

Effekt av senap och oljerättika som mellangrödor för sanering av rotröta i ärter, spenat och sockerbetor samt betcystnematoden

Effect of oilseed cover crops on *Aphanomyces* root rot of pea, spinach and sugar beet and beet cyst nematodes

Sammanställning av försök utförda vid NBR och Findus

Rapporten är skriven av Åsa Olsson¹⁾, Lars Persson²⁾, Mariann Wikström³⁾

Kontaktperson Åsa Olsson

ao@nordicbeetresearch.nu
Tel: 0046 702 53 72 62

¹⁾ NBR Nordic Beet Research Foundation (Fond)
DK: Højbygårdvej 14, DK-4960 Holeby
SE: Borgeby Slottsväg 11, SE-237 91 Bjärred
Phone: +45 54 60 14 40

www.nordicbeet.nu/

²⁾ Brandsberga Gård AB, SE-264 53 Ljungbyhed

³⁾ Agro Plantarum, Kärrarpsvägen 410, SE-265 90 Åstorp

Innehållsförteckning

Förord	3
Sammanfattning och slutsatser	4
Inledning	6
Inriktning och metoder i försök vid NBR och Findus	
Allmänt om mellangrödor	12
Oljerättika	
Vitsenap	
Sareptasenap	
Havre	
Etablering av mellangrödor	18
Brukningsmetodik; jordbearbetning, gödsling, såtidpunkt	
Etableringsförsök med vitsenap inför sockerbetor	
Betydelsen av mellangröda vid olika grundbearbetning – Djupbearbetning under betraden	
Mekanism för sanering av jordburna svampar	27
Mekanism för sanering av betcystnematoder i sockerbetor	28
Betcystnematodens biologi	
Värdväxter och växtföljder	
Grödor med nematodsanerande egenskaper	
Sanerande grödor som mellangröda	
Sanerande grödor som gröntråda	
Utbredning av betcystnematoder i Sverige - sortval	
Kärlförsök med sanering av sjukdomar i ärter, spenat och sockerbetor	33
Försök med olika tidsintervall mellan mellangröda och huvudgröda för sanering av rotröta i spenat	
Försök med sanering av rotröta i ärt	
Försök med sanering av <i>Aphanomyces cochlioides</i> i sockerbetor	
Fältförsök med sanering av sjukdomar i ärt	37
Diverse fältförsök för sanering och N-fångst; 1998-2010	
Fältförsök med sanering av sjukdomar i spenat	63
Fältförsök med sanering av sjukdomar i sockerbetor	70
Gröngödsling mot jordburna svampsjukdomar i sockerbetor	
Praktiska strimförsök med mellangrödor	
Sanering av cystnematoder i sockerbetor med mellangrödor	73
Fältförsök med nematodsanerande mellangrödor i sockerbetor	
Mellangrödor för kvävefångst	78
Oljerättika och vitsenap som kvävesamlare i strimförsök	
Kväveeffekt i saneringsförsök i sockerbetor	
Mellangrödor i ett IPM perspektiv och odlingsekonomi	86
Sammanfattning av försök med mellangrödor vid Findus och NBR	87
Litteraturförteckning	93

Förord

Försökssammanställningen är gjord som ett samarbetsprojekt mellan NBR (Nordic Beet Research foundation) och Findus R&D. Arbetet med sammanställningen är finansierat av Jordbruksverket inom ramen för miljökvalitetsmålen i Giftfri miljö. De redovisade försöken har varit finansierade av NBR, Findus och Stiftelsen lantbruksforskning SLF.

FD Åsa Olsson är projektledare vid NBR och arbetar huvudsakligen med projekt rörande jordburna patogener på sockerbetor. I flera av projekten har syftet varit att se hur mellangrödor kan införlivas i en växtföljd med sockerbetor för att minska risken för angrepp.

AgrD Lars Persson har arbetat som projektledare vid Findus R&D och har varit delaktig i försöken i ärter men även i försöken med sockerbetor på NBR. Lars Persson är växtpatolog och specialist på jordburna patogener. Numera arbetar Lars Persson som konsult och egen företagare i Brandsberga Gård AB.

AgrD Mariann Wikström har arbetat som projektledare vid Findus R&D i över 20 år och har varit ansvarig för alla försök i spenat och de flesta försök i ärter. Mariann Wikström är växtpatolog och specialist på jordburna patogener. Hon arbetar numera som konsult och egen företagare i Agro Plantarum.

AgrD Stig Nyström, Findus R&D, har varit ansvarig för försöken O-08-001-001 och O-10-003-001 i ärter där mätningar av markkväve har ingått.

Agr Robert Olsson är teknisk chef vid NBR och har ansvarat för etableringsförsök med mellangrödor där syftet varit att studera deras inverkan på jordstruktur och effekt på skörd.

I sammanställning ingår också två examensarbeten inom agronomprogrammet utförda av Agr Anders Rydén och Agr Anna Ingemarsson.

Sammanställningen är ett resultat av mer än 20 års arbete med mellangrödor i spenat, ärter och sockerbetor. Vi hoppas att resultaten ska vara till nytta för odlare och kunna bidra till att mellangrödor blir ett viktigt redskap i IPM i Sverige!

Borgeby i mars 2014

Åsa Olsson, Lars Persson, Mariann Wikström

Effekt av senap och oljerättika som mellangrödor för sanering av rotröta i ärter, spenat och sockerbetor samt betcystnematoden

Åsa Olsson, Lars Persson, Mariann Wikström. ao@nordicbeetresearch.nu

Sammanfattning och slutsatser

Målet med detta projekt har varit att sammanställa kunskap och information som kommit fram ur den forskning som bedrivits vid Findus R&D AB och NBR på området mellangrödor. Underlaget är ett stort antal försök, mestadels i fält men även i viss utsträckning i växthus, genomförda i ärter, spenat och sockerbetor under mer än 20 år (1988–2010). Eftersom försöken är genomförda under fältförhållanden har de relevans för den praktiska odlingen och kan utgöra ett underlag för rådgivning till lantbrukare. Sammanställningen identifierar några viktiga faktorer som avgör den sanerande effekten på rotpatogener, men som också berör upptagning av kväve i marken. Med optimal tillväxt och etablering kan mellangrödor i framtiden bli ett viktigt redskap inom IPM Sverige.

Sanerande effekt

- Mellangrödorna har minskat angreppen av ärtrotröta i de fall biomassan har varit hög. Samtidigt har en skördeökning erhållits.
- Effekten av mellangrödorna på angrepp av rotbrand på sockerbetor var i försöken relativt låg, och angreppet av rotbrand minskade som mest med 7 % för sareptasenap och då i samband med vårplöjning. Men angreppen har generellt varit låga i försöken.
- Den sjukdomssanerande effekten har generellt varit högre i spenat än i sockerbetor och ärter.
- Den viktigaste faktorn för att uppnå bra sanerande effekt förefaller vara mängden producerad biomassa. Ju mer desto bättre och helst 30–50 ton per ha.

Etablering

- Bäst uppkomst och marktäckning och störst biomassa blev det vid insådd av vit-senap i växande spannmål strax före skörd.
- En dålig etablering berodde till stor del på att frön landade i eller ovanpå jord som var för torr eller att frön placerades för djupt. Dessa problem berodde till en stor del på maskinutrustningen.
- En djupare bearbetning inför sådd av mellangrödorna gynnade utvecklingen och gav en bättre rotutveckling.

- I ett plöjningsfritt system tycks mellangrödan ge ett lägre plantantal i den efterföljande betgrödan.
- Försöken har också visat att det inte går att reducera bearbetningen före sådd av mellangrödan – ju bättre såbbädd, desto bättre mellangröda.
- För att få en hög biomassa krävs det en startgiva med kväve.
- Resultaten har visat att det är speciellt gynnsamt att odla en mellangröda efter en tidigt skördad ärtgröda. Kvävet efter ärtorna ger en god startgiva till mellangrödan. Framförallt oljerättika men även vitsenap etableras väl efter ärt och har i vissa försök uppnått 50 ton biomassa per ha.
- Sorterna av sareptasenap med hög glukosinolathalt (Fumus, CBM99, CBM119) utvecklades bra i sydsvenskt klimat men kräver N-gödsling eller en N-rik förfrukt för att ge stor biomassa.

Såtidpunkt

- Tidig sådd av mellangrödorna, gärna i juli månad, var viktig för att få ett välutvecklat bestånd med stor biomassa. I likhet med andra oljeväxter är senaste sådatum den 20 augusti.
- Sådd av frön i växande gröda i juli var ett utmärkt sätt att få ett bestånd av mellangrödan med högt plantantal och förutsättningar för hög biomassa.

Effekt på markkväve

- Vitsenap och i synnerhet oljerättika var bra på att fånga upp kväve på hösten i marken.
- Båda grödorna har fångat upp en betydande mängd kväve (ofta över 100 kg N/ha) efter konservärter vilket har resulterat i en hög mängd producerad biomassa.
- Mellangrödorna flyttar upp kvävet i markprofilen där det blir tillgängligt för efterföljande gröda. Analyserna av N_{\min} , vid avslutad tillväxt i oktober, visade att det fanns mer kväve i marken i de översta 30 cm efter oljerättika och vitsenap än i obehandlad kontroll (spannmålsstubb). I det lägre skiktet 30–60 cm fanns det mindre kväve kvar efter oljerättika och vitsenap jämfört med kontrolledet.
- Försöken kunde inte påvisa några skillnader på våren i totalkvävemängd i skiktet 0–60 cm mellan leden där det växt en mellangröda eller kontrolledet spannmålsstubb/svarträd. Detta innebär att gödselgivan inte behöver justeras följande vår i sockerbetorna med tanke på kvalitetsparametern blåtal.

Inledning

Sådd och odling av en extra gröda mellan två huvudgrödor har förekommit under en längre tid. Beroende på syftet med grödan har den fått olika namn; när huvudsyftet har varit att minska näringsläckage i markprofilen under höst och vinter har den fått namnet fånggröda men när syftet har varit att sanera för sjukdomar och nematoder har man oftare pratat om grüngödslingsgröda eller sanerande gröda. Men eftersom oftast båda dessa syften uppfylls av en och samma gröda använder vi ordet mellangröda i denna rapport.

Användningen av mellangrödor som vitsenap och oljerättika har ökat under de senaste åren. Mellangrödorna används i första hand som fånggrödor för kväve, men vitsenap och oljerättika har även andra egenskaper som gör dem intressanta för odling. Oljerättikan har en djup pålrot, vilket kan bidra till en strukturförbättring. Även mullhalter kan påverkas positivt genom de växtrester som lämnas kvar. Dessutom är båda arterna kända för att kunna sanera marken från jordburna svampar och nematoder. Många arter inom släktet *Brassica* innehåller glukosinolater som har till uppgift att skydda växten från skadegörare. Då dessa bryts ner av mikroorganismer i marken bildas ämnen som har toxisk verkan på diverse markdjur och svampar. Under flera års tid har försök med att odla senap och oljerättika som sanerande grödor genomförts vid Findus R&D AB i produktionen av konservärt och spenat. Samtidigt har försök pågått med mellangrödor i sockerbetsodling hos Nordic Beet Research (NBR). De första försöken vid Findus utfördes i slutet av 1980-talet och sedan har ett flertal försök i fält och i växthus utförts under följande år för att sanera för jordburen smitta av *Aphanomyces* spp. i spenat och ärter. Även vid NBR har det sedan 2004 gjorts försök med att sanera jordar smittade av *Aphanomyces cochlioides* med hjälp av *Brassica*-mellangrödor. Vissa sorter av oljerättika och vitsenap kan också sanera jordar från betcystnematoder och även detta har undersökts i försök vid NBR. Mekanismen bakom denna sanering är dock inte kopplad till glukosinolater utan beror på att nematodlarverna angriper rötterna men att de inte kan utvecklas vidare och därmed bryts livscykeln. NBR har även gjort ett flertal försök med etablering av mellangrödor samt undersöker för närvarande vad upprepad odling av oljerättika har för betydelse för utveckling av sjukdomar, mullhalter, jordstruktur m.m.

Målet med detta projekt är att sammanställa kunskap och information som kommit fram ur den forskning som bedrivits vid Findus R&D AB och NBR på området mellangrödor som sjukdomssanerare. Sammanställningen ska utgöra ett underlag för rådgivning till lantbrukare samt identifiera viktiga frågeställningar bl.a. rörande etablering och tillväxt som återstår för att göra mellangrödor till ett viktigt redskap inom IPM Sverige.

Inriktning och metoder i försök vid NBR och Findus

De redovisade försöken har utförts under de senaste 25 åren i projekt hos NBR och Findus. Under perioden har försöksorganisationerna haft olika namn; NBR hette tidigare Sockernäringens Betodlingsutveckling (SBU). Findus Sverige AB bedrev under perioden sitt forsknings- och utvecklingsarbete för grönsaksproduktion inom företagen

”Nordreco AB”; sedan ”Nestlé R&D” och ”Findus R&D”. Nuvarande namn (2014) är ”Findus Sverige AB”, men i texten benämns företaget som ”Findus”.

