 – 2024)

Oljerättika (*Raphnus sativus var olieformis*)

Oljerättika är en ettårig gröda som inte är kvävefixerande. Oljerättika har många andra fördelaktiga egenskaper såsom marktäckande egenskaper och pålrotssystem. Rotsystemet har i försök visats sig kunna bli 2,4 m djupa, vilket dels bidrar till att luckra jorden, men att det också tar upp näringsämnen djupt nere i markprofilen (Pålsson U.Å.).

Oljerättika tar upp näring från alven och håller marken bevuxen långt in på senhösten, vilket minskar risken för näringsläckage. Marken kan hållas bevuxen även med hjälp av höstspannmål, men när vårrödor som potatis ska odlas är det ett bra alternativ att använda sig av utvintrande mellangrödor (Ektander 2013). Oljerättika som är en stor del av detta försök har väldigt goda luckringseffekter på jorden, eftersom den har ett omfattande pålrotssystem samt att den tillför organiskt material, vilket leder till en förbättrad vattenhållande förmåga i marken (Aronsson et al. 2012).

Oljerättikan som har använts i vårt försök är Cordoba, som enligt företaget Barenbrug (U.Å.), är en lämplig sort att använda sig utav som förfrukt inför potatisodling, då sorten har resistens mot nematoder. Företaget upplyser även

vikten av att inte blanda in oljerättikan i växtföljder med raps då de ingår i samma släkte Brassica, vilket kan öka risken för klumprotssjuka (Barenbrug U.Å.).

KWS potatis fitness innehåller följande: Oljerättika (58 %), Blålupin (4 %), Purrhavre (12 %) och oljedådra (26 %) (KWS 2024).

Vårråg (*Secale cereale*) är en ej kvävefixerande mellangröda.

Luddvicker (*Vicia villosa*) är likt många andra baljväxter också en kvävefixerande gröda som har goda konkurrensegenskaper på ogräs då grödan täcker marken snabbt tack vare sin goda tillväxt och genom det så kväver den ogräset (Ögren 2003).

Purrhavre (*Avena strigosa*) är som man hör på namnet besläktad med havren och liknar flyghavre något i utseendet, men med mycket mindre ax (SLU 2008). Den är icke kvävefixerande och förekommer sällan naturligt i Sverige. Den var vanligare förr då den förekom som ogräs på åkrarna och kunde följa med trösken vid skörd och sedan såddes med utsädet på fältet igen (Mossberg et al. 2018). I detta försök samodlas den med oljerättika.

3.4 Provtagning

Biomassaprover togs 2023-10-16 i fältförsöket på Åsums Boställe, för att bestämma biomassaavkastningen. I de grönmarkerade rutorna som visas i figur 2 handskördades den ovanjordiska biomassan på en yta av 0,25 m² och där en stubb på 10 cm lämnades. Detta arbete har genomförts i samarbete med Lönnstorps försöksstation.

N-min-provtagning i marken, det vill säga NO₃-N och NH₄-N, togs på två djup för att bestämma hur mycket mineraliserat kväve som fanns i jordprofilen. Det första provtagningstillfället genomfördes i vissa utvalda rutor (de som gick att ta jordprover på eftersom det var frusen mark tidigare) på två djup (0 – 30 och 30 – 60 cm) den 2024-01-11. Dessa jordprover togs enbart i försöksrutor med oljerättika. Vid det andra tillfället togs jordprov också på två djup (0 - 30 och 30 – 60 cm) den 2024-04-15. Alla jordproverna skickades till Eurofins och analyserades, se bilaga 4 för resultat.

3.5 Provhantering

Biomassaavkastningen bestämdes som mängden ts per skördeyta i ton ts per hektar. Detta mättes vid en stubbhöjd på 10 cm. Biomassan torkades vid 65°C i ca 48 timmar (tills vikten på provet blev stabilt).

3.6 Bearbetning av data

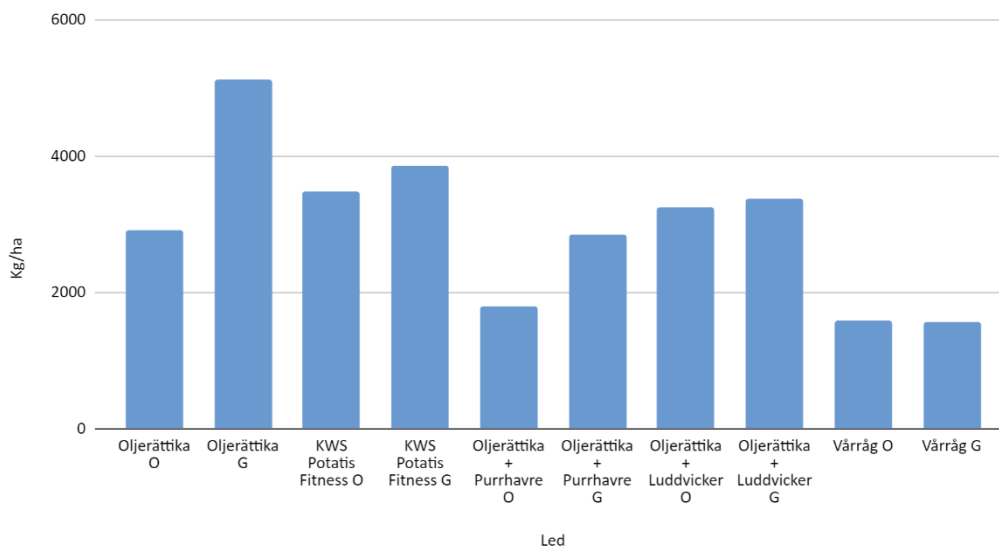
Datan från jordproverna som var tagna den 15 april räknades om till kg N per ha för att sedan använda verktyget Minitab för att genomföra jämförelser. Data från jordprover tagna i januari användes för att se markens kväveinnehåll vid ytterligare ett tillfälle och det finns bara data från oljerättika och kontrollen. Biomassadatan från klippning som genomfördes den 16 oktober 2023, har räknats om till kg N per ha för att sedan uppskatta mängden kväve i biomassan.

4. Resultat

Här nedan redovisar vi resultat från fältförsöket på Åsums Boställe främst gällande mängden biomassa hos mellangrödorna på hösten 2023 samt markens innehåll av mineralkväve på våren 2024.

