

Kan samodling med ärt och havre minska problem med ärtrotröta (*Aphanomyces euteiches*)?

Peter Finnfors



Kan samodling med ärt och havre minska problem med

ärtrotröta (*Aphanomyces euteiches*)?

Could intercropping with pea and oats reduce *Aphanomyces euteiches*?

Peter Finnfors

Handledare: Georg Carlsson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Helene Larsson Jönsson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Examensarbete inom lantbruksvetenskap

Kurskod: EX0743

Program/utbildning: Lantmästare - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2016

Omslagsbild: Peter Finnfors

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Ärtrotröta, samodling, havre, ärtor, baljväxter



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi

FÖRORD

Lantmästare - kandidatprogrammet är en 3 årig universitetsutbildning vilken omfattar 180 högskolepoäng. Detta arbete utgör en del i kandidatexamen, skrivs vid LTV-fakulteten på SLU Alnarp och omfattar 15 hp. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Arbetsinsatsen har motsvarat minst 10 veckors heltidsstudier (15 hp).

Jag har själv varit intresserad av ärtodling och ville därför undersöka möjligheterna med samodling. Tidigare erfarenheter genom arbete på Findus AB, har gjort att jag påträffat sjukdomen ärtrotröta *Aphanomyces euteiches*. Det har gjort att jag blivit intresserad av sjukdomen och med detta arbete skulle vilja undersöka om en samodling kan reducera uppförökningen på ärtorna. I min undersökning valde jag att använda havre eftersom jag har läst att den kan reducera ärtrotröta.

Ett varmt tack riktas till Findus AB och Anna-Kerstin Arvidsson, som lät mig få komma och göra försöket i deras växthusanläggning.

Doktor Helene Larsson Jönsson har varit examinator.

Alnarp maj 2016

Peter Finnfors

Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING	3
SUMMARY	4
INLEDNING	5
BAKGRUND	5
SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNING, HYPOTES	5
GENOMFÖRANDE OCH AVGRÄNSNING	6
LITTERATURSTUDIE	7
ODLING	7
ROTPATOGENER	7
SJKDOMAR	8
REDUKTION AV ROTPATOGENER	9
HAVRENS SAPONINER	11
KVÄVEFIXERING	11
KLIMATPÅVERKAN	11
MATERIAL OCH METOD	13
FÖRSÖKSUPPLÄGGNING	13
PLANTERING	13
FÖRSÖKET	14
INDEXERING	14
RESULTAT	15
INDEXSAMMANSTÄLLNING	15
BILDER	16
SKILLNADER MELLAN SERIER OCH FÖRSÖKSLED	17
DISKUSSION	19
MITT RESULTAT	19
ANDRA MÖJLIGHETER	20
REFERENSER	22

SAMMANFATTNING

Baljväxter är en intressant gröda inom lantbruket då de har förmågan att fixera sitt eget kväve och genererar en positiv miljöeffekt då mindre kväve behöver tillföras. I Sverige används endast cirka två procent av den totala åkerarealen för odling av baljväxter. Med en intensivare odling av baljväxter ökar även risken för fler växtföljdssjukdomar.

Aphanomyces euteiches är en patogen som angriper bland annat ärtor. Studier från Minnesota visar att havre har en reducerande effekt på *Aphanomyces euteiches* tack vare dess saponiner. Havrens saponiner kallas avenacin och har en antifungisk verkan och fungerar därmed som ett skydd mot patogener. Syftet med studien var om man kunde bekräfta havrens förmåga att reducera *Aphanomyces euteiches*. Som metod har en observationsstudie av en försöksodling genomförts. Försöket bestod av en samodling i växthus av havre & ärt kontra endast ärt. För att observera skillnaden gjordes två försökserier med olika ingångs värden baserade på DSI (Disease Severity Index). En serie med lägre sjukdomsindex (10-20) och en med ett högre sjukdomsindex (30-50). Varje serie bestod av två led, varav det ena med havre & ärt samt det andra med endast ärt. För att kvantifiera angreppen av ärtrottröta på ärtplantornas rötter utvärderades de genom gradering av sjukdomsindex efter fyra veckors odling. Resultat i observationen visade inga signifikanta skillnader mellan försöksleden, vilket betyder att havrens förmåga att reducera ärtrottröta inte kunde bekräftas. Studien kan dock inte omkullkasta tidigare resonemang eftersom många faktorer påverkar utgången av resultatet. Till exempel har den havresort som användes inte bekräftats innehålla avenacin. Vidare kan det höga plantantalet i samodlingsleden ha påverkat resultatet. Baserat på vetenskap om växtföljdsjukdomar som drabbar baljväxter idag, bör odling ha potential att i helhet kunna öka i Sverige.

SUMMARY

Legumes are an interesting crop in agriculture since they have the capability of fixing their own nitrogen, which has environmental benefits by reducing the need to apply nitrogen fertilizers. In Sweden, only two percent of the total arable land is used for cultivation of grain legumes (such as faba bean and pea). A more intensive cultivation of legumes might increase the risk of multiple crop rotation diseases. *Aphanomyces euteiches* is one of those pathogens that can have severe effects on peas. Studies from Minnesota, USA shows that oat has a reducing effect on *Aphanomyces euteiches* thanks to its saponins. Oat saponins are called avenacin and it creates an antifungal effect. The purpose of this study was to test if oats can reduce *Aphanomyces euteiches* by intercropping. The method was an observational study of a green house experiment, consisting of intercropping oat & pea versus only pea. To evaluate the potential disease-reducing capacity of oats in different conditions, two series were performed with soil which was known to have different disease pressure (disease severity index; DSI). One of the series had a lower input value (DSI 10-20) and the other had a higher input value (DSI 30-50). Each series consisted of two treatments, each with five pots where peas were grown either alone or together with oats. To quantify the attacks of *Aphanomyces euteiches*, the DSI of the pea plants was graded after four weeks cultivation. Results of the observation showed no significant differences between the treatments. However, the results of this study do not need to reject previous findings, since factors influence the final result. The Oat variety is not confirmed to contain avenacin, and it is possible that the higher plant density in intercropping pots affected the result. Based on existing knowledge about crop rotation diseases, it should be possible to make a big increase in cultivation of legumes in Sweden.

INLEDNING

Bakgrund

Baljväxter är en intressant gröda inom lantbruket då de har förmågan att fixera sitt eget kväve och genererar en positiv miljöeffekt då mindre kväve behöver tillföras (Fogelfors, 2015). Med en mer intensivare odling av baljväxter ökar även risken för fler växtföljdssjukdomar, vilket man kanske inte alltid reflekterar över. Ärtrotrötan (*Aphanomyces euteiches*) förekommer inom ärtodlingen och kan ge påtagliga skördeförstärningar på kort och lång sikt. Vattenmättade förhållanden och återkommande värdväxter gynnar också ärtrotrötan.