Vid både Findus och NBR har inriktningen på försöken varit att studera effekten av mellangrödorna på rotröta, orsakade av olika *Aphanomyces*-arter.

Sockerbetor, ärt och spenat kan alla infekteras av olika arter inom oomycet-släktet *Aphanomyces* och alla är jordburna patogener (Papavizas och Ayers, 1974; Dyer *et. al.*, 1997; Whiney och Duffus, 1986). Sockerbetor och spenat infekteras av arterna *A. cochlioides* och *A. cladogamus* och ärt av *A. euteiches*. På senare år har vi upptäckt en ny *Phytophthora*-art, *P. pisi*, som angriper ärt och åkerböna och kan orsaka en rotröta liknande den som *A. euteiches* orsakar i ärt (Heyman *et. al.*, 2013). Denna *Phytophthora* har visat sig förekomma i jorden i några av de beskrivna fältförsöken.

Ärtrotröta orsakad av *A. euteiches* är ett av de allvarligaste problemen i ärtodling över hela världen. Den medför att ärtorna gulnar och senare vissnar, vilket kan orsaka stora skördeförstuster. Patogenerna gynnas av samma förhållanden och uppträder på samma plats i fältet om de olika grödorna odlas på samma fält och en uppförökning har skett: i svackor med hög markfukt, i fält med dålig dränering och med lågt pH och låg kalciumtillgång. Arterna inom *Aphanomyces* är inte svampar i taxonomisk mening utan mer släkt med vissa arter av alger. De bildar simmande zoosporer som tar sig fram till värdväxtens rötter och överlever i jorden genom att bilda oosporer som kan överleva i marken i mer än 20 år (Schäufele och Winner, 1979).

Sjukdomen kan i sockerbetor i viss mån minskas genom kemisk betning med substansen hymexazol men skyddet är bara verksamt några veckor efter sådd i samband med uppkomst. Den har heller ingen effekt mot sekundär rotbrand som syns när roten är fullt utvecklad i senare delen av växtodlingssäsongen. Substansen är inte godkänd i Sverige för spenat och när det gäller ärt är effekten för låg eftersom ärtrotrötan kommer efter uppkomst. Den viktigaste åtgärden för alla grödorna är att undvika uppförökning och det gör man effektivast genom att ha en växtföljd med tillräckligt lång tid mellan mottagliga grödor. För att undvika problem med ärtrotröta tar Findus jordprov i alla konservärtsfält året innan odling. Fält med påvisad smitta över ett visst tröskelvärde används inte för odling.

Gemensamt för rotrötter orsakade av *Aphanomyces*-arter i dessa tre grödor är att det behövs en åtgärd som har inverkan i rotzonen i så stor del av matjordslagret som möjligt och när uppförökning av patogenen redan har skett. I detta sammanhang har odling av vitsenap eller oljerättika som mellangröda före huvudgrödan ansetts vara ett intressant alternativ för att sanera fälten från smittan.

Upplägget på försöken utförda av Findus R&D AB och NBR har i stort sett varit lika. Mellangrödan, exv. vitsenap, sareptasenap, oljerättika och ibland havre, har såtts efter tröskning av tidig spannmål i första halvan av augusti. Den har såtts oftast efter plöjning och harvning men ibland också som direktsådd i stubben. I några etableringsförsök har mellangrödan spridits ut i växande huvudgröda, exv. spannmål. I försöken har det, med

några få undantag, gjorts en bedömning av biomassa eller så har grönmassan skördats och vägts i mindre skördeparceller.

I slutet av tillväxtperioden, oktober eller november, har mellangrödan putsats ner med någon form av betesputs eller slaghack och samtidigt, inom någon minut, har försöket plöjts eller frästs ner i jorden för att starta den biokemiska processen.

Därefter har ärt, spenat eller sockerbetor odlats på försöksplatsen följande år oftast genom att försöken har lagts på fält som skulle odlas med den aktuella grödan och försöken har då varit fastlagda med GPS eller fasta punkter. Effekten på infektionen har fastställts genom att läsa av ett rotröte-/rotbrandsindex på rötterna vid ett till två örtbladspår för spenat och sockerbetor och strax före blomning på ärt. I vissa försök har ärtrotröten lästs av vid flera tillfällen för att få ett mått på utvecklingen av infektionen.

Gemensamt för rotbrand och ärtrotröta är att ett sjukdomsindex (DSI – Disease Severity Index) har räknats fram som kan variera från 0 (helt vita, friska rötter) till 100 (döda plantor). Mellan dessa extremer mäts angreppet och mörkfärgning i klasserna: 25 = halva rotsystemet under fröfästet angripet; 50 = hela rotsystemet under fröfästet angripet; och 75 = förutom hela rotsystemet finns angreppet även en bit ovan fröfästet på epikotylen på ärt respektive hypokotyl på sockerbeta och spenat. För att få en mer detaljerad avläsning har ibland även klassen 10 använts för att få en bedömning som är ett mellanting i angrepp mellan klass 0 och 25, vilket kan beskrivas som ”enstaka angrepp” (Larsson och Gerhardson, 1990; Persson, *et al.*, 1997).

Samtliga försök har avslutats med skörd av huvudgrödan. I sockerbetor har analyser gjorts på sockerbruket i Örtofta för att få fram producerad mängd kilo polsocker per hektar, vilket är enligt gängse metodik i sockerbetsförsök. I spenat har vikten av bladskörd per hektar tagits fram genom parcellvis huggning vid tidpunkten för Findus spenatskörd. I konservärt har ärtreven skördats vid ordinarie skördemognad och ärterna har tröskats fram i en provtröska vid Findus anläggning i Bjuv, och mängden ärt per hektar presenteras vid en enhetlig mognadsgrad enligt Findus metodik vid ett tenderometervärde (anger ärtans mjällhet) på 100 (T-100).

Förutom sanering av jordburna svampar är vitsenap och oljerättika viktiga för att minska infektion av betcystnematoder i sockerbetor, vilket även har studerats i undersökningar utförda av NBR vilket presenteras här nedan. Den kombinerade effekten på både betcystnematoden och rotbrand är av stort intresse.

Effekten av mellangrödor på frilevande nematoder, exv. stubbrotsnematoden (*Trichodorus* spp. och *Paratrichodorus* spp.), är intressant för sockerbetor och många andra grödor. Potatis kan drabbas av sjukdomen rostringar vilket orsakas av ett virus som sprids av stubbrotsnematoden. Även andra sjukdomar i potatisodling, som groddbränna och filtsjuka orsakad av den jordburna svampen *Rhizoctonia solani*, har i utländska undersökningar minskat efter en senaps- eller oljerättikagröda som mellangröda.

En ytterligare aspekt på mellangrödor är det effektiva kväveupptaget av dessa grödor. Av intresse har varit att kombinera effekten av sjukdomssanering med ökat kväveupptag från markprofilen i synnerhet efter odling av ärt. Beroende på den goda kväveupptagningen blev vitsenap och oljerättika godkända som fånggrödor i fånggrödestödet från och med 2007. Men eftersom grönmassan måste brukas ned på hösten för att få maximal sanerande effekt har det inte varit möjligt att kombinera fånggrödestödet med vårplöjningsstödet. Findus och NBR har genomfört försök där oljerättika har odlats *efter* konservärt, för att primärt ta tillvara kvävet efter ärtarna och om möjligt även få nytta av den sanerande effekten efter odling av ärtgrödan. För att belysa kväveeffekten har provtagning och kväveanalys på jorden genomförts i ett antal olika försök och de redovisas också i denna rapport eftersom det är en mycket viktig faktor i helhetsbedömningen av mellangrödor.

En stor del av den sanerande effekten av mellangrödor bestäms av mängden producerad och nerbrukad grönmassa. Därför har försöksuppläggen eftersträvat att uppnå en så kraftig grönmassa som möjligt. Viktiga delar har därför varit frågeställningar kring etablering och utveckling under hösten och exv. verkar denna typ av mellangrödor vara extra känsliga för strukturskador och kvävebrist i marken. Ofta är det lättlösliga markkvävet slut i augusti efter en spannmålsgröda, vilket medför en dålig tillväxt och för lite producerad biomassa för mellangrödan. Därför har det i några försök tillförts en startgiva på ca 30–50 kg N/ha för att få igång tillväxten hos mellangrödan. En viktig frågeställning i dessa försök är då i vilken utsträckning den tillförda mängden kväve har tagits upp och omvandlats till biomassa i mellangrödan och hur mycket av detta kväve som senare har tagits upp i efterföljande gröda. Vi har också studerat om den tillförda kvävemängden påverkar upptaget av det redan befintliga markkvävet i positiv eller negativ riktning. Tillförsel av kväve är inte tillåtet inom ramarna för fånggrödestödet.

Mellangrödorna har också positiva effekter på markstrukturen av de djupa rotsystemen och bidrar till innehållet av organiskt material i marken. Detta studeras i pågående växtföljdsförsök vid NBR med mellangrödor i sockerbetsväxtföljden och även effekten på sjukdomar gemensamma mellan exv oljeväxter och mellangrödor belyses här.

Resultat och upplägg på de olika försöken redovisas med början i växthus och sedan i fält. Material, metoder och resultat beskrivs i korthet för varje försöksupplägg. Avslutningsvis görs en sammanställning av resultaten och syntetiseras i en diskussion. I tabell 1 och 2 visas en översikt över försöken på NBR respektive Findus.

Tabell 1. Försök utförda vid NBR

Typ	År	NBR projektnr	Skala	Grödor	Syfte
Fält-försök	2006-2008	409	RCB, fyra upprepningar	Oljerättika Vitsenap	Sanering av bet-cystnematoder
Fält-försök	2004-2008	415	RCB, fyra upprepningar	Oljerättika Vitsenap Sareptasenap Havre	Sanering av jordburna patogener
Fält-försök	2004-2008	416	Strimförsök	Oljerättika Vitsenap Sareptasenap	Sanering av jordburna patogener
Fält-försök	2005	416	Strimförsök	Vitsenap	Etableringsförsök
Växthus	2005	415	Kärlförsök 4 upprepningar	Oljerättika Vitsenap Sareptasenap Caliente brand mustards Havre	Sanering av jordburna patogener
Fält-försök	2005	410	RCB, 4 upprepningar	Oljerättika Vitsenap Caliente brand mustards	Demo olika sorter
Fält-försök	2007	205	Strimförsök	Vitsenap	Etableringsförsök

Tabell 2. Försök utförda vid Findus

Typ	År	Findus projektnr.	Skala	Grödor	Syfte
Växthus; spenat	1989		Kärlförsök, 4 upprepningar	Vitsenap	Tidsintervall mellangröda - huvudgröda
Växthus; spenat	2004		Kärlförsök, 3 upprepningar	Vitsenap	Tidsintervall mellangröda - huvudgröda
Växthus; ärter	2004		Kärlförsök, 3 upprepningar	Vitsenap	Tidsintervall mellangröda - huvudgröda
Fältförsök; ärter	1998-1999	96:1998- 1999	RCB, 4 upprepningar	Vitsenap, havre	Sanering av jordburna patogener
Fältförsök; ärter	1998-1999	98:1998- 1999	RCB, 4 upprepningar	Vitsenap, havre	Sanering av jordburna patogener
Fältförsök; ärter	2000-2001	96:2000- 2001	RCB, 4 upprepningar	Vitsenap, sareptasenap	Sanering av jordburna patogener
Fältförsök; ärter	2001-2002	96:2001- 2002	RCB, 4 upprepningar	Vitsenap, sareptasenap	Sanering av jordburna patogener
Fältförsök; ärter	2006-2007	O-07-001- 001	Strimförsök	Vitsenap, sareptasenap, oljerättika	Sanering av jordburna patogener
Fältförsök; ärter	2006-2007	O-07-002- 001	Strimförsök	Vitsenap, sareptasenap, oljerättika	Sanering av jordburna patogener
Fältförsök; ärter	2006-2007	O-07-002- 003	Strimförsök	Vitsenap, sareptasenap, oljerättika	Sanering av jordburna patogener
Fältförsök; ärter	2006-2007	O-07-002- 004	Strimförsök	Vitsenap, sareptasenap, oljerättika	Sanering av jordburna patogener
Fältförsök; ärter	2007-2008	O-08-001- 001	RCB, 2 upprepningar	Vitsenap ± N	Såtidpunkt, sanering av jordburna pato- gener, N-fångst
Fältförsök; ärter	2008-2009	O-08-001- 005	Storskaligt med 4 smårutor	Oljerättika	Sanering av jordburna pato- gener, N-fångst
Fältförsök; ärter	2008-2009	O-08-002- 001	Storskaligt med 4 smårutor	Oljerättika	Sanering av jordburna pato- gener, N-fångst

Fältförsök; ärter	2008-2009	O-08-002-002	Storskaligt med 4 smårutor	Oljerättika	Sanering av jordburna patogener, N-fångst
Fältförsök; ärter	2008-2009	O-08-002-003	Storskaligt med 4 smårutor	Oljerättika	Sanering av jordburna patogener, N-fångst
Fältförsök; ärter	2007-2010	O-10-003-001	Split plot, 2 upprepningar	Vitsenap, oljerättika	Sanering av jordburna patogener, N-fångst
Semi-fält; spenat	1988		Storrutor med 4 smårutor/led	Vitsenap	Sanering av jordburna patogener
Fältförsök, spenat	1989		Storskaligt med 4 smårutor/led	Vitsenap	Sanering av jordburna patogener
Fältförsök; spenat	1996-1997		Split plot, 4 upprepningar	Vitsenap	Sanering av jordburna patogener, plasttäckning - solarisering
Fältförsök; spenat	1996-1997		Storskaligt med 16 smårutor	Vitsenap	Sanering av jordburna patogener
Fältförsök; spenat	1997-1998		Storskaligt med 8 smårutor	Vitsenap	Sanering av jordburna patogener

Allmänt om mellangrödor

I försöken har olika sorter av oljerättika och vitsenap använts. Dessa mellangrödor har olika egenskaper bl a vad gäller etablering och tillväxt, blomning, rottillväxt och strukturpåverkande förmåga m.m.