4.1 Mängd biomassa hos mellangrödorna hösten 2023

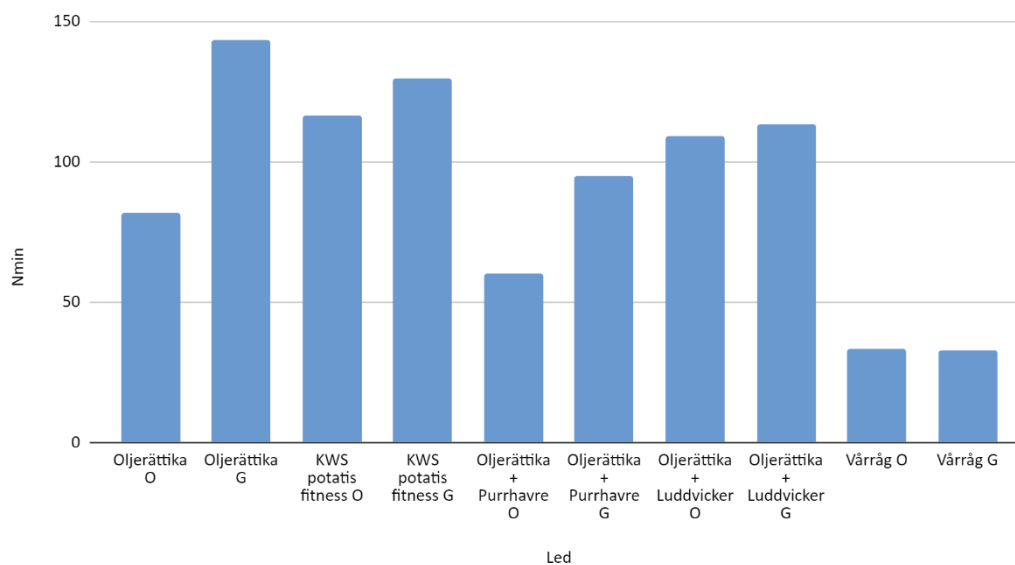
I figur 3 ser vi att de gödslade leden har generellt mer biomassa än de ogödslade leden förutom för ledet med vårråg där det är nästan lika mycket biomassa i båda leden. Skillnaden är störst för ledet med enbart oljerättika där det skiljer cirka 2 000 kg per ha.



Figur 3. Mängden biomassa (kg ts per ha) för ogödslade (O) och gödslade (G) mellangrödor hösten 2023 på Åsums Boställe. Bearbetat resultat från klippning 0,25 m² multiplicerat upp till 1 ha.

4.2 Kväveinnehållet i mellangrödornas biomassa

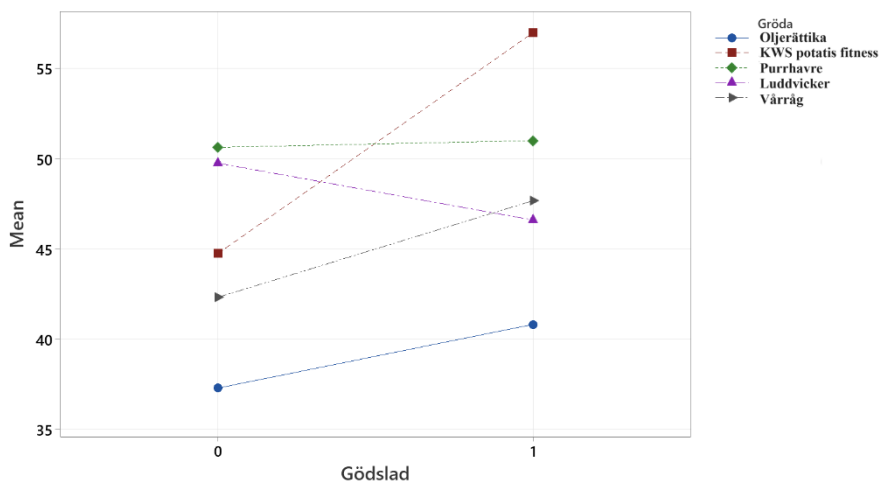
I figur 4 visas den beräknade mängden kväve i medeltal (kg/ha) som var upptagen i mellangrödornas biomassa den 16 oktober 2023. I försöksleden med samodling av flera mellangrödor går det inte att med säkerhet säga hur stor andel av varje art som biomassan innehåller eftersom olika mellangrödor producerar olika mycket biomassa och vi genomför inte en botanisk analys i detta försöket. Detta ger att det totala kväveinnehållet ligger inom det intervall som visas i bilaga 1. För att beräkna kväveinnehållet i figur 4 så har vi använt oss av biomassamängderna i figur 3 och medelvärdet av kväveinnehållet i mellangrödorna enligt bilaga 1.



Figur 4. Bearbetat resultat från biomassa omräknat i uppskattad andel kväve i biomassan. Resultatet (kg N per ha) presenteras som medelvärde, prover genomförda 16 oktober 2023.

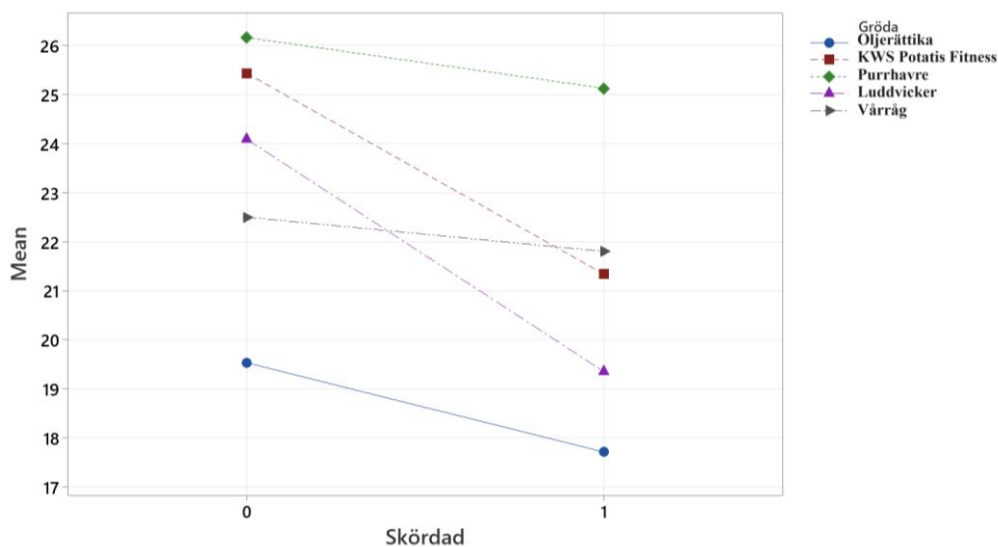
4.3 N-min i marken efter gödslade mellangrödor

I figur 5 visas hur N-min (kg/ha) i marken våren 2024 påverkas beroende på om mellangrödorna var gödslade eller icke gödslade, vid etableringen sommaren 2023. Samtliga gödslade mellangrödor tenderar att öka mängden N-min i marken, förutom blandningen mellan oljerättika och luddvicker. Det är dock inga signifikanta skillnader mellan de olika grödorna, när de var ogödslade eller gödslade.



Figur 5. Skillnaden för mängden N-min i marken (kg/ha) våren 2024, för ogödslade (0) resp. gödslade (1) mellangrödor. Samtliga försöksled innehåller oljerättika, förutom vårrågen som är i renbestånd.