För att reducera förekomsten av ärtrotröta rekommenderas att odlingen inte upprepas mer än vart sjätte år. Likväl kan man dra slutsatsen att baljväxter borde värderas som samma gröda i en växtföljd (Salt & Delany, 1985). Lusern, fodervicker, sötväppling och phaseolus böna är några av de grödor som fungerar som värdväxter för ärtrotrötan (Levenfors, et al., 2001). Havre innehåller saponiner och avenacin. Dessa ämnen kan fungera som ett gift mot zoosporbildande svampar så som *Aphanomyces euteiches* (Olsson, et al., 2013). En samodling med havre och ärter kan därmed leda till en reducerad förekomst av ärtrotröta.

Av baljväxterna har jag lagt mer fokus på ärtodlingen. Ärtodlingen i Sverige de fem senaste åren har varit i snitt 15600 hektar per år. Vilket motsvarar mindre än 0,7 procent av åkerarealen som odlas i Sverige. Grödan odlas i väldigt liten utsträckning och generellt så odlas det förhållandevis lite trindsäd i Sverige (Sveriges officiella statistik, 2015).

Syfte och frågeställning, hypotes

Anledningen till att jag valt att göra detta arbete är för att skapa mer förståelse kring växtföljdssjukdomar med fokus på ärtrotröta (*Aphanomyces euteiches*). Jag ser ett stort bekymmer att vi inte kan odla kvävefixerande grödor allt för ofta i växtföljden då de tenderar att dela med sig av sina sjukdomar. Fler kvävefixerande grödor borde leda till en reducerad användning av handelsgödsel vilket även bör leda till en mildare påfrestning på klimatet. I mitt arbete kommer jag lägga fokus på om uppförökningen av ärtrotröta (*Aphanomyces euteiches*) går att reducera. Och i mitt försök sker det genom en samodling med havre. Jag hoppas mitt arbete kan bli vägledande till intresset för andra som söker sig mer fördjupande kring denna fråga. Min hypotes lyder: Jag tror att angreppen av ärtrotröta kan komma att reduceras vid en samodling med havre.

Genomförande och Avgränsning

Undersökningen skedde i form av en observationsstudie med odling i kruka i växthus. Dock var jorden smittad för att tydligt kunna se om uppförökning visade sig. Observationen bestod av två observationsserier. Varav den ena hade ett lägre ingående smittotryck respektive den andra ett högre. Havre samodlades tillsammans med ärtor i krukor. Jorden härstammade från olika gårdar vilket ledde till att jorden blandades för att kunna skapa en rättvisande bild.

Havresorten hette Symphony varav fem frön planteras tillsammans med tio ärtfrön. Tanken var även att göra ett *Aphanomyces* test innan odlingen och ett efter odlingen. Separat jord är sparades för att analyseras som referensjord. Denna analys saknade svar innan inlämning så den har undantagits från studien.

I detta arbete läggs delvis vikt på konservärtodlingen. Men jag kan tycka att det är fel att avgränsa sig där då man de facto med samma gröda i foderärt och kokärter kan få samma problem men att de som odlar kanske inte reflekterar över det.

LITTERATURSTUDIE

Odling

Sveriges åkermark 2015 bestod av cirka 2 586 000 hektar. Av denna areal stod åkerbönor & ärter för 48 889 hektar. Alltså på 1,9 procent av Sveriges åkermark använder man sig av dessa grödor. (Sveriges officiella statistik, 2015). Odlingen bör helst inte återkomma oftare än inom fem till sju år i växtföljden pga. ärtrotrötan som påverkar avkastningen (Fogelfors, 2015). För att skapa en bild av hur stor del som skulle kunna odlas av ärter kan man beräkna en sjätte del av åkerarealen vilket motsvarar dryga 16 procent. Denna del skulle kunna ha varit ärter under förutsättning att de är goda odlingsbetingelser och vegetationsperioden räcker till.

Odlingen av ärter 2015 bestod av 22 400 hektar. Av denna areal så låg snitt avkastningen över hela Sverige på 3720 kg per hektar. Den genomsnittligt odlade arealen de senaste fem åren har legat kring 15 600 hektar (Sveriges officiella statistik, 2015). Det tyder på en generell ökning som kan till viss del bero på förändrade stödformer. Förgröningsstöden som nu tillämpas gör att odlare måste uppfylla minst fem procent ekologisk fokus areal. Ekologiska bönder är givet undantagna men för att uppfylla denna nivå kan man etablera kvävefixerande grödor i rent bestånd, alltså ingen samodling. Följande grödor: Ärtor, bönor, sötlupin, vicker, kikärter, lusern och klöver får odlas och beräknas som 0,7 i multiplikatorfaktor för att uppnå fokusarealen. Av 10 hektar ärtor motsvarar 7 hektar ekologisk fokusareal (Jordbruksverket, 2016).

Rotpatogener

Vid odling av ärtor finns risken att man får ärtrotröta vilket orsakas av en rotpatogen vid namn *Aphanomyces euteiches*. Patogenen trivs på jordar med lågt pH och låga kalciumvärden. Även fuktiga förhållanden med syrefattiga jordar är till patogenens fördel (Wikström, 2011). Åkerbönor är befriade från *Aphanomyces euteiches* (se figur 1). Dock kan den bli angripen av *Phytophthora pisi* som är en annan rotpatogen. Denna patogen är inte upptäckt till så stor del i Sverige men den angriper även ärtor. Då grödorna kan vara återkommande i flera växtföljder rekommenderas odlingen inte återkomma mer än vart åttonde år. Ett alternativ är att man kan analysera jorden med indextest (Wikström, 2011).

Aphanomyces euteiches är en algsvamp som behöver vatten för att den skall transporteras i jorden, vilket är avgörande för deras spridning. Oosporer och zoosporer bildas. Oosporerna är vilande och angriper ärtplantan när ärtor odlas då dessa antingen gror eller utvecklar svärmsporer (zoosporer) som med hjälp av vatten tar sig till rötterna (Bodker & Larsson, 1993). Angreppen gör att rötterna missfärgas och får en gulaktig nyans, det blir ett sorts rötangrepp på plantan som förvärras under växtperioden och blir mörkare. I mikroskop kan man tydligt se Oosporena och drar man upp en planta så kan man enkelt okulärt bedöma rötan (Bodker & Larsson, 1993). Ärtrotrötan kan orsaka

betydande skördeförluster och i starkt smittande fält kan förlusterna bli totala (Wikström, 2011).