Oljerättika

Oljerättika (*Raphanus sativus* var. *oleiformis* Pers.)

Det finns ett stort antal olika sorter av oljerättika, alla med olika egenskaper vad gäller odling och sanering av sjukdomar. Sorterna delas in i olika klasser, klass 1 till 9, efter deras förmåga att sanera jordar för betcystnematoder där klass 1 ger bäst sanering. I försöken vid Findus och NBR har ett antal olika sorter använts; exv Adagio, Colonel, Cassius, Medicus, och Picobello (F).

Enligt litteraturen (Wallenhammar, 2007) visar oljerättika en hög grad av motståndskraft mot klumprotsjuka (*Plasmodiophora brassicae*), men det är inte känt vilken påverkan den har på svampsjukdomar som vissnesjuka (*Verticillium* spp.) eller bomullsmögel (*Sclerotinia sclerotiorum*).

Oljerättika är något svårare att etablera än vitsenap och den behöver oftast en startgiva av kväve för att utvecklas väl. Oljerättika utvecklar också en kraftig pålrot och rötterna kan på ganska kort tid växa ner till flera meters djup, även vid sådd som mellangröda. Både rötter och blad innehåller glukosinolater och halterna varierar mellan olika sorter.

De flesta sorterna tål låga temperaturer, och kan överleva milda vintrar i vårt klimat. En annan viktig aspekt är att oljerättika till skillnad från vitsenap tål avslagning och slår nya skott, vilket gör att den kan växa länge och få ett stort rotsystem.

2005 gjorde NBR demonstrationsförsök med olika sorter av oljerättika och vitsenap. Totalt ingick fem sorter av oljerättika, sex sorter av vitsenap, en australiensisk sareptasenap (Fumus) samt två sortblandningar från Caliente Brand Mustards i England, CBM119 och CBM99. Fältet harvades den 31 mars inför sådd av betorna och den 25 april harvades ogräset bort på försöksytan med en långfingerharv. Körningen gjordes på tvären mot sårriktningen. Dagen efter (26/4) bredspriddes fröna ovanpå med en ställbar gödselspridare. Därefter myllades de en till två cm med en långfingerharv som kördes på tvären mot sårriktningen. Därefter ringvältades. Samtliga sorter av oljerättika och vitsenap gödslades med 50 kg N/ha Axan och CBM-sorterna gödslades med 100 kg N/ha. Två block lämnades ogödslade. Flera olika odlingsegenskaper studerades bl a återväxt efter avhuggning på olika höjd, 10 cm och 20 cm. Kort avhuggning av oljerättika resulterade i att endast mellan 10 och 60 % av plantorna orkade skjuta nya skott. Avhuggning på lite högre höjd gav däremot ganska god återväxt för oljerättika. Med undantag för sorten Colonel orkade mellan 80 och 100 % av plantorna för Adios, Radical, Terra Nova och Cassius att skjuta nya skott.



Bild 1. Oljerättikan Radical 25/8. Plantorna är ungefär 50 cm höga och blommar på nytt.



Bild 2. Oljerättikan Cassius 25/8. Avhuggen med ca 20 cm stubb.

Vitsenap

Vitsenap (*Sinapis alba* L.)

Även vitsenap har olika sorter med varierande odlingsegenskaper och ifråga om påverkan på cystnematoden (klass 1 och 2). Till skillnad från oljerättika är den känslig för klumprotsjuka, men det finns även här frågetecken kring infektion och uppförökning av svampsjukdomar som drabbar raps och rybs. Vitsenap är känslig för låga temperaturer och fryser i allmänhet ner under vintern. I försöken har det bla förekommit sorterna Maxi och Accent klass 1 (F).



Bild 3. Vitsenapen Condor, till vänster, med hälften av blommorna utslagna. Sorten Abraham, till höger, står fortfarande mest i knopp med någon enstaka blomma utslagen. Foto 19 juni.

Demonstrationsförsöket vid NBR 2005 visade att kort avhuggning gav ingen eller mycket dålig återväxt för vitsenap oavsett gödning. Även då vitsenapen högs av på lite högre höjd var återväxten dålig. Mot slutet av augusti återstod i parcellerna med vitsenap endast ett fåtal plantor som orkat skjuta nya skott.



Bild 4. Vitsenap, sorten Achilles avslagen med lång stubb. Någon enstaka planta av vitsenapen slog nya skott precis där plantan hade blivit avhuggen.

Sareptasenap

Sareptasenap (*Brassica juncea*)

Det är en art som har naturligt höga halter av glukosinolater. Det är också i den som störst ansträngningar har gjorts för att genom förädling få sorter med ännu högre halter med maximal effekt vid sanering. Dessa sorter marknadsförs under namnet "Fumus" och den sort som använts i försöken heter Fumus F-E75 (F). Även sareptasenap är mycket känslig för klumprotsjuka (Wallenhammar, 2007).

Blandningar av olika senapsarter/sorter marknadsförs under namnet "Caliente Brand Mustard (CBM) och i dessa ingår vit- och sareptasenap med olika andel. I demonstrationsförsöket 2005 provades två sorter: CBM119 och CBM99. CBM119 är en artblandning som innehåller sareptasenap, vitsenap och mindre än 0,5 % oljerättika. Oljerättikan ingår endast pga försäljningsregler i England. CBM99 innehåller vitsenap med extra högt innehåll av glukosinolater.

Tillgången av N är viktig för att få tillräckligt med grönmassa. För CBM-sorterna är rekommendationen 120–140 kg N/ha.



Bild 5. CBM119 sådd 25/4. Gödslad med 100 kg N/ha.

Havre

Havre har också viss sanerande effekt, men det är okänt i vilket utsträckning det finns sortskillnader. Därför valdes sorter som var aktuella vid försökstillfället exv. Gunhild, Ivory och Belinda.

Flera studier både i växthus och i fält har visat att havre som nedbrukas i jorden kan reducera jordburna sjukdomar (Windels och Nabben-Schindler, 1990, Windels *et al.*, 1993, Windels och Engelkes, 1995, Windels och Brantner, 2001, Windels *et al.*, 2001). Havre innehåller avenacin och saponiner i blad och rötter vilket kan vara toxiskt mot zoosporbildande svampar som *Pythium* spp (Deacon and Mitchel, 1985), *A. cochlioides* (Windels and Engelkes, 1995) och *A. euteiches*. Olika havresorter har också visat sig vara olika bra på att bekämpa rotbrandssvampar (Windels och Nabben – Schindler, 1990). Havrens positiva effekter som grüngödslingsgröda har även visats i olika fältförsök (Roebke *et al.*, 1994). Växtföljder där havre ingick som förfrukt till sockerbetor tenderade att ge högre sockerskörd än i de led där vete var förfrukt.

Etablering av mellangrödor

NBR har i några praktiska försök använt olika vanligt förekommande redskap på några gårdar för att studera olika etableringstekniker. Gemensamt för alla teknikerna har varit att de ska vara enkla och kostnadseffektiva och ge bra resultat.

Brukningsmetodik; jordbearbetning, gödsling, såtidpunkt

För att få full nytta och effekt av en mellangröda är det viktigt att den etableras tidigt för att få en så bra tillväxt och ett så bra bestånd som möjligt. Detta innebär i de flesta fall tidig sådd före 20 augusti och att grödan måste gödslas. Det som varit mycket lyckat i försöken vid NBR och Findus är att etablera mellangrödorna efter en ärtgröda. Detta ger den startgiva av kväve som behövs och en mycket god tillväxt.

För att mellangrödorna ska vara godkända i ett eventuellt fånggrödestöd finns det en rad andra krav bl.a. på såtidpunkt vilket gör att de isåfall måste etableras i växande gröda.



Bild 6. Parcellförsök med olika senapsarter och oljerättika vid Findus R&D AB i Bjuv.



Bild 7. Mellangrödan måste vara kraftig för att man ska få de positiva effekterna. Här inspekteras ett fält med oljerättika av Anders Svensson vid Findus.

Etableringsförsök med vitsenap inför sockerbetor (Projekt 416-2005 NBR)

Målet med detta projekt var att jämföra olika etableringstekniker för vitsenap, före och efter skörd av höstvetete (examensarbete Anders Rydén 2005). Etableringsmetoderna skulle ge bra resultat och vara kostnadseffektiva och innebära så lite arbete som möjligt. Försöken utfördes under ett år och på två fält (nedan kallade MV och K).

Olika maskiner och insåningsmetoder testades i detta försök; Väderstad Rapid; Väderstad Carrier med Biodrill; Tive bredspridare för handelsgödsel; och Kongskilde kultivator med ”spring-tine” spetsar. Väderstad Rapid såmaskin arbetar med diskar och med denna maskin är det möjligt att så direkt i det skördade fältet med bara en överfart. Bakre delen av maskinen återpackar jorden vilket hjälper till att behålla fuktigheten. Väderstad Carrier består av två rader diskar som bearbetar jorden och fördelar växtresterna i mindre bitar och blandar in dem i jorden. Rullar jämnar sedan ut jorden och finfördelar den. Maskinen var utrustad med en Biodrill som används för att så ut grödor med små frön som t.ex. mellangrödor, oljeväxter mm. Biodrillen arbetar som en bredspridare och sprider fröna precis bakom den sista raden av diskar. Det är 40 cm mellan spridningsplattorna och fröna paceras på ett djup av 1–3 cm. Som bredspridare användes en Tive 12 m bredspridare och används ursprungligen för gödsling men kan också användas för grödor med små frön. Kultivatorn i försöket var en 5 meter spring-tine kultivator tillverkad av Kongskilde.

Försöksplan:

A. Bredspridning av vitsenap i obearbetad stubb, därefter en överfart med kultivator; bearbetningsdjup 8–10 cm.

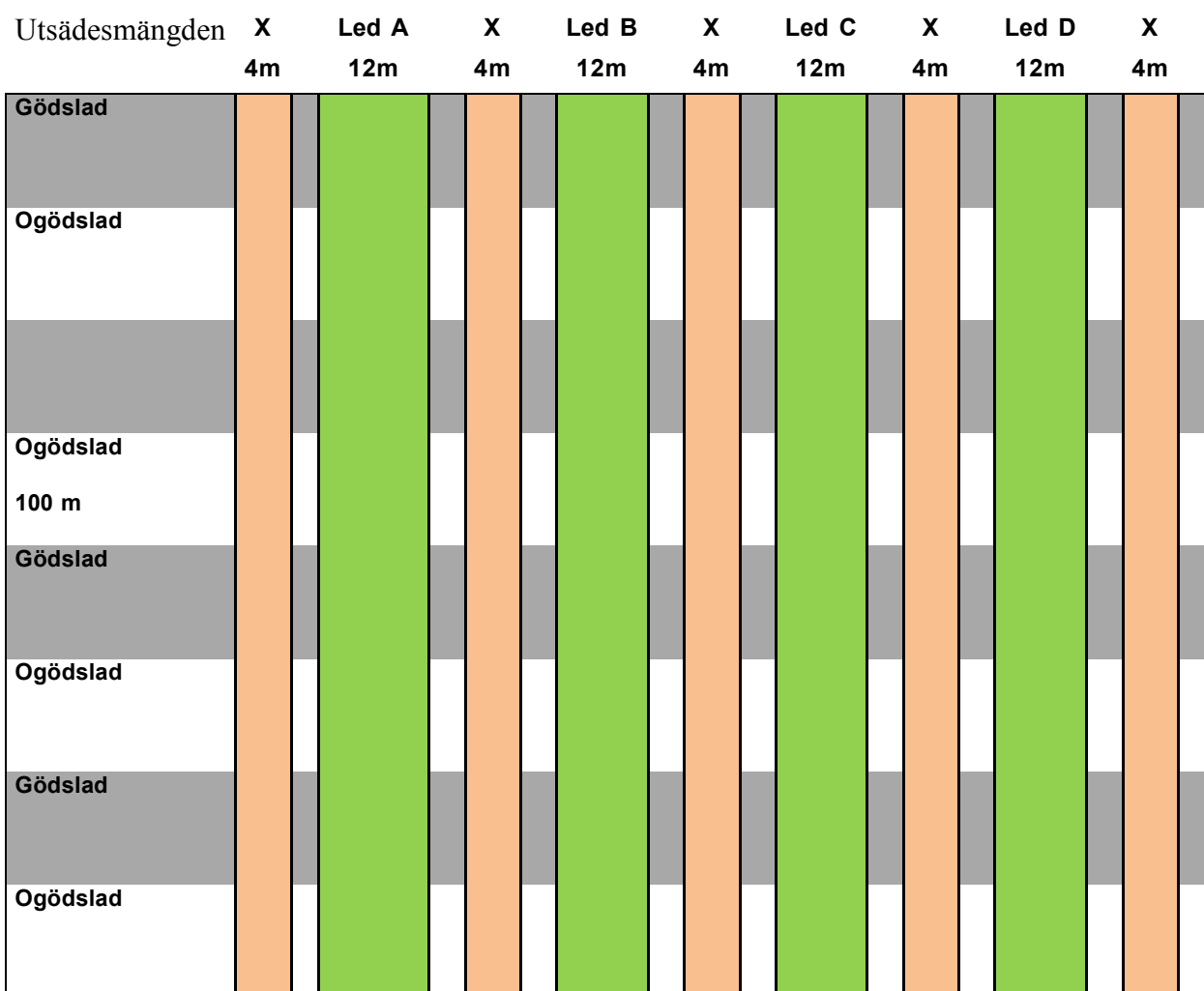
B. Bredspridning av vitsenap i obearbetad stubb, därefter en överfart med carrier; bearbetningsdjup 5–7 cm.

C. En överfart med "Carrier biodrill" i obearbetad stubb, bearbetningsdjup 5–7 cm.

D. Bredspridning av vitsenap i växande gröda, 2 veckor före spannmålsskörd.

X. En överfart med "Rapid såmaskin", bearbetningsdjup 3 cm.

Fältförsöket var upplagt som strimförsök med 4 led och mellan varje strimma (= led) fanns en obehandlad yta på 4 meter. Varje strimma var 12 m bred och ca 100 m lång.



Figur 1. Försöksplan för etableringsförsök av vitsenap som mellangröda.

De bedömningar som gjordes i mellangrödan var uppkomst två veckor efter sådd (plantor/m² på fyra platser i parcellerna), marktäckning (%) bedömdes sex veckor efter sådd, planthöjd och biomassa. Biomassan bedömdes på hösten när tillväxten var avslutad enligt en femgradig skala (tabell 3).

Tabell 3. Skala för bedömning av biomassa

Klass	kg ts/ha
1	< 50 kg/ha
2	50–300 kg/ha
3	300–1 000 kg/ha
4	1 000–2 500 kg/ha
5	2 500–5 000 kg/ha

Tabell 4. Uppkomst: plantor/m²

Led	Metod	Fält MV		Fält K	
		Gödsl	Ogödsl	Gödsl	Ogödsl
A	Tive bredspridare efter skörd och kultivering	245	252	250	210
X	Rapidsådd	192	199	270	256
B	Bredspridning med Tive bredspridare efter skörd, inbrukning med Carrier	204	236	188	255
X	Rapidsådd	149	197	150	176
C	Carrier BioDrill	190	195	164	145
X	Rapidsådd	206	241	179	243
D	Bredspridning med Tive bredspridare i växande gröda	-	153		197
X	Rapidsådd	143	136	266	217

Carrier biodrill var den enda etableringsmetoden som hade en marktäckning som var lägre än kontrollen i ett av försöken (fält MV), 9 respektive 20 % lägre i gödslat respektive ogödslat (tabell 4). I det andra försöket (fält K) var marktäckningen 36 respektive 62,5 % i gödslat respektive ogödslat av denna etableringsmetod.

Den metod som gav den högsta marktäckningen var led C: bredspridning följt av en överfart med Carrier, oberoende av gödsling. Även led A, bredspridare följt av kultivator, gav en bättre marktäckning än kontrolletet (X) i båda fälten.

Tabell 5. Marktäckning av vitsenap i fyra led med olika etableringsteknik. Värdena är relativt mot kontrollen som är en överfart med Rapid = 100 (led X).

Led	Fält MV		Fält K	
	Gödslad	Ogödslad	Gödslad	Ogödslad
A Tive bredspridare efter skörd och kultivering	124	125	106	173
B Bredspridning med Tive bredspridare efter skörd, inbrukning med Carrier	133	145	315	288
C Carrier BioDrill	91	80	136	162
D Bredspridning med Tive bredspridare i växande gröda	252	174	151	196

Skillnader i biomassa mellan leden var ganska liten. Största skillnaden fanns mellan gödslat och ogödslat (tabell 6 och 7).

Tabell 6. Biomassa (klass 1–5) av vitsenap i fyra led med olika etableringsteknik; fält MV

Led	Gödslad	Ogödslad
A Tive bredspridare efter skörd. Kultivator.	5	4
Rapid	5	4
B Bredspridning med Tive bredspridare efter skörd.	5	4
Carrier	5	4
Rapid	5	2
C Carrier BioDrill	5	4
Rapid	5	4
D Bredspridning med Tive bredspridare i växande	5	5
Rapid	4	3

Tabell 7. Biomassa (klass 1–5) av vitsenap i fyra led med olika etableringsteknik; fält K

Led	Gödslad	Ogödslad
A Tive bredspridare efter skörd. Kultivator.	5	4
Rapid	5	4
B Bredspridning med Tive bredspridare efter skörd.	5	4
Rapid	5	4
C Carrier BioDrill	5	4
Rapid	5	4
D Bredspridning med Tive bredspridare i växande	5	5
Rapid	4	3

Tabell 8. Planthöjd av vitsenap i fyra led med olika etableringsteknik; värdena är relativt mot planthöjden i kontrollen; Rapid = 100

Led	Fält MV		Fält K	
	Gödslad	Ogödslad	Gödslad	Ogödslad
A Tive bredspridare efter skörd. Kultivator.	103	93	95	118
B Bredspridning med Tive bredspridare efter skörd. Carrier.	125	154	213	265
C Carrier biodrill.	107	122	124	131
D Bredspridning med Tive bredspridare i växande gröda.	197	230	129	151

Med ett undantag (A Tive bredspridare efter skörd. Kultivator. Gödslad) hade alla etableringsteknikerna högre planthöjd än kontrollen. I ledet med kultivator var planthöjden ojämn och i två parceller var den lägre än i kontrollen. Planthöjden för insådden i växande gröda var dubbelt så hög som i kontrollen.

Slutsatsen från denna studie var att insådden i den växande grödan var mycket bra både vad gäller uppkomst, marktäckning och biomassa. Fördelen med denna metod är att mellangrödan kan sås tidigt. Huvudgrödan hjälper till att bevara fuktigheten i jorden

vilket ger ett bra mikroklimat för fröna. Klimatet under sommaren 2005 var mycket gynnsamt för denna typ av sådd. Några dagar efter insådden föll det regn som gjorde att fröna kunde gro etablera sig väl. Om det blir torrt efter sådden är risken att fröet inte gror.

Etableringsmetoden med Väderstad Carrier som blandade jord och skörderester gav också ett bra resultat med bara en överfart. Etableringmetoden med Carrier biodrill utrustad med Biodrill gav något sämre resultat jämfört med bredspridning före och körning med Carrier efter. En anledning till detta kan vara placeringen av spridningsplattorna mellan de roterande diskarna och återpackningsenheten. En del frö studsade över återpackningsenheten och landade ovanpå jorden där det var för torrt för att gro. Kultivatorn som användes i försöken var av typen spring-tine utrustad med raka spetsar vilket gjorde att det behövde köras ganska djupt för att bearbetningen skulle bli tillräckligt bra. Detta kan ha gjort att en del frö placerade lite för djupt och inte kunde gro. Kultivatorn hade inte någon djuphållning i bakre delen av maskinen och detta kan ha bidragit till det ojämna resultatet.

Som kontroll valdes sådd med Rapid eftersom det är möjligt att så direkt i skörderester med bara en överfart. En fördel är att fröet placeras på samma djup. På fälten var det ganska mycket skörderester vilket kan vara en orsak till det lite ojämna resultatet.

Effekten av gödslingen syntes framförallt på planthöjd och biomassan. Vitsenapen gödslades med 50 kg N/ha vilket är mycket i detta sammanhang och det är troligt att denna mängd kan minskas ner och ändå ge ett bra resultat.

Betydelsen av mellangröda vid olika grundbearbetning – Djupbearbetning under betraden (Projekt 205-2007 NBR)

Syftet med detta försök var att studera om det finns mätbara strukturförbättrande effekter att hämta från en mellangröda, i detta fall vitsenap, då denna odlas mellan två huvudgrödor där sockerbetor är den senare (Olsson, 2007). Även betydelsen av olika intensiv bearbetning i samband med etableringen av mellangrödan efter huvudgrödan studerades.

Undersökningen avsåg att besvara följande frågor:

1. Ger en mellangröda (vitsenap) någon strukturförbättrande effekt som kan mätas i form av ökad sockerskörd i efterföljande betgröda?
2. Vad betyder bearbetningsdjupet och maskintyp för utvecklingen av mellangrödan samt kan effekten av denna grundbearbetning ses i efterföljande betgröda?
3. Har mellangrödan och den tidiga grundbearbetningen någon effekt på betgrödan om ytan höstplöjs?
4. Ger partiell bearbetning tillräckligt goda förutsättningar för sockerbetan i marken – tål denna bearbetning en jämförelse med olika plöjningsfria system?

Partiell bearbetning innebär att man enbart gör den djupa bearbetningen direkt under betraden och lämnar mellanrummet orört. Denna typ av bearbetning har sitt ursprung i att man vill behålla ett vind- och erosionsskydd mellan betraderna. Det innebär också en energibesparing vid bearbetningen då man inte bearbetar hela ytan.



Bild 8. Maskinen som användes för partiell bearbetning. En kultivatorpinne står för bearbetningen, en tallrik på varje sida skyddar området mellan raderna och sist återpackar två vältringar.

Som mellangröda användes vitsenap, Accent, 18 kg/ha som såddes i andra halvan av augusti med gott resultat. Maskinerna som användes för den inledande grundbearbetningen var Simba X-press utrustad med frösålåda, AgriSem Cultiplow – vitsenapen såddes med Carrier utrustad med BioDrill, Väderstad Carrier BioDrill och plog + Carrier.

Väderstad Carrier, BioDrill

AgriSem, Cultiplow

Simba, X-press, frösålåda



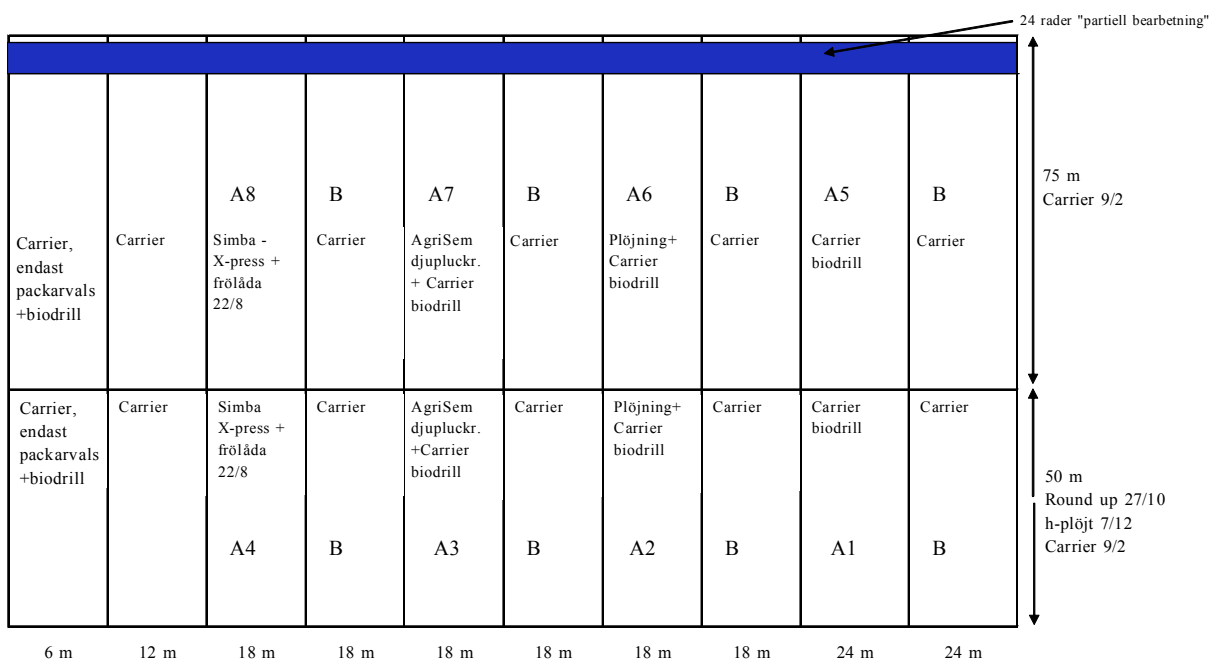
Bild 9. Maskiner som användes för grundbearbetningen och etableringen av mellangrödan.