4.4 N-min i marken efter skörd av mellangröda



Figur 6. I figur 6 visas hur N-min (kg N per ha) i lagret 0–60 cm djup, hur marken på våren 2024 påverkas beroende på om mellangrödan var icke skördad (0) eller skördad (1).

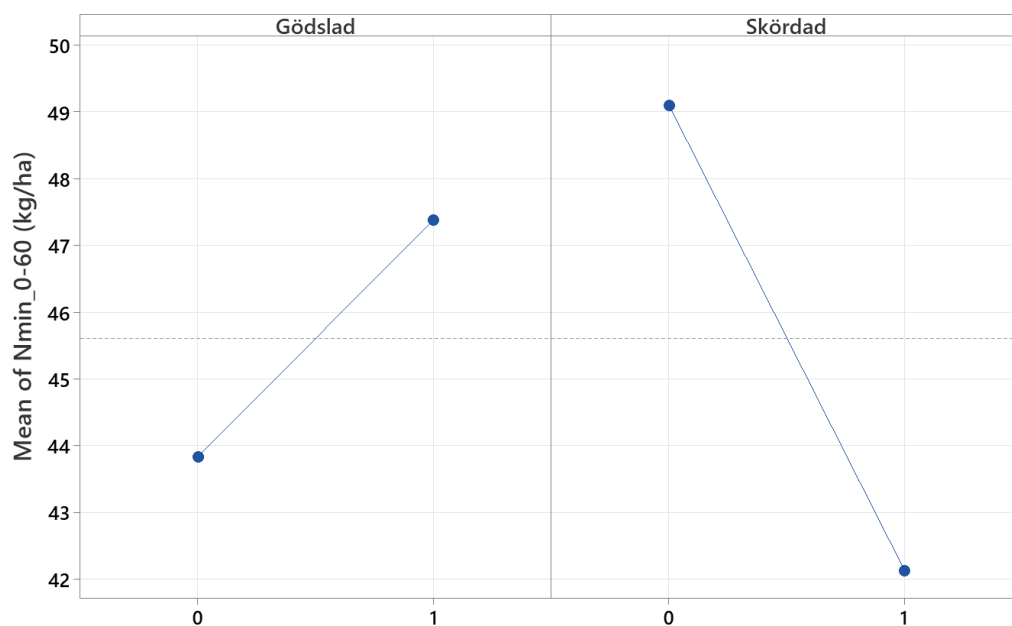
Samtliga försöksled innehåller oljerättika, förutom vårrågen som är i renbestånd.

Det vi kan se är att det inte finns några skillnader. Det tenderar dock till att samtliga försöksrutor minskar mängden N-min i marken om de blivit skördat.

4.5 Sammanställda resultat för gödslade respektive skördade mellangrödor

Vid N-min provtagningen våren 2024 så antyder resultaten att N-min i genomsnitt ökade med ca 4 kg/ha, på djupet 0 - 60 cm, för de gödslade mellangrödorna, jämfört med de ogödslade.

Vidare så antyder resultaten att N-min i genomsnitt minskade med ca 7 kg/ha, på djupet 0-60 cm, för de skördade mellangrödorna, jämfört med de oskördade. Dessa resultat i figur 7 var dock inte signifikant skilda från varandra.



Figur 7. Effekten av gödslade respektive skördade mellangrödor på mängden N-min i marken våren 2024 för samtliga led i försöket.

5. Diskussion och slutsats

Kvävet i jordprofilen (0 - 60 cm)

Då det bara är oljerättikan i led 2 som vi har N min-resultat för i januari så är det enbart den vi kan följa kvävet i biomassan från hösten 2023 till jordproverna som togs den 15 april 2024. Hösten 2023 hade oljerättikans ovanjordiska biomassa tagit upp cirka 81 kg N per ha i de ogödslade leden och cirka 143 kg N per ha i de som gödslades med 50 kg N per ha vid etableringen. Detta resultat tyder på att allt kväve som gödslats var upptaget i oljerättikans biomassa på senhösten. I figur 3 ser vi tydligt att det är störst skillnad i mängd biomassa för led 2 där det ökade med 2 000 kg per ha för det gödslade ledet. Det är också det ledet som är närmast att göra det försvarbart att gödsla 50 kg N gentemot de andra leden eftersom ökningen inte var lika stor där. Ledet med vårråg märktes ingen skillnad mellan det gödslade och ogödslade vilket därmed gör det irrelevant med gödsling.

Den 11 januari 2024 så visade jordproverna i rutor med oljerättika för de ogödslade och oskördade leden ett N-min-innehåll på cirka 40 kg N per ha och de gödslade och oskördade leden hade cirka 55 kg N per ha. I den skördade delen så var det i januari 39 kg N-min per ha i det ogödslade ledet och 42 kg N-min per ha i det gödslade ledet, se bilaga 2. Resultatet tyder på att kvävegödsling och ej skörd verkar resultera i högre N-min i jorden i januari.

Följer man detta vidare till N-min-proverna som togs den 15 april 2024 så kan vi se att oljerättikan som är ogödslad hade cirka 38 kg N-min per ha och den gödslade var det cirka 41 kg N-min per ha.

Vidare fanns det den 15 april i jordprofilen i det skördade ledet 17,5 kg N-min per ha och i det oskördade ledet 19,5 kg N-min per ha. Det vi kan se är att det skiljer enbart 2 kg N-min/ha i jordprofilen under våren mellan det oskördade och skördade ledet, trots att man i genomsnitt bortför cirka 112 kg N per ha via skörd av den ovanjordiska biomassan under oktober 2023. Enligt Hansson et al. (2021) så nämner de att om man inte skördar den ovanjordiska biomassan, så är det en stor risk att biomassan bryts ner under vinter och att kvävet urlakas. Det är till största

sannolikhet därför som vi inte ser någon större skillnad i N-min på våren mellan de skördade och oskördade leden.

Det som däremot bör tilläggas är att i den oskördade delen så finns kvävet troligtvis kvar i den kvarvarande biomassan på fältet och inte tillgängligt i marken, vilket minskar det värdet, men som Abdalla et al. (2018) nämner så börjar också kvävet utlakas även från biomassan när den nedvissnat.

Som man kan avläsa i figur 5 så ser vi att samtliga rutor reagerar positivt med ökad mängd kväve i jordprofilen efter gödningen vid etablering. Dock visar oljerättika i samodling med den kvävefixerande luddvickern ett avvikande resultat, med en mindre mängd kväve i marken våren 2024 efter kvävegödningen av detta försöksled vid etableringen i augusti 2023.