Sjukdomar

Tabell 1. Kända helt eller delvis jordburna sjukdomar på baljväxter i Sverige (Levenfors, et al., 2001). Illustrerad av P Finnfors.

Baljväxt	Sjukdom	Orsakande svamp
Phaleous- böna	Groddbrand	<i>Pythium spp.</i> , <i>Rhizoctonia solani</i>
	Svartröta	<i>Thielaviopsis basicola</i>
	Fusarium-rottröta	<i>Fusarium spp.</i>
Lusern	Phorma-röta	<i>Phomamedicaginis</i>
	Vissnesjuka	<i>Verticillium dahliae</i>
	Ärtrottröta	<i>Aphanomyces euteiches</i>
Rödklöver	Rottröta	<i>Fusarium spp.</i>
	Klöverröta	<i>Sclerotinia trifolium</i>
	Groddbrand	<i>Pythium spp.</i>
Vitklöver	Groddbrand	<i>Pythium spp.</i> , <i>Fusarium spp.</i>
	Rottröta	<i>Fusarium spp.</i>
	Stolon- och rottröta	<i>Cylindrocarpon spp.</i> , <i>Phoma spp.</i> , <i>Colletotrichum spp.</i>
Åkerböna	Chokladfläcksjuk a	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>B. fabae</i>
	Rottröta	<i>Fusarium spp.</i> , <i>Rhizoctonia spp.</i> , <i>pythium spp.</i> , <i>Phoma spp.</i> , <i>Cylindrocarpon spp.</i>

Enligt tabell 1 visar man vilka baljväxter som är smittbärare av jordburna sjukdomar. En ökning av baljväxt odlingen skulle även kunna generera fler smittbärande sjukdomar (Levenfors, et al., 2001). *Phytophthora pisi* är inte med i tabellen men går in under åkerböna och ärt (Wikström, 2011). Det är inte bara *Aphanomyces* som är ett bekymmer utan även andra sjukdomar ställer till stora bekymmer för baljväxtodlingen (Levenfors, et al., 2001).

Reduktion av rotpatogener

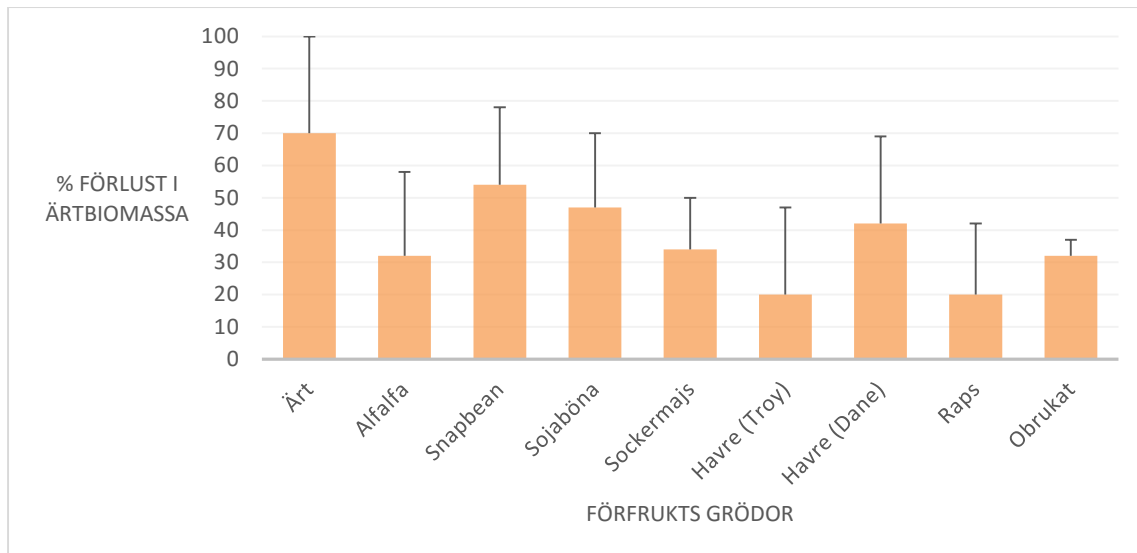
Phytophthora pisi sprids på liknande sätt som *Aphanomyces euteiches*. Det går att reducera uppförökningen av rotpatogener med hjälp av väl-dränerade fält och en anpassad växtföljd. Högre pH värden hämmar också uppförökningen (Wikström, 2011). I försök som gjorts i Minnesota har man visat att havre som grüngödslingsgröda direkt innan en ärtodling kan stimulera en reduktion av *Aphanomyces euteiches*. Dock ser man en viss variation mellan olika havre sorter. I försöket använde man sig av havre sorterna Troy och Dane (Williams-Woodward, et al., 1997).

Försöket i Minnesota gick ut på att man kontaminerade samtliga jordar med lika mycket *Aphanomyces euteiches*. Sedan odlade man fram åtta olika grüngödslings alternativ i respektive krukor under en fem veckors period. Antalet plantor varierade från grüngödslingsgröda, likväl mängden biomassa (se tabell 2). Därefter klipptes plantorna ner till 0,5- 1cm bitar och blandades in i jorden. 4 veckor senare när nedbrytningen hade påbörjats planterades tre ärt frön i respektive kruka (Williams-Woodward, et al., 1997).

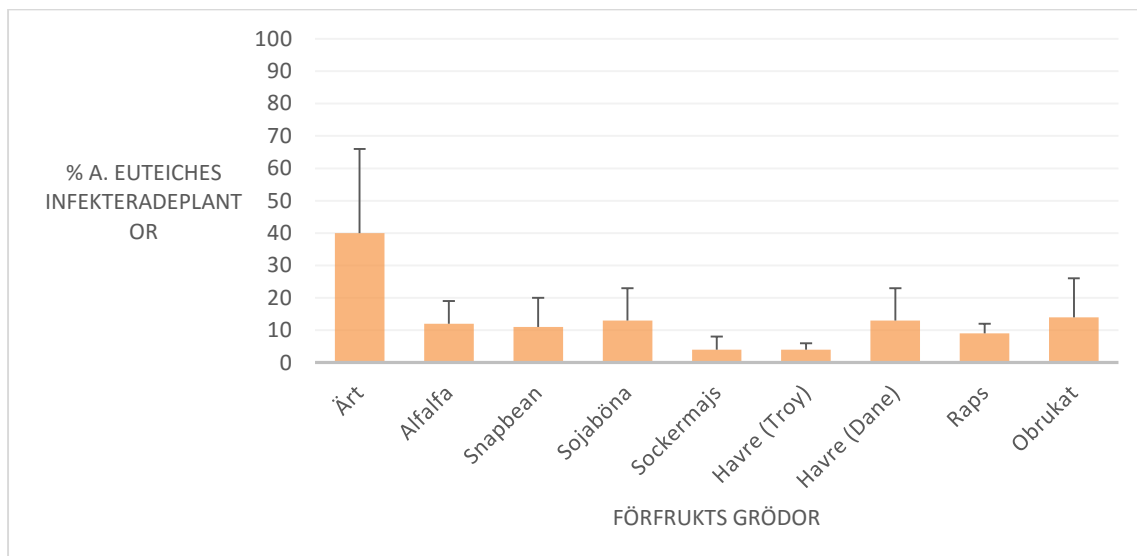
Tabell 2. Antal plantor odlade i kruka med 0,8 liter jord och summa mängd biomassa inklusive rötter för respektive fånggröda (Williams-Woodward, et al., 1997). Illustration P.Finnfors.