Försöket var upplagt som ett strimförsök där bearbetningsmomentet med mellangröda jämfördes med en körning med Carrier utan mellangröda. Halva arealen plöjdes på senhösten, medan resterande del låg kvar som ett plöjningsfritt system.

Undersökningarna gjordes på två fält, ett utanför Staffanstorp och ett utanför Hjärup 2007.

Försöksled

		Ledbeteckning	
		Höstplöjt	Ej plöjt
A	Mellangröda*		
B	Ej mellangröda, enbart Carrier efter skörd		
A	Mellangröda, Väderstad Carrier BioDrill	1	5
A	Mellangröda, Höstplöjning + Väderstad Carrier BioDrill	2	6
A	Mellangröda, AgriSem djupluckring + Väderstad Carrier BioDrill	3	7
A	Mellangröda, Simba X-press frölåda	4	8



Figur 2. Försöksplan för Ädelholm och ovan ledbeskrivning.

Den kraftigaste och frodigaste mellangrödan var den som etablerats i plöjd mark. Ett samband mellan hur intensivt vi bearbetat och hur frodig mellangrödan var kunde iaktas.

Vid plöjningen i december kunde en kraftig skillnad i hur tiltorna föll efter plogen ses där det växt en mellangröda respektive där det inte gjort det. Jorden upplevdes som mer lucker och föll sönder mer där ingen mellangröda växt och där det hade växt mellangröda syntes jorden vara mer seg och sammanhållande (se bild nedan).



Bild 10. Plöjning den 7 december. Observera skillnaden i hur tiltan faller där det har växt mellangröda till vänster och utan mellangröda till höger.

Slutsatsen efter att ha studerat hur mellangrödan utvecklats under hösten i de olika leden blir att man måste bearbeta för att det ska finnas förutsättningar för god tillväxt och ju mer man gör, desto kraftigare och frodigare blir mellangrödan. Plogen var i detta försök det redskap som skapade de bästa förutsättningarna för mellangrödan. De andra två djupbearbetande systemen, AgriSem Cultiplow och Simba X-press, gav också en fin mellangröda där pålroten var längre och marktäckningen större än i det led där enbart den grunt bearbetande Carriern använts.

Uppkomsten mätt som plantor/ha hos den efterföljande betgrödan var mellan 2 och 4 % sämre i den plöjningsfria delen av försöket jämfört med kontrollen i alla led med mellangröda. I det som plöjdes innan mellangrödan var uppkomsten 5 % bättre. I den plöjda delen kunde vi inte påvisa någon effekt av mellangrödan på uppkomsten.

Sockerskörden i de plöjningsfria systemen var signifikant högst, +9 % polsocker, i det led som plöjts innan mellangrödan. Skillnaden i sockerskörd förklarades helt av skillnaden i rotskörd. Sockerhalten var opåverkad. I den plöjda delen var rotskörden i ledet med Carrier + mellangröda signifikant högre än för kontrollen med bara Carrier.

Partiell bearbetning gav i genomsnitt en signifikant skördesänkning på 5 %. Nackhöjdmätningen visade också att betorna växt något högre där vi bearbetat partiellt. Plantetableringen var lyckad med fullt tillfredsställande plantantal. Sammantaget tyder resultaten från denna del på att vi inte har lyckats skapa tillräckligt bra förhållanden med en lucker och homogen matjord för betan att växa i.

Det totala intrycket från den plöjningsfria delen av försöket blir att mellangrödan inte tycks ha någon strukturförbättrande effekt som kan mätas i den efterföljande betgrödan.

Däremot finns indikationer på att mellangrödan kan hämma groningen av sockerbetorna i den plöjningsfria delen av försöket.

I den plöjda delen erhöles skördeökning i två fall, Carrier + vitsenap och Simba + vitsenap, dock ej signifikanta skillnader. I fallet med Carrier + vitsenap är skillnaden gentemot kontrollet enbart vitsenapen. Detta indikerar att mellangrödan har påverkat betgrödan.

Mekanism för sanering av jordburna svampar

Gröngödsling med senap, oljerättika och andra korsblomstriga växter har i ett antal undersökningar visat sig kunna sanera jordsmitta av ett flertal sjukdomar. På engelska kallas denna sanering ”biofumigation”. Den positiva effekten har studerats på ett antal sjukdomar och grödor, bl a ärtrottröta på ärt (Chan och Close, 1987; Papavizas, 1966; Papavizas och Lewis, 1971), rotdödare på vete (Kirkegaard *et al.*, 1998) och jordburna svampsjukdomar på potatis (t.ex. Larkin och Griffin, 2007).

Det är framförallt arter som tillhör familjen *Brassicaceae* som har provats. Dessa arter innehåller glukosinolater som vid enzymatisk nedbrytning bildar en mängd olika flyktiga substanser, s.k. biocider, som isothiocyanater (ITC), nitriler, thiocyanater, oxazolidinethioner och epithionitriler, vilka alla kan vara toxiska för organismer i marken som svamp, bakterier och nematoder inklusive patogener som *A. euteiches* som orsakar ärtrottröta (Papavizas, 1966; Smolinska *et al.*, 1997; Smolinska, 2003; Williams-Woodward *et al.*, 1997). Olika oljeväxtarter innehåller olika koncentrationer glukosinolater och dessutom olika typer av glukosinolater inom plantan (Kirkegaard och Sarwar, 1998). Även fröet kan innehålla höga halter av glukosinolater och mjöl gjort på rapsfrö som blandats i smittad jord har i försök haft god effekt mot *A. euteiches* (Smolinska *et al.*, 1997). Sareptasenap, *B. juncea*, är en art som har rapporterats ha mycket god sanerande effekt och den har också förädlats för att få fram sorter som har förbättrade egenskaper för sanering. I Australien odlas en sort som heter F-E75 (Fumus) före vete för att minska angrepp av rotdödare.

Flera studier har även visat att havre som nedbrukas i jorden kan reducera jordburna sjukdomar (Windels och Nabben-Schindler, 1990, Windels *et al.*, 1993, Windels och Engelkes, 1995, Windels och Brantner, 2001, Windels *et al.*, 2001). Havre innehåller avenacin och saponiner i blad och rötter vilket kan vara toxiskt mot zoosporbildande patogener som *Pythium* spp (Deacon and Mitchel, 1985), *A. cochlioides* (Windels and Engelkes, 1995) och *A. euteiches*. Olika havresorter har också visat sig vara olika bra på att bekämpa rotbrandssvampar (Windels och Nabben – Schindler, 1990). Havrens positiva effekter som gröngödslingsgröda har även visats i olika fältförsök (Roebke *et al.*, 1994). Växtföljder där havre ingick som förfrukt till sockerbetor tenderade att ge högre sockerskörd än i de led där vete var förfrukt.

Mekanism för sanering av betcystnematoder i sockerbetor

Betcystnematodens biologi

Betcystnematoden har troligen sitt ursprung i medelhavsområdet (pers. inf. S. Andersson) och har därifrån spritt sig till alla delar av världen där sockerbetor odlas (Agrios, 1988). Spridningen sker framförallt med jord som transporteras med maskiner och redskap men även vinderosion kan bidra till spridningen.

Cystnematoderna (Familjen *Heteroderidae*) dit betcystnematoden hör, har alla samma typ av livscykel. Cystnematoderna övervintrar som cystor i jorden. Varje cysta innehåller ett stort antal ägg och då betingelserna är gynnsamma kläcks äggen och larver kommer ut i jorden. Larverna genomgår fyra larvstadier innan fullt utvecklade honor och hanar har bildats. Larvstadie I och II sker inne i ägget i cystan, stadie III och IV sker efter att larven borrar sig fast i en rot. Det är alltså det andra stadiets larver som är frilevande och som har förmåga att infektera nya rötter. Efter parningen utvecklas honan till en cysta där äggen förvaras (Agrios, 1988). Utanför cystan finns också en äggsäck som innehåller ett mindre antal ägg (högst 10 %). Dessa ägg kläcks snabbare än äggen i cystan. Själva cystan kan innehålla flera hundra ägg och förmår överleva i jorden i flera år.

Från cystorna sker det varje år en spontan kläckning som kan uppgå till mellan 40 och 60 % av äggen i cystan (Jakobsen och Hansen, 2000). I närvaro av värdväxt stimuleras äggen i cystorna att kläckas och denna s.k. värdstimulerade kläckning kan uppgå till 70 % (Andersson, 1985; Landquist och Andersson, 1997). Larverna kan inte överleva någon längre period i jorden utan måste relativt snabbt hitta en värdväxt. Då larverna kan känna igen rotexudat från värdväxterna sker en aktiv förflyttning i jorden. För denna förflyttning är larverna beroende av en tunn vattenfilm mellan jordpartiklarna (Thomas, 1997). Larverna borrar sig in i roten där de livnär sig på cellvävnad. Redan två dagar efter infektionen kan man se att angripna celler förstoras och s.k. syncytier bildas (grupper av förstora celler). Efter ytterligare några dagar har larverna genomgått larvstadium III och IV och utvecklats till honor och hanar. Strax efter midsommar kan man på värdväxtens rötter se de första honorna som knappålsstora vita prickar. Efterhand dör honorna och omvandlas till ljusbruna döda cystor. Cystorna är citronformade, 0,6–0,8 mm långa och 0,4–0,5 mm breda.

Nematodernas utveckling är starkt beroende av väderlek och temperatur. Vid temperaturer under 8°C sker ingen tillväxt. För en komplett utvecklingscykel krävs en värmsomma på 465°C (Windt och Koch, 1998). Värmsumman beräknas enligt: genomsnittlig marktemperatur på tio cm djup minus 8°C. I Sverige har betcystnematoden normalt två fullständiga generationer/år och varje generation tar cirka 4–8 veckor (Blumenberg och Uphoff, 1996). Betcystnematodens första generation är vanligen fullbordad under de två sista veckorna i juli. Beroende på årsmån, kan tidpunkten för den andra generationens fullbordning variera betydligt mer. Det förefaller dock som om det huvudsakligen sker någon gång i september i Sverige. Vissa år kan även en partiell

tredje generation uppträda. Den tredje generationen hinner sällan utvecklas så mycket att larver och cystor klarar att övervintra.

De första skadorna på sockerbetsplantan uppträder redan tidigt på säsongen och så snart näringen i fröet är förbrukad (pers. inf. S. Andersson). Plantorna är i regel små, har gulaktiga blad och förmår inte konkurrera med ogräsen. Trots en hög markfuktighet lider plantorna av torka och man ser att de slokar med bladen. Rötterna får också ett karaktäristiskt utseende. Huvudroten tillbakabildas och det bildas istället en mängd smårötter. På dessa kan man med blotta ögat se de knappålsstora vita honorna som sedermera övergår till ljusbruna cystor.

Betcystnematoden orsakar inte bara skördeföruster utan medför också praktiska problem vid skörden. Den kraftiga sidorotsbildningen gör att mycket jord hänger kvar vid betan. Angreppen leder också till att betans motståndskraft mot andra sjukdomar, t.ex. mjöldagg och *Ramularia*, minskar. Utifrån fältförsök i Italien har man beräknat att vid en förekomst av 64 ägg och larver/g jord kan man räkna med en skördeförust på ca 80 % (Greco *et al.*, 1982). Samma undersökning visade också att sockerbetans toleransgräns för betcystnematoden ligger på ca 1,8 ägg och larver/g jord. Senare undersökningar har visat att det är skillnad mellan olika betsorter i hur mycket nematoder de kan tåla i marken utan skördeförust.

Värdväxter och växtföljder

Betcystnematoden har en mycket vid värdkrets och angriper många arter från flera olika familjer. Huvudsakligen angrips dock medlemmar av familjerna *Brassicaceae* och *Chenopodiaceae*. Förutom sockerbetor är också raps (både vår- och höstraps), kål, rova, rädisa och spenat värdväxter för betcystnematoden. Icke-värdväxter är spannmål, potatis, sallad och solros (Bettini, 1998). Ett flertal ogräsarter är värdväxter för betcystnematoden, bl a grön amarant (*Amaranthus hybridus*), åkerbinda (*Fallopia convolvulus*), åkerpilört (*Persicaria maculosa*), svinmålla (*Chenopodium album*) samt nattskatta (*Solanum nigrum*) (Bettini, 1998).