Oljerättika i renbestånd hade i det ogödslade ledet 37 kg N-min per ha och i det gödslade 41 kg N-min per ha. Men i figur 5, kan man se att när luddvicker och oljerättikan har samodlats så finns det cirka 50 kg N-min per ha i det ogödslade och 46 kg N-min per ha i det gödslade. Detta kan bero på precis som Hansson et al. (2023) belyser i sin rapport att en icke-kvävefixerande mellangröda som samodlas med en kvävefixerande mellangröda tömmer markprofilen på mineralkväve eftersom biomassan har en god tillväxt. Gödslas mellangrödan kommer den icke-kvävefixerande grödan producera stora mängder biomassa vilket leder till att på våren så kommer det gödslade ledet innehålla mindre eller lika stor mängd kväve som det ogödslade för biomassan tar upp så stora mängder. Vi kan även avläsa i bilaga 3 att samodling av oljerättika med luddvicker (led 6) ger det högsta medelvärdet av N-min i jordprofilen.

Diskussion om mellangrödor

Det finns delade uppfattningar om mellangrödor och framför allt att det är komplicerat hur och när de ska etableras för att minska kväveläckaget och gynna nästkommande gröda. En viktig faktor är att risken för kväveläckage ökar avsevärt vid användning av baljväxter eller andra kvävefixerande grödor, i synnerhet om de också gödslas. För att undvika kväveförluster är det viktigt att nästkommande gröda etableras så snart efter mellangrödan som det är möjligt (Abdalla et al. 2018). I detta försök med mellangrödor som förfrukt inför odling av potatis är samtliga mellangrödor ettåriga, vilket gör det väldigt svårt att etablera potatisen direkt efter skörd eller nedbrytning av mellangrödan, eftersom samtliga mellangrödor kommer nedvissna eller dö av frost under senhösten. Potatis däremot kan inte odlas i direkt anslutning till senhösten utan etableras alltid under våren vilket är negativt ur kväveläckagsynpunkt. Det visar också att om det inte är möjligt att etablera

huvudgrödan direkt efter nedvissning av mellangrödan så är det av stor vikt att anpassa kvävegivan utefter mellangrödans tillväxt (Abdalla et al. 2018).

Förbättring av studie

För att detta arbete skulle kunna göras ännu bättre så behövs försöken följas över längre tid. Vi kommer inte kunna analysera jorden över flera år. Det hade gett ett mer statistiskt säkerställt resultat om det hade gjorts fler tester och analyser.

På resultat som vi har analyserat så finns det inga signifikanta skillnader varken mellan grödor, gödslat eller skördat. Detta kan bero på att försöket har för många parametrar. Samt som vi nämner i metoden så är försöket inte tillräckligt randomiserat för att kunna ge säkra statistiska slutsatser. Hade man minskat antalet kontrollrutor och mängden mellangrödor i försöket samt anlagt ett fullständigt randomiserat blockförsök. Så att varje behandling hade förekommit en gång i varje block så hade det resulterat i att man hade kunnat dra statistiska slutsatser ur utifrån försöket.

På grund av tidig frost i november - december 2023 så fick den planerade provtagningen i oljerättika flyttas till januari. Eftersom provtagningen blev försenad så tog vi N-min-jordproverna i enbart oljerättika i januari, men vi hade önskat att ta i fler mellangrödor.

Slutsats

Det vi kan se är att mycket av det mineraliserade kvävet tas upp i mellangrödorna under hösten för att sedan bevaras i själva grödan. Precis som Aronsson et al. (2023) skriver så kan det därför vara en effektiv idé att skörda mellangrödan och använda den till exempelvis biogasproduktion eller djurfoder för att minska risken att den vissnar ner och utlakas i marken på grund av att vårgrödan etableras för sent för att kunna använda sig av allt kväve som mellangrödan har lyckats absorbera.

Ser man till om mellangrödan ska gödslas eller ej samt skördas eller ej kommer vi fram till följande. Vi anser inte att det är försvarbart att gödsla en gröda med 50 kg N per ha när det enbart ger en ökning på N-min under våren på bara 4 kg N per ha. Däremot anser vi att det är försvarbart att skörda mellangrödan under hösten och få ut 2 – 5 ton ts/ha, det vill säga 60 – 150 kg N per hektar vid ett kväveinnehåll på 3 % av ts. I vår studie har vi sett en tendens av förlust på enbart 7 kg N/ha i marken på våren. Som slutsats kan vi inte säga något säkert om vart kvävet rör sig i marken, så fortsatta studier inom detta område rekommenderas.

6. Referenser

- Abdalla, M., Hastings, A., Cheng, K., Yue, Q., Chadwick, D., Espenberg, M., Truu, J., M. Rees, R. & Smith, P. (2018). *A critical review of the impacts of cover crops on nitrogen leaching, net greenhouse gas balance and crop productivity*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/gcb.14644> [2024-04-08]
- Andersson, K. (2023a). *Mellangrödans potential för hållbar växtnäringsförsörjning inom ekologisk odling*. <https://hushallningssallskapet.se/wp-content/uploads/2024/02/ekorapport-2023-slutlig-med-bokmarken.pdf> [2024-04-16]
- Andersson, K. (2023b). *Mellangrödors potential att leverera kväve*. Hushållningssällskapet. <https://hushallningssallskapet.se/wp-content/uploads/2024/02/ekorapport-2023-slutlig-med-bokmarken.pdf> [2024-04-15]
- Aronsson, H., Bergkvist, G., Stenberg, M. & Wallenhammar A-C. (2012). *Gröda mellan grödorna - samlad kunskap om fånggrödor*. Jönköping Jordbruksverket. (Rapport 2012:21). Tillgänglig: https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_rapporter/ra12_21.pdf [2024-03-21]
- Aronsson, H., Ernfors, M., Kätterer, T., Bolinder, M., Svensson, S.E., Hansson, D., Prade, T., & Bergkvist, G. (2023) Mellangrödor i växtföljden- för kolinlagring och effektivt kväveutnyttjande. 179. Sveriges lantbruks universitet. https://www.slu.se/globalassets/ew/org/inst/mom/publications/ekohydr/ekohydrologi_179.pdf [2024-04-15]
- Barenbrug (U.Å.). *Cordoba*. <https://www.barenbrug.co.za/forage/products/cordoba.htm> [2024-04-09]
- Ektander, W. (2013). *Mellangrödor har stor potential*. <https://www.ja.se/artikel/43828/mellangrodor-har-stor-potential.html> [2024-03-21]
- Hansson, D., Prade, T. & Svensson, S.E. (2023). *Strimsådd av ekologiska specialgrödor i utvintrande mellangrödor*. 11. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/ekoforsk/resultat-2022/rapport-strimsadd-slu-ekoforsk-2023-12-12.pdf> [2024-05-03]
- Hansson, D., Svensson, S.E. & Prade, T. (2021). *Etableringstidpunktens inverkan på sommarmellangrödors ogräsbekämpande egenskaper, markkolsbidrag och potential som biogasråvara – fältförsök Norra Åsum 2018*. <https://publications.slu.se/?file=publ/show&id=110749> [2024-05-28]

