

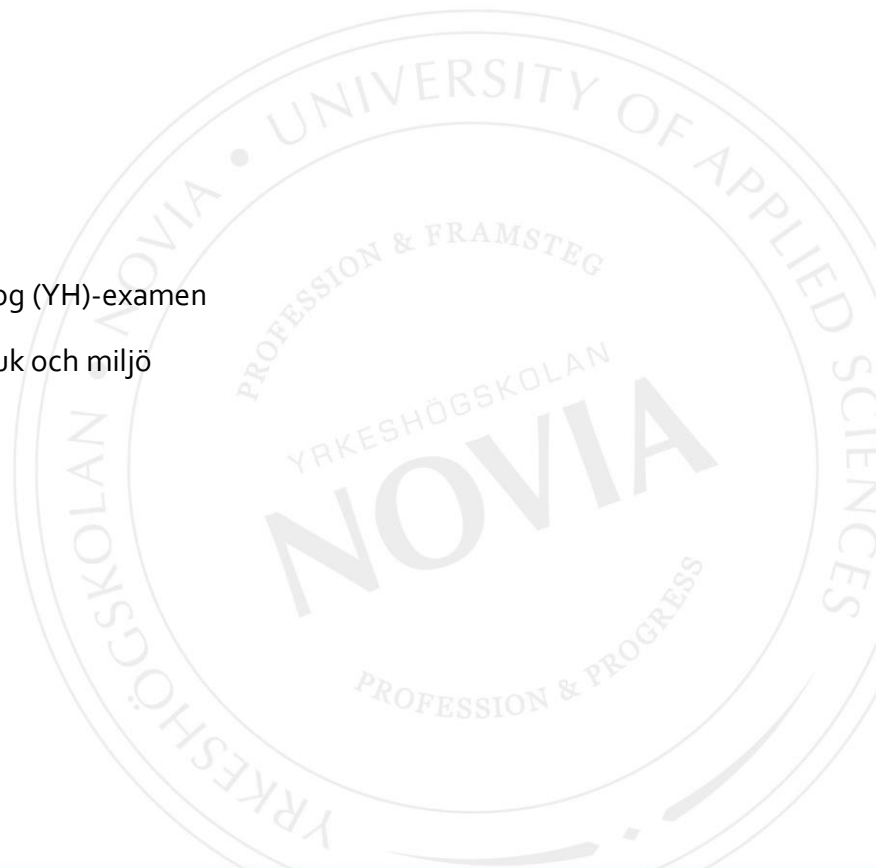
Effekterna av tre insådda fånggrödor på biomassaskördarna av ärten, fånggrödan och ogräsen

Anders Wiksten

Examensarbete för Agrolog (YH)-examen

Utbildning inom Naturbruk och miljö

Raseborg 2019



EXAMENSARBETE

Författare: Anders Wiksten

Utbildning och ort: Naturbruk och miljö, Raseborg

Inriktningsalternativ/Fördjupning: Lantbruksnäringarna

Handledare: AFD Paul Riesinger

Titel: Effekterna av tre insådda fånggrödor på biomassaskördarna av ärten, fånggrödan och ogräsen

Datum 28.3.2019 Sidantal 41

Bilagor 4

Abstrakt

Växtnäring förloras från åkrarna som följd av utlakning och erosion. För att motverka dessa växtnäringsförluster har man börjat integrera fånggrödor i växtföljden. Fånggrödor motverkar växtnäringsförluster genom att de binder växtnäringen i marken till sig. Samtidigt kan de i långa loppet förbättra markstrukturen och höja markens mullhalt. Fånggrödan kan också motverka ogräsen genom att konkurrera om växtplats och -näring. En bra fånggröda skall inte konkurrera med huvudgrödan samtidigt som den skall ha en god återväxt på hösten.

Syftet med detta arbete var att utreda vilken art respektive artblandning som skulle lämpa sig som insådd fånggröda i ärt. Arbetet undersöker konkurrensförhållandet mellan fånggrödorna och ärtgrödan, fånggrödans återväxt i anslutning till ärtskörden samt också hur fånggrödorna påverkar ogräsens biomassa. Arbetet grundar sig på ett fältförsök där tre olika arter eller artblandningar etablerades som bottengröda i ärt.

Försöket visade att blandningen engelskt rajgräs och vitklöver var den lämpligaste fånggrödan för insådd i ärt. Blandningen hade en viss konkurrens med ärt, men denna konkurrens berodde främst på den torra växtsäsongen med ont om fukt i marken. Artblandningen engelskt rajgräs och vitklöver hade också den högsta biomassatillväxten på hösten och den motverkade bäst ogräsens biomassa av dessa olika försöksled.

Språk: Svenska

Nyckelord: Fånggröda, Bottengröda, Ärt, Art, Ogräsförekomst

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Anders Wiksten

Koulutus ja paikkakunta: Maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma, Raasepori

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: Maaseutuelinkeinot

Ohjaaja: MMT Paul Riesinger

Nimike: Kolmen kerääjäkasvin vaikutus aluskasveina herneen, kerääjäkasvin ja rikkaruohojen biomassaan

Päivämäärä 28.3.2019 Sivumäärä 41

Liitteet 4

Tiivistelmä

Ravintoaineita häviää pelloilta huuhtoutumien ja eroosion kautta. Ravintoainehäviöiden ehkäisemiseksi on kerääjäkasveja alettu sisällyttämään viljelykiertoon. Kerääjäkasvit ehkäisevät ravintoaineiden häviämistä sitomalla ravintoaineita maasta itseensä.

Kerääjäkasvit voivat pitkällä aikavälillä parantaa maan rakennetta ja humuspitoisuutta. Kerääjäkasvit voivat myös ehkäistä rikkaruohoja kilpailemalla kasvupaikasta ja ravintoaineista. Hyvä kerääjäkasvi ei kilpaile satokasvin kanssa samalla kun sillä on hyvä jälleenkasvu syksyllä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää mikä laji tai lajisekoitus soveltuu kerääjäkasviksi herneen viljelyssä. Opinnäytetyö tutkii kerääjäkasvin ja herneen kilpailusuhdetta, kerääjäkasvin jälleenkasvua sekä miten kerääjäkasvi vaikuttaa rikkaruohon biomassaan. Opinnäytetyö pohjautuu viljelykokeeseen, jossa kolme kasvilajia tai -lajisekoitusta kylvettiin aluskasveina herneeseen.

Viljelykoe osoitti, että englannin rairuoho ja valkoapila sekoituksena soveltuivat parhaiten kerääjäkasveiksi herneen viljelyssä. Lajisekoitus kilpaili osittain herneen kanssa, mutta kyseinen kilpailu johtui enimmäkseen kuivasta kasvukaudesta ja vähäisestä maan kosteudesta. Englannin rairuoho ja valkoapila lajisekoituksena antoi myös parhaan jälleenkasvun syksyllä ja ehkäisi parhaiten rikkaruohojen biomassaa.

Kieli: Ruotsi
esiintyminen

Avainsanat: Kerääjäkasvi, Aluskasvi, Herne, Laji, Rikkakasvien

BACHELOR'S THESIS

Author: Anders Wiksten

Degree Programme: Natural Resources and the Environment

Specialization: Agriculture

Supervisor: D.Sc. (Agriculture) Paul Riesinger

Title: The effects of three subsown catch crops on the biomass yields of pea, catch crop and weeds

Date 28.3.2019 Number of pages 41

Appendices 4

Abstract

Plant nutrients are lost from fields through leaching and erosion. Catch crops prevent nutrient losses by taking up soluble nutrients and protect the soil, by covering the surface and root development. In the long run catch crops can improve the soil structure and increase the humus content in the fields. Catch crops can also counter-act weeds by competing for space, water and nutrients. A good catch crop should not compete with the main crop while it should at the same time have a good regrowth subsequent to the yield of the main crop.

The purpose of this thesis was to examine which specie or mixture of species would be a suitable catch crop when subsown in pea. The thesis examines the competition between catch crop and pea, the regrowth of the catch crop in autumn and how the catch crop affects the biomass of weeds. Timothy, perennial ryegrass and a perennial ryegrass-white clover mixture were subsown in pea. These treatments were compared to a control consisting of pure pea.

The mixture of perennial ryegrass and white clover appeared to be the most suitable catch crop in pea. The mixture competed to a certain degree with with pea, but this competition was probably mainly caused by the dry growth season combined with a lack of water in the soil. The mixture of perennial ryegrass and white clover had also the largest regrowth in the autumn. In addition, perennial ryegrass together with white clover most effectively counteracted weed occurrence.

Language: Swedish
occurrence

Key words: Catch crop, Undersown crop, Pea, Weed

Förord

Jag vill tacka Erik Perklén för ämnet och idén till examensarbetet. Jag vill dessutom tacka Erik Perklén för etableringen och skötsel av försöket och för hjälp och rådgivning vid beskrivning av åtgärderna

Jag vill speciellt rikta ett tack åt Paul Riesinger för hjälp med provtagningen, sorteringen och provvägningen av försöket. Jag vill också tacka Paul för handledningen i mitt examensarbete.

Innehållsförteckning

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Inledning..... | 1 |
| 2 | Teoretisk bakgrund..... | 2 |
| 2.1 | Syften vid användning av fånggrödor..... | 2 |
| 2.1.1 | Växtnäringsämnen..... | 2 |
| 2.1.2 | Markstrukturen..... | 3 |
| 2.1.3 | Motverkande av växtskadegörare..... | 4 |
| 2.2 | Val av fånggröda..... | 5 |
| 2.3 | Etablering av fånggröda..... | 6 |
| 2.4 | Nedbrukning av fånggrödor..... | 8 |
| 2.5 | Fånggrödors förfruktsvärde..... | 9 |
| 3 | Ärt..... | 10 |
| 3.1 | Odlingsteknik..... | 10 |
| 3.2 | Kvävefixering..... | 11 |
| 4 | Aktuell forskningsfront..... | 12 |
| 5 | Material och metoder..... | 18 |
| 5.1 | Försöksplats..... | 18 |
| 5.2 | Väderlek..... | 19 |
| 5.3 | Utförandet av försöket..... | 20 |
| 5.4 | Provtagning och behandling av proven..... | 22 |
| 5.4.1 | Behandling av data och statistisk analys..... | 23 |
| 6 | Resultat..... | 24 |
| 6.1 | Ärtens biomassaskörd..... | 24 |
| 6.2 | Fånggrödans biomassaskörd vid tidpunkten för ärtskörden..... | 25 |
| 6.3 | Ogräsens biomassaskörd vid tidpunkten för ärtskörden..... | 27 |
| 6.4 | Fånggrödornas höståterväxt..... | 29 |
| 6.5 | Ogräsens höståterväxt..... | 31 |
| 6.5.1 | De egentliga ogräsens höståterväxt..... | 31 |
| 6.5.2 | Spillrapsens höståterväxt..... | 32 |
| 6.5.3 | Höståterväxten av ogräsen inklusive spillrapsen..... | 34 |
| 7 | Diskussion..... | 35 |
| 7.1 | Konkurrens med huvudgrödan..... | 36 |
| 7.2 | Höståterväxt..... | 38 |
| 7.3 | Fånggrödans påverkan på ogräsens biomassa..... | 39 |
| 8 | Slutsatser..... | 40 |
| | Källförteckning..... | 43 |

1 Inledning

I dagens intensifierade lantbruk har man alltmer börja fästa uppmärksamhet på näringsförluster. Näringsförlusterna har en påverkan på både jordbrukarens ekonomi och på den omgivande naturen. Enligt Finlands miljöcentral år 2017 står lantbruket för 70% av vattendragens fosforbelastning och för dryga 60% av kväveutsläppen.

Bar mark är en huvudsaklig orsak till växtnäringsförluster från jordbruket. Sedan många årtionden har antalet nötkreatursgårdar i södra Finland minskat och därmed har också den areal som täcks av fleråriga vallar minskat. Efter skörden av ettåriga grödor bearbetas marken ofta på hösten och lämnas sedan utan ett växttäck som kan binda åt sig näringen som lämnat kvar i marken. Näringsutsläppen har ökat i och med att våra vintrar har blivit mildare och marken inte frusit varje vinter. För att motverka dessa näringsförluster och få samma näringsbindande effekt som de fleråriga vallarna tidigare hade, har fånggrödor börjats integrera i växtföljden.

Fånggrödan påverkar också jordbrukarens ekonomi. Den näring som fånggrödan binder till sig, som annars skulle gå förlorad, finns ofta tillgängligt för den efterföljande grödan och kan således minska på gödslingsbehovet för denna. Bidragsmässigt kan fånggrödan också ha en ekonomisk påverkan för jordbrukaren. Den Europeiska unionen har i sitt förslag för EU:s lantbrukspolitik för 2020-talet satt växttäck vintertid på åkrar som ett av sina basvillkor för erhållande av jordbruksstöd. I och med detta kan odlingen av fånggröda öka markant under de kommande åren.

Fånggrödan motverkar inte bara näringsförluster. På lång sikt kan ett året-om-växttäck förbättra markens struktur och bromsa ned den pågående minskningen av markens mullhalt. Förbättrad markstruktur och en ökad mullhalt kan också i långa loppet höja på skördenivåerna. För att fånggrödorna skall ge de önskade nyttoeffekterna kräver det kunskap om fånggrödor, eftersom olika fånggrödor har olika egenskaper. En av de viktigaste egenskaperna hos en fånggröda är att den inte skall konkurrera med huvudgrödan, samtidigt som den borde ha en god återväxt på hösten och konkurrera med ogräsen om växtplatsen.

Detta examensarbete handlar om fånggrödor insådda som bottengröda i ärt. Syftet med arbetet är att undersöka vilka arter som lämpar sig som fånggröda i ärt, så att de inte konkurrerar med ärten om växtplats, men också har en god biomassaproduktion på hösten. Arbetet undersöker också huruvida fånggrödorna påverkar ogräsförekomsten.

Hypotesen för detta arbete är att det förekommer skillnader mellan olika arter i sin duglighet som fånggröda i ärt.

2 Teoretisk bakgrund

2.1 Syften vid användning av fånggrödor

Fånggrödor är växter som endera etableras som bottengröda i en huvudgröda, eller vid odling av tidiga grödor som t.ex. nypotatis, etableras efter skörd av huvudgrödan. Fånggrödor etablerade som bottengröda skall växa vid sidan av huvudgrödan, dock utan att konkurrera med huvudgrödan och efter skörd av huvudgrödan fortsätter fånggrödorna sin tillväxt och binder till sig de näringsämnen som lämnat kvar i marken efter huvudgrödans skörd. Syftet med fånggrödor är att hålla marken täckt under hösten, vintern och våren för att undvika att näringsämnen går förlorade genom utlakning. Fånggrödor motverkar också erosion. Oftast används gräsväxter som fånggrödor eftersom de har en förmåga att binda till sig näringsämnen och med sitt rotsystem motverka erosion. I vissa fall består fånggrödor också av klöreväxter, eftersom de i viss mån tillför kväve till marken. (Riesinger, 2006a, s. 86).

En annan fördel med fånggrödor är att de konkurrerar om växtplatsen med ogräs, vilket kan innebära minskat bekämpningsbehov av ogräs i huvudgrödan. Minskat bekämpningsbehov innebär också ekonomiska fördelar då en del preparat för ogräsbekämpning, speciellt i ärt, föranleder en ansenlig kostnad. (Erik Perklén, muntligt meddelande 15.1.2019).

Fånggrödorna kan vara till nytta för markstrukturen, de marklevande nyttodjuret, och hushållningen med växtnäring. Dessutom kan de motverka ogräs och växtsjukdomar.

2.1.1 Växtnäringsämnen

Fånggrödans uppgift är främst att minska på kväveförlusterna från marken (Känkänen 2017, s. 138), men samtidigt påverkar de också på fosforförlusterna från marken (Aronson, Bergkvist, Stenberg, Wallenhammar, 2012, s. 10). Fånggrödorna minskar på fosforförlusterna främst genom att de motverkar markerosion (Lemola, Valkama, Suojala-Ahlfors, Känkänen, Heikkinen, Turtola, 2014, s. 17).

Genom att fånggrödan skapar en bättre markstruktur minskar också risken för ytavrinning av vatten som för fosfor med sig. Till en viss mån tar fånggrödan upp fosfor, men försök i Sverige har visat att fånggrödans fosforupptagning inte minskar på fosforutlakningen. (Aronson et. al. 2012, s. 15).