Grüngödslingsgröda	Antal plantor	Biomassa inkl. rötter (g)
Ärt	3	7,8
Alfalfa	4	3
Snapbean	2	16,4
Sojaböna	1	8,1
Sockermajs	1	18,5
Havre (Troy)	3	7,9
Havre (Dane)	3	7,9
Raps	4	7,1

I försöket tog man även hänsyn till hur förfrukten påverkade mängden ärtbiomassa (se figur 3). Det visades att sockermajs, raps och havre hade en positiv effekt mot *Aphanomyces euteiches* (Se figur 4). Dock varierade havrens påverkan beroende på sorthärkomst. Sorten Troy gav bättre effekt än Dane. Sockermajs och havresorten Dane påverkade även ärtbiomassa negativt. Resultatet av försöket visade att raps och havre (Troy) reducerade *Aphanomyces euteiches* (Williams-Woodward, et al., 1997).



Figur 3. Illustration som beskriver förlusten av ärt biomassa i relation till icke grön gödslat led (Williams-Woodward, et al., 1997). Omarbetad av P Finnfors.



Figur 4. Illustration som visar angreppen av *Aphanomyces euteiches* på total antalet ärtplantor (Williams-Woodward, et al., 1997). Omarbetad av P Finnfors.

Anledning varför havre kan reducera *Aphanomyces euteiches* är att det innehåller avenacin och saponiner som hämmar groningen och bildandet av Oosporer (Williams-Woodward, et al., 1997). Nedbrytning av växtrester har visat att de kan påverka patogennivåerna i jorden. Det gäller även kålväxter d.v.s. växtfamiljen Brassicaceae (Levenfors, 2003). Dessa innehåller glukosinolater som kan hämma *Aphanomyces euteiches*, samt även andra negativa patogener (Hossain, et al., 2012).

Det finns även andra studier där man fokuserat på havrens skörderester och markpackning där man visar att havren reducerar *Aphanomyces euteiches*. I försöket som genomfördes i Minnesota såddes havre efter ärtor. Havren såddes 29 augusti och frosten kom den 5 oktober då den var cirka 50 centimeter hög. Först 17 oktober kultiverades den. De ansåg att när man kultiverar havren istället för att plöja så får man

in växtresterna i jordens översta 10 centimeter. Våren därpå såddes ärtor. Detta reducerade därmed *Aphanomyces euteiches* angreppen då havren frigör saponiner under sin nedbrytning som förgör *Aphanomyces euteiches* zoosporer. Försöket visade även positiva skillnader i ärtmassa och ärt frön (Fritz, et al., 1995).

Havrens saponiner

Till skillnad från övriga spannmålsgrödor eller enhjärtbladiga växter så producerar havre saponiner i större utsträckning liknande vissa tvåhjärtbladiga växter (Osbourn, 2002). Havre är inte heller lika mottaglig mot stråsådens växtföljdsjukdomar (Fogelfors, 2015). Havrens saponiner kallas Avenacin och har en antifungisk verkan och fungerar därmed som ett skydd mot patogener. Den största delen av Avenacin finns i epidermis i havrens rotpets. Det är dock skillnader mellan olika havresorter. Vissa sorter producerar mer Avenacin än andra. Variationen är stor och sträcker sig genom hela *Avena* släktet (*Avena ssp*). Avenacin är dock begränsad till *Avena* släktet vilket gör att de utmärker sig från övrig stråså (Osbourn, 2002). Man har även lyckats visa i sockerbetor att *Aphanomyces cochliformis* som är en sorts röta på sockerbetor. Kan reduceras ifall man odlar havre på hösten inför en betodling (Olsson, et al., 2013).

Kvävefixering

Ärtor har som andra baljväxter möjligheten att fixera sitt kväve (N_2) från luften. Detta gör de i symbios med markbakterier som bland annat kallas rhizobium-bakterier. Den jordlevande bakterien når växten genom att tränga sig in i rothåren, vilket leder till knölbildning. Kvävefixeringen ökar fram till blomning, anledning till avtagandet är att plantan fokuserar mer på baljsättning och därmed blir det en annan energiprioritering (Johansson, 1999). Kvävefixeringen kan variera från baljväxter men för ärtor fixerar de kring 100-200kg kväve per hektar. (Johansson, 1999).

Klimatpåverkan

Lantbruket anses stå till stor del av Sveriges klimatutsläpp även om det endast står till 15 procent av total utsläppen enligt vissa beräkningar. Anledningen till detta är inte att lantbruket släpper ut koldioxid (CO_2). Problemet är metangas (CH_4) och lustgas (N_2O). För att mäta klimatpåverkan har man beräknat om utsläppen till kg/ekvivalenter. I detta fall motsvarar 1 kg metangas (CH_4) 25 kg koldioxidekvivalenter (CO_2e). Utsläppen av metangaser härleder till störst del ifrån animalieproduktionen. Lustgasavgången har ännu större påverkan då 1 kg (N_2O) motsvarar 298kg koldioxidekvivalenter (CO_2e) (Andersson, et al., 2011). Lustgasavgången varierar beroende på brukningssätt och jordens sammansättning. Den är svår att förhindra då det inträffar när denitrifikation sker. Det som sker är alltså att nitrat omvandlas till gaser som kvävgas och lustgas (Fogelfors, 2015). Lustgasemissionen sker inte i så stor utsträckning hela tiden utan den ger som störst avtryck vid exempel ett kraftigt regnfall direkt efter gödsling. Då är

mycket kväve tillgängligt och syret blir begränsat. Mycket kväveföreningar i marken och en jord som lider av syrebrist gör generellt upphov till mer lustgasavgång (Andersson, et al., 2011).