I jämförelse med övriga europeiska länder innehåller svenska växtföljder en relativt stor andel värdväxter. Den vanligaste växtföljden i Jordbergadistriktet var under åren 1960–1995 korn följt av höstraps, höstvet och sockerbetor, en växtföljd med hög andel värdväxter. I Karpalundsdistriktet dominerade under samma period en fyraårig växtföljd utan raps. I Köpingsbro hade man oftast en treårig växtföljd utan raps.

Det är svårt att ge några generella råd om hur stor andel värdväxter man kan tillåta i en växtföljd utan att betorna tar skada. Förekomsten av nematoder i olika jordar påverkas av ett flertal olika faktorer, bl a lokalklimat och årsmån. Även förekomsten av nematodparasiterande svampar är av stor betydelse (Andersson och Landquist, 1997). Det har därför visat sig vara svårt att påvisa något tydligt samband mellan växtföljd och nematodförekomst (Andersson och Månsson, 1985 och 1987). Men växtföljder med betor vart tredje år är i regel för kort tid och nematodpopulationerna hinner inte minska i jorden. Därför rekommenderas att odla betor i som lägst fyraåriga växtföljder.

Grödor med nematodsanerande egenskaper

Det är framförallt resistent sorter av oljerättika (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*) och vitsenap (*Sinapis alba*) som har visat sig ha sanerande verkan på betcystnematoden. I Tyskland pratar man om tre olika resistensklasser för oljerättika och vitsenap. Sorter som tillhör resistensklass 1 reducerar antalet nematoder med >90 %, resistensklass 2 med 70–90 % samt resistensklass 3 med 50–70 % (Müller, 1991). Siffrorna har tagits fram utifrån försök i växthus och kan inte direkt relateras till fältförhållanden. I fält räknar man med att oljerättika under ett år kan minska nematodpopulationen med cirka 70 %. Med vitsenap är minskningen något lägre.

Sanerande grödor som mellangröda

I Tyskland har man under flera år provat att odla nematodsanerande grödor som mellangrödor efter spannmål (Müller, 1991). För att få en så god effekt av den biologiska nematodkontrollen som möjligt måste huvudgrödan röjas undan snabbt så att det finns tid för den sanerande grödan att etablera sig. Som undre gräns för lyckad tillväxt måste den nematodsanerande grödan ha 50 dagar med en genomsnittlig temperatur över 9°C (Lehrke, 2000). Detta innebär att den måste sås i slutet av juli eller i början av augusti för att ett kraftigt rotsystem ska hinna utvecklas.

Jordbearbetningen efter huvudgrödan har stor betydelse för effekten av den sanerande grödan (Heinrichs, 1998, Windt och Koch, 1998). Samtliga sorter av oljerättika har djupgående rötter vilket ställer höga krav på djup såbädd. Vitsenap har betydligt grundare rotsystem. I ett fältförsök i Tyskland 1997 provade man tre olika bearbetningsdjup inför sådden av fyra sorter av oljerättika (Colonel, Final, Regresso och Arena) och två sorter av vitsenap (Silvester och Sirola) efter vinterkorn (Heinrichs, 1998). I den första varianten bearbetades jorden till ett djup av 30 cm, därefter skedde sådden 28/7. I den andra varianten bearbetades jorden till ett djup av 15 cm. Även här sådde man 28/7. I den tredje varianten bearbetades jorden till ett djup av 30 cm men sådden skedde inte förrän 15/8. Resultaten visade att Colonel och Final (båda tillhörande resistensklass 1) reducerade nematodpopulationen med 81% ($Pf/Pi = 0,19$ där Pf = den slutliga mängden nematoder och Pi = den initiala mängden nematoder) i den djupt bearbetade jorden (variant 1). Vid den grundare bearbetningen (variant 2) försvann en del av oljerättikans effekt och nematodpopulationen reducerades med 61% ($Pf/Pi = 0,39$). Effekten av senap var generellt sämre än för oljerättika (Silvester $Pf/Pi = 0,49$ och Sirola $Pf/Pi = 0,45$) och bearbetningsdjupet har inte haft någon effekt på reduceringsförmågan. Försöket visade att för att få en lyckad sanering av oljerättika och vitsenap vid sådd som mellangröda måste följande förutsättningar vara uppfyllda: djup såbädd, tidig sådd och tätt plantbestånd (minst 160 plantor/m²) av en gröda tillhörande resistensklass 1 (Heinrichs, 1998).

Sanerande grödor som grönträda

Flera försök har visat att vårsådd av oljerättika och vitsenap som huvudgröda ett år kan ge en mycket bra sanerande effekt. I försök utförda 1995–1997 av de italienska bet-

odlarnas centralorganisation (Italian National Beetgrowers Association) såddes oljerättika och senap i mitten av april. Resultaten visade att saneringseffekten i juni blev 66,6 % för oljerättika och 59,2 % för vitsenap (Bettini, 1998).

I Sverige har man undersökt vilken betydelse så- och nedbrukningstidpunkt har för den nematodsanerande effekten av oljerättika (Nemex) och vitsenap (Emergo) vid odling som grönräda (Andersson, 1988). De två nematodsanerande grödorna jämfördes med svartträda. Försöket med olika såtidpunkter (sådd 6–7/5, 25/5, 15/6) lades ut på två platser med respektive sockerbetor (Vellinge) och höstvetete (Gislöv) som förfrukter. Den initiala nematodförekomsten var i Gislövsförsöket <20 ägg och larver/g jord och saneringseffekten låg på mellan 65 och 72 % i alla tre försöksleden (inga signifikanta skillnader mellan vare sig såtidpunkter eller grödor). I Vellingeförsöket var den initiala nematodförekomsten $P_i = 25–75$ ägg och larver/g jord. Saneringseffekten i ledet med träda låg på 59 % vilket skall jämföras med i genomsnitt 87 % för de nematodsanerande grödorna ($p < 0,01$). Det fanns inga signifikanta skillnader mellan såtidpunkterna. En svag tendens till en bättre sanerande effekt vid den senaste såtidpunkten kunde dock urskiljas. Hur nedbrukningstidpunkten (tidig, medeltidig och sen nedbrukning) påverkar den sanerande effekten undersöktes i fyra försök (i tre försök var sockerbetor förfrukt, i det fjärde korn). I försöket med korn som förfrukt var den initiala nematodförekomsten mycket låg ($P_i < 9$) och saneringseffekten var lika stor (79–85 %) för alla grödorna. I de tre försöken med sockerbetor som förfrukt var de initiala nematodförekomsterna mycket höga (30–60 ägg och larver/g jord i två försök samt 180–270 ägg och larver/g jord i det tredje försöket). Saneringseffekten för oljerättika och vitsenap skilde sig signifikant åt från saneringseffekten för svartträda ($P < 0,01$). I försöket med 180–270 ägg och larver/g jord blev det ingen skillnad i saneringseffekt mellan svartträda, oljerättika och vitsenap. Det fanns även en tendens till att sen nedbrukning (oljerättikan i mitten av blomningen, vitsenapen nästan överblommad) gav bättre sanerande effekt.

Även i Tyskland har man gjort försök med oljerättika som grönräda (Enderlein och Holtschulte, 1996). Oljerättikan såddes under första resp. sista veckan i april. I juli och september mättes sedan förekomsten av nematoder och jämfördes med förekomsten i april (P_f/P_i -värdet). De frön som såddes under sista veckan i april grodde snabbare och småplantorna fick en jämnare utveckling. Redan under juli månad hade nematodförekomsten minskat med >70% ($P_f/P_i = 0,28$), en minskning som bestod in i september. Vid den tidigare sådden uppnåddes samma sanerande effekt först i september. Avslagning av oljerättikan vid olika tidpunkter och höjd visade sig inte påverka nematodförekomsten. Undersökningen visade att oljerättika (sett över alla testade såtidpunkter, sorter och avslagningsvarianter) i jämförelse med svartträda ökade saneringseffekten med 46 %. Enligt tyska rekommendationer kan en nematodsanerande gröda med fördel odlas som grönräda efter sockerbetor (Enderlein och Holtschulte, 1996). Efter sockerbetor är nematodpopulationen som allra högst. Dessutom kan de på hösten nerplöjda betbladen med ca 30–40 kg/ha N utnyttjas som startgiva för att ge ett tätt plantbestånd av den sanerande grödan.

Att odla två sanerande oljeväxtgrödor efter varandra samma säsong (oljerättika – oljerättika, oljerättika – senap) har visat sig ge bättre sanerande effekt ($Pf/Pi = 0,32$) än endast en kultur oljerättika ($Pf/Pi = 0,51$) (Enderlein och Holtschulte, 1996).

Utbredning av betcystnematoder i Sverige - sortval

Betcystnematoden (BCN), *Heterodera schachtii*, är en av de allvarligaste skadegörarna på sockerbetor i Sverige. Enligt inventeringar gjorda av NBR finns det nematoder i nästan hälften av alla betfält.

Under 2005 introducerades den första nematodtoleranta betsorten ”Julietta” i praktisk odling i Sverige. Fördelen med nematodtoleranta betsorter är att de, trots att det finns nematoder i marken, bibehåller en hög skördenivå (Olsson, 2004). En av nackdelarna är att antalet nematoder förökas upp, i genomsnitt cirka 1,2 gånger för Julietta. Uppförökningen är dock täthetsberoende och vid låga nematodtätheter är uppförökningen på samma nivå som för en normalsort. Utvecklingen av nya toleranta betsorter går stadigt framåt och nya sorter introduceras ständigt. På fält utan nematoder ligger dock skördenivån för dessa strax under den för normala betsorter men gapet stängs allt mer. Så länge skördenivån utan nematoder i jorden är lägre för dessa sorter ska de därför endast odlas när det verkligen konstaterats att det finns nematoder i marken.

På kort sikt ger toleranta betsorter nya möjligheter för odlare med nematodinfekterade fält att fortfarande ta normala till höga sockerskördar. På lång sikt kan dock ett ensidigt användande av toleranta sorter leda till en ökning av antalet nematoder i jorden. Vid nematodtätheter över cirka 9–10 ägg och larver/g jord börjar sockersköörden även för NT-sorterna att minska.

Från och med odlingssäsongen 2006 finns det inte någon nematodresistent betsort på den svenska sortlistan. Reducering av nematodtätheter med hjälp av mellangrödor blir därför allt viktigare, då det är det enda sättet att aktivt minska nematodtätheterna. En förutsättning för att det ska bli attraktivt att odla dessa grödor är att de kan etableras så kostnadseffektivt som möjligt och att saneringseffekten under svenska förhållanden blir god.

Den saneringseffekt man får av oljerättika och vitsenap är också beroende av ett flertal andra faktorer, bl.a. djup såbädd (gäller framförallt oljerättika) och tätt plantbestånd (minst 160 plantor/m²) av sorter tillhörande resistensklass 1 (Heinrichs, 1998). Jorden ska vara väl genomvävd av mellangrödans rötter för att få en bra sanering. Om mellangrödan sås tätt ger detta mer konkurrens mellan plantorna och därmed bättre och djupare genomvävning av jorden (Schlathölter, 2002). Oljerättika har djupgående rötter, till skillnad från vitsenap, som har grundare rotsystem.

I Tyskland har man under flera år odlat nematodsanerande grödor som mellangrödor efter spannmål, inte bara för att kontrollera nematoder, utan även för att långsiktigt förbättra jordarnas bördighet (Kessel och Kynast, 2003). På ungefär 40 % av den tyska betarealen växer det en mellangröda (Kessel och Kynast, 2003).

Kärlförsök med sanering av sjukdomar i ärter, spenat och sockerbetor

Försök med sanering av sjukdomar och då i första hand rotröta i ärt (*A. euteiches*), i spenat (*A. cochlioides* och *A. cladogamus*) och i sockerbeta (*A. cochlioides*) har genomförts inom ramen för en rad olika projekt hos SBU/NBR och Findus R&D. Ett antal av dessa har genomförts som biotester i växthus. Dessa försök har baserats på erfarenheter från biotester av ärtfält genomförda i Findus regi under ett femtio-tal år. Vattning och klimatförhållanden har varit likvärdiga och den största skillnaden har varit att grönmassa av den i försöket testade grödan har blandats ner i jorden. I försök genomförda i slutet på 1980-talet och tidigt på 1990-talet på Findus indikerade resultaten potentialen i metodiken, men också att de frigjorda toxiska substanserna även kunde inverka negativt på grobarhet av huvudgrödan. Detta medförde att tester gjordes för att studera behovet av tid mellan nedbrukning av mellangrödan och sådd av huvudgrödan.