Däremot kan fosforförlusterna också öka vid odling av fånggrödor. Bergström (2013) har visat att mark med god vattenupptagningsförmåga har ökat på fosforhalterna i dräneringsvatten. Risken för detta ökar märkbart ifall fånggrödan hinner frysa och dö före den brukas ner. Fosforförlusterna ökar ännu ytterligare ifall den frusna fånggrödan tinar upp igen. Fosfor och kväve i viss mån utnyttjar de kanaler i marken som fånggrödans döda rötter lämnat efter sig. För att undvika fosforförlusterna borde fånggrödan myllas ner före den hinner frysa eller senast direkt efter att den frusit. Vid köldgrader är fosforförlusterna större på skiften med fånggröda än på skiften utan växttäcke. (Bergström, 2013) Ifall man ämnar bryta fånggrödan först på våren borde man använda sig av en frosttålig art som fånggröda (Aronson et. al. 2012, s. 13).

Fånggrödor med djupa rötter bidrar också till att transportera upp näringsämnen till efterföljande grödor med grunda rötter som inte annars skulle komma åt näringsämnena. Fånggrödor med grunda rötter håller näringsämnena kvar närmare ytan och hindrar på detta sätt näringsämnena från att transporteras längre ner i marken, varifrån de efterföljande grödorna inte kan ta upp dem. (Lemola et. al. 2014, s. 14).

2.1.2 Markstrukturen

Fånggrödornas rotsystem ökar organismverksamheten i marken och förbättrar porositeten i marken. Fånggrödor med djupa rotsystem, som exempelvis rödklöver, luckrar marken och förbättrar markens dräneringsförmåga, vilket minskar risken för översvämningar i åkrar och därmed för växtnäringsskador. Fånggrödor med kraftiga rotsystem kan också bidra till att åtgärda eventuella packningsskador som uppstått på ett skifte (Aronson et. al. 2012, s. 15; Känkänen, 2015, s. 84). Fånggrödor kan motverka packningsskador genom att de avdunstar vatten från marken under hösten, på så sätt kan höstbearbetningen utföras i torrare förhållanden jämfört med bar mark (Koppelmäki & Känkänen, 2014).

Inkludering av fånggrödor i växtodlingen medför att markytan är ”grön”, det vill säga täckt under största delen av växtperioden. En täckt mark minskar slammings- och erosionsrisken

tack vare rotsystemet från fånggrödorna (Lemola et. al. 2014, s. 17). Genom nedbrukning av fånggrödor ökar också markens organiska material vilket höjer mullhalten. Detta är ändå en lång process som kräver flera år av fånggrödor inkluderade i växtföljden. En ökad mullhalt i marken innebär att markens förmåga att leverera kväve ökar (Aronsson et. al. 2012, s. 10). Enligt Aronsson och Torstensson (2009, s. 12) ökar markens kväveleveransförmåga vid långvarig inkludering av fånggrödor i växtföljden med 3–5 %.

2.1.3 Motverkande av växtskadegörare

Förutom förhindrandet av näringsutlakningar så förmår fånggrödan också att motverka olika växtskadegörare som ogräs och växtsjukdomar. Genom att ha ett växttäckte på marken konkurrerar fånggrödan med ogräsen om vatten, ljus och näring (Aronson, et. al. 2012, s. 7). Främst är det näringskonkurrensen som bidrar till att motverka ogräsen. Valet av fånggrödan påverkar också effekten mot ogräs. Klöver som fånggröda minskar inte på ogräsförekomsten, medan klöver tillsammans med gräs som fånggröda förmår minska på ogräsförekomsten. Orsaken till detta är att klöver tillför kväve till marken som ogräset drar nytta av, vilket kan innebära att ogräsförekomsterna ökar (Sjursen, Brandsæter, Netland, 2011).

Speciellt vid ekologisk odling kan fånggrödornas konkurrens mot ogräs komma till nytta, då metoderna och möjligheter för ogräsbekämpning är mera begränsade än vid konventionell odling. Men fånggrödorna har också sina fördelar i ogräsbekämpning på konventionella gårdar; de minskar antalet rotoogräs på hösten, vilket följaktligen minskar på bekämpningsbehovet. (Känkänen, 2017, s. 144). Vid riklig förekomst av kvickrot borde man ändå undvika en etablering av fånggrödor. I synnerhet kombinationen av fånggröda tillsammans med en sen vårbearbetning ökar kvickrotsförekomsten (Påhlson, 2006, s. 13).

Fånggrödor kan påverka växtsjukdomar både positivt och negativt. I bestånd med insådda fånggrödor ändras ofta fuktförhållandena, vilka kan gynna diverse växtsjukdomar (Känkänen, 2017, s. 144). Växtresterna i marken kan fungera som värd för olika växtsjukdomar, men de kan också motverka spridningen av dessa, genom att de erbjuder skydd för skadegörarens konkurrenter (Aronson et. al. s. 8). En frodig fånggröda kan fungera som ett fysiskt hinder mot spridning av sjukdomar. Vid nedbrukning av fånggrödan kan den också producera ämnen som motverkar skadegörarens spridning (Känkänen, 2017, s. 144).

Fånggrödans förmåga att motverka sjukdomar är mycket beroende av vilka växtsjukdomar som är karakteristiska för fånggrödan och huvudgrödan. Ifall båda grödorna har gemensamma sjukdomar kan sjukdomstrycket öka i beståndet. Gräsväxter som fånggröda i spannmål kan öka förekomsten av kornets stråbassjuka och bladfläcksjuka. (Känkänen, 2017, s. 145).

2.2 Val av fånggröda

Valet av grödan som skall fungera som fånggröda är främst beroende av målet med odlingen. Målet kan vara minskning av näringsutlakning, tillförsel av kväve till marken, förbättring av markstrukturen eller motverkning av ogräs och växtskadegörare. Dessutom så inverkar etableringstidpunkten på valet av fånggrödan (Känkänen, 2012, s. 2). En bra fånggröda är en gröda som inte konkurrerar med huvudgrödan, och inleder sin egentliga tillväxt först efter skörd av huvudgrödan och samtidigt samlar upp det kväve som huvudgrödan lämnat efter sig (Olofsson, 1998).

Gräsväxter lämpar sig som fånggröda då målet är att samla upp kväve ur marken och undvika utlakning. Italienskt rajgräs har av gräsväxterna den bästa förmågan att samla upp kväve ur marken på hösten medan timotej har den bästa kvävebindningsförmågan på våren. Fördelen med italienskt rajgräs är att den övervintrar dåligt och möjligtvis inte behöver bekämpas följande vår (Känkänen, 2015, s. 85), men nackdelen är att den som fånggröda i vårsäd kan börja konkurrera med huvudgrödan. (Aronson et. al. 2012, s. 26). I Sverige är engelskt rajgräs den mest odlade gräsväxten som fånggröda (Aronson et. al. 2012, s. 20). Fördelen med engelskt rajgräs är att den är lättodlad, inte konkurrerar med huvudgrödan och har en kraftig höståterväxt. På kort sikt har den inte en effekt på den efterföljande grödan, men i långa loppet så ökar den både markens mullhalt och markens förmåga att mobilisera kväve (Aronson et. al. 2012, s. 24).

Då målet med fånggrödan är kvävetillförsel till marken är vit- och rödklöver lämpliga växter (Känkänen, 2015, s. 85). Dessa klöverväxter har den bästa förmågan till biologisk kvävefixering av de olika växterna som lämpar sig som fånggrödor (Känkänen, 2012, s. 2). Persisk klöver har också en god förmåga till biologisk kvävefixering, men nackdelen med den är att den kan konkurrera kraftigt med huvudgrödan. En annan fördel med persisk klöver är att den inte fortsätter sin tillväxt på våren fastän man inte skulle bearbeta skiftet

(Känkänen, 2015, s. 85). Eftersom klöreväxter själva tillför kväve till marken tar de inte upp all den markkväve som lämnas efter vid skörd av huvudgrödan. Därför är det en större risk för kväveutlakningar då klöver odlas som fånggröda i renbestånd (Aronson et. al. 2012, s. 29).

För att uppnå den bästa effekten med fånggrödor är blandningar av olika arter att rekommendera. På det sättet åstadkommer man en tillförsel av kväve till marken genom klöreväxternas kvävefixering, samtidigt som gräsväxterna binder det kväve som finns i marken (Känkänen, 2015, s. 85). Samodling av olika gräsväxter kan också vara till nytta genom att olika gräsväxter samlar upp kväve ur marken vid olika tidpunkter. Vid samodling av italienskt rajgräs och timotej som fånggröda binds kväve till fånggrödan under hela tidsperioden mellan två huvudgrödor, då italienskt rajgräs binder kväve effektivt på hösten och timotej på våren (Känkänen & Eriksson, 2007, s. 32).

Vid etablering av fånggröda efter skörd skall arten som fungerar som fånggröda vara en snabbväxande art, exempelvis oljerättika eller vitsenap. Dessa korsblomstriga arter bildar snabbt djupa rötter och kan således fånga upp kväve snabbt från djupare markskikt (Pålsson, 2006, s. 4). Ifall oljeväxter ingår i växtföljden bör man dock undvika att odla vitsenap som fånggröda, eftersom det finns en risk för klumprotssjuka. Problemet med etableringen av fånggrödor efter skörden av huvudgrödan är att det finns risk för att värmesumman efter sådd inte är tillräcklig för att uppnå ett tillräckligt frodigt bestånd (Heikkinen & Koppelmäki, 2014, s. 34).

2.3 Etablering av fånggröda

Fånggrödans effekt påverkas inte bara av valet av grödan, utan också av etableringstidpunkten och -metoden (Aronson et. al. 2012, s. 17). För att uppnå en bra groning av fånggrödan borde sådden av fånggrödan ske så tidigt som möjligt, gärna i samband med sådd av huvudgrödan, eller direkt därefter (Känkänen, 2017, s. 141). Sådd i anslutning till huvudgrödans uppkomst eller efter uppkomsten kan vara till skada för huvudgrödan (Olofsson, 1998). Vid sådd efter huvudgrödans uppkomst finns det också risk för att fånggrödans frön blir i markens torra ytskikt och gror dåligt. En dålig groning kan innebära att fånggrödan utkonkurreras i ett tidigt skede och att fånggrödans höståterväxt blir dålig (Känkänen, 2017, s. 141).

Vid sådd i samband med huvudgrödan eller direkt efter borde fånggrödans frö myllas in lätt. Ifall fröet lämnas på ytan och inte myllas in bör utsädesmängden för fånggrödan ökas (Känkänen, 2015, s. 86). Sådd i samband med huvudgrödans sådd kan ske med en frösålåda, som bredsådd på ytan med påföljande inmyllning, med ett småfröaggregat fäst på såmaskinen, eller med en på såmaskinen kopplad centrifugalspridare (Känkänen, 2012, s. 2). Sådden kan också ske direkt efter huvudgrödans etablering med såmaskinens egentliga såbillar. Med denna metod behöver man dock vara noggrann med att fröet inte placeras för djupt i marken (Känkänen, 2017, s. 141). En tidig sådd av fånggrödan är också till fördel i konkurrensen mot ogräs. En tidigt grodd fånggröda konkurrerar bättre mot ogräs än ifall fånggrödan etableras sent och minskar således på ogräsbekämpningsbehovet. (Känkänen, 2015, s. 86).

Vid etablering av fånggrödan bör man ha en tillräckligt stor frömängd. Ju senare sådden sker desto högre utsädesmängd bör man använda. Ett tätt bestånd har bättre nyttoeffekter som fånggröda, men samtidigt ökar också konkurrensen mot huvudgrödan. (Känkänen, 2012, s. 2).

Fånggrödan kan också etableras i samband med ogräsbekämpningen eller ogräsharvningen i huvudgrödan. Etablering i samband med ogräsbekämpningen rekommenderas dock inte, eftersom bekämpningsmedlens effekt kan ha negativa inverknings på fånggrödans groning. Vid ogräsharvning kan etableringen av fånggröda lyckas, eftersom fröet myllas in i samband med harvningen. (Känkänen, 2017, s. 141).

Ifall fånggrödor etableras efter skörd av huvudgrödan kan etableringen ske genom direktsådd eller sådd i samband med stubbearbetningen (Känkänen, 2012, s. 2). Vid sådd av fånggröda efter skörd kan en högre utsädesmängd tillämpas, eftersom det inte finns en risk för konkurrens mellan fånggrödan och huvudgrödan. Dessutom krävs det en högre frömängd på hösten för att grödan ska etablera sig bra och förmår att konkurrera mot ogräs (Heikkinen & Koppelmäki, 2014, s. 34).

2.4 Nedbrukning av fånggrödor

Fånggrödor kan endera avslutas och brukas ner på hösten eller lämnas som ett växttäckande vintertid och brukas ner efterföljande vår (Känkänen, 2012, s. 3). Fånggrödan får avslutas kemiskt tidigast den 15 september och bearbetas tidigast den 1 oktober (Livsmedelsverket, 2019).

Nedbrukning på hösten borde ske så sent som möjligt, men på så sätt att bearbetningen inte förorsakar strukturskador i marken. Ju senare nedbrukningen sker, desto mer kan fånggrödan samla upp kväve ur marken, samtidigt som den således inte avger kväve till marken (Känkänen, 2015, s. 87). En sen höstplöjning av fånggrödan kan minska kväveförlusterna jämfört med bearbetning på våren, eftersom en stor del av det kväve som finns i den ovanjordiska biomassan inte hålls kvar på markytan till nästa vår (Känkänen, Keskitalo, Riiko, 2011, s. 25). Med tanke på kväveutlakningen så har försök visat att bearbetning på våren minskar kväveutlakningen främst på sandiga mojordar och torvjordar (Lemola, Turtola, Eriksson, 2000; Myrbäck & Rydberg, 2012 s. 19). På lerjordar kan nedbrukning av fånggrödan på våren ha en skördenedsättande effekt för den efterföljande grödan. Bearbetning på våren kan också medföra att kvävemineraliseringen sker i ett så sent skede att huvudgrödan inte kan utnyttja det till fullo (Lemola et al., 2000). Ifall marken inte är frusen under vintern är en bearbetning på våren till fördel, eftersom ett växttäckande vintertid motverkar erosion och näringsutlakningar (Olofsson, 1998).

Vid odling av engelskt rajgräs som fånggröda borde nedbrukningen ske genom intensiv bearbetning, föregått av kemisk avdödning. Praktiska erfarenheter i Sverige har visat att lättbearbetning av rajgräs har lett till att rajgräset övervintrat och vuxit vidare följande år och förorsakat problem i den efterföljande grödan och en ytterlig ogräsbekämpning har varit nödvändig (Aronson et. al. 2012, s. 22).

Bekämpningstidpunkten av fånggrödor genom kemisk avdödning är utmanande att bestämma. Bekämpningen borde ske i ett tidigt skede för att uppnå ett så bra resultat, samtidigt som fånggrödan borde få växa till sig så sent på hösten som möjligt för att samla upp så mycket kväve som möjligt. En tidig avdödning av fånggrödan ökar också på näringsutlakningen i marken (Aronson et. al. 2012, s. 22).

2.5 Fånggrödors förfruktsvärde

Fånggrödor minskar utlakningen av växtnäringsämnen, men växtnäringen, främst kväve, som fånggrödan binder till sig kan ha en endera positiv eller negativ effekt för den efterföljande grödan. Denna växtnäringseffekt är främst beroende av vilken sorts gröda som har fungerat som fånggröda. Kvävefixerande växter som baljväxter förbättrar kvävetillgången för efterföljande gröda, men andra växtarter kan ha både positiva och negativa följder för de efterföljande grödornas kvävetillgång. Det är främst två saker som påverkar hur mycket kväve den efterföljande grödan kan få från den föregående fånggrödan: C/N-förhållandet i marken och klimatet. (Lemola et. al. 2014, s. 14).

Efter skörden av huvudgrödan binder fånggrödan till sig kvävet som finns kvar i marken, vilket innebär att mängden lösligt kväve i marken minskar. Vid nedbrukning av fånggrödan frigörs detta kväve igen och blir tillgängligt för den efterföljande grödan. Ifall C/N-förhållandet i växtresterna är högt frigörs detta kväve långsammare och den efterföljande grödan har då mindre lösligt kväve till sitt förfogande. Ifall växtresternas C/N-förhållande är lågt frigörs det lösliga kvävet snabbare och kan utnyttjas av den efterföljande grödan, vilket minskar på gödslingsbehovet. (Lemola et. al. 2014, s. 14).

Klimatet, tillsammans med väderleken, jordarten, huvudgrödan och odlingsmetoden har en inverkan på fånggrödans förfruktsvärde. Ifall hösten och vintern är nederbördsfattiga så är kväveutlakningen liten, fastän fånggrödor skulle ha etablerats, vilket innebär att det kväve som fånggrödan tagit upp har redan använts och inte finns tillgängligt för den efterföljande grödan. Detta innebär att fånggrödan i detta fall ökar gödslingsbehovet för den efterföljande grödan. Under höstar och vintrar med riklig nederbörd sker det en större utlakning av kväve, då tar fånggrödorna upp mera kväve än vad de förbrukar, vilket innebär att de vid nedbrukning lämnar kväve efter sig till nästa gröda. (Lemola et. al. 2014, s. 14).