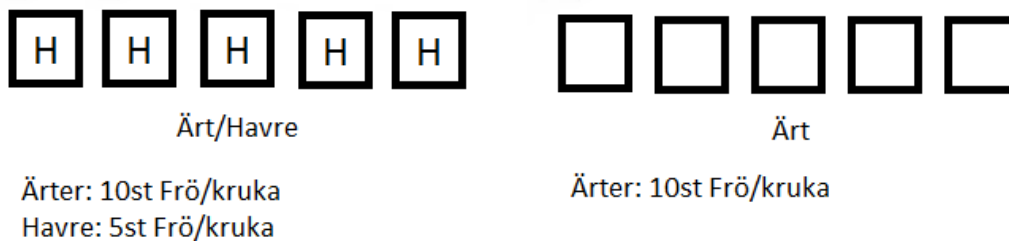
Flertalet studier visar på att baljväxtodlingar har en betydligt lägre lustgas och CO₂ emission än andra grödor där man tillför kväve. Odlingarna bidrar även till mer kolinlagring, då grödan har en bättre stimulerande förmåga att förse grödan med kväve så att kolupptaget blir bättre. Det finns mätningar som visar att under en växtsäsong så är lustgasemissionen från kvävegödslade marker kring 3,22 kg per hektar. Medan lustgasemissionen från baljväxter är mindre än hälften och kretsar kring 1,29 kg per hektar (Jensen, et al., 2011). Scenariot är även beroende över faktorer såsom klimat, jord och vilka växtodlingsåtgärder som har åtagits. Till viss del reducerar man även förbrukningen av fossila bränslen då man undviker kvävegödsling. Från att kvävet produceras till att det körs ut (Jensen, et al., 2011). År 2015 bestod 1 040 829 hektar av Sveriges åkerareal av spannmål. Vilket motsvarar ca 40 procent av den totala åkerarealen (Sveriges officiella statistik, 2015). Sveriges ekologiska areal är ca 16 procent av den totala åkerarealen (Sveriges officiella statistik, 2014). Det betyder att denna andel inte gödslas med handelsgödsel. Det gör att denna areal får en positivare beräkning av lustgasemission (Jensen, et al., 2011). Plöjningsfri odling kan reducera utsläppen med i snitt 700 kg CO₂ ekvivalenter per hektar. Detta motsvarar 200 kg kol som lagras in i marken (Bioenergienheten, 2009). Sveriges transport står idag för utsläpp på ca 25 miljoner ton CO₂ ekvivalenter (Trafikverket, 2014)- Lantbruket står idag för ca 13 procent av de totala utsläppen vilket omfattar allt från lustgasavgång till idisslare. Varav Sveriges totala utsläpp är på dryga 54 000 miljoner ton. Och i skogsbruket hävdar man att det sker en reduktion av växthusgaser och genererar därmed ett upptag på 46 503 miljoner ton CO₂ ekvivalenter (Naturvårdsverket, 2014).

MATERIAL OCH METOD

Försöksuppläggning

Försöket genomfördes genom odling i växthus hos Findus AB i Bjuv. Jorden var indexerad (se nedan) av Findus sedan tidigare och fick deras referensvärden som försökets ingångsvärden. Försöket lades upp med två stycken serier. Krukorna omfattade ca 0,8 liter jord. Varje serie bestod av tio stycken krukor varav fem krukor odlades med havre.

Plantering



Figur 5. Serieuppsättning med 10 stycken krukor.

- Serie 1: Jorden var kontaminerad med *Aphanmyces euteiches* enligt ett index som kretsar mellan 30-50 i Index.
- Serie 2: Jorden var kontaminerad med *Aphanmyces euteiches* enligt ett index som kretsar mellan 10-20 i Index.

Havresorten var Symphony och kommer från Svenska foder. Ärtsorten är en av Findus egna sorter som de har i sina provodlingar. För att uppnå tillräcklig mängd jord användes jordar med olika lerhalter från olika gårdar. Dock med samma indexskala för att kunna ge en rättvisande bild. Jordarna blandades i en balja med hjälp av skruvdragare med visp. Precis som när man blandar bruk i mindre satser, dock utan vatten. Sedan fördelades jorden ut i krukorna. Varken pH värde eller lerhalt tas hänsyn till i detta försök. Då jorden blandades med olika mängder från tidigare respektive prov finns inget verkligt värde för pH. Men man kan skapa en uppfattning med nedanstående tabell som visar jordarnas pH värden innan blandning. Generellt var jordarnas pH kring 6.

Tabell 3. pH värden på jordarna innan blandning.

Index 10-20		Index 30 – 50	
Jordprov	pH	Jordprov	pH
prov 1	5,4	prov 1	6,1
prov 2	6,2	prov 2	6,0
prov 3	5,8	prov 3	6,2
prov 4	5,9	prov 4	6,7
prov 5	6,6	prov 5	6,6
prov 6	6,2	prov 6	6,8
Medel	6,02	Medel	6,4

Försöket

Försöket är en observationsstudie som gick ut på att odla havre och ärtor tillsammans i en jord smittad av *Aphanomyces euteiches* för att se om havren hade någon inverkan på omfattningen av *Aphanomyces euteiches* angrepp på ärrötterna. Detta skulle mätas med hjälp av Findus metod som de använder för att indexera smittangreppen i jorden. Jordarna vattnades rikligt med vatten dagligen och hade en generell temperatur på dryga 20 grader Celsius under sina 4 veckor av tillväxt.

Indexering

För att bedöma smittangreppen användes Disease Severity Index även nämnd som DSI (Persson, et al., 1997). Bedömning gjordes utifrån följande skala, dock utan Indexskala 10:

- 0: Frisk planta utan symptom.
- 10: Missfärgning med 20 mm av rotsystemet.
- 25: Omkring hälften av rotsystemet är mörkt & angripet.
- 50: Hela rotsystemet är mörkt och angripet.
- 75: Hela rotsystemet + epikotyl (ovanför markytan) är mörkt och angripet.
- 100: Död planta.

Efter 4 veckor avlästes plantorna och respektive planta bedömdes okulärt enligt ovanstående skala.

RESULTAT

Indexsammanställning

Resultaten från indexeringen av plantorna vid försökets slut presenteras i Tabell 4 & Tabell 5.

Tabell 4, Indexsammanställning serie 1, Visar antalet plantor med respektive index.