- Hansson, G. (2020). *Efterverkan av mellangrödor*. <https://sverigeforsoken.se/article/2250> [2024-04-16]
- KWS (2024). *KWS Fit4NEXT – Catch crop mixture for vitality*.
- Lemola, R., Valkama, E., Suojala-Hlfors, T., Känkänen, H., Turtola, E., Heikkinen, J. & Koppelmäki, K. (2014). *FÅNGGRÖDOR – nytta för odlaren och miljö*. TEHO plus. https://www.doria.fi/bitstream/handle/10024/102393/TEHO%20Plus%20hankkeen%20julkaisu%208_2014.pdf?sequence=2 [2024-05-08]
- Lundborg, I. (2019). *Mellangrödor i motverkande och förebyggande syfte mot klumprotsjuka och nematoder vid odling av olika huvudgrödor inom familjen Brassicaceae*. https://stud.epsilon.slu.se/14833/11/lundborg_i_190708.pdf [2024-05-30]
- Lyckeby (2024). *Odling – premium- eller budgetgödsling? Rapport 1*. https://www.lyckeby.com/wp-content/uploads/2024/01/odling-2024_1_final_web.pdf [2024-04-08]
- Molinuevo-Salces, B., Larsen, S-U., Ahring, B. & Uellendahl, H. (2014). *BIOGAS PRODUCTION FROM CATCH CROPS*. <https://vbn.aau.dk/ws/portalfiles/portal/208635472/1BO.6.2.pdf> [2024-05-30]
- Mossberg, B. & Stenberg, L. (2018). *Nordens flora*. Bonnier Fakta.
- Nilsson, J., Ernfors, M., Prade, T. & Hansson, P.A. (2024) *Cover crop cultivation strategies in a Scandinavian context for climate change mitigation and biogas production – Insights from a life cycle perspective*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969724007678> [2024-04-15]
- Olofsson, F. & Ernfors, M. (2022). *Frost killed cover crops induced high emissions of nitrous oxide*. <https://pub.epsilon.slu.se/27981/1/olofsson-f-et-al-220524.pdf> [2024-05-30]
- Pålsson, O. (U.Å.). *Senap och rättika som fånggrödor*. Jordbruksverket. https://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/ovr146.pdf [2024-04-03]
- Spörndly, R., Bergkvist, G., Nilsson-Linde, N. & Eriksson, T. (2019). *Ersättningsfoder till nötkreatur vid grovfoderbrist*. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/fu-food/publikationer/future-food-reports/ff-reports-6-grovfoder.pdf> [2024-05-30]
- Sveriges lantbruksuniversitet (2008). *Purrahavre (Avena strigosa Schreb)*. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/pom/purrahavre.pdf> [2024-04-03]
- Sveriges geologiska undersökning (2018). *Jordarter 1:25 000 – 1:100 000*. <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> [2024-04-09]
- Webb, J., Harrison, R. & Ellis, S. (2000). *Nitrogen fluxes in three arable soils in the UK*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030100000757> [2024-05-28]
- Witter, R., Dorn, B., Jossi, W. & van der Heijden, M. (2017). *Cover crops support ecological intensification of arable cropping systems*. <https://www.nature.com/articles/srep41911> [2024-05-28]

Ögren, E. (2003). *Gröngödsling i ekologisk grönsaksodling*. Jordbruksverket.
http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_jo/jo03_8.pdf
[2024-04-03]

Bilagor

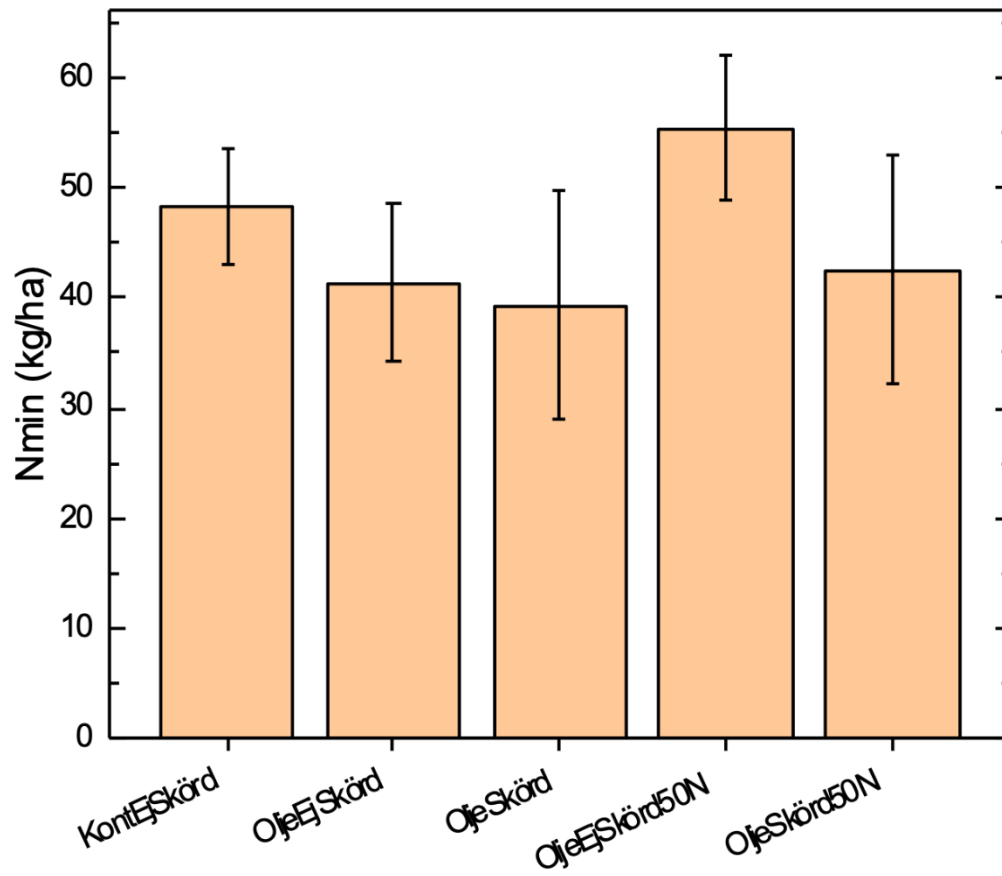
Bilaga 1.

Resultat biomassans totala N-innehåll för ogödslat (O) och gödslat (G)

Led	Art	N kg/ha
2 O	Oljerättika	81
2 G	Oljerättika	143
4 O	KWS potatis fitness	116 (73 – 159)
4 G	KWS potatis fitness	129 (81 – 177)
5 O	Oljerättika + Purrhavre	60 (37 – 82)
5 G	Oljerättika + Purrhavre	95 (59 – 130)
6 O	Oljerättika + Luddvicker	109 (68 – 149)
6 G	Oljerättika + Luddvicker	113 (70 – 155)
7 O	Vårråg	33
7 G	Vårråg	32

Bilaga 2.

N-min i jordprofilen 0–60 cm djup den 11-01-2024 på Åsums Boställe



Bilaga 3.

Tukey's test för N-min på alla led, förutom de skördade rutorna i försöket.