Förfruktseffekten av fånggrödornas upptagning av markkväve märks oftast först efter några år i den efterföljande grödan ifall en gräsväxt har fungerat som fånggröda. Ifall fånggrödan har varit en kvävefixerande baljväxt har fånggrödan positiv kväveinverkan redan på den direkt efterföljande grödan. Baljväxter som fånggröda minskar kvävegödslingsbehovet för den efterföljande grödan med 10–30 kg/ha genom att fixera kväve till marken. Gräsväxter tillför inte kväve till marken, men de minskar kväveutlakningen med 5–40 kg/ha, som sedan de efterföljande grödorna kan dra nytta av. (Känkänen, 2015, s. 85).

3 Ärt

3.1 Odlingsteknik

Ärt är en kvävefixerande gröda som tillför kväve till marken. Ärt som förfrukt till en efterföljande gröda innebär att kvävegivan vid efterföljande sådd kan minskas.

Ärt är en gröda som kräver jordar med god dränering. Den trivs inte på packningsskadade lerjordar eller slammingsbenägna mjäljordar (Riesinger, 2006c, s. 33). Ärtens rötter behöver också lätt kunna utveckla sig i jorden och därför lämpar sig inte styva lerjordar för ärtodling (Weidow, 2018, s. 349). Ärtens rötter behöver också fukt och därför lämpar den sig inte heller på sandjordar, där det finns risk för torka. Helst skall jordtypen vara av mo-, eller gyttjelera, eller mojord (Riesinger, 2006c, s. 33–34). Jorden behöver också innehålla tillräckligt med markluft så att baljväxtbakterierna trivs i jorden (Weidow, 2018, s. 349). Ärtens rötter är inte en pH-krävande gröda, men pH-värdet bör ändå vara över 5,5. Det bästa pH-värdet för ärt ligger vid pH 6. Ärt har också en dålig konkurrens mot ogräs och därför bör man undvika odling av ärt på ett skifte där det förekommer fleråriga ogräs (Riesinger, 2006c, s. 33–34). Ärt lämpar sig som en mellangroda mellan två spannmålsgrödor. Höstveten efter ärt är att rekommendera eftersom ärt lämnar efter sig en hel del kväve som riskerar att utlakas ifall inte det etableras en gröda efter skörd. Ärt är också benägen att drabbas av flera växtsjukdomar som exempelvis ärtrottröta och vissnesjuka, därför bör man hålla minst 7 år paus mellan odling av ärt på ett skifte (Weidow, 2018, s. 349).

Skiftet som etableras med ärt borde plöjas hösten innan sådd. Ärtens rötter behöver ett fuktigt såbotten och därför borde den etableras i tid. Man bör ändå undvika en för tidig såbäddsberedning som kan medföra risker för packningsskador (Riesinger, 2006c, s. 36). Ärtens rötter inleder sin groning redan vid marktemperaturer på 1–3 °C, vilket innebär att sådden kan ske tidigt på våren. Ärtens rötter är också frosttålig och klarar temperaturer på -4 °C (Fogelfors, 2015, s. 301). Eftersom ärtens rötter är fuktkrävande och har en lång groningstid så etableras ärtens rötter djupare än t.ex. spannmål. Optimalt såddjup för ärt är ca 5–8 cm. För att uppnå detta djup borde man så med en låg hastighet och högt billtryck. Ett större såddjup möjliggör också ett grövre bruk (Riesinger, 2006c, s. 36–37).

Eftersom ärten är en kvävefixerande art så är det inte nödvändigt med kvävegödsling vid sådd, men en startgiva på högst 30 kg kväve per hektar kan löna sig (Nordling, 2017, s. 150). Ärten är i plantstadiet beroende av markens leverans av mineralkväve innan dess egna kvävefixering kommer i gång. Ärten fixerar själv ungefär tre fjärdedelar av sitt kvävebehov (Fogelfors, 2015, s. 300). Ärtor är dock fosfor- och kaliumberoende. Beroende på markens bördighetsklass behöver ärten upp till 40 kg fosfor och 90 kg kalium per hektar (Nordling, 2017, s. 150). Sväm gödsel som plöjts in hösten året innan är därför ett lämpligt gödselmedel vid etablering av ärt (Riesinger, 2006c, s. 37).

3.2 Kvävefixering

Ärt är en kvävefixerande art som bildar kväve genom symbios med *Rhizobium*-bakterier. I Finland uppskattas ärt fixera ca 50–80 kg kväve per hektar (Riesinger, 2006c, s. 35). Symbiosen mellan bakterien och ärt är specifik. Symbiosen mellan olika ärtsorter och *Rhizobium*-bakterier är också specifika, vilket innebär att det förekommer skillnader i kvävefixeringsförmågan mellan olika ärtsorter (Riesinger, 2006c, s. 79). Kvävefixering sker genom att ärtens rötter avsöndrar ämnen som aktiverar *Rhizobium*-bakterierna i marken. Bakterierna angriper sedan ärtens rötter, som bildar knölar till följd av angreppet. Bakterierna förökar sig inuti knölarna och börjar efter 2–3 veckor binda kväve ur luften. Kvävebindningen kan observeras genom att knölarna blir rödaktiga. Då kvävefixeringen upphör blir knölarna grön- eller brunaktiga (Riesinger, 2006b, s. 77–78).

Mängden kväve som fixeras är beroende av klimat, vädret, markstrukturen och odlingsförhållandena (Fogelfors, 2015, s. 300). Kvävet som finns i marken påverkar också kvävefixeringen. Ju mer kväve som finns i marken från tidigare desto mindre är kvävefixeringen, eftersom ärt först tar upp detta kväve innan den börjar använda egen energi för att fixera kväve. För varje kg lösligt kväve som tillförs marken så minskar symbiotiska kvävefixeringen med 0,5 kg (Riesinger, 2006b, s. 81). För kvävefixering krävs en god lufttillgång för rötterna. En god lufttillgång uppnås genom en god markstruktur. För att ärt skall kunna fixera kväve krävs det att markens pH är mellan 6,2 och 7,0. Kvävefixeringen kräver också en varm jord. Den mest lämpliga marktemperaturen för kvävefixering är över 20 °C, men vid marktemperaturer över 30 °C minskar kvävefixeringen (Riesinger, 2006b, s. 83–84).

Ifall ärten förmår fixera kväve rikligt innebär det att mängden kväve som ärten tillför marken är större än mängden kväve som förs bort med skörden. Försök i Sverige har visat att det kan finnas 15–40 kg mera mineralkväve i marken per hektar efter att ärt odlats jämfört med spannmål (Fogelfors, 2015, s. 300). En stor del av detta kväveöverskott kommer ändå från nedbrytning av ärthalmen som är kväverik. Kväve binds till spannmålshalmen, men frigörs från ärthalmen då den bryts ner. Det frigjorda kvävet innebär att vid etablering av den efterföljande grödan kan kvävegödslingen minskas med 40–50 kg/ha (Riesinger, 2006d, s. 35).

4 Aktuell forskningsfront

Försök med fånggrödor har utförts sedan 1980-talet i Sverige. I Finland inleddes forskningen om fånggrödor ca tio år senare på 1990-talet. Men det är egentligen först nu på 2010-talet som de finländska jordbrukarna har börjat fästa mera uppmärksamhet på fånggrödor och deras effekter. Fånggrödor i baljväxter, framförallt i ärt, är ett ämne där forskning inte utförts i alltför stor utsträckning. Odlingsförsöken som utförts med fånggrödor har i så gott som alla fall handlat om fånggrödor i spannmål, men några enstaka odlingsförsök med fånggrödor i baljväxter har det trots allt utförts. I så gott som alla odlingsförsök med fånggrödor har det undersökts mängden kväve som utlakas.

I södra Halland i Sverige utfördes mellan åren 1992–1994 tre olika försök med fånggrödor för att utreda deras konkurrens med huvudgrödan, hurdan höståterväxt de har och vilken inverkan de har på ogräsens biomassa. Det första försöksåret undersöktes vilken inverkan olika grödor hade som fånggröda i korn. Det andra försöksåret undersöktes vilken inverkan engelskt rajgräs och vitklöver hade som fånggröda både i renbestånd och som artblandning. I detta försöksled var havre huvudgrödan. Det tredje året undersöktes vilka inverkan engelskt rajgräs hade som fånggröda med olika utsädesmängder och etableringsmetoder. I detta försök var korn huvudgröda. (Josefsson, 1996).

I det första försöket etablerades engelskt rajgräs, italienskt rajgräs, ängssvingel, och hundäxing som fånggröda. Försöken under de efterföljande åren visade att fånggrödan inte konkurrerade med huvudgrödan i något försöksled. Det förekom skillnader i huvudgrödans biomassaskörd mellan försöksleden båda åren, men skillnaderna var inte statistiskt signifikanta. Den högsta biomassaskörden för huvudgrödan gav ändå första året försöksledet

med engelskt rajgräs som fånggröda och andra året försöksledet med engelskt rajgräs och vitklöver som fånggröda. (Josefsson, 1996).

I det tredje försöket konkurrerade rajgräset med huvudgröda genom att i försöksleden med fånggröda avkastade huvudgrödan mindre än i försöksledet utan fånggröda. Konkurrensen förklarades med att detta försöksår var ytterst torrt, vilket gjorde att fånggrödan och huvudgrödan måste konkurrera om den lilla mängd fukt som fanns i marken. Försöket visade att konkurrensen mellan engelskt rajgräs och korn är större desto högre utsädesmängd som tillämpades för fånggrödan. Försöket visade också att etableringsmetoden inte signifikant påverkade konkurrensen mellan fånggrödan och huvudgrödan. Dock tenderade konkurrensen vara aningen mindre då sådden av fånggrödan fördröjdes. (Josefsson, 1996)

Vid tidpunkten för skörd av huvudgrödan i första försöket hade engelskt rajgräs den högsta biomassaskörden. Italienska rajgräset biomassaskörd skilde sig dock inte mycket från engelska rajgräset biomassaskörd. Vid undersökning av höståterväxten hade engelskt rajgräs den största biomassaskörden. (Josefsson 1996) .

Det andra försöket visade att engelskt rajgräs hade en sämre tillväxt då den odlades tillsammans med vitklöver som fånggröda. Dessutom visade försöket att speciellt engelskt rajgräs har en bra höståterväxt, medan vitklövern hade en sämre återväxt. I försöksleden med engelskt rajgräs och vitklöver som blandning ökade rajgräsets biomassa under hösten medan vitklöverns biomassa minskade. (Josefsson, 1996).

Det tredje försöket visade att då engelskt rajgräs etableras efter sådd av huvudgrödan med såbillar uppnåddes den högsta biomassaskörden vid tidpunkten för skörd av huvudgrödan. Vid undersökning av höståterväxten visade försöket att vid en låg utsädesmängd av fånggrödan är höståterväxten beroende av fånggrödans biomassaskörd vid tidpunkten av huvudgrödans skörd. Den högsta höståterväxten uppnåddes i försöksledet där fånggrödan etablerats efter sådd. Höståterväxten för engelskt rajgräs med höga utsädesmängder visade att försöksled med lägre biomassaskörd, vid tidpunkten för skörd, hade en större återväxt på hösten än de försöksled där biomassaskörden var hög då huvudgrödan skördades. (Josefsson, 1996).

Försöken visade att fånggrödorna minskade på ogräsen biomassa i försöksleden. Speciellt under hösten konkurrerade fånggrödorna effektivt mot ogräsen. Försöken visade att ju större biomassa fånggrödan hade på hösten desto mindre var ogräsen biomassa. Försöket visade

också att etableringsmetoden inte hade signifikant inverkan på ogräsens biomassa. (Josefsson, 1996).

I Alingsås i Sverige utfördes under åren 1989–1995 ett försök för att undersöka hur olika bearbetningsmetoder, fånggrödor och kvävegödslingar påverkar skörden, ogräsförekomsten och kväveutlakningen i olika vår- och höstgrödor. I försöket etablerades fånggröda i vårsåden och vårrapsen. Som fånggröda fungerade rödklöver och engelskt rajgräs. Försöket hade åtta led med en sexårig växtföljd för huvudgrödan. Växtföljden för huvudgrödan var Korn I, Vårraps, Havre, Korn II, Ärt och höstvetete. (Lindén, Roland, Carlgren, Engström, Tunared, 1997).

Försöket visade att fånggrödorna konkurrerade med huvudgrödan och hade en skördenedsättande effekt, då den bästa avkastningen uppnåddes i försöksledet med konventionell bearbetning och utan fånggröda. I medeltal var skördenedsättningen i försöksleden med fånggröda och konventionell bearbetning nio% för engelskt rajgräs som fånggröda och tre% för rödklöver som fånggröda. De största skördeminskningarna förekom i försöksleden med fånggröda och minimal bearbetning, jämfört med försöksledet med konventionell bearbetning utan fånggröda. I dessa försöksled konkurrerade fånggrödan från året innan med huvudgrödan, eftersom en lättbearbetning av jorden på hösten innan inte räckte till för att döda fånggrödan helt. Istället utvecklades den föregående fånggrödan till ett ogräs i den efterföljande grödan. (Lindén et. al. 1997).

Vid vårsådens degmognad togs det prov ur fånggrödorna. I medeltal var skörden 509 kg/ha för rajgräs och 603 kg/ha för rödklöver i försöksleden med fånggröda och konventionell bearbetning. Medelskörden för fånggrödorna i försöksleden med minimal bearbetning var 1615 kg/ha för rajgräs och 753 kg/ha för rödklöver. De höga medelskördarna förklaras med att fånggrödan konkurrerade ut vårrapsen i försöksleden med vårraps och fånggröda. (Lindén, et. al. 1997).

Vid provtagningen på senhösten framkom det att rajgräsen hade fördubblat sin biomassaskörd i försöksleden med vårsäd och konventionell bearbetning. Rödklövern ökade också sin biomassaskörd i flera försöksled med vårsäd och konventionell bearbetning. Detta försök visade således att engelskt rajgräs har en god höståterväxt. (Lindén et. al. 1997).

Ur försöket kunde inte heller hittas något samband mellan ogräsförekomsten och fånggrödornas biomassaskörd. Ur försöket framgick det ändå att fånggröda tillsammans med konventionell bearbetning minskade på kvickrotsförekomsten. I försöksleden med

fånggröda och konventionell bearbetning var kvickrotens andel fyra%, medan den i försöksleden med minimerad bearbetning var 17%. (Lindén, et. al. 1997).

Mellan åren 1995–1999 utfördes det i Jockis i egentliga Finland ett försök för att undersöka hur fånggrödor påverkar markens mineralkväve och skördenivån på vårkorn. I försöket prövade man 17 olika arter som fånggröda i korn, varav en art var timotej. Man undersökte vilken påverkan olika utsädesmängder hade på huvudgrödan och markens mineralkväve. (Känkänen & Eriksson, 2007).

Vid provtagning i anslutning till skörd av huvudgrödan visade försöket att då timotej etablerades med en hög utsädesmängd, hade den en god biomassaproduktion och konkurrerade med huvudgrödan. Vid lägre utsädesmängder var dess konkurrens sämre. Oberoende utsädesmängden hade timotej en högre biomassaskörd än engelskt rajgräs vid provtagning i samband med skörd av huvudgrödan. Försöket visade också att höståterväxten för timotej är sämre då en högre utsädesmängd tillämpas jämfört med en lägre utsädesmängd. (Känkänen & Eriksson, 2007).

I Västergötland i Sverige utfördes mellan åren 2004 och 2007 ett försök där det undersöktes kväveutlakningen i marken efter odling av ärter och höstraps både med och utan insädd av fånggröda. För höstrapsen undersöktes också hur olika kvävegödslingsgivor på hösten och våren påverkar höstrapsens skörd. I försöket undersöktes också vilken kväveefterverkan som ärt och höstraps hade på höst- och vårsäd som såddes det efterföljande året. Man undersökte också hur fånggrödan påverkar huvudgrödans skörd. (Engström, Lindén, Aronsson, Stenberg, 2008).

I försöket etablerades höstraps efter höstvetete hösten 2004. Fånggrödorna etablerades följande vår i april. Som fånggröda i försöket användes engelskt rajgräs och italienskt rajgräs. Båda fånggrödorna etablerades genom bredspridning på ytan utan nedmyllning. Ärtan i försöket såddes våren 2005. Fånggrödan såddes i samband med ärtsådden i form av bredspridning utan nedmyllning. Efter försöksleden med höstraps såddes höstvetete efter skörd och i försöksleden med ärt. Försöket upprepades hösten 2005 och våren 2006 med samma grödor och utsädesmängder. (Engström, et. al. 2008).