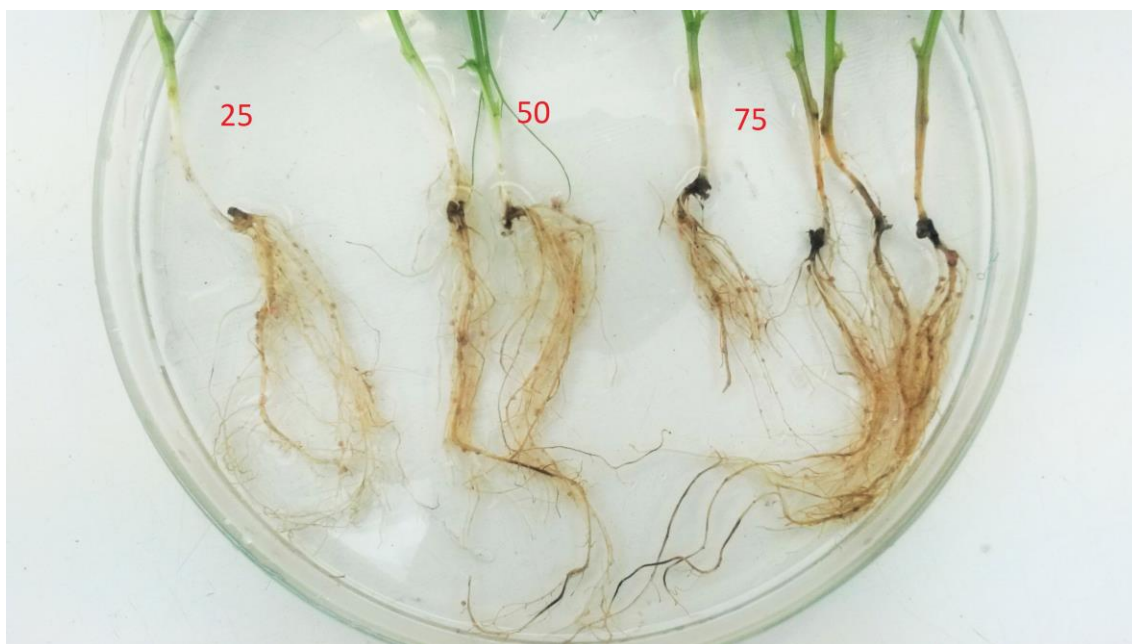
		Index						Index	Index
		0	25	50	75	100	total	medelvärde	medelvärde
								per kruka	per led
Led 1. Index 30-50 Havre	Upprepning								
	1			2	6		8	69	59,25
	2		1	2	7		10	65	
	3		3	2	4		9	53	
	4	2	4	1	3		10	38	
5			1	8		9	72		
								296	
		Index							
		0	25	50	75	100	total		
Led 2. Index 30-50	Upprepning								
	1			3	7		10	68	55
	2		7		2		9	36	
	3			3	7		10	68	
	4			3	7		10	68	
5		7		2		9	36		
								275	

I den första serien överlevde inte alla plantor försöket vilket gjorde att index fördelades på 8 respektive 9 plantor istället för 10 som gällde det generella försöket.

Tabell 5. Indexsammanställning serie 2, Visar antalet plantor med respektive index.

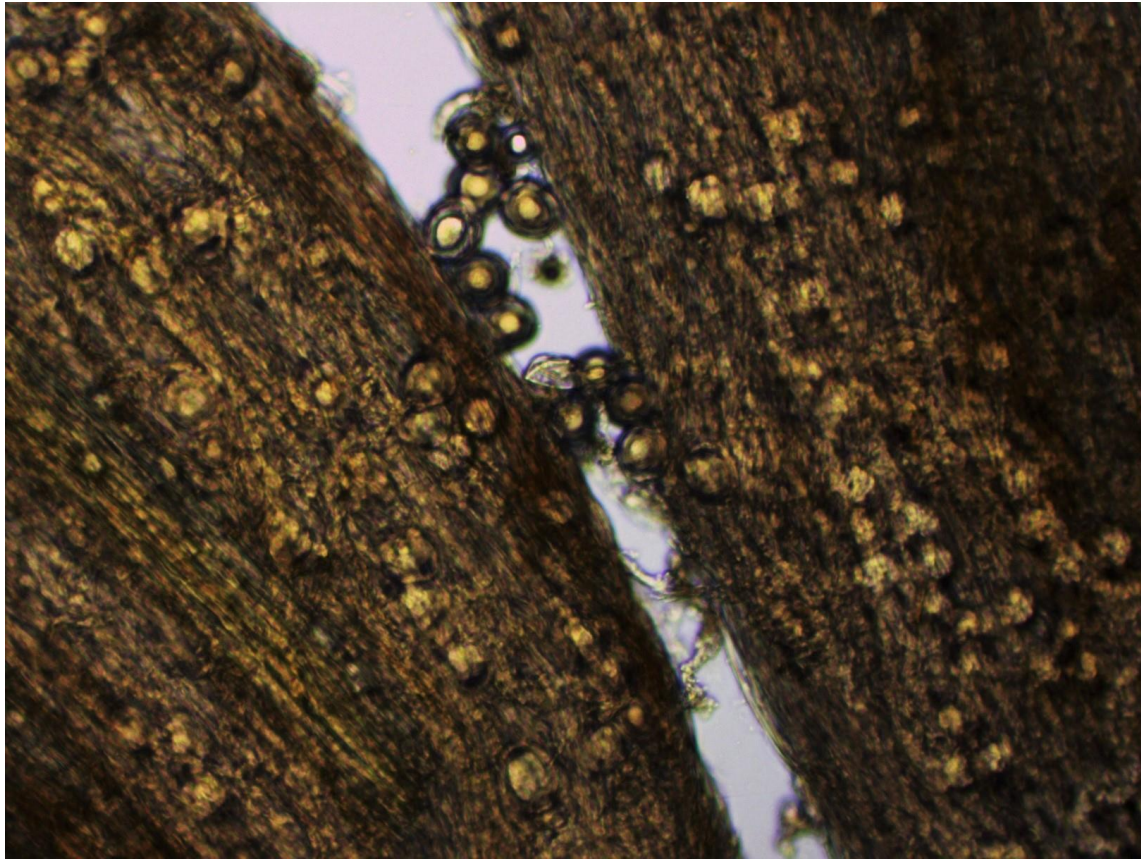
		Index						Index	Index	
		Upprepning	0	25	50	75	100	total	medelvärde	medelvärde
									per kruka	per led
Led 3. Index 10-20 Havre	1	6	3		1		10	15		
	2	5	3	1	1		10	20		
	3	1	7	1	1		10	30		
	4	1	4	1	4		10	45		
	5	5	4	1			10	15		
								125		25
		Index								
		Upprepning	0	25	50	75	100	total		
Led 4 Index 10-20	1	6	4				10	10		
	2	2	5	1	2		10	32,5		
	3	2	6	1	1		10	27,5		
	4	4	6				10	15		
	5	4	6				10	15		
								100		20

Bilder



Figur 6. Plantor från en kruka där Index varierar från indexklassningen 25 – 75.