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

<u>Led</u>	<u>N</u>	<u>Mean</u>	<u>Grouping</u>
6	4	22,9982	A
5	4	20,8356	A
1	6	20,6643	A
2	4	20,6144	A
4	4	20,5000	A
7	4	19,7000	A

Means that do not share a letter are significantly different.

Bilaga 4.

Resultatet från jordprover tagna 2024-04-15.

Samplepartnercode	Provmärkning	JY043, Ammonium (NH ₄ -N)	JY043, Nitrate-N	JYTSS, Dry matter (105°C, 4h)	LT0C2, Ammonia N of total N	LT0C3, Nitrate Nitrogen as N	LT0C4, Nitrogen	LT0DS, Ammonium (NH ₄ -N)	LT0DS, Nitrate nitrogen	LT0DS, Layer	LT0DS, Sampling depth
528-2024-04150492	1 0-30	0,28	1,34	75,5	3,7	18	21	0,095	0,46	1	30
528-2024-04150493	1 30-60	0,1	1,32	78,5	1,5	19	21	0,033	0,43	2	30
528-2024-04150494	2 0-30	0,45	0,97	74	6,1	13	19	0,16	0,34	1	30
528-2024-04150495	2 30-60	0,1	1,63	80,5	1,4	23	25	0,032	0,52	2	30
528-2024-04150496	3 0-30	0,72	0,61	69,8	10	8,7	19	0,27	0,22	1	30
528-2024-04150497	3 30-60	0,13	1,22	75,8	2	19	21	0,044	0,41	2	30
528-2024-04150498	4 0-30	0,23	1,02	78,3	2,9	13	16	0,076	0,33	1	30
528-2024-04150499	4 30-60	0,47	0,21	70,4	7,7	3,5	11	0,17	0,077	2	30
528-2024-04150500	5 0-30	0,73	0,69	73,3	9,9	9,4	19	0,26	0,24	1	30
528-2024-04150501	5 30-60	<0,1	0,97	76,6	1,5	15	16	<0,034	0,33	2	30
528-2024-04150502	7 0-30	0,29	0,88	75,1	3,8	12	16	0,099	0,3	1	30
528-2024-04150503	7 30-60	0,1	1,43	75	1,5	22	24	0,034	0,49	2	30
528-2024-04150504	8 0-30	<0,1	2,03	77,7	1,3	26	27	<0,033	0,67	1	30
528-2024-04150505	8 30-60	0,13	1,47	77	2	22	24	0,043	0,49	2	30
528-2024-04150506	9 0-30	0,25	1,4	77,4	3,2	18	21	0,083	0,47	1	30
528-2024-04150507	9 30-60	0,13	2,38	75,6	2	36	38	0,044	0,81	2	30
528-2024-04150508	10 0-30	0,39	1,23	76,2	5,1	16	21	0,13	0,42	1	30
528-2024-04150509	10 30-60	<0,1	1,53	78,5	1,5	23	24	<0,033	0,5	2	30
528-2024-04150510	11 0-30	<0,1	1,43	76,9	1,3	19	20	<0,033	0,48	1	30
528-2024-04150511	11 30-60	<0,1	1,6	80,4	1,4	23	24	<0,032	0,51	2	30
528-2024-04150512	12 0-30	0,12	1,28	75,8	1,6	17	18	0,041	0,43	1	30
528-2024-04150513	12 30-60	<0,1	0,68	79,5	1,5	9,9	11	<0,032	0,22	2	30
528-2024-04150514	14 0-30	0,29	1,01	77,4	3,7	13	17	0,096	0,34	1	30
528-2024-04150515	14 30-60	<0,1	1,9	77,9	1,5	28	30	<0,033	0,63	2	30
528-2024-04150516	15 0-30	0,75	0,74	68,3	11	11	22	0,28	0,28	1	30
528-2024-04150517	15 30-60	0,19	0,49	78,2	2,8	7,3	10	0,062	0,16	2	30
528-2024-04150518	16 0-30	0,42	1,26	73,2	5,7	17	23	0,15	0,44	1	30
528-2024-04150519	16 30-60	0,33	0,83	78,9	4,8	12	17	0,11	0,27	2	30
528-2024-04150520	17 0-30	0,93	0,51	71,9	13	7,1	20	0,33	0,18	1	30
528-2024-04150521	17 30-60	0,24	0,84	77,1	3,6	13	16	0,08	0,28	2	30
528-2024-04150522	18 0-30	0,95	0,48	72,3	13	6,6	20	0,34	0,17	1	30
528-2024-04150523	18 30-60	0,2	0,52	77,9	3	7,7	11	0,066	0,17	2	30
528-2024-04150524	19 0-30	0,57	0,56	72,3	7,9	7,7	16	0,2	0,2	1	30
528-2024-04150525	19 30-60	0,22	1,01	76,1	3,3	15	19	0,074	0,34	2	30
528-2024-04150526	21 0-30	0,89	0,41	76,4	12	5,3	17	0,3	0,14	1	30
528-2024-04150527	21 30-60	<0,1	2,3	79,3	1,5	34	35	<0,032	0,75	2	30
528-2024-04150528	22 0-30	0,29	1,69	78,1	3,7	22	25	0,095	0,56	1	30
528-2024-04150529	22 30-60	0,61	2,59	77,5	9,1	39	48	0,2	0,86	2	30
528-2024-04150530	23 0-30	0,23	1,75	76,3	3	23	26	0,078	0,59	1	30
528-2024-04150531	23 30-60	0,1	1,89	79,2	1,5	28	29	0,032	0,61	2	30
528-2024-04150532	24 0-30	0,46	2,2	81,7	5,6	27	32	0,15	0,69	1	30
528-2024-04150533	24 30-60	0,12	1,92	76,9	1,8	29	31	0,04	0,64	2	30
528-2024-04150534	25 0-30	0,39	1,31	78,4	5	17	22	0,13	0,43	1	30
528-2024-04150535	25 30-60	0,13	1,37	76,3	2	21	23	0,044	0,46	2	30
528-2024-04150536	26 0-30	1,2	1,74	76,3	16	23	38	0,4	0,59	1	30
528-2024-04150537	26 30-60	<0,1	1,64	77,3	1,5	25	26	<0,033	0,55	2	30
528-2024-04150538	28 0-30	0,3	1,73	77,7	3,8	22	26	0,099	0,57	1	30
528-2024-04150539	28 30-60	0,13	2,1	80,8	1,9	30	32	0,041	0,67	2	30
528-2024-04150540	29 0-30	0,68	0,69	72,9	9,3	9,4	19	0,24	0,24	1	30
528-2024-04150541	29 30-60	0,54	0,39	76,8	8,1	5,9	14	0,18	0,13	2	30
528-2024-04150542	31 0-30	0,76	0,37	73,4	10	5	15	0,27	0,13	1	30
528-2024-04150543	31 30-60	0,37	0,58	77,3	5,5	8,7	14	0,12	0,19	2	30
528-2024-04150544	32 0-30	0,86	0,31	69,3	12	4,5	17	0,32	0,12	1	30
528-2024-04150545	32 30-60	0,35	0,38	75,6	5,4	5,8	11	0,12	0,13	2	30
528-2024-04150546	33 0-30	0,24	0,91	73,2	3,3	12	16	0,084	0,32	1	30
528-2024-04150547	33 30-60	0,15	1,2	79,1	2,2	18	20	0,049	0,39	2	30
528-2024-04150548	35 0-30	0,32	1,68	76,7	4,2	22	26	0,11	0,56	1	30
528-2024-04150549	35 30-60	0,14	1,71	77,2	2,1	26	28	0,047	0,57	2	30
528-2024-04150550	36 0-30	0,41	2,6	77	5,3	34	39	0,14	0,87	1	30
528-2024-04150551	36 30-60	0,11	2,85	78,5	1,6	42	44	0,036	0,93	2	30
528-2024-04150552	38 0-30	0,16	2,85	77,5	2,1	37	39	0,053	0,95	1	30
528-2024-04150553	38 30-60	0,1	1,94	79,2	1,5	28	30	0,032	0,63	2	30
528-2024-04150554	39 0-30	0,25	1,51	78,8	3,2	19	22	0,082	0,49	1	30
528-2024-04150555	39 30-60	0,19	1,27	79,7	2,8	18	21	0,061	0,41	2	30
528-2024-04150556	40 0-30	0,15	0,96	77,5	1,9	12	14	0,05	0,32	1	30
528-2024-04150557	40 30-60	<0,1	1,8	77,9	1,5	27	28	<0,033	0,59	2	30
528-2024-04150558	42 0-30	3,83	4,65	78	49	59	108	1,3	1,5	1	30