Försöket visade att rajgräs inte konkurrerar med ärt, eftersom det inte förekom skördenedsättningar i försöksledet med fånggröda, jämfört med försöksledet utan fånggröda. I försöksledet med fånggröda och höstraps konkurrerade inte heller rajgräset med

höstrapsen, eftersom höstrapsens biomassaskörd var densamma för både försöksledet med och utan fånggröda. (Engström, et. al. 2008).

I Norge utfördes det under åren 2002–2005 ett försök på två olika skiften med att undersöka hur fånggrödorna påverkar ogräsförekomsten i vårsäd. Dessutom så undersöktes det hur fånggrödan påverkar huvudgrödans skörd. Skiftena i försöket var båda lerjord, men den ena hade inslag av morän i jorden. I försöket odlades det turvis vartannat år vete och havre med olika fånggrödor. Försöket hade totalt sju försöksled: Nollad, där havre eller vete odlades i renbestånd, ett led med engelskt rajgräs som fånggröda, ett led med klöver som fånggröda (vitklöver med vete och rödklöver med ärt), ett led med en blandning av engelskt rajgräs och vitklöver. I det femte och sjätte försöksledet odlades det andra året rödklöver och timotej samt rödklöver som gröngödsling. I det sjunde ledet var det spannmål i renbestånd som ogräsharvades. (Sjursen et. al. 2011).

I försöket framgick det att det förekom två till fem gånger mera ogräs i försöksleden med klöver som fånggröda efter fyra år av klöver som fånggröda. Jämfört med försöksledet utan fånggröda ökade rödklöver som fånggröda ogräsförekomsten med fem till sex %. Engelskt rajgräs som fånggröda minskade ogräsförekomsten med två % och engelskt rajgräs tillsammans med klöver som fånggröda minskade ogräsförekomsten med ca tio %. Rödklöver och timotej som gröngödsling minskade ogräsförekomsten med ca 30%. Ökningen av ogräsförekomsten i försöksleden med klöver, förklaras med att klöver tillför kväve till marken vilket ogräsen drar nytta av och förbättrar deras groning. (Sjursen et. al. 2011).

I försöket konstaterades att fånggrödorna inte konkurrerade med huvudgrödan, eftersom fånggrödorna inte förorsakade skördeminskningar i huvudgrödan. Fånggrödorna hade till och med en positiv effekt på huvudgrödan, eftersom i försöksleden med fånggröda avkastade huvudgrödan högre skördar än i försöksledet utan fånggröda. I försöket gav försöksleden med fånggröda upp till 20% högre skörd jämfört med försöksledet utan fånggröda. (Sjursen et. al. 2011).

I Finland har det inom RaHa-projektet, vars syfte är att få kontroll över näringsurlakningar, under 2010-talet undersökts fånggrödornas effekt på näringsurlakningen. Inom försöket har det prövats på fånggrödor i olika skördegrödor, främst i vårspannmål. År 2010 utfördes det i Lappträsk två odlingsförsök med italienskt rajgräs som fånggröda i bondböna. Målet med försöket var att undersöka hur fånggrödan påverkar halten av lösligt kväve i marken.

Dessutom så undersöktes det vilken effekt fånggrödan har på bondbönans skördenivå och ogräsen. I det ena försöket etablerades fånggrödan i samband med sådd av bondbönan med en småfrölåda och i det andra försöket etablerades fånggrödan på sommaren i samband med ogräsharvningen. (Koppelmäki, 2013).

I försöket där fånggrödan etablerades i samband med ogräsharvningen så växte fånggrödan ojämnt, ställvis utan att gro. Största orsaken till detta var främst den sena sådden i kombination med den torra sommaren 2010 (Koppelmäki, 2011). I det andra försöket där fånggrödan etablerades i samband med sådden av bondböna grodde fånggrödan bättre, på grund av att den kunde dra nytta av fukten i marken som fanns under våren. Ur detta försök framgick det att under torra somrar konkurrerar inte italienskt rajgräs med bondbönan om växtplats och påverkar således inte skörden av bondböna. (Koppelmäki, 2013).

År 2012 utfördes försöket på samma gård återigen, dock etablerades fånggrödan endast i samband med sådden av bondböna. Sommaren och hösten 2012 var fuktig och regnig, vilket resulterade i att det italienska rajgräset växte igenom bondbönan och började konkurrera med bondbönan om växtplats. Rajgräset försvårade också tröskningen av bondbönan då den hade vuxit igenom. Bondbönan mognade sent år 2012, vilket resulterade i att fånggrödan inte hann växa till sig så mycket före skiftet bearbetades. Detta försök visade att under regniga och fuktiga förhållanden kan italienskt rajgräs börja konkurrera med huvudgrödan om växtplats och ge skördenedsättningar för huvudgrödan. (Koppelmäki, 2013).

År 2017 utfördes det i Finland på Västankvarn gård i Ingå ett försök med olika fånggrödor insådda i korn. Försöket planerades av AFD Paul Riesinger och etablerades av Riesinger tillsammans med Västankvarn gård. Försökets syfte var att undersöka vilka fånggrödor som inte konkurrerar med huvudgrödan och vars höståterväxt är god. I försöket etablerades tio olika försöksled med olika arter och artblandningar som fånggröda. Försöket gjordes i två upprepningar. (Qvarnström, 2018; Riesinger 2018).

I försöket framgick det att blandningen engelskt rajgräs och vitklöver fungerade bäst som fånggröda i vårsäd. Fånggrödan konkurrerade inte med huvudgrödan på ett skördenedsättande sätt. Dessutom hade denna artblandning den bästa biomassatillväxten på hösten. Italienskt rajgräs, både i renbestånd och i blandning med rödklöver, hade en nästan lika bra biomassaskörd på hösten. Italienskt rajgräs hade också den överlägset bästa biomassaskörden vid provtagningen i anslutning till skörd av huvudgrödan. Engelskt rajgräs är dock en säkrare växt eftersom italienskt rajgräs riskerar att konkurrera med huvudgrödan.

Statistiska analysen av detta försök visade också att huvudgrödans biomassaskörd inte påverkades av fånggrödorna. (Qvarnström, 2018; Riesinger, 2018).

Försöket visade också att engelskt rajgräs och vitklöver som fånggröda minskade bäst på ogräsets biomassa. Detta försök visade också att fånggrödorna hade inverkan på ogräsbiomassan, eftersom den högsta biomassavikten för ogräs förekom i försöksledet utan fånggröda. (Qvarnström, 2018; Riesinger, 2018).

5 Material och metoder

Försöket utfördes i form av ett gårdsförsök i fält som ett storruteförsök med tre försöksled som omfattade olika fånggrödor. Dessutom hade försöket också ett nollruteled där ärt odlades i renbestånd.

5.1 Försöksplats

Försöket utfördes på Postis gård i Sjundeå i Västra Nyland, som ägs av Erik Perklén. Skiftet som försöket utfördes på var 28,95 hektar stort. På skiftet odlades det år 2018 ärt på hela arealen. Platsen där försöket med fånggrödor utfördes låg i södra ändan av skiftet. Markkartering för skiftet är gjort i november 2017. Jordarten där försöket utfördes var enligt markkarteringen mullrik mellanlera med pH 6,5. Den del av skiftet där försöket utfördes hade höga nivåer av kalcium och magnesium, god nivå av fosfor och tillfredställande nivå av kalium. Skiftets nivå av svavel var på en försvarlig nivå. På skiftet odlades det år 2017 höstråg, år 2016 höstvetete och år 2015 höstraps. Skiftet bearbetades genom kultivering den 4 september 2017 efter skörd av höstvetete. Skiftet bearbetades med en Väderstad Cultus Quatro kultivator och en Väderstad Carrier tallriksharv, som var kopplade ihop med varandra. Skiftet bearbetades med en överfart. Ärterna såddes den 9 maj 2018. Sådden utfördes genom direktsådd med en fyra meter bred skivbillssåmaskin som placerade utsädet med ett radavstånd på 12,5 cm. Ärtsorten var Ingrid. Utsädet såddes med en mängd på 270 kg/ha. Efter sådd bekämpades ogräs och spillsäd med glyfosat, fyra l/ha och fästmedel 0,5 l/ha. Fånggrödorna såddes den 17 maj 2018 med samma såmaskin som huvudgrödan. Fånggrödorna såddes i diagonal riktning i förhållande till huvudgrödans sårriktning. Efter sådd utfördes inga bekämpningsåtgärder, eftersom skiftet var år 2018 EFA-träda (ekologisk

fokusareal). Ärtan skördades den 9 augusti 2018, förutom på de rutor där försöket utfördes. Försöksrutorna tröskades den 14 augusti 2018 efter att första provtagningen hade skett.

5.2 Väderlek

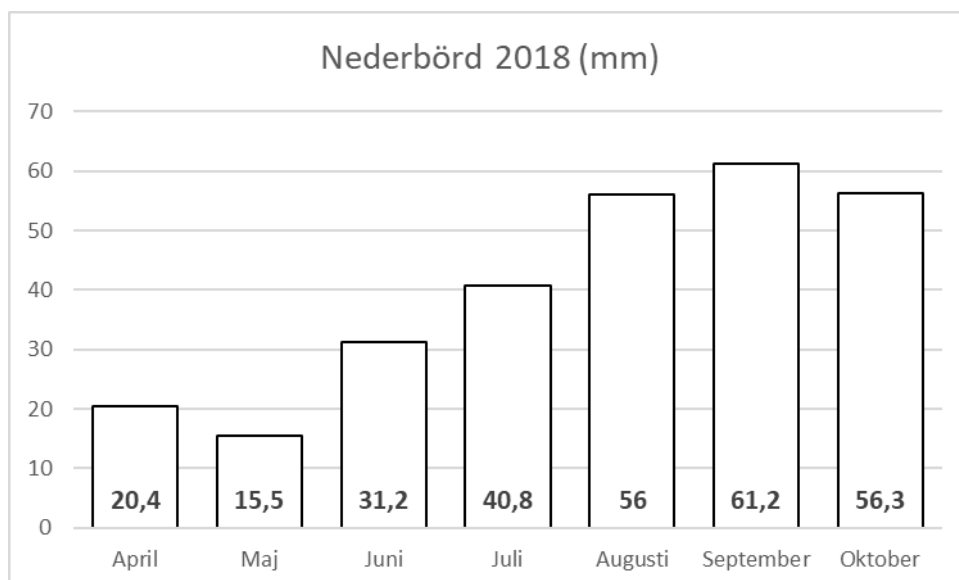
År 2018 kännetecknades i södra Finland av en omfattande torka och utebliven nederbörd under växtperioden. Våren inleddes sent och i början av april var snödjupet ännu 22 cm vid Porla väderobservationsstation i Lojo. April var generellt sval med en dagsmedeltemperatur på 4,2 °C. Den termiska växtsäsongen inleddes den 14 april och avslutades den 17 november (Meteorologiska institutet, 2018). Under april månad regnade det 20,4 mm vatten, med en del nederbörd som snö (Västankvarn försöksgård, 2018). Maj inleddes svalt och med nederbörd. Under de två första dagarna regnade det 15 mm och det var den enda nederbörd som kom i Sjundeå under maj månad. Medlet och slutet av maj var det för årstiden exceptionellt varmt, med temperaturer på över 25 °C. Varmaste dagen under majmånad var den 15 maj med en högsta dagstemperatur på 28,5 °C. Medeltemperaturen för maj månad var 14,7 °C, vilket är högre än medeltalet av medeltemperaturerna för maj under åren 1981–2010, vilket framgår i tabell 1 (Meteorologiska institutet, 2018).

Under juni månad fortsatte det varma vädret med uppehåll. Under midsommarveckan kom det dock nederbörd, ca 30 mm. Medeltemperaturen för juni månad i Sjundeå var 15,3 °C. Juli månad var också en ytterst varm månad, som började med nederbörd. Dessutom drog ett nederbördsområde över Sjundeå mellan den 20 och 21 juli. Under juli månad regnade det 40 mm vatten. Augusti månad var fortsättningsvis varm med få regndagar. Medeltemperaturen för augusti var 17,5 °C. Några dagar steg temperaturen också till över 30 °C. Sammanlagt kom det 56 mm vatten under augusti månad (Meteorologiska institutet, 2018; Västankvarn försöksgård, 2018).

September var också varmare än medeltalet för 29 år, med en medeltemperatur på 13,2 °C. Under september förekom det också några regndagar. Sammanlagt kom det 62 mm regn under september månad. Oktober var också aningen varmare än medeltalet för 30 år. Under några dagar regnade det sammanlagt 56 mm under oktober månad. Under tidsperioden 1.4-31.10.2018 kom det sammanlagt 281,4 mm nederbörd och värmesumman var 1618,8 °C.

Tabell 1. Medeltemperatur för 2018 jämfört med 30 års medeltal (Källa: Meteorologiska institutet, 2018).

| Medeltemperatur | | |
|------------------------|--------------------------|---------------------|
| | Porla, Lojo 1981-2010 | Porla, Lojo 2018 |
| april | 3,9 | 4,2 |
| maj | 10,5 | 14,7 |
| juni | 14,8 | 15,3 |
| juli | 17,6 | 20,4 |
| augusti | 15,8 | 17,5 |
| september | 10,9 | 13,2 |
| oktober | 6,1 | 6,9 |



Figur 1. Nederbörd under 2018 (NSL väderstation, Västankvarn).

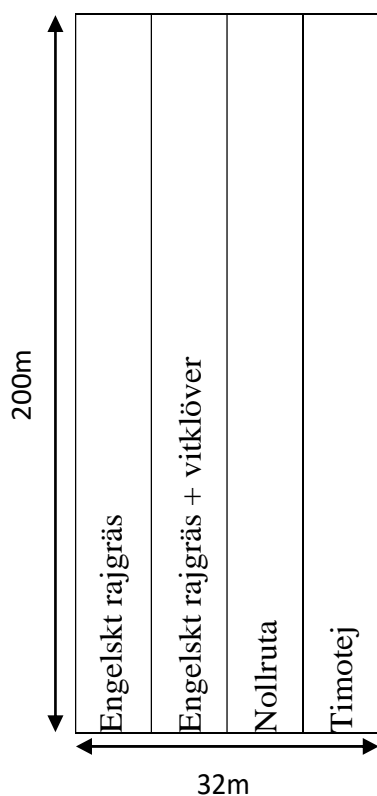
5.3 Utförandet av försöket

Försöket utfördes som ett storruteförsök i reguljära odlingsförhållanden. Försöket bestod av tre försöksled med fånggrödor samt ett nolled, där ärt odlades i renbestånd. Försöket upprepades endast en gång. Således omfattade försöket fyra försöksrutor. Försöksrutorna var åtta meter, alltså två såmaskinsbredder breda och 200 meter långa. Varje försöksrutans areal

var således 0,16 ha. Försöksrutorna såddes bredvid varandra i form av ett blockförsök. Försöken såddes i nord-sydlig riktning.

Tabell 2. Fånggrödearter och artblandningar, sorter samt utsädesmängder.

| Försöksled och fröblandning | Sort | Utsädesmängd (kg/ha) |
|------------------------------|---------------|----------------------|
| Engelskt rajgräs | Birger | 10 |
| Engelskt rajgräs + vitklöver | Birger + Hebe | 8 + 2 |
| Timotej | Tryggve | 8 |



Figur 2. Blockförsökets uppläggning.

Observationer i försöket gjordes under en fältvandring den 7 juni 2018. Under fältvandringen konstaterades det att fånggrödorna hade grott dåligt, troligtvis främst beroende på den torra försommaren, då det inte hade kommit någon nederbörd efter sådden. Efter dessa observationer övervägdes det ifall försöket skulle kunna gå att genomföras, men det bestämdes att fortsätta följa med utvecklingen av rutorna. Senare under sommaren kunde det

ändå konstateras att fånggrödorna etablerat sig till den grad att försöket skulle kunna slutföras.

5.4 Provtagning och behandling av proven

Det utfördes två provtagningar av den ovanjordiska biomassan i försöksleden. Den första provtagningen utfördes den 13 augusti 2018, strax innan rutorna tröskades. Provtagningen utfördes under förmiddagen och väderleken under provtagningen var uppehåll med solsken. Från varje försöksled togs det fyra delprover. Provtagningarna gjordes genom att slumpmässigt välja ut en plats med ca 40 meters mellanrum inom det försöksled där provet togs. Proverna klipptes från en 0,25 m² stor ruta. Den ovanjordiska biomassan klipptes med så kort stubb som möjligt, dock ändå så att jordpartiklar undveks att hamna med i proven. Den klippta biomassan samlades upp och sattes i tygpåsar. Varje tygpåse märktes ut med en notis om försöksled och provtagningsplats. Sammanlagt klipptes det 16 prov i den första provtagningen.