Fotografi: P.Finnfors



Figur 7. Bilden visar ett kraftigt angrepp av *Aphanomyces euteiches* Oosporer på rotvävnaden från en planta med Index 75. Fotografi: P.Finnfors

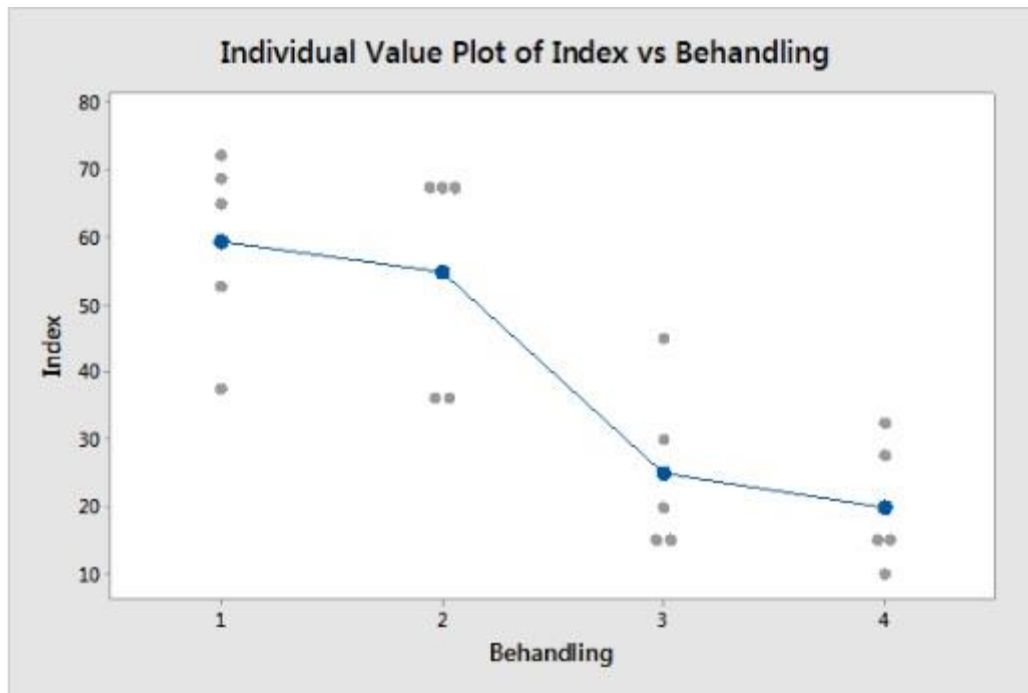
Skillnader mellan serier och försöksled

Tabell 5. Tukey sammanställning

Grouping Information Using the Tukey Method and 95% Confidence

Behandling	N	Medelvärde	Grupp
1	5	59,25	A
2	5	54,94	A
3	5	25,00	B
4	5	20,00	B

Sammanställning och den statistiska analysen visade en signifikant skillnad mellan serierna, men ingen skillnad mellan försöksleden. I ett punktdiagram nedan (figur 8) illustreras en bild av hur stor variationen är inom de olika försöks leden.



Figur 8. Punktdiagram som viser spridningen i respektive led.

DISKUSSION

Mitt resultat

I mitt försök fick jag inte fram den skillnad som jag hade strävat efter. Istället fick jag använda mig av min litteraturstudie där jag sökt information som skulle kunna bekräfta möjligheten kring havres förmåga att reducera *Aphanomyces euteiches*. Hade jag gjort om försöket idag. Hade jag ändrat antalet ärt plantor i krukan. Detta då jag kan jämföra med (Williams-Woodward, et al., 1997) studie då de endast använde 3 stycken frön per kruka. Jag kunde okulärt bedöma att där rådde mer konkurrens i krukorna där havren också var planterad. Se figur 9 & 10 nedan.

Studien omkullkastar inte tidigare resonemang, många faktorer påverkar utgången av resultatet. Havrens betydelse kan också vara avgörande. Man borde kanske med avsikt använt en sort som haft bättre egenskaper. Nu är jag ovetande om sorten Symphony innehåller mycket saponiner. Det kan variera som det gjorde för Williams-Woodward et al (1997) i deras studie. De hade två olika havre sorter varav sorten Troy visade positiv effekt. I min studie fanns det tyvärr inte tid för att ta reda på skillnader i innehåll av avenacin och/eller saponin mellan havresorter som är tillgängliga på den svenska marknaden. Jag lyckades inte heller få kontakt med någon i Sverige som är sakkunnig kring saponiner i havre.



Figur 9. Bilden visar frönas placering i krukan. Fotografi: P.Finnfors



Figur 10. Jämförelse bild vecka 3 in i försöket. Havre med ärt till vänster. Ärtar till höger. Fotografi: P.Finnfors

Andra möjligheter

Baserat på vetenskaplig kännedom om vilka växtföljdsproblem vissa grödor för med sig, borde man beakta detta innan man använder dem i sin växtföljd. Man borde teoretiskt kunna spara en hel del kväve genom att så en kvävefixerande gröda några centimeter ifrån sin huvudgröda för att fixera kväve. När man sedan vill att kvävet skall bli tillgängligt radhackas/klipps den kvävefixerandegrödan av och mineralisering kan ske när nedbrytningen börjar. Likväl skulle detta kunna ske på hösten men då får man beakta att inte förlora kvävet genom urlakning. Som (Jensen, et al., 2011) nämner att man kan reducera med mer än hälften av utsläppen som man gör upphov till med hjälp av baljväxter. En kombination av dessa skulle förhoppningsvis kanske leda till att övriga grödor fick en mer hållbar och ekonomisk produktion.

Genom arbetet vill jag även förespråka att om man ska så ärtor eller andra baljväxter på våren så bör man även redan inför hösten etablerat motsvarande saneringsgröda (fånggröda). En havresort som innehåller mycket avenacin. Man borde kunna dra en parallell med *Aphanomyces euteiches* och andra rotpatogener. Kanske fungerar avenacin på andra patogener. Det har ju visat sig att havre även har en viss verkan på *Aphanomyces cochlioides* i sockerbetor (Olsson, et al., 2013). Kanske motverkar det även *phytophthora pisi*? Teoretiskt borde en ökad omsättning i jorden leda till att kunna

korta ner odlingsintervallen för baljväxter om man utnyttjar sin vegetationsperiod till fullo.