528-2024-04150558	42 0-30	3,83	4,65	78	49	59	108	1,3	1,5	1	30
528-2024-04150559	42 30-60	0,13	2,4	79,4	1,9	35	37	0,042	0,78	2	30
528-2024-04150560	43 0-30	0,5	0,42	74,3	6,7	5,6	12	0,17	0,15	1	30
528-2024-04150561	43 30-60	<0,1	1,35	76,3	1,5	20	22	<0,034	0,45	2	30
528-2024-04150562	44 0-30	0,68	0,28	74	9,2	3,8	13	0,24	0,097	1	30
528-2024-04150563	44 30-60	0,23	0,64	79	3,4	9,4	13	0,075	0,21	2	30
528-2024-04150564	45 0-30	1,27	0,38	76,1	17	5	22	0,43	0,13	1	30
528-2024-04150565	45 30-60	0,45	0,63	75,6	6,9	9,6	17	0,15	0,21	2	30
528-2024-04150566	46 0-30	1,49	0,23	69	22	3,3	25	0,56	0,086	1	30
528-2024-04150567	46 30-60	0,41	0,64	74,6	6,4	9,9	16	0,14	0,22	2	30
528-2024-04150568	47 0-30	0,91	0,29	72,8	12	4	16	0,32	0,1	1	30
528-2024-04150569	47 30-60	0,21	0,72	78,3	3,1	11	14	0,069	0,24	2	30
528-2024-04150570	49 0-30	0,26	0,6	76,6	3,4	7,8	11	0,087	0,2	1	30
528-2024-04150571	49 30-60	<0,1	1,42	78,7	1,5	21	22	<0,033	0,46	2	30
528-2024-04150572	50 0-30	0,11	1,83	78,8	1,4	23	25	0,036	0,6	1	30
528-2024-04150573	50 30-60	<0,1	1,59	79,4	1,5	23	25	<0,032	0,51	2	30
528-2024-04150574	51 0-30	<0,1	1,55	78,1	1,3	20	21	<0,033	0,51	1	30
528-2024-04150575	51 30-60	0,12	1,85	80	1,7	27	28	0,039	0,59	2	30
528-2024-04150576	52 0-30	0,16	2,53	76,3	2,1	33	35	0,054	0,85	1	30
528-2024-04150577	52 30-60	0,1	2,34	77,7	1,5	35	36	0,033	0,77	2	30
528-2024-04150578	53 0-30	<0,1	1,68	78,1	1,3	21	23	<0,033	0,55	1	30
528-2024-04150579	53 30-60	<0,1	2,01	78,6	1,5	30	31	<0,033	0,66	2	30
528-2024-04150580	54 0-30	0,13	2,33	78	1,7	30	31	0,043	0,77	1	30
528-2024-04150581	54 30-60	<0,1	2,26	79	1,5	33	35	<0,033	0,74	2	30
528-2024-04150582	56 0-30	0,2	2,75	78,2	2,5	35	38	0,066	0,9	1	30
528-2024-04150583	56 30-60	<0,1	1,92	79,7	1,5	28	29	<0,032	0,62	2	30
528-2024-04150584	57 0-30	0,63	0,2	74,2	8,5	2,7	11	0,22	0,069	1	30
528-2024-04150585	57 30-60	0,66	0,5	76,8	9,9	7,5	17	0,22	0,17	2	30
528-2024-04150586	58 0-30	0,97	0,23	73,8	13	3,1	16	0,34	0,08	1	30
528-2024-04150587	58 30-60	0,21	1,16	78,6	3,1	17	20	0,069	0,38	2	30
528-2024-04150588	59 0-30	1	<0,2	69	14	2,9	17	0,37	<7,453416 14906832 E-02	1	30
528-2024-04150589	59 30-60	0,29	0,35	72,4	4,6	5,6	10	0,1	0,12	2	30
528-2024-04150590	60 0-30	1,25	<0,2	62,9	20	3,2	23	0,51	<8,176243 47036112 E-02	1	30
528-2024-04150591	60 30-60	0,28	0,4	76,3	4,2	6,1	10	0,094	0,13	2	30
528-2024-04150592	61 0-30	0,38	0,89	70,3	5,4	13	18	0,14	0,33	1	30
528-2024-04150593	61 30-60	0,2	0,58	75,1	3,1	8,9	12	0,068	0,2	2	30
528-2024-04150594	63 0-30	0,38	1,22	78,1	4,8	16	20	0,13	0,4	1	30
528-2024-04150595	63 30-60	0,12	1,1	79,2	1,8	16	18	0,039	0,36	2	30
528-2024-04150596	65 0-30	0,22	2,09	77,5	2,8	27	30	0,073	0,69	1	30
528-2024-04150597	65 30-60	<0,1	2,42	78,7	1,5	36	37	<0,033	0,79	2	30
528-2024-04150598	66 0-30	0,11	2,24	78,1	1,4	29	30	0,036	0,74	1	30
528-2024-04150599	66 30-60	<0,1	1,32	77,7	1,5	20	21	<0,033	0,44	2	30
528-2024-04150600	67 0-30	0,5	1,54	77,1	6,5	20	26	0,17	0,51	1	30
528-2024-04150601	67 30-60	<0,1	1	78,9	1,5	15	16	<0,033	0,33	2	30
528-2024-04150602	68 0-30	<0,1	2,47	77,5	1,3	32	33	<0,033	0,82	1	30
528-2024-04150603	68 30-60	<0,1	1,68	79,9	1,4	24	26	<0,032	0,54	2	30
528-2024-04150604	70 0-30	0,35	1,1	76,3	4,6	14	19	0,12	0,37	1	30
528-2024-04150605	70 30-60	<0,1	1,83	80,8	1,4	26	28	<0,032	0,58	2	30
528-2024-04150606	71 0-30	1,42	0,22	76	19	2,9	22	0,48	0,074	1	30
528-2024-04150607	71 30-60	0,14	1,13	77,5	2,1	17	19	0,046	0,37	2	30
528-2024-04150608	73 0-30	0,51	0,55	76,2	6,7	7,2	14	0,17	0,19	1	30
528-2024-04150609	73 30-60	0,11	0,6	76,4	1,7	9,1	11	0,037	0,2	2	30
528-2024-04150610	74 0-30	0,42	0,4	74,2	5,6	5,4	11	0,15	0,14	1	30
528-2024-04150611	74 30-60	0,3	0,92	78,5	4,4	14	18	0,098	0,3	2	30
528-2024-04150612	75 0-30	0,54	0,7	72,6	7,4	9,6	17	0,19	0,25	1	30
528-2024-04150613	75 30-60	<0,1	0,85	77,1	1,5	13	14	<0,033	0,28	2	30
528-2024-04150614	77 0-30	0,2	1,42	74,6	2,7	19	22	0,069	0,49	1	30
528-2024-04150615	77 30-60	0,15	1,48	78,4	2,2	22	24	0,049	0,49	2	30
528-2024-04150616	78 0-30	0,61	1,45	74,7	8,1	19	27	0,21	0,5	1	30
528-2024-04150617	78 30-60	0,13	1,78	79,7	1,9	26	28	0,042	0,57	2	30
528-2024-04150618	80 0-30	0,4	1,46	77,8	5,1	19	24	0,13	0,48	1	30
528-2024-04150619	80 30-60	0,12	1,08	78,9	1,8	16	18	0,039	0,35	2	30
528-2024-04150620	81 0-30	0,48	1,5	76,3	6,3	20	26	0,16	0,51	1	30
528-2024-04150621	81 30-60	0,12	1,64	80,1	1,7	24	25	0,039	0,53	2	30
528-2024-04150622	82 0-30	0,6	2,16	77,3	7,7	28	36	0,2	0,72	1	30
528-2024-04150623	82 30-60	<0,1	1,57	76,4	1,5	24	25	<0,034	0,53	2	30
528-2024-04150624	84 0-30	0,21	2,63	79,1	2,6	33	36	0,068	0,85	1	30
528-2024-04150625	84 30-60	<0,1	1,4	76,9	1,5	21	23	<0,033	0,47	2	30
528-2024-04150626	64 0-30	0,33	2,84	76,2	4,3	37	41	0,11	0,96	1	30
528-2024-04150627	64 30-60	<0,1	1,84	78,7	1,5	27	29	<0,033	0,6	2	30