Efter provtagningen, samma kväll, sorterades varje delprov så att ärt, ogräs och fånggröda skiljdes åt. Ärt, ogräs och fånggröda sattes i skilda påsar som placerades i en hemmabyggd varmluftstork. Proven torkades ända tills de var lufttorra.

Den andra provtagningen utfördes den 8 oktober 2018 efter att fånggrödorna och ogräsen hade fått växa till sig efter skörd. Vi utgick från antagandet att ytterligare dröjsmål inte skulle innebära väsentliga förändringar i biomassatillväxten. Provtagningen utfördes på förmiddagen och dagen och väderleken under provtagningen var till en början muligt med uppehåll, men under senare delen av provtagningen kom det en regnskur över fältet. Från varje försöksled togs tio prov. Provtagningspunkterna låg jämnt fördelat diagonalt över respektive ruta. i varje provtagningspunkt valdes den konkreta provtagningsplatsen slumpmässigt och där klipptes den ovanjordiska biomassan på 0,25 m². Liksom i den första provtagningen så klipptes provtagningsrutorna med så kort stubb som möjligt och all ovanjordisk biomassa samlades upp. Den klippta biomassan samlades i tygpåsar som märktes ut med respektive försöksled, och provtagningsplatsens belägenhet.

Dagen efter provtagningen sorterades ogräs, fånggröda och spillrapen för varje delprov skilt för sig. Ogräsen, fånggrödorna och spillrapen sattes i skilda påsar som sedan placerades i den hemmabygda varmluftstorken för att torkas till lufttorrt fukthalt.

De torkade proven vägdes i en digital våg, med en noggrannhet på 0,01 g. Vägningen för båda provtagningarna utfördes samtidigt den 1 november 2018. Från första provtagningen togs det ett 30 g prov på ärt och ett tio g prov av en blandning av ogräs och fånggröda, och från den andra provtagningen ett tio g prov av en blandning av ogräs och fånggröda. Dessa prov torkades sedan i en mikrovågsugn till torrsubstans, för att på detta vis kunna räkna om provernas lufttorra vikt till torrsubstans. Fukthalterna i den första provtagningen var fyra % för ärt och sex % för fånggrödan. I den andra provtagningen var fukthalten för fånggrödan fem %.

5.4.1 Behandling av data och statistisk analys

Provvägningsresultaten fördes in i en tabell i Microsoft Excel där medelvärdet för varje försöksleds resultat beräknades. Dessutom beräknades varje försöksleds standardavvikelse och variansrisk. I Excel omvandlades också provtagningsresultaten att motsvara biomassaskörden i kg/ha torrsubstans. För att avgöra ifall resultaten var statistiskt tillförlitliga gjordes en parvis två-sampel t-test för resultaten. Testet utfördes också i Microsoft Excel.

I ett parvis två-sampel t-test undersöker man huruvida två försöksleds medelvärden skiljer sig från varandra genom att beakta varje provtagningssampel inom försöksledet, till skillnad från ett vanligt två-sampel t-test där man undersöker skillnaden mellan två försöksled baserat endast på försöksledens medelvärde. I ett parvis två-sampel t-test så beräknas skillnaden mellan två sampel i olika försöksled som vars provtagningsplats ligger bredvid varandra, eller i samma linje. Skillnaden räknas ut för varje sampel som är i linje med varandra i försöksleden. Därefter beräknas medelvärdet av alla skillnader och standardavvikelsen. Efter det utförs ett ensidigt t-test för att undersöka ifall differensernas medelvärde skiljer sig från nollhypotesen H_0 . Exempelvis var nollhypotesen i detta försök, H_0 , den att det inte förekom skillnader i ärtens biomassaskörd mellan försöksledet med ärt i renbestånd och försöksleden med fånggröda i sig. Så i detta fall är nollhypotesen alltså lika med noll.

Resultaten anges i t-värde, frihetsgrad och p-värde. T-värdet anger hur mycket medelvärdet för testets resultat skiljer sig från nollhypotesen. T-värdet kan vara både positivt och negativt och ju längre t-värdet är från noll desto mera skiljer sig testets data från noll. Frihetsgrad anger hur många oberoende fria variabler det finns i försöket. P-värde anger sannolikheten

för att nollhypotesen är sann. Ifall p-värdet är mindre än 0,05 så är resultatet statistiskt signifikant, vilket förkastar nollhypotesen.

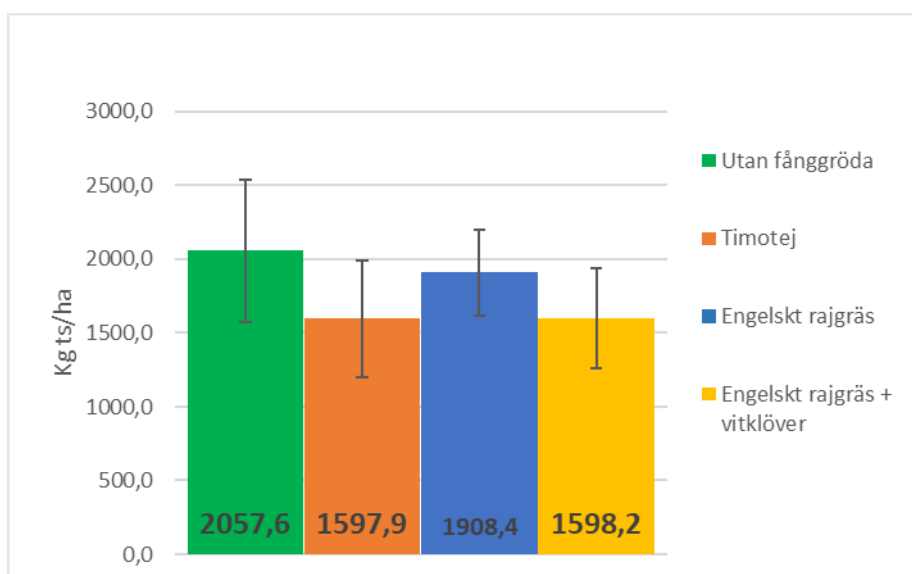
6 Resultat

6.1 Ärtens biomassaskörd

Medeltalen för ärtens biomassaskörd varierade mellan de olika försöksleden (figur 3). Försöksledet med ärt i renbestånd gav den högsta biomassaskörden med en medelskörd på 2057,6 kg ts/ha. Försöksledet där engelskt rajgräs hade såtts in som fånggröda gav en biomassaskörd för ärt på 1908,4 kg ts/ha. I ledet med artblandningen engelskt rajgräs och vitklöver som fånggröda nådde ärtens en biomassaskörd på 1598,2 kg ts/ha. Den lägsta biomassaskörden för ärt gav försöksledet med timotej där biomassaskörden var i medeltal 1597,9 kg ts/ha. Skillnaden i ärtbiomassa var dock mycket liten mellan försöksleden timotej och artblandningen engelskt rajgräs och vitklöver.

Standardavvikelserna varierade också mellan de olika försöksleden (figur 3). Största standardavvikelsen hade ledet med ärt i renbestånd där den var $\pm 483,4$ kg ts. I försöksledet med timotej var standardavvikelsen $\pm 369,9$ kg ts och i försöksledet engelskt rajgräs i blandning med vitklöver var standardavvikelsen $\pm 340,3$ kg ts. Den minsta standardavvikelsen hade försöksledet med engelskt rajgräs med $\pm 288,9$ kg ts.

Ett parvist två-sampel t-test (bilaga 1, tabell 1) utfördes för att undersöka huruvida fånggrödan påverkar ärtens biomassaskörd. Frågan var om det fanns statistiskt signifikanta skillnader mellan leden. P-värdet i testet mellan försöksleden nollled och engelskt rajgräs var 0,574 och för testet mellan nollled och blandningen engelskt rajgräs och vitklöver var p-värdet 0,218. I testet mellan nollled och timotej var p-värdet 0,013. För att en skillnad mellan försöksleden skall vara statistiskt signifikant så skall p-värdet vara mindre än 0,05. Så var fallet för skillnaden mellan nollled och ledet med timotej som fånggröda, vilket förkastar nollhypotesen om att de inte förekommer skillnader i biomassaskörden av ärt mellan försöksledet med fånggrödan timotej och ledet med ärt i renbestånd. Enligt det parvisa två-sampel t-testet var det ändå bara timotej som fånggröda som hade en påverkan på ärtens biomassaskörd, och i detta fall en skördenedsättande effekt.



Figur 3. De ovanjordiska biomassaskördarna av ärt i renbestånd respektive i samodling med olika fånggrödor (medeltal och standardavvikelser i kg ts/ha).

Tabell 3 beskriver ärtens biomassaskördar skilt för varje försöksled och för varje provtagningsplats. De längre söderut belägna provtagningsrutorna (1 och 2) gav högre avkastningar än de nordligaste provtagningsrutorna (4)

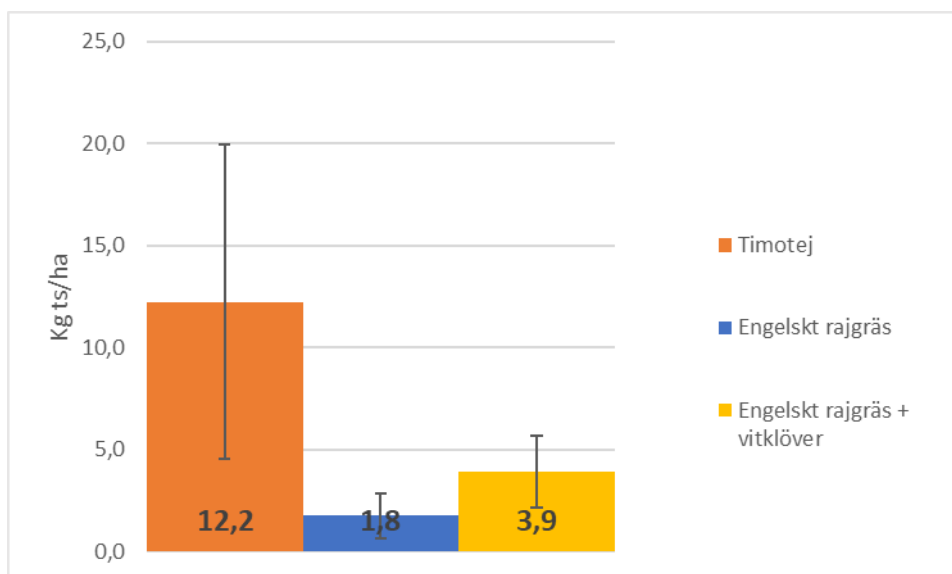
Tabell 3. Ärtens ovanjordiska biomassavikt vid odling i renbestånd, respektive med olika fånggrödor. Ju mörkare färg desto högre skörd (kg ts/ha torrsubstans).

| Försöksled | Engelskt rajgräs | Engelskt rajgräs + vitklöver | Nolled | Timotej |
|------------|------------------|------------------------------|--------|---------|
| Ruta 4 | 1668,4 | 1259,9 | 1463,3 | 1177,3 |
| Ruta 3 | 2384,3 | 1318,5 | 2040,2 | 1474,9 |
| Ruta 2 | 1895,2 | 1555,2 | 2807,3 | 2118 |
| Ruta 1 | 1665,8 | 2258,1 | 1919,5 | 1622,6 |

6.2 Fånggrödans biomassaskörd vid tidpunkten för ärtskörden

De av fånggrödorna, fram till ärtskörden bildade biomassavikterna, varierade mycket mellan och inom försöksleden (figur 4). Den högsta medelskörden hade försöksledet med timotej med 12,2 kg ts/ha. Standardavvikelsen för timotej var stor, $\pm 15,4$ kg ts. Engelskt rajgräs i blandning med vitklöver nådde en medelskörd på 3,9 kg ts/ha, med en standardavvikelse på $\pm 3,5$ kg ts. Nämnas bör dock att fånggrödan i detta försöksled bestod i princip av engelskt

rajgräs. Försöksledet med engelskt rajgräs som fånggröda gav den lägsta medelskörden i försöket med 1,8 kg ts/ha. Detta försöksled hade samtidigt den lägsta standardavvikelsen med $\pm 1,1$ kg ts.



Figur 4. Fånggrödornas bildning av ovanjordisk biomassa vid tidpunkten för ärtskörden (medeltal och standardavvikelser i kg ts/ha).

Tabell 4 beskriver biomassaskörden för fånggrödorna i de olika provtagningsrutorna. Som det framgår i tabellen gav provtagningarna i den nordligare ändan (ruta 4) av försöket lägre skördar än provtagningarna längre söderut. Den stora standardavvikelsen i timotejens medelskörd förklaras med provtagningsruta tre som gav en betydligt högre biomassaskörd än de andra provtagningarna i detta försöksled. Denna provtagningsruta är också förklaringen till varför försöksledet med timotej hade en mycket högre medelskörd jämfört med de andra försöksleden.

Tabell 4. Fånggrödornas ovanjordiska biomassavikter vid tidpunkten för ärtskörden. Ju mörkare färg desto högre skörd (kg ts/ha).

| Försöksled | Engelskt rajgräs | Engelskt rajgräs + vitklöver | Timotej |
|------------|------------------|------------------------------|---------|
| Ruta 4 | 0,47 | 0,19 | 1,13 |
| Ruta 3 | 3,38 | 9,21 | 38,35 |
| Ruta 2 | 2,16 | 4,89 | 8,18 |
| Ruta 1 | 1,03 | 1,32 | 1,22 |

För dessa resultat gjordes det också ett parvist två-sampel t-test (bilaga 2 tabell 1), för att undersöka ifall det förekom skillnader i fånggrödornas biomassaskördar mellan de olika försöksleden. I testet jämfördes skillnaderna i biomassaskördarna mellan varje fånggröda. Nollhypotesen i detta test var att det inte förekommer skillnader i biomassaskördarna mellan de olika fånggrödorna. P-värdet i testet engelskt rajgräs jämfört med engelskt rajgräs och vitklöver var 0,174, i testet engelskt rajgräs mot timotej 0,241 och i testet engelskt rajgräs och vitklöver mot timotej 0,262. Ingen av dessa jämförelser resulterade i signifikanta skillnader och nollhypotesen besannades således. Det förekom alltså inte skillnader i fånggrödornas biomassaskördar mellan de olika försöksleden.

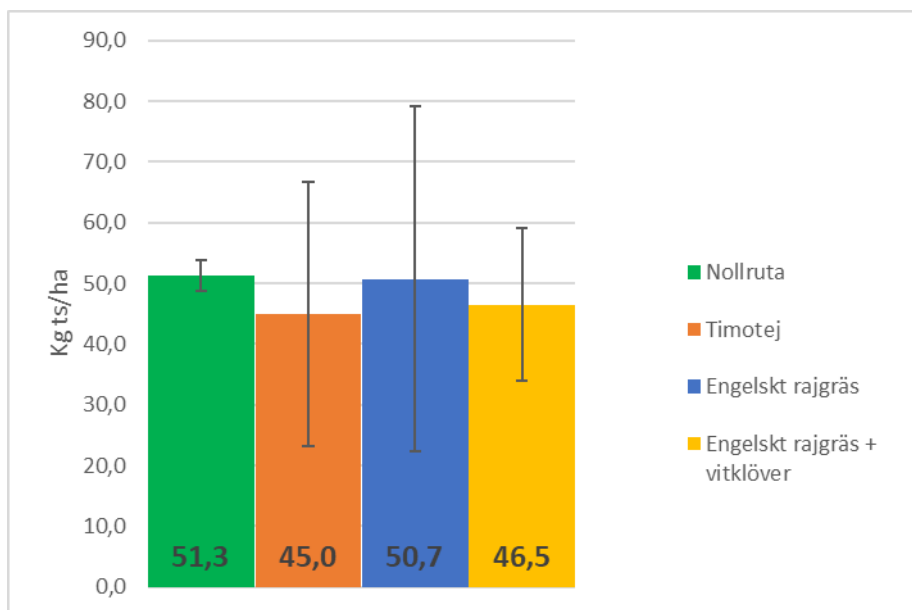
6.3 Ogräsens biomassaskörd vid tidpunkten för ärtskörden

Vid första provtagningen var skillnaderna mellan biomassavikterna för ogräsen i de olika försöksleden relativt små. Standardavvikelsen varierade dock mellan de olika försöksleden. De vanligaste ogräsarterna i provtagningsrutorna var snärjmåra och spillraps. Figur 5 beskriver ogräsens biomassavikter och standardavvikelser i de olika försöksleden vid tidpunkten för första provtagningen.