Försök med olika tidsintervall mellan mellangröda och huvudgröda för sanering av rotröta i spenat (Findus, 1989)

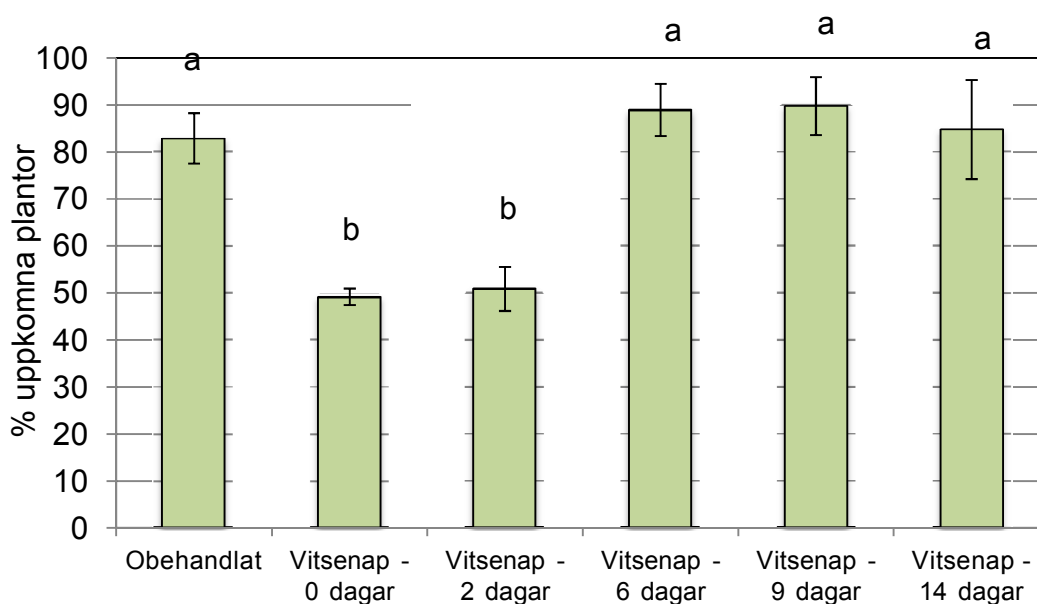
Det första försöket för att studera behovet av tid mellan nedbrukning av mellangrödan och sådd av huvudgrödan utfördes vid Findus 1989. Vitsenap odlades upp utomhus i fält. När senapen var ca 30 cm hög klipptes den ner, togs till ett växthus där grönmassan hackades i bitar och därefter omedelbart blandades i jord i krukor. Spenatfrön såddes i krukorna efter olika tidsintervall: 0 dagar; 3 dagar; 7 dagar; 14 dagar. I detta försök kom det inte upp en enda spenatplanta när spenaten såddes samma dag som senapen blandades i jorden. När spenaten var sådd 7 eller 14 dagar efter inblandning av senap var uppkomsten däremot normal.

Försök med olika tidsintervall mellan mellangröda och huvudgröda för sanering av rotröta i spenat (Findus, 2004)

Liknande försök för att studera tidsintervallet mellan nedbrukning av mellangröda och sådd av huvudgröda utfördes 2004. Vitsenap av sorten Maxi odlades i stora krukor i växthus. När plantorna var ca 20 cm höga klipptes grönmassan ner och hackades i bitar. Jord togs in från ett fält, Kungsgården, Ängelholm, med återkommande odling av spenat och med naturlig smitta av *A. cladogamus* och *A. cochlioides* som ger rotröta. Jorden hälldes i krukor och den hackade vitsenapen blandades in i jorden och placerades i växthus. Frön av spenat såddes i krukorna efter olika tidsintervall: 0 dagar; 2 dagar; 6 dagar; 9 dagar och efter 14 dagar. Varje tidpunkt (led) upprepades med 3 krukor. Plantorna räknades vid full uppkomst i respektive led. Fyra veckor efter sådd av spenaten avbröts försöket. Planter med rötter gjordes rena från jord och tvättades i vatten. Sjukdomsindex enligt ovan beskrivet bedömdes för alla led.

Resultaten visar att grönmassa av vitsenap som blandades in i smittad jord gav ett signifikant lägre antal uppkomna spenatplantor när sådd och inblandning gjordes samma dag eller 2 dagar efter inblandning (Figur 3). Vid sådd 6 dagar eller mer efter inblandningen

påverkades inte spenatplantorna negativt. Sjukdomsindexet på spenaten var däremot lika i alla försöksleden, så i detta försök erhöles inte någon sjukdomssanerande effekt.

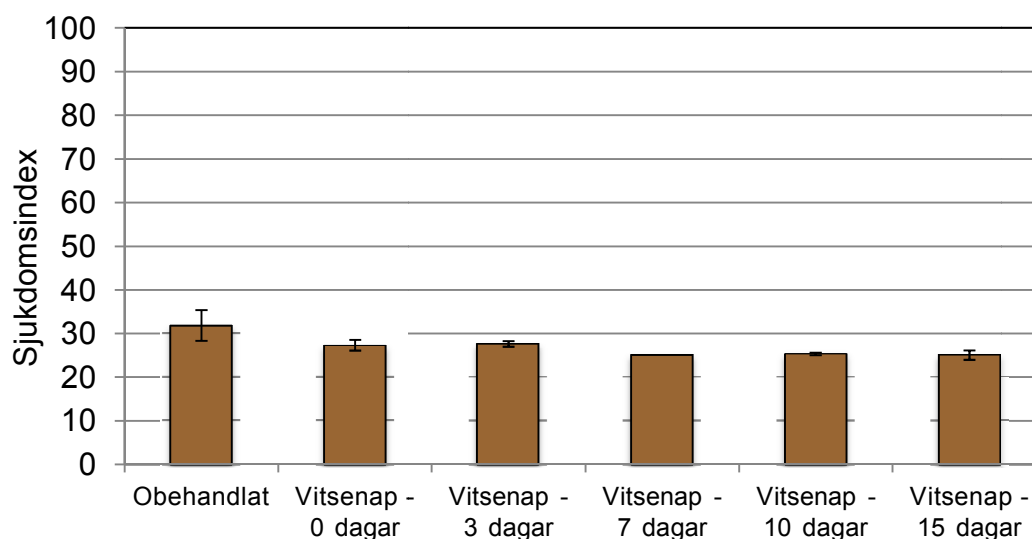


Figur 3. Procent uppkomna plantor av spenat odlade i växthusförsök där grönmassa av vitsenap har blandats in i jord smittad med spenatrotröta, prob. <0,0001. Spenaten är sådd 0–14 dagar efter inblandning av senapen. Spenaten har kraftigt hämmats i uppkomst om den såddes 0 eller 2 dagar efter inblandning av senap i jorden. Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.

Försök med sanering av rotröta i ärt (Findus, 2004)

Jord togs in från ett fält vid Findus försöksgård, Selleberga ruta 6, med återkommande odling av ärt och med naturlig smitta av *A. euteiches* som ger ärtrotröta. Vitsenap av sorten Maxi odlades i stora krukor i växthus. När plantorna var ca 20 cm höga klipptes grönmassan ner och hackades i bitar. Den hackade vitsenapen blandades med den smittade jorden och hälldes i krukor och placerades i växthus. Frön av ärt såddes i krukorna efter olika tidsintervall: 0 dagar; 3 dagar; 7 dagar; 10 dagar och efter 15 dagar. Varje tidpunkt (led) upprepades med 3 krukor. Fyra veckor efter sådd av ärt avbröts försöket. Plantor med rötter gjordes rena från jord och tvättades i vatten. Sjukdomsindex enligt ovan beskrivet bedömdes för alla led.

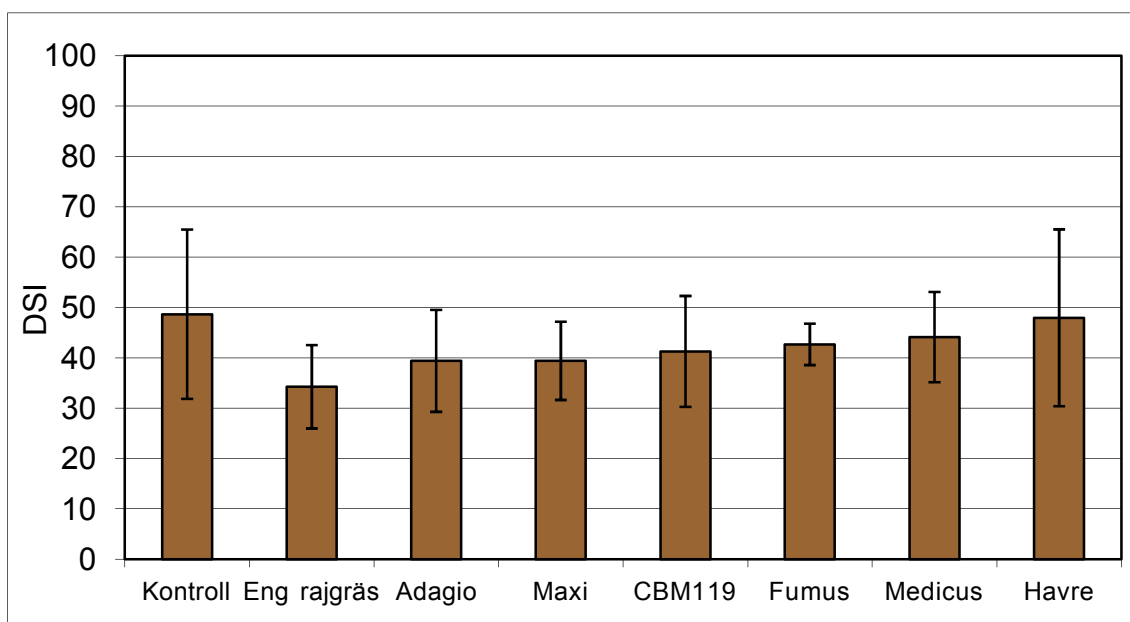
Resultaten gav indikationer på ett lägre sjukdomsindex efter inblandning av grönmassa av vitsenap jämfört med obehandlad jord (Figur 4), men skillnaderna var inte statistiskt säkerställda. En antydning finns till att sänkningen var något lägre 7-15 dagar efter inblandning jämfört med 0-3 dagar. Plantantalet vid avläsning av sjukdomsindex visar att antalet dagar mellan inblandning och sådd inte har någon betydelse för uppkomst hos ärt. Grödan är mindre känslig än i liknande försök med spenat beskrivet ovan.



Figur. 4. Sjukdomsindex hos ärter odlade i växthusförsök där grönmassa av vitsenap har blandats in i jord smittad med ärtrotröta, prob. NS. Ärterna är sådda 0–15 dagar efter inblandning av senapen.

Försök med sanering av *Aphanomyces cochlioides* i sockerbetor (NBR, 2004–2005)

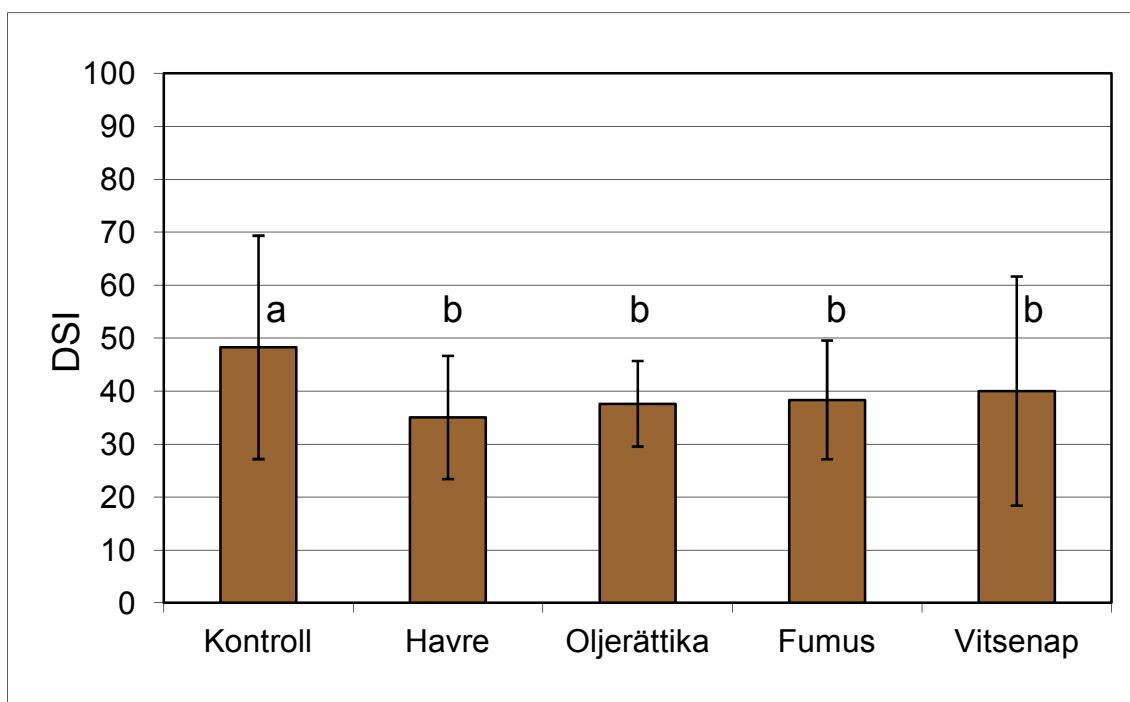
Effekten av olika arter/sorter av mellangrödor testades i rotbrandssmittad jord i kärnförsök i växthus under 2004 och 2005. I lådor (35 x 11 x 14 cm) med jord såddes 80–100 frön av respektive art/sort och i fyra upprepningar. Grödorna fick växa i tre veckor och sedan klipptes de i bitar och blandades in i jorden och fick stå ytterligare två veckor innan betfrön såddes i lådorna och slutligen lästes rotbrandsangreppet (DSI) av på betrötterna enligt ovan. Under 2004 (examensarbete av A. Ingemarsson) provades effekten av fem olika grödor: havre (Gunhild), sareptasenap (Fumus), vitsenap (Maxi), oljerättika (Adagio) och Caliente Brand Mustard 119. Under 2005 (examensarbete av A. Rydén) provades effekten av sju olika grödor: havre (Belinda), Rajgräs (Helmer), Caliente Brand Mustard 119, sareptasenap (Fumus), vitsenap (Maxi), oljerättika (Adagio), oljerättika (Medicus), och osådd jord som kontroll.