Bilaga 5.

Data över olika mellangrödor enligt Aronsson et al. (2023)

Mellangröda	N, %	C, %	C/N	Biomassa	Kommentar
Engelskt rajgräs	2.1 (0.63; 62)	43 (1.7; 62)	22 (6.4; 62)	871 (559; 121)	Insådd på våren. Skåne, Halland, V. Götaland, Uppland
Engelskt rajgräs + rödklöver	2.1/3.8			582 (437; 42)	Insådd på våren (10 sådda i juli)
Eng. rajgräs	2.1 (0.48; 42)				Skåne, Halland, Uppland (2 med vitklöver)
Rödklöver	3.8 (0.34; 42)				
Rödsvingel+rödklöver				560 (363; 12)	Insådd på våren (2 insådd i höstvetete på hösten, 2 i renbestånd rödsvingel) Skåne, Halland
Rödsvingel	2.2 (0.31; 10)				
Rödklöver	3.8 (0.33; 6)				
Westerw. rajgr.	2.1 (0.44; 10)			760 (373; 10)	Insådd på våren
Italienskt rajgr.	3.4 (0; 2)			1750 (955;8)	Insådd på våren
Hundäxing				830 (360; 5)	Insådd på våren eller på hösten i höstvetete, Skåne
Vallinsådd	2.1 (0.51; 30)	42 (2.6; 21)	20 (4.4; 21)	1640 (919; 30)	Gräs/klöver; Halland, V Götaland
Luddvicker	4.6 (0.21; 4)			1680 (1120; 21)	Insådd på våren; Skåne, Norge
Rödklöver	2.9 (0.6; 15)			885 (786; 29)	Insådd på våren; Skåne, Uppland, Danmark, Finland
Vitklöver	3.5 (0.16; 11)			1310 (804; 13)	Insådd på våren; Skåne, Danmark, Finland
Humlelusern					
insådd	3.2 (0.27; 3)			1830 (1250; 3)	Finland, Danmark
sådd i augusti				205 (232; 5)	Norge
Grävklover (subklöver)				128 (107;7)	Sådd i augusti, Norge
Blodklöver (Crimsonklöver)				217 (231; 4)	Sådd i augusti, Norge
Vitsenap	3.2 (0.51;29)	42 (0; 11)	11 (0; 2)	1972 (1342; 53)	Sådd i juli-augusti; Skåne, Halland
Oljerättika	2.9 (1.0; 45)	41 (3.3; 30)	18 (10; 30)	1846 (1485; 167)	Sådd i juni-augusti; Skåne, Halland, Uppland, V. Götaland (8 rättika)
Bovete				2620 (1410; 27)	Sådd juni-aug; Skåne
Hampa				3320 (1740; 31)	
Honungsört	3.5 (0.7; 2)			2780 (1710; 31)	Sådd i juni-aug; Skåne, Halland, V. Götaland, Uppland, Danmark
Cikoria				440 (580; 9)	Insådd på våren; Skåne, V. Götaland, Uppland
Havre (korn)	2.1 (0.36; 3)			818 (545; 16)	Sådd i augusti. Havre, purrhavre, vårkorn (2); Skåne, Halland, Danmark
Höstråg/rågvetete	4.6 (0.69; 26)	43 (2.6; 7)	9 (1.5; 7)	448 (769; 26)	Sådd i augusti-september; Skåne, Halland, V. Götaland
Höstraps	4.0 (0.71; 38)	42 (1.2; 5)	12 (2.4; 5)	1030 (765; 38)	Sådd i augusti; Skåne, V. Götaland
Höstvetete	4.6 (0.41; 34)	42 (4.2; 4)	9.0 (0.70; 4)	198 (173; 34)	Sådd i september; Skåne, V, Götaland

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.