Den högsta biomassavikten för ogräsen hade försöksledet med ärt i renbestånd där ogräsen hade en biomassavikt på 51,3 kg ts/ha, med en standardavvikelse på $\pm 2,5$ kg ts. Försöksledet med engelskt rajgräs hade en ogräsbiomassavikt på 50,7 kg ts/ha och en standardavvikelse på $\pm 28,4$ kg ts. Försöksledet med artblandningen engelskt rajgräs och vitklöver hade ogräsbiomassavikt på 46,5 kg ts/ha och en standardavvikelse på $\pm 12,6$ kg ts. Den lägsta biomassavikten av ogräs hade försöksledet med timotej, där biomassavikten för ogräs var 45 kg ts/ha. Standardavvikelsen för ogräsen i detta led var $\pm 21,7$ kg ts.

För dessa resultat gjordes det också ett parvist två-sampel t-test (bilaga 3, tabell 1), för varje försöksled med fånggröda i förhållande till nolledet. Med dessa test undersöktes det huruvida fånggrödan påverkar ogräsmängden i ärt. Nollhypotesen i dessa test var liksom i tidigare test att det inte förekommer skillnader i ogräsförekomsten mellan försöksleden med fånggröda och nolledet. P-värdet i testet nolled mot engelskt rajgräs var 0,964, i testet nolled mot engelskt rajgräs och vitklöver i blandning 0,501 och i testet nolled mot timotej 0,574. Ingen av dessa jämförelser resulterade i signifikanta skillnader och nollhypotesen besannades således. Fånggrödorna påverkade alltså inte ogräsförekomsten i ärt. Detta framgår också i

figur 5 där man kan observera att ogräsen biomassavikt i de olika försöksleden är tämligen lika.



Figur 5. Ogräsförekomsten i ärt i renbestånd respektive i samodling med olika fånggrödor vid tidpunkten för ärtskörden (ovanjordisk biomassa, medeltal och standardavvikelse i kg ts/ha).

I förhållandet till den totala biomassan (ärt, eventuell fånggröda och ogräs) var andelen ogräs 2,6 % i försöksledet med ärt i renbestånd, 2,61 % i försöksledet med timotej som fånggröda, 2,7 % i försöksledet med engelskt rajgräs och 3,0 % i ledet med engelskt rajgräs och vitklöver.

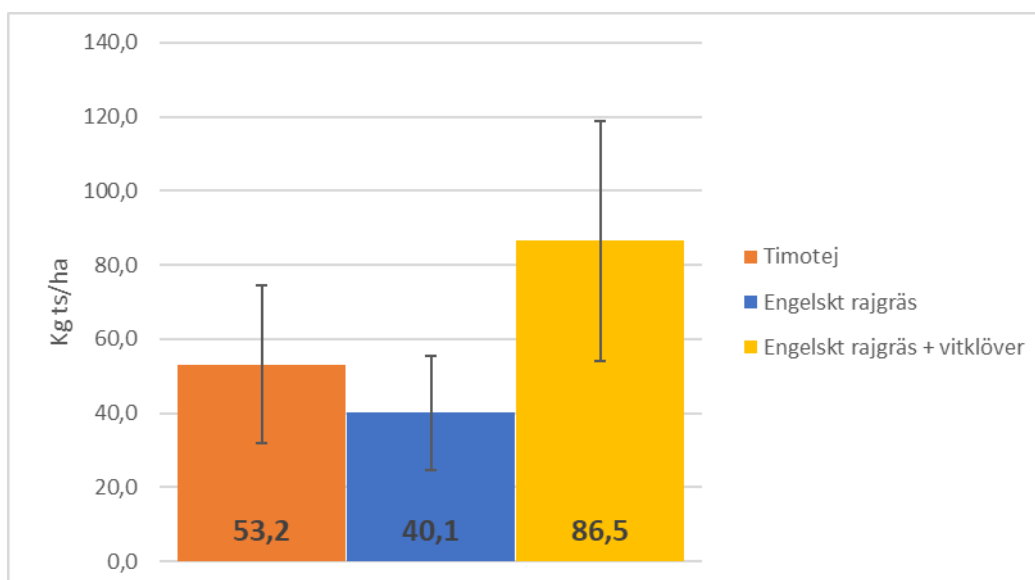
Ogräsförekomsterna varierade inom försöksleden (tabell 5). En jämförelse mellan biomassavikterna för ogräs i de olika provtagningsrutorna med fånggrödornas biomassavikter i de olika provtagningsrutorna (tabell 4) visar att biomassavikterna för ogräsen var låga i de rutor där biomassaskörden av fånggrödorna var hög, exempelvis i de nordligaste provtagningsrutorna (ruta 4).

Tabell 5. Ogräsens ovanjordiska biomassavikter vid tidpunkten för ärtskörden. Ju mörkare färg, desto högre biomassavikt (kg ts/ha).

| Försöksled | Engelskt rajgräs | Engelskt rajgräs +vitklöver | Nolled | Timotej |
|------------|------------------|-----------------------------|--------|---------|
| Ruta 4 | 45,67 | 65,33 | 51,14 | 32,99 |
| Ruta 3 | 10,62 | 34,31 | 47,66 | 35,06 |
| Ruta 2 | 90,33 | 50,48 | 51,89 | 29,52 |
| Ruta 1 | 56,02 | 35,91 | 54,61 | 82,53 |

6.4 Fånggrödornas höstaterväxt

Den bästa höstaterväxten av fånggrödorna hade försöksledet med artblandningen engelskt rajgräs och vitklöver (figur 6). Medelskörden i detta försöksled var 86,5 kg ts/ha. Standardavvikelsen i detta led var $\pm 32,4$ kg ts. I detta försöksled var det ändå främst det engelska rajgräset som hade växt till sig under hösten. I försöksledet med timotej som fånggröda var fånggrödans biomassaskörd 53,2 kg ts/ha och standardavvikelsen $\pm 21,4$ kg ts. Den lägsta höstaterväxten hade försöksledet med engelskt rajgräs som fånggröda, där biomassaskörden för fånggrödan var 40,1 kg ts/ha och standardavvikelsen $\pm 15,4$ kg ts.



Figur 6. Fånggrödornas höstaterväxt i anslutning till ärtskörden (ovanjordisk biomassa, medeltal och standardavvikelser i kg ts/ha).

I artblandningen engelskt rajgräs och vitklöver var det endast i några provtagningsrutor som det förekom nämnvärt med vitklöver (tabell 6). Således kan man också konstatera att det inte skett någon nämnvärd fixering av kväve i försöksledet.

Tabell 6. Biomassamängderna av engelskt rajgräs och vitklöver i försöksledet engelskt rajgräs och vitklöver (kg ts/ha).

| Försöksled | Engelskt rajgräs | Vitklöver |
|------------|------------------|-----------|
| Ruta 10 | 55,2 | 1,43 |
| Ruta 9 | 46,08 | 15,01 |
| Ruta 8 | 119,32 | 44,65 |
| Ruta 7 | 73,15 | 2,76 |
| Ruta 6 | 54,34 | 0 |
| Ruta 5 | 87,69 | 0,1 |
| Ruta 4 | 99,66 | 0 |
| Ruta 3 | 55,39 | 0,1, |
| Ruta 2 | 104,79 | 0 |
| Ruta 1 | 105,55 | 1,43 |

Inom försöksleden förekom det också variationer av höståterväxten för fånggrödorna. Det förekom inte något samband mellan de olika försöksleden med avseende på provtagningsrutans avkastning och provtagningsrutans placering i fältet (tabell 7).

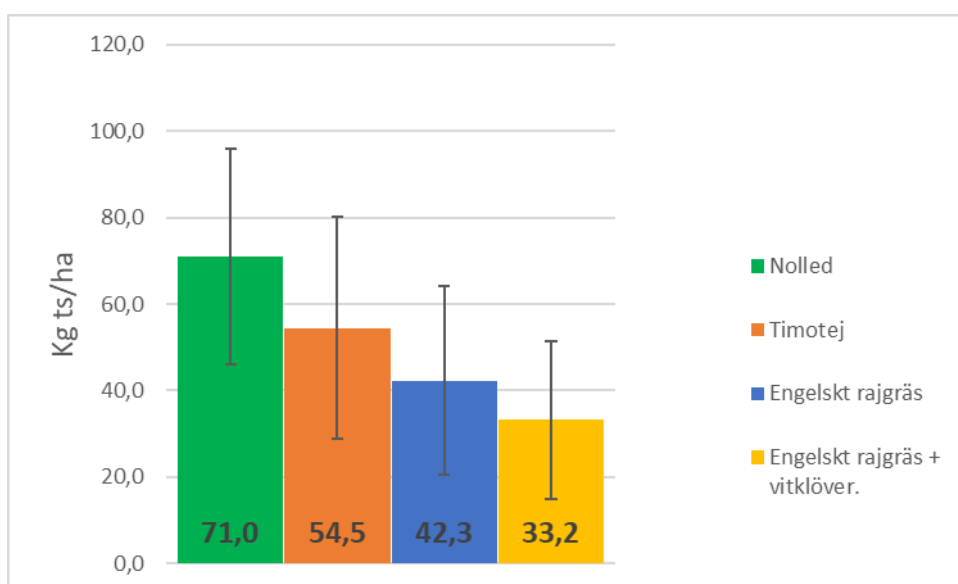
Tabell 7. Fånggrödornas ovanjordiska biomassaskördar i de olika provtagningsrutorna. Ju mörkare färg, desto högre skörd (kg ts/ha).

| Försöksled | Engelskt rajgräs | Engelskt rajgräs +vitklöver | Timotej |
|------------|------------------|-----------------------------|---------|
| Ruta 10 | 20,8 | 56,63 | 64,98 |
| Ruta 9 | 34,2 | 61,09 | 71,63 |
| Ruta 8 | 49,6 | 163,97 | 37,91 |
| Ruta 7 | 57,3 | 75,91 | 71,16 |
| Ruta 6 | 44,8 | 54,34 | 34,01 |
| Ruta 5 | 8,2 | 87,79 | 75,53 |
| Ruta 4 | 43,8 | 99,66 | 21,76 |
| Ruta 3 | 40,7 | 55,49 | 23,56 |
| Ruta 2 | 62,9 | 104,79 | 49,88 |
| Ruta 1 | 38,4 | 105,65 | 81,13 |

6.5 Ogräsens höståterväxt

6.5.1 De egentliga ogräsens höståterväxt

I den andra provtagningen konstaterades det att det i försöksrutorna förekom både höståterväxt av egentliga ogräs och av spillraps. År 2015 hade det odlats höstraps på skiftet och efter skörd etablerades höstvetet på skiftet, där ogräsen bekämpades kemiskt följande år. Varje år har ogräsen bekämpats kemiskt, men det verkar som det trots detta har funnits oörodade rapsfrön i marken som nu grodde under sommaren och hösten. Därför förekom det ställvis stora mängder spillraps i försöksleden. För att åskådliggöra mängden spillraps i försöksleden vägdes de egentliga ogräsen och spillrapen skilt vid provtagningen. Figur 7 beskriver de egentliga ogräsens biomassavikt i kg/ha torrsbstans och standardavvikelsen.



Figur 7. De egentliga ogräsens hösttillväxt i nolledet och i olika fånggrödor efter att ärten hade tröskats (ovanjordisk biomassa, medeltal och standardavvikelser i kg ts/ha).

Biomassavikten av de egentliga ogräsen varierade mycket mellan de olika försöksleden. Den högsta medelvikten för ogräsens biomassa hade försöksledet utan insådd av fånggröda där biomassavikten för ogräsen var 71,0 kg ts/ha, med en standardavvikelse på ± 25 kg ts. I försöksledet med timotej som fånggröda hade ogräsen en biomassavikt på 54,5 kg ts/ha och standardavvikelsen var $\pm 25,7$ kg ts. De lägsta biomassavikterna för de egentliga ogräsen hade försöksleden med engelskt rajgräs och artblandningen engelskt rajgräs och vitklöver, där biomassavikterna var 42,3 kg ts/ha för engelskt rajgräs och 33,2 kg ts/ha för engelskt

rajgräs och vitklöver. Standardavvikelseerna var $\pm 21,8$ kg ts/ha respektive $\pm 18,2$ kg ts/ha (figur 7).

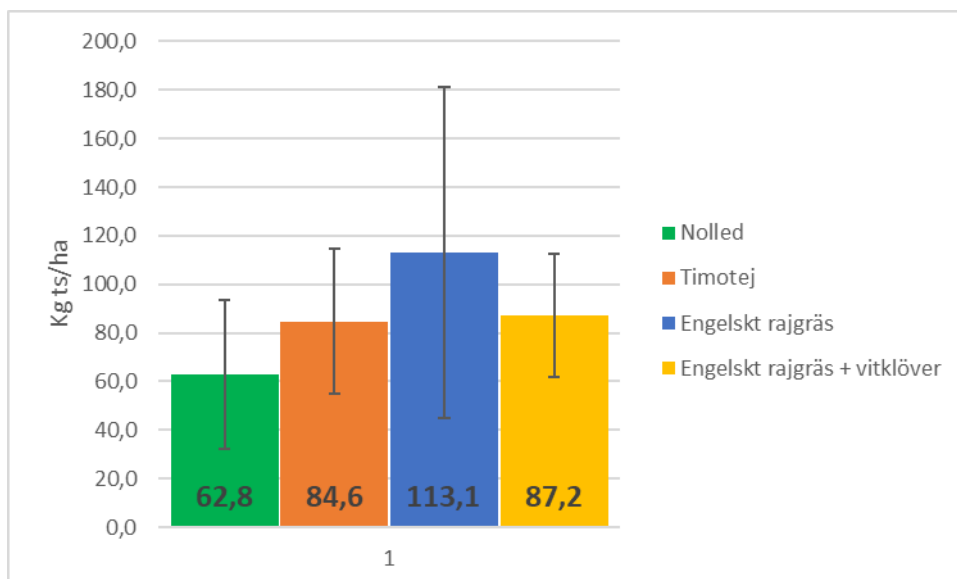
Ogräsens biomassa varierade inom försöksleden (tabell 8). Ur tabellen kan man avläsa att det förekom i regel mest egentliga ogräs i de i storrutans mittbelägna provtagningsrutor (rutorna 5–7). Undantaget utgjordes av försöksledet med engelskt rajgräs och vitklöver som fånggröda där den största egentliga ogräsförekomsterna återfanns i södra delen av blocket (ruta 1 och 3).

Tabell 8. De egentliga ogräsens hösttillväxt (ovanjordisk biomassa, kg ts/ha) i de olika provtagningsrutorna. Ju mörkare färg, desto högre biomassa.

| Försöksled | Engelskt rajgräs | Engelskt rajgräs + vitklöver | Nolled | Timotej |
|------------|------------------|------------------------------|--------|---------|
| Ruta 10 | 51,78 | 26,7 | 102,22 | 39,14 |
| Ruta 9 | 12,45 | 21,66 | 27,93 | 30,12 |
| Ruta 8 | 76,1 | 35,25 | 54,06 | 48,93 |
| Ruta 7 | 44,65 | 18,15 | 72,96 | 83,03 |
| Ruta 6 | 61,28 | 17,67 | 88,54 | 26,79 |
| Ruta 5 | 73,72 | 14,06 | 97,47 | 24,13 |
| Ruta 4 | 21,57 | 40,95 | 60,33 | 79,23 |
| Ruta 3 | 33,54 | 70,21 | 73,34 | 105,64 |
| Ruta 2 | 16,63 | 25,37 | 97,95 | 51,49 |
| Ruta 1 | 30,88 | 61,75 | 34,96 | 56,34 |

6.5.2 Spillrapsens höstaterväxt

Som det tidigare nämns så förekom det en stor mängd spillraps på försöksskiftet. Den största biomassa av spillraps hade försöksledet med engelskt rajgräs som fånggröda (figur 8). Biomassa av spillraps i detta led var $73,1$ kg ts/ha. Detta led hade också den största standardavvikelsen med ± 68 kg ts/ha. I försöksledet med timotej som fånggröda hade spillrapsen en biomassa på $59,6$ kg ts/ha och standardavvikelsen i detta led var $\pm 29,8$ kg ts/ha. I försöksledet utan fånggröda var rapsens biomassa $46,2$ kg ts/ha och standardavvikelsen $\pm 22,7$ kg ts/ha. Försöksledet med engelskt rajgräs och vitklöver i blandning hade den lägsta biomassa av spillraps med $43,8$ kg ts/ha och standardavvikelsen i detta led var $\pm 25,5$ kg ts/ha.