Havre i ärtorna ser jag inte som något större bekymmer varken i konservärtodlingen eller i tröskärtor. Inom konservärtorna skulle havren bara gå igenom tröskan som grönmassa tillsammans med baljor och rev. Detta då havren endast befinner sig i mjölkmodningsstadiet då ärtorna skall skördas. Även andra nytto vinster såsom att få upp beståndet från marken då ärtorna kan klänga på havren och därmed undvika att få in jord i fabrik. Havren hade troligen även fungerat mot ogräskonkurrens samt mot fåglar. Troligen drar sig fåglar från att landa i ett tätare bestånd. Även om försöket inte visade någon signifikant hämmande effekt mot ärtrotröta skulle samodling med havre alltså kunna innebära flera andra fördelar.

Min slutsats är att havre bör användas som fånggröda/saneringsgröda istället för bearbetad svart mark som lämnas på hösten om man nu inte använder sig av annan fånggröda. Även om försöket gjordes som samodling så tror jag på havrens förmåga utifrån studierna från (Williams-Woodward, et al., 1997). Där finns även en möjlighet att öka baljväxternas produktion i Sverige om man förhåller sig till statistiken då nuvarande produktion ligger kring 2 procent. Redan idag borde man kunna uppnå dryga 12 procent om man hävdar att all åkerareal skulle roteras med en baljväxt vart åttonde år. Ur ett klimatperspektiv så borde odlingen öka för att vi ska få ner utsläppen.

REFERENSER

- Andersson, K., Berglund, M., Albertsson, B. & Baumgardt, M., 2011. *Greppa näringen Kunskapsunderlag om klimat-en hjälp till kvävediskussionen i Greppa Näringen*. [Online]
Available at: <http://www.greppa.nu/download/18.54ee169213610a1e0a68000812/1370097195252/Underlag+f%C3%B6r+klimatdiskussion+p%C3%A5+ekologiska+lantbruk.pdf>
[Använd 10 04 2016].
- Bioenergienheten, 2009. *Växthusgaser från lantbruket, - en översikt av utsläppsmekanismer och möjliga åtgärdsområden*, u.o.: Jordbruksverket.
- Bodker & Larsson, 1993. *Faktablad om växtskydd. Jordbruk "SLU Info/växter" nr68 J*. [Online]
Available at: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/faktablad_jordbruk/FVJ068/FVJ068.HTM
[Använd 09 04 2016].
- Fogelfors, H., 2015. *Vår mat odling av åker- och trädgårdsgrödor, biologi förutsättningar och historia..* Upplaga 1:1 red. Lund: Studentlitteratur AB.
- Fritz, V., Allmaras, R., Pflieger, F. & Davis, D., 1995. Oat residue and soil compaction influences on common root rot (*Aphanomyces euteiches*) of peas in a fine-textured soil. *Plant and Soil, Kluwer academic publishers*, 171(171), pp. 235-244.
- Hossain, S. o.a., 2012. *Aphanomyces* pea root rot disease and control with special reference to impact of brassicaceae cover crops. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B — Soil & Plant Science*, 62(6), pp. 477-487.
- Jensen, E. o.a., 2011. Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A Review. 19 Oktober.
- Johansson, 1999. *Växteko Jordbruksinformation nr 9*. [Online]
Available at: <http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/jordbruksinfo/JIN99-09/JIN99-09.HTM>
[Använd 12 04 2016].
- Jordbruksverket, 2016. *Jordbruksverket Förgröningsstöd 2015*. [Online]
Available at: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/stod/jordbrukarstod2015/forgroningsstod2015/ekologiskafokusarealer.4.14b1a9da14b92deca8426c9.html>
[Använd 16 04 2016].
- Levenfors, J., 2003. *Soil-borne pathogens in Intensive Legume cropping Aphanomyces spp. and root rots*, Uppsala: Department of Plant Pathology and Biocontrol Unit, Swedish University of Agricultural Sciences.

Levenfors, J., Lager, J. & Gerhardson, B., 2001. *Fakta Jordbruk sammanfattar aktuell forskning nr 1*, Uppsala: SLU JLT-fakulteten.

Naturvårdsverket, 2014. *Nationella utsläpp och upptag av växthusgaser*. [Online] Available at: [Nationella utsläpp och upptag av växthusgaser](#) [Använd 10 maj 2016].

Olsson, Å., Persson, L. & Wikström, M., 2013. *Effekt av senap och oljerättika som mellangrödor för sannering av rotröta i ärter, spenat och sockerbeter samt betcystenematoden. 416-2013*, Borgeby: NBR Nordic Beet Research.

Osborn, A., 2002. Saponins in cereals. *Molecules of interest*, 28 Augusti, pp. *Phytochemistry* 62 (2003) 1-4.

Persson, L., Bødker, L. & Larsson-Wikström, M., 1997. Prevalence and pathogenicity of foot and root rot pathogens of pea in southern Scandinavia. *Plant disease*, 81(nr 2), pp. 171-174.

Salt, G. & Delany, K., 1985. *Influence of previous legume crops on root diseases in pea and beans*. 40th red. Butterworth: Proc easter sch agric scu Univ. Nottingham.

Sveriges officiella statistik, 2014. *statistiska meddelanden: Ekologisk växtodling 2014, JO13 SM 1501*, u.o.: Jordbruksverket & SCB.

Sveriges officiella statistik, 2015. *statistiska meddelanden: Jordbruksmarkens användning JO 10 SM 1502 & Skörd av spannmål, trindsäd och oljeväxter 2015 JO 19 SM 1502*, u.o.: Jordbruksverket & SCB.

Trafikverket, 2014. *Transportsektorns utsläpp av växthusgaser 1990-2014*. [Online] Available at: <http://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/miljo-och-halsa/klimat/transportsektorns-utslapp/> [Använd 10 maj 2016].

Wikström, 2011. *Jordbruksverket rotpatogener i åkerbön - ärt*. [Online] Available at: <http://www.forsoken.se/Konferens/OSF/2011/06-Rotpatogener%20i%20%C3%A5kerb%C3%B6na%20och%20%C3%A4rt.pdf> [Använd 09 04 2016].

Williams-Woodward, J., Pflieger, F., Fritz, V. & Allmaras, R., 1997. Green manures of oat, rape and sweet corn for reducing common root rot in pea (*Pisum sativum*) Caused by *Aphanomyces Euteiches*. i: *Plant and Soil vol 188 Nr 1*. Nederländerna: 1Department of Plant Pathology, University of Minnesota, 495 Borlaug Hall, 1991 Upper Buford Circle, St. Paul., pp. 43-48.