Figur 8. Spillrapsens höståterväxt i led med och utan fånggröda efter att ärten hade tröskats (ovanjordisk biomassa, medeltal och standardavvikelse i kg ts/ha).

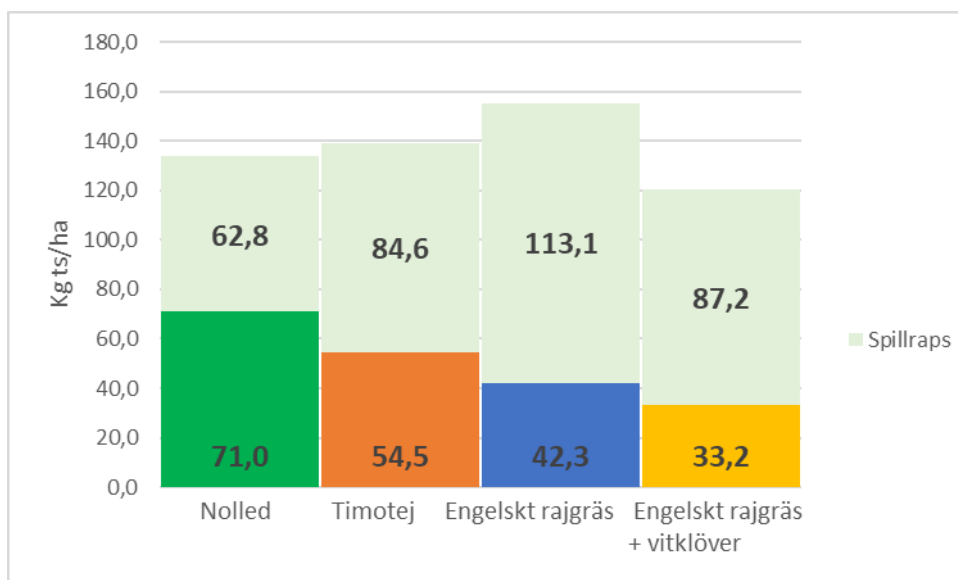
Tabell 9 beskriver biomassavikten (kg ts/ha) för spillrapsen för varje provtagningsruta i försöksleden. Utgående från denna tabell kan man konstatera att spillrapsen hade högre biomassavikter i provtagningsrutorna längre norrut i försöksleden.

Tabell 9. Spillrapsens ovanjordiska biomassavikt (kg ts/ha) i de olika provtagningsrutorna. Ju mörkare färg, desto högre biomassavikt.

| Försöksled | Engelskt rajgräs | Engelskt rajgräs + vitklöver | Nolled | Timotej |
|------------|------------------|------------------------------|--------|---------|
| Ruta 10 | 140,41 | 227,05 | 28,03 | 167,87 |
| Ruta 9 | 174,23 | 145,83 | 130,34 | 63,84 |
| Ruta 8 | 9,31 | 102,89 | 80,218 | 89,4 |
| Ruta 7 | 401 | 114,57 | 175,28 | 0 |
| Ruta 6 | 4,37 | 78,09 | 3,14 | 222,11 |
| Ruta 5 | 109,25 | 28,03 | 26,13 | 64,41 |
| Ruta 4 | 22,99 | 46,93 | 17,96 | 43,04 |
| Ruta 3 | 95,38 | 66,6 | 97,66 | 81,42 |
| Ruta 2 | 0 | 1,33 | 38,95 | 94,34 |
| Ruta 1 | 173,95 | 60,42 | 30,12 | 19,76 |

6.5.3 Höståterväxten av ogräsen inklusive spillrapsen

Den ovanjordiska biomassavikten (kg ts/ha) bestämdes också sammanlagt för de egentliga ogräsen och spillrapsen (figur 9). Ogräsen och spillrapsens högsta totala biomassavikt förekom i försöksledet med engelskt rajgräs som fånggröda med 155,4 kg ts/ha. I försöksledet med timotej var ogräsen inklusive spillrapsens biomassa 139,1 kg ts/ha och i försöksledet utan någon insädd fånggröda var biomassavikten för ogräsen och spillrapsen 133,8 kg ts/ha. Den lägsta ovanjordiska biomassavikten förekom i försöksledet med artblandningen engelskt rajgräs och vitklöver som fånggröda där ogräsen och spillrapsen vägde 120,4 kg ts/ha.



Figur 9. Den totala biomassavikten (kg/ha) ogräs i försöksleden

Standardavvikelserna för förekomsten av ogräs inklusive spillraps varierade mellan de olika försöksleden. Största avvikelsen förekom i ledet med engelskt rajgräs med $\pm 116,2$ kg ts/ha. De andra försöksledens standardavvikelser var lägre. Standardavvikelsen i ledet med engelskt rajgräs och vitklöver var $\pm 61,1$ kg ts/ha, för ledet med timotej $\pm 55,7$ kg ts/ha och för ledet utan fånggröda var standardavvikelsen $\pm 49,8$ kg ts/ha.

Inom försöksleden förekom det stora variationer av ogräs. Tabell 10 anger biomassavikten för ogräs i kg ts/ha för varje provtagningsruta och visar att det ställvis fanns stora mängder av ogräs, medan i vissa provtagningsrutor var biomassavikten för ogräsen mycket låg. Ogräsen hade en bättre höståterväxt i de nordligare delarna av försöket (tabell 10).

Tabell 10. Den ovanjordiska biomassavikten av ogräsen inklusive spillrapsen i de olika provtagningsrutorna (kg ts/ha). Ju mörkare färg desto högre biomassavikt.

| Försöksled | Engelskt rajgräs | Engelskt rajgräs +vitklöver | Nolled | Timotej |
|------------|------------------|-----------------------------|--------|---------|
| Ruta 10 | 192,19 | 253,75 | 130,25 | 207,01 |
| Ruta 9 | 186,68 | 167,49 | 158,27 | 93,96 |
| Ruta 8 | 85,41 | 138,14 | 134,34 | 138,33 |
| Ruta 7 | 445,65 | 132,72 | 248,24 | 83,03 |
| Ruta 6 | 65,65 | 95,76 | 91,68 | 248,9 |
| Ruta 5 | 182,97 | 42,09 | 123,6 | 88,54 |
| Ruta 4 | 44,56 | 87,88 | 78,29 | 122,27 |
| Ruta 3 | 128,92 | 136,81 | 171 | 187,06 |
| Ruta 2 | 16,63 | 26,7 | 136,9 | 145,83 |
| Ruta 1 | 204,83 | 122,17 | 65,08 | 76,1 |

För att undersöka ifall fånggrödornas påverkan på ogräsen förekomst skiljer sig mellan behandlingarna utfördes det ett parvist två-sampel t-test (bilaga 4, tabell 1). Nollhypotesen i detta test var att fånggrödorna inte påverkar ogräsmängden i försöksleden. P-värdet i testet för skillnaden mellan nolled vs. engelskt rajgräs var 0,471, i testet nolled vs. engelskt rajgräs och vitklöver 0,564 och i testet nolled vs. timotej 0,839. För att skillnaden mellan två behandlingar skall vara statistiskt signifikant skall p-värdet vara mindre än 0,05. Enligt denna analys så skiljde sig ingen av behandlingarna statistiskt signifikant från någon annan med avseende på förekomsten av ogräs inklusive spillraps, vilket innebär att nollhypotesen besannades. Detta innebär att fånggrödorna inte hade någon effekt på biomassavikten av ogräs i försöksleden.

7 Diskussion

Syftet med försöket var att undersöka olika växtarter respektive artblandningar med avseende på deras konkurrensförmåga som bottengrödor i ärt och deras återväxt som fånggröda på hösten efter skörden av huvudgrödan. Dessutom undersöktes bottengrödans (eller fånggrödans) effekt på ogräsen biomassa.

7.1 Konkurrens med huvudgrödan

Enligt detta försök var engelskt rajgräs som insådd bottengröda den optimala fånggrödan för ärt. Skördenivån för ärt i detta försöksled var lägre än i ledet utan fånggröda, men skillnaderna var inte statistiskt signifikanta. Skillnaderna i skördenivåerna mellan dessa försöksled beror främst på den torra växtsäsongen där engelskt rajgräs och ärt konkurrerade om den lilla mängden fukt som fanns kvar i marken. Engelskt rajgräs har visat sig under torra förhållanden konkurrera mera mot huvudgrödan (Josefsson, 1996). Detta är med stor sannolikhet förklaringen till att försöksledet med ärt utan fånggröda gav den högsta avkastningen. I regel är ändå det engelska rajgräsets konkurrens mot huvudgrödan liten (Aronson et. al. 2012, s. 24). Under växtsäsonger med rikligare nederbörd har engelskt rajgräs inte konkurrerat med huvudgrödan om fukt i marken och till och med haft en skördehöjande effekt (Engström et al. 2008; Sjursen et. al. 2011). Vid fuktigare förhållanden är däremot italienskt rajgräs mera benäget att konkurrera med stråsäd om utrymme (Koppelmäki 2013).

I detta försök förekom det försöksled med engelskt rajgräs som fånggröda både i renbestånd, och i blandning med vitklöver. Vitklövern etablerade sig dock dåligt, vilket kan förklaras med att vitklövern har grunda rötter (Aronsson et. al. 2012, s. 29) och därför kunde den inte ta upp tillräckligt med fukt för groning under den torra våren. Vid provtagningen i anslutning till skörd av ärt bestod biomassan av fånggröda i försöksledet med engelskt rajgräs och vitklöver endast av engelskt rajgräs. Vid provtagningen i anslutning till skörd av ärt omfattade försöket i princip två led med engelskt rajgräs som fånggröda.

Mellan de två försöksleden med engelskt rajgräs som fånggröda förekom det skillnader i biomassaskörden av ärt. Skillnaden var ca 300 kg per hektar. Skillnaden mellan leden i detta försök beror knappast på att ogräs eller fånggröda skulle ha konkurrerat med ärt, eftersom skillnaderna mellan ogräsets och fånggrödornas biomassa mellan försöksleden var små. En möjlig orsak kan vara den glyfosatbehandling som gjordes efter sådd av ärter. Glyfosat, som besprutade växtrester och ogräs tagit åt sig, kan då växtresterna lämnats på jordytan lakats ut och påverkat ärten och fånggrödorna efter att dessa har kommit upp. Således kan denna glyfosatbehandling ha påverkat biomassaskördarna i hela försöket. Småfröiga arter kan förväntas påverkas kraftigare än storfröiga arter, baljväxtarter mer än gräsarter. Den art som kan ha påverkats mest negativt är i så fall vitklövern.

Vid provtagning i anslutning till skörden av ärt var biomassorna av fånggrödorna överlag låga, jämfört med biomassaskörden av ärt. Timotej hade dock en betydligt högre medelbiomassaskörd än engelskt rajgräs. Den stora skillnaden kan främst bero på att en provtagningsruta i försöksledet med timotej hade en betydligt högre biomassavikt av fånggrödan än de andra provtagningsrutorna. Dock var biomassavikterna för timotej i provtagningsrutorna genomgående högre än biomassavikterna för engelskt rajgräs. Känkänen & Eriksson (2007) bekräftar att timotej växer bättre i skuggan av en huvudgröda. Å andra sidan har jämförande försök med insådda fånggrödor i korn visat att italienskt och engelskt rajgräs bildar betydligt högre biomassor än de fleråriga vallgräsarterna timotej och ängssvingel (Riesinger 2018; Qvarnström 2018).

Odlingstekniken torde inte ha inverkat negativt på fånggrödans konkurrensförmåga eftersom denna etablerades efter sådd av ärt med såbillar och myllades in (Känkänen, 2015, s. 86). Dessutom etablerades försöken med en tillräckligt hög utsädesmängd (Känkänen, 2012), vilket borde vara till fördel under torra försomrar (Känkänen, 2017, s. 142). Men det faktum att det inte utfördes en såbäddsberedning på våren före sådd kan däremot ha påverkat fånggrödans etablering negativt. Ärt klarar sig bra i grövre bruk (Riesinger, 2006c, s. 37), men vid för grovt bruk och direktsådd av fånggrödan finns det en risk för att fånggrödans frön inte får en tillräcklig kontakt med markpartiklarna vilket kan försvåra deras groning (Känkänen, 2017, s. 141). Det faktum att fånggrödan såddes ca en vecka efter sådden av ärt kan också ha påverkat deras etablering. Då såbillarna på såmaskinen skar upp en fåra för fånggrödans frö kan det ha förorsakat att fukt ur marken avdunstade samtidigt, vilket försvårade groningen av fånggrödan.

Odlingstekniken kan ha påverkat ärtens biomassaskörd i försöksleden. En ytterlig överfart med såmaskinen då fånggrödan etablerades kan ha förorsakat packning av marken vilket försvårade ärtens uppkomst och således påverkade ärtens biomassaskörd i försöksleden där fånggröda etablerades. Ärt är en packningskänslig gröda (Riesinger, 2006c s. 33) och i detta fall kan den extra överfarten vid sådd av fånggröda ha påverkat ärtens negativt.

Detta försök visade att timotej som fånggröda i ärt hade en signifikant negativ inverkan på ärtens skörd. Försöksledet med timotej gav den lägsta biomassaskörden för ärt, medan timotej hade den högsta biomassaskörden för fånggrödorna i försöket vid provtagningen i anslutning till skörden av ärt. Timotejens relativt kraftiga konkurrensförmåga kan bero på den utsädesmängd som timotej etablerades med (Känkänen & Eriksson, 2007), möjligtvis i kombination med den omfattande torkan. Enligt Känkänen (2017, s. 142) ska

utsädesmängden för timotej vid etablering som fånggröda i renbestånd vara fem till åtta kg per hektar. I detta försök var utsädesmängden åtta kg, vilket betyder att mängden var i rekommendationens övre kant. Men noteras bör dock att utsädesmängden för timotej inte var överdrivet hög.

7.2 Höståterväxt

Enligt detta försök hade blandningen engelskt rajgräs och vitklöver den högsta biomassavikten på hösten och således hade denna blandning växt till sig bäst under hösten. Tidigare forskning (Riesinger 2018; Qvarnström, 2018) har också visat att denna artblandning har en god biomassaproduktion på hösten. Speciellt engelskt rajgräs har en god höståterväxt (Aronsson et. al. 2012, s. 24; Lindén et. al. 1997). Vid provtagningen av höståterväxten hade vitklöver ställvis etablerat sig i försöksledet, men största delen av biomassan var ändå engelskt rajgräs. Provtagningen visade dock att i de provtagningsrutor där vitklöver etablerat sig förekom det inte anmärkningsvärda skillnader i biomassavikterna, jämfört med de provtagningsrutor där det endast fanns engelskt rajgräs.

Engelskt rajgräs och vitklöver som fånggröda tillsammans är också ett lämpligt val eftersom klöver tillför kväve till marken samtidigt som engelskt rajgräs binder till sig kväve, vilket minskar risken för utlakning (Känkänen, 2015, s. 85). Om klöver som sådan odlas som fånggröda skulle det kunna öka risken för kväveutlakning (Aronson et. al. 2012, s. 29). Engelskt rajgräs övervintrar också bra vilket kan vara till fördel ifall nedbrukningen ämnar ske på våren. Men övervintrande engelskt rajgräs har också visat sig förekomma som ogräs i den följande grödan (Lindén et. al. 1997).

Den lägsta höståterväxten uppnåddes i försöksledet med engelskt rajgräs som fånggröda i renbestånd, men med tanke på den knappa förekomsten av vitklöver i ledet med engelskt rajgräs och vitklöver som artblandning kan man inte påstå att vitklöver skulle ha kunnat vara den biomassahöjande faktorn i detta fall. Tidigare försök har visat att engelskt rajgräs har en bättre höståterväxt i renbestånd än i blandning med vitklöver (Josefsson, 1996). Å andra sidan har Riesinger (2018) och Qvarnström (2018) funnit att vitklöver i blandning med engelskt rajgräs nästan fördubblade höståterväxten jämfört med engelskt rajgräs i renbestånd. Skillnaderna mellan fånggrödornas biomassaskörd i dessa led kan bero på att ogräsen biomassavikt i försöksledet med engelskt rajgräs var betydligt högre än i ledet med

blandningen engelskt rajgräs och vitklöver. Ogräsen har således konkurrerat mera med fånggrödan i detta led. Vitklöverns bristfälliga etablering gör det i detta försök ändå svårt att dra för långt gående slutsatser med avseende just på vitklöverns roll som botten- och fånggröda.

Höståterväxten för timotej blev ungefär hälften mindre än återväxten för ledet med engelskt rajgräs och vitklöver. Detta överensstämmer med tidigare forskning där timotej har konstaterats ha en säker, men mindre höståterväxt än rajgräs (Känkänen, 2010; Riesinger, 2018; Qvarnström, 2018). Vid tidigare försök har det också konstaterats att timotej har en sämre återväxt ju högre utsädesmängd som tillämpats (Känkänen & Eriksson, 2007). Timotej tar för övrigt dåligt upp kväve på hösten och därför är samodling med en annan kvävebindande gräsväxt, exempelvis dåligt övervintrande italienskt rajgräs, att föredra (Känkänen & Eriksson, 2007).

7.3 Fånggrödans påverkan på ogräsens biomassa

Vid provtagning i samband med skörden av ärt var skillnaderna i biomassavikterna för ogräsen mellan försöksleden små. De små skillnaderna mellan ogräsbiomassorna korrelerar med att fånggrödornas biomassavikter var låga vid denna provtagningstidpunkt. Försöket visade ändå att fånggrödan kan minska på ogräsförekomsten, eftersom ledet med timotej som fånggröda hade den högsta biomassaskörden för fånggröda och den lägsta biomassavikten för ogräs. Samtidigt så hade försöksledet utan en insådd fånggröda den högsta biomassavikten för ogräs, vilket Riesinger (2018) och Qvarnström (2018) också kom fram till i sitt försök. Men som det parvisa två-sampel t-testet visade så var skillnaderna inte statistiskt signifikanta.

Vid provtagningen senare på hösten hade spillrapsen i skiftet vuxit till sig rejält och spillrapsen var det dominerande ogräset i alla försöksled, förutom i ledet utan fånggröda. I försöksledet utan fånggröda hade de egentliga ogräsen en högre biomassavikt än spillrapsen. Försöket visade att spillraps och de egentliga ogräsen också konkurrerade sinsemellan, eftersom ju högre biomassavikt de egentliga ogräsen hade, desto lägre var spillrapsens biomassavikt. Undantaget i detta fall var ledet med engelskt rajgräs som fånggröda. Ledets betydligt högre medelbiomassavikt av spillraps förklaras med att en av tio provtagningsrutorna hade en betydligt högre mängd spillraps än de andra provtagningsrutorna.

Försöksledet med blandningen engelskt rajgräs och vitklöver visade sig ha den lägsta biomassavikten av ogräs. Liknande resultat uppnådde också Riesinger (2018) och Qvarnström (2018) i deras försök. Det aktuella försöket visade att ju högre biomassavikten av fånggröda desto lägre var ogräsens biomassavikt. Denna slutsats kom också Josefsson (1996) fram till i sitt försök. Fånggrödornas påverkan på ogräsens biomassa är ett ämne som diskuterats i flera försök. Vissa försök har visat att fånggrödorna inte påverkar ogräsens biomassa (Lindén et. al., 1997) medan andra försök har visat att fånggrödorna påverkar ogräsens biomassa (Sjursen et. al., 2011; Riesinger, 2018; Qvarnström, 2018). Det som dessa försök gemensamt har påvisat är att klöver som fånggröda i renbestånd kan öka ogräsens biomassavikt eftersom baljväxten tillför symbiotiskt fixerat kväve till marken vilket ogräsen kan dra nytta av (Josefsson, 1996; Sjursen et. al., 2011). Å andra sidan kan en frodig klövergröda också konkurrera ut ogräsen (Riesinger, 2018; Qvarnström, 2018).

Försöket visade således att en högre biomassa av fånggrödan minskar ogräsbiomassan, men enligt det parvisa två-sampel t-testet, så var inte denna effekt statistiskt signifikant. Enligt det parvisa två-sampel t-testet hade fånggrödorna ingen signifikant påverkan på ogräsbiomassan i något av försöksleden.

8 Slutsatser

Hypotesen för arbetet var att olika växtarter skiljer sig i sin duglighet som fånggröda i ärt. Detta försök visade att engelskt rajgräs och vitklöver inte påverkade ärtskörden, medan timotej hade en skördenedsättande inverkan på ärt i försöket. Dessutom framkom det att blandningen av engelskt rajgräs och vitklöver hade en bättre höståterväxt än de andra fånggrödorna, samt att engelskt rajgräs och vitklöver minskade på ogräsens biomassa, men påverkan var inte signifikant. Ingen fånggröda hade en signifikant påverkan på ogräsens biomassa.

Försöket kunde ha utförts med flera upprepningar och flera provtagningar för att få ett mera tillförlitligt resultat. Men med tanke på hur växtsäsongen var och således hur lite fånggröda det förekom vid tidpunkten för ärtskörden, så hade flera provtagningar knappast haft någon inverkan på resultatet. Vid andra provtagningen togs tio prover per försöksled, vilket kan anses vara en lämplig mängd.

Detta försök utfördes under växtsäsongen 2018 som kännetecknades av den omfattande torkan och uteblivna nederbörden. Detta innebär att torkan påverkade grödornas

biomassavikt. Det skulle vara intressant att veta vilken inverkan fånggrödorna skulle ha haft på ärt och ogräs under en nederbördsrikare växtsäsong och hurdan fånggrödans höståterväxt skulle ha varit.

I detta försök förekom det en betydlig mängd spillraps som ogräs. Spillrapsen lyckades etablera sig bra och tog under hösten upp en stor del av utrymmet i fältet. Det intressanta skulle vara att veta vilken inverkan fånggrödan skulle ha haft på ogräsets biomassa ifall inte spillraps skulle ha förekommit så rikligt.

Fånggrödor är ett intressant ämne, där det ännu finns mycket att forska i. Odlingen av fånggrödor har ökat och kommer antagligen att öka ytterligare de kommande åren. Därför finns det skäl för ytterligare odlingsförsök inom ämnet. Fånggrödor i ärt är ett ämne som det inte ännu forskats om i alltför stor utsträckning.

Försöket har utförts inom ramen för projektet Bondenytan, som finansieras av Svenska Småbruk och Egna Hem, Finlandssvenska jordfonden. Ansvarig för projektet är AFD Paul Riesinger, lektor i växtodling vid YH Novia. Projektet "Fånggrödor i ärt" har utförts på Postis Gård där agrolog Erik Perklén har planerat, lagt upp och skött försöksrutorna. Provtagningen och behandlingen av proverna har utförts av skribenten tillsammans med handledaren för detta examensarbete. Statistiska analysen av provtagningens resultat har handletts av Docent Andreas Lindén.

Källförteckning

Aronson, H., Torstensson, G., 2009. Långsiktiga effekter av flytgödsel och fånggrödor på växtnäringsdynamik i marken och utlakning. Mellby försöksfält 1989–2009. *Ekohydrologi 144*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.

Aronsson, H., Bergkvist, G., Stenberg, M., Wallenhammar, A-C., 2012. *Gröda mellan grödorna -samlad kunskap om fånggrödor*. Jönköping: Jordbruksverket, Rapport nr 21.

Bergström, L., 2013. Phosphorus Leaching from Two Soils with Catch Crops Exposed to Freeze-Thaw Cycles. *Agronomy Journal*, (105), s. 803–811.

Engström, L., Lindén, B., Aronsson, H., Stenberg, M., 2008. *Höstraps och ärter i växtföljden -metoder att minimera en ökad risk för kväveutlakning*. *Precisionsodling (5)*, Skara: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för mark och miljö.

Fogelfors, H., 2015. *Vår mat -odling av åker- och trädgårdsgrödor*. Lund: Studentlitteratur.

Josefsson, A-S., 1996. *Growth of catch crops undersown in spring cereals and effects on main crop and weeds*. u.o. Sveriges lantbruksuniversitet: Institutionen för växtodlingslära.

Koppelmäki, K., 2011. *Havaintokoe 2010: Härkäpavun aluskasvikoe 1 (Lapinjärvi)*. RaHahanke, u.o. Uudenmaan ELY-keskus.

Koppelmäki, K., 2013. *Havaintokoe 2010: Härkäpavun aluskasvikoe 2 (Lapinjärvi)*. RaHahanke, u.o. Uudenmaan ELY-keskus.

Koppelmäki, K., 2013. *Havaintokoe 2012: Härkäpavun aluskasvikoe 1 (Lapinjärvi)*. RaHahanke, u.o. Uudenmaan ELY-keskus.

Känkänen, H., 2010. *Undersowing in a northern climate: effects on spring cereal yield and risk of nitrate leaching*. Doctoral Dissertation. Tampere: Juvenes Print Oy.

Känkänen, H., 2012. Gör åkern grönare med fång- och täckgrödor. *Näringslakningen under kontroll*. (2) u.o. Nylands NTM-central.

Känkänen, H., 2015. Alus- ja kerääjäkasvit suojaavat ja parantavat maata. i: N., Toukoluoto & S., Peltonen red. *Viljelykiertojen monipuolistaminen- Tieto tuottamaan 141*. s. 83–90. Borgå: Bookwell.

Känkänen, H., 2017. Utnyttja fånggrödor effektivt. *Lantbrukskalendern 2018* (273), s. 138–147. Helsingfors: Svenska lantbrukssällskapens förbund.

Känkänen, H., Eriksson, C., 2007. Effects of undersown crops on soil mineral N and grain yield of spring barley. *European Journal of Agronomy* (2), s. 25–34.

Känkänen, H., Keskitalo, M., Riiko, K., 2011. *Keräjäkasvit -tutkimuksesta käytännön kokemuksiin*. TEHO-hankkeen julkaisu 4. Helsinki: Edita Prima.

Lemola, R., Turtola, E., Eriksson, C., 2000. Undersowing Italian ryegrass diminishes nitrogen leaching from spring barley. *Agricultural and Food Science in Finland*. (9) s. 201–215.

Lemola, R., Valkama, E., Suojala-Ahlfors, T., Känkänen, H., Turtola, E., Heikkinen, J., Koppelmäki, K., 2004. *Fånggrödor -nytta för odlaren och miljön*. TEHO Plus-projektets publikation 8. Tammerfors: TEHO Plus-projektet.

Lindén, B., Roland, J., Carlgren, K., Engström, L., Tunared, R., 1997. *Jämförelser mellan odlingssystem med konventionell och minimerad jordbearbetning, med och utan fånggrödor: Växtproduktion, kväveförluster och synpunkter på ekonomi*. Serie B Mark och växter. Skara: Institutionen för jordbruksvetenskap: Rapport nr 2.

Livsmedelsverket, 2019. Ympäristösitomuksen kalenteri. [Online]

<https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/viljelijat/tuet-ja-rahoitus/ymparistokorvaus/ymparistositoumuksen-kalenteri.pdf> [hämtat 14.3.2019].

Nordling, K., 2017. Odling av foderärt. *Lantbrukskalendern 2018* (273), s. 149–150. Helsingfors: Svenska lantbrukssällskapens förbund.

Olofsson, S., 1998, *Håll kvar kvävet på gården med fånggrödor*. Jordbruksinformation, u.o. Jordbruksverket.

Påhlsson, O., 2006. *Senap och rättika som fånggrödor*. Jönköping: Jordbruksverket.

Qvarnström, I., 2018, *Olika fånggrödor i korn: konkurrensen med huvudgrödan och höståterväxten*. Examensarbete för Agrolog (YH). Yrkehögskolan Novia, Utbildning för naturbruk och miljö. Raseborg.

Riesinger, P., 2006a. *Grunder för ekologisk växtodling (Del I, Marken)*. Vasa: FRAM.

Riesinger, P., 2006b. *Grunder för ekologisk växtodling (Del II, Växtnäring)*. Vasa: FRAM.

Riesinger, P., 2006c. *Grunder för ekologisk växtodling (Del IV, Växtodling och förädling av foder)*. Vasa: FRAM.

Riesinger, P., 2018. Fånggrödor – till bondens nytta. *Landsbygdens Folk* 26.1.2018, s. 14–15.

Sjursen, H., Brandsæter, L., Netland, J., 2011. Effects of repeated clover undersowing, green manure ley and weed harrowing on weeds and yields in organic cereals. *Acta Agriculture Scandinavia, Section B -Soil & Plant Science* (62) s. 138-150.

Weidow, B., 2018, *Växtodlingens grunder*, Litauen: Balto Print.

Statistisk analys av fånggrödans inverkan på biomassaskörd av ärt

| | | Nolled- Engelskt rajgräs | Nolled- Engelskt rajgräs +vitklöver | Nolled- Timotej |
|--|--------------|--------------------------------|--|--------------------|
| Observerat medeltal | m | 154,15 | 459,65 | 459,38 |
| Medeltal enligt H_0 | μ | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Standardavvikelse | SD | 490,335 | 591,50535 | 173,59625 |
| Sampelstorlek | n | 4 | 4 | 4 |
| Skillnad i medeltal | Δm | 154,15 | 459,65 | 459,38 |
| Standardfel | SE | 245,17 | 295,75 | 86,80 |
| Kritiskt t -värde | | 3,18 | 3,18 | 3,18 |
| Konfidensintervall (95 %) för estimerat medeltal | CI - CI + | -626,08 934,38 | -481,57 1400,87 | 183,14 735,61 |
| Resultat: | | | | |
| t -värde | t | 0,63 | 1,55 | 5,29 |
| Frihetsgrader | df | 3 | 3 | 3 |
| p -värde | p | 0,574 | 0,218 | 0,013 |

Statistisk analys av skillnaderna mellan biomassaskörden för fånggrödorna

| | | Engelskt rajgräs - Engelskt rajgräs +vitklöver | Engelskt rajgräs- Timotej | Engelskt rajgräs +vitklöver - Timotej |
|---|--------------|--|---------------------------------|--|
| Observerat medeltal | m | -2,14 | -10,46 | -8,32 |
| Medeltal enligt H ₀ | μ | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Standardavvikelse | SD | 2,41 | 14,33 | 12,08 |
| Samplstorlek | n | 4 | 4 | 4 |
| Skillnad i medeltal | Δm | -2,14 | -10,46 | -8,32 |
| Standardfel | SE | 1,21 | 7,17 | 6,04 |
| Kritiskt <i>t</i> -värde | | 3,18 | 3,18 | 3,18 |
| Konfidensintervall (95 %) för estimerat medeltal | CI - CI + | -5,98 1,69 | -33,27 12,35 | -27,55 10,91 |
| Resultat: | | | | |
| <i>t</i> -värde | <i>t</i> | -1,78 | -1,46 | -1,38 |
| Frihetsgrader | df | 3 | 3 | 3 |
| <i>p</i> -värde | <i>p</i> | 0,174 | 0,241 | 0,262 |

Bilaga 3

Statistisk analys av fånggrödans inverkan på biomassavikten av ogräs i samband med skörd av ärt

| | | Nolled-Engelskt rajgräs | Nolled-Engelskt rajgräs +vitklöver | Nolled-Timotej |
|--|--------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Observerat medeltal | m | 0,67 | 4,82 | 6,30 |
| Medeltal enligt H_0 | μ | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Standardavvikelse | SD | 26,832 | 12,634 | 20,058 |
| Sampelstorlek | n | 4 | 4 | 4 |
| | | | | |
| Skillnad i medeltal | Δm | 0,67 | 4,82 | 6,30 |
| Standardfel | SE | 13,42 | 6,32 | 10,03 |
| Kritiskt t -värde | | 3,18 | 3,18 | 3,18 |
| Konfidensintervall (95 %) för estimerat medeltal | CI - CI + | -42,03 43,36 | -15,29 24,92 | -25,62 38,22 |
| | | | | |
| Resultat: | | | | |
| | | | | |
| t -värde | t | 0,05 | 0,76 | 0,63 |
| Frihetsgrader | df | 3 | 3 | 3 |
| p -värde | p | 0,964 | 0,501 | 0,574 |

Bilaga 4

Statistisk analys av fånggrödans inverkan på biomassavikten av ogräs i samband med provtagningen för höståterväxten

| | | Nolled-Engelskt rajgräs | Nolled-Engelskt rajgräs +vitklöver | Nolled-Timotej |
|--|--------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Observerat medeltal | m | 21,58 | -13,41 | 5,34 |
| Medeltal enligt H_0 | μ | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Standardavvikelse | SD | 90,81 | 70,87 | 80,87 |
| Sampelstorlek | n | 10 | 10 | 10 |
| | | | | |
| Skillnad i medeltal | Δm | 21,58 | -13,41 | 5,34 |
| Standardfel | SE | 28,72 | 22,41 | 25,57 |
| Kritiskt t -värde | | 2,26 | 2,26 | 2,26 |
| Konfidensintervall (95 %) för estimerat medeltal | CI - CI + | -43,37 86,54 | -64,11 37,28 | -52,51 63,19 |
| | | | | |
| Resultat: | | | | |
| | | | | |
| t -värde | t | 0,75 | -0,60 | 0,21 |
| Frihetsgrader | df | 9 | 9 | 9 |
| p -värde | p | 0,471 | 0,564 | 0,839 |