Figur 5. Effekt på DSI av olika grön gödslingsgrödor i kärnförsök 2005. Prob. NS; $R^2 = 34,3$. Examensarbete A. Ryden.

I figur 6 visas medelvärde för DSI över de två kärnförsök som gjordes 2004–2005.

Grön gödslingsgrödorna havre, oljerättika, sareptasenapen Fumus och vitsenap hade signifikant lägre DSI än kontrollen och minskade DSI med 9 till 12 enheter.



Figur 6. Effekt på DSI av olika grön gödslingsgrödor i två kärnförsök 2004–2005. Prob = 0,0162; $R^2 = 82,6$. Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda. Examensarbete A. Ingemarsson och A. Ryden.

Fältförsök med sanering av sjukdomar i ärt

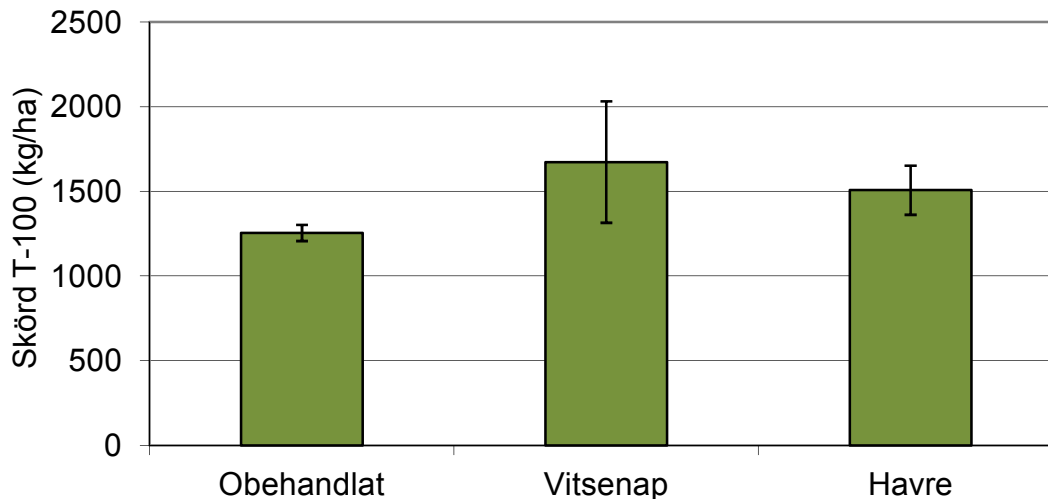
Försöksserierna redovisas för sig under rubriker enligt nedanstående, med mellangröda, försöksnummer och årtal. Fältförsöken startas utan undantag under hösten det första året och avslutas året efter med huvudgrödan.

Försök med sanering av rotröta i ärt (Findus nr. 96 och 98: 1998-1999)

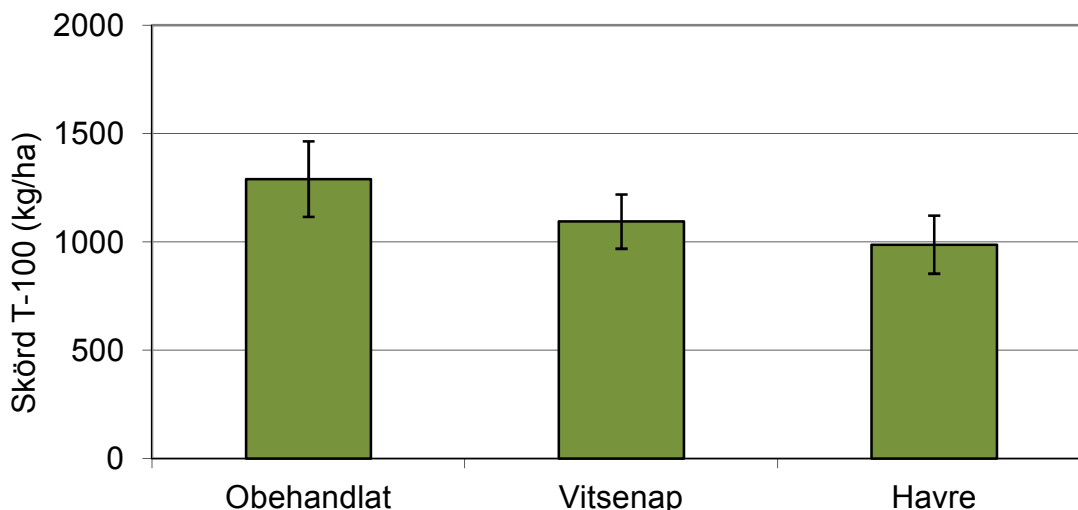
Försöken utfördes som randomiserade blockförsök med fyra upprepningar; två försök 1998–1999. I försöken fanns tre behandlingar; Obevuxet led, vitsenap och havre.

Mellangrödorna såddes på två försöksplatser; Kärrarp och Gustafsält, i nordvästra Skåne, den 25 augusti år 1998. Vitsenap (sort Maxi) såddes med 15 kg/ha och havre (sort Freja) såddes med 180 kg/ha. Mellangrödorna hackades med slagslätter och plöjdes ner. Ärtor (Findus sort 6) såddes därefter på hela fältet på våren den 29 april 1999. I jorden i Kärrarp fanns smitta av *A. euteiches*, men även *Phytophthora pisi*. På försöksplatsen Gustafsält fanns enbart *A. euteiches*.

Det fanns en tendens till skördeökning i konservärt efter både havre och vitsenap på försöksplatsen Kärrarp med som mest ca 400 kg per ha efter vitsenap jämfört med obehandlat led (Figur 7). På försöksplatsen Gustafsält fanns det en tendens till minskning av skörden efter mellangrödorna (Figur 8). Skördenivån var överlag låg beroende på ogynnsamt väder och mycket kraftigt angrepp av ärtrotröta.



Figur 7. Skörd av ärter efter olika gröngödslingsförfrukter i fältförsöket i Kärrarp med kraftig smitta av rotröta (*Aphanomyces euteiches* och *Phytophthora pisi*), prob. NS.

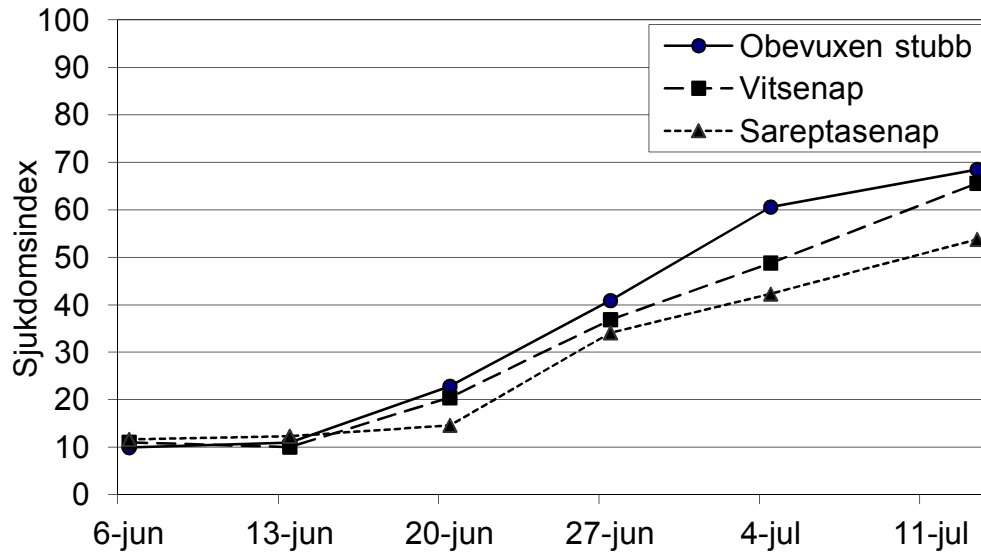


Figur 8. Skörd av ärter efter olika gröngödslingsförfrukter i fältförsöket på Gustafsfält med kraftig smitta av ärtröta (*Aphanomyces euteiches*), prob. NS.

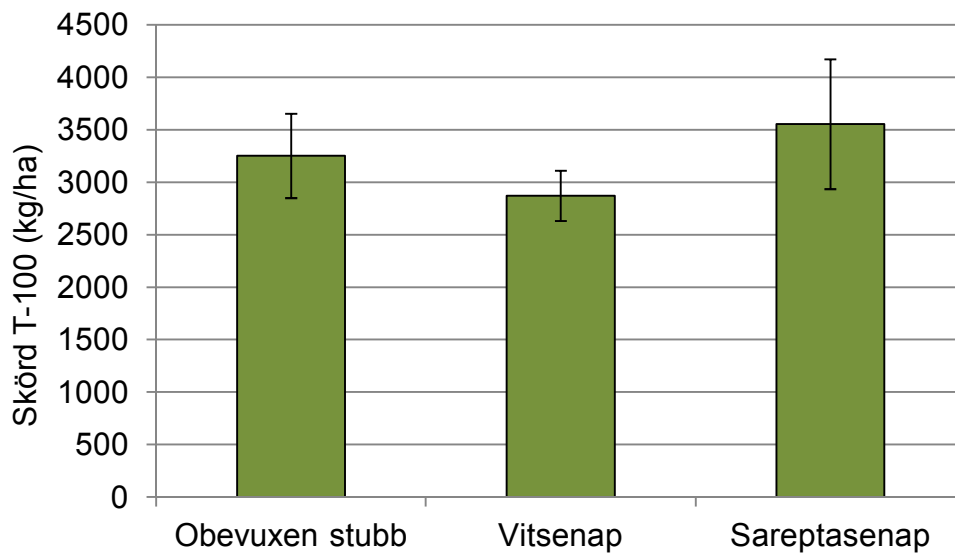
Fältförsök i ärter 2000–2001: Försök med sanering av rottröta i ärt (Findus nr. 96: 2000–2001)

Försöket utfördes som ett randomiserat blockförsök med fyra upprepningar i Kärrarp, nordvästra Skåne; 2000-2001. I försöken fanns tre behandlingar; obevuxet led, vitsenap (Maxi; 12,0 kg/ha) och sareptasenap (sort Fumus F-E75 från Australien; 13,2 kg/ha). Försöksplatsen övergödslades med kalksalpeter (320 kg/ha) motsvarande 50 kg N/ha, före sådd. Försöket såddes den 28 augusti och plöjdes i slutet av november. Det var torra förhållanden under hösten vilket gav liten grönmassa. Konservärt (Findus sort 6) såddes året efter på försöksplatsen. Efter uppkomst avlästes angreppet på ärtrötterna vid sex tillfällen med sju dagars mellanrum (Figur 9), och slutligen skördades försöket.

Utvecklingen av angreppet visar hur ledet med obevuxen stubb som förfrukt har ett högre angrepp av rottröta än både förfrukterna vitsenap och sareptasenap. Skillnaden är som mest 10 och 18 DSI-enheter respektive. Vid skörd gav ledet med sareptasenap ca 300 kg högre skörd per ha jämfört med obehandlat (ca 10 % mer), skillnaden var dock inte signifikant (Figur 10). Förhållandena var inte optimala med lite regn vid tillväxten av mellangrödornas biomassa, men en effekt kunde ändå skönjas på angreppet av rottröta.



Figur 9. Sjukdomsindex i ärter 2001 odlade efter olika förfrukter i ett fält med kraftig smitta av rotröta (*Aphanomyces euteiches* och *Phytophthora pisi*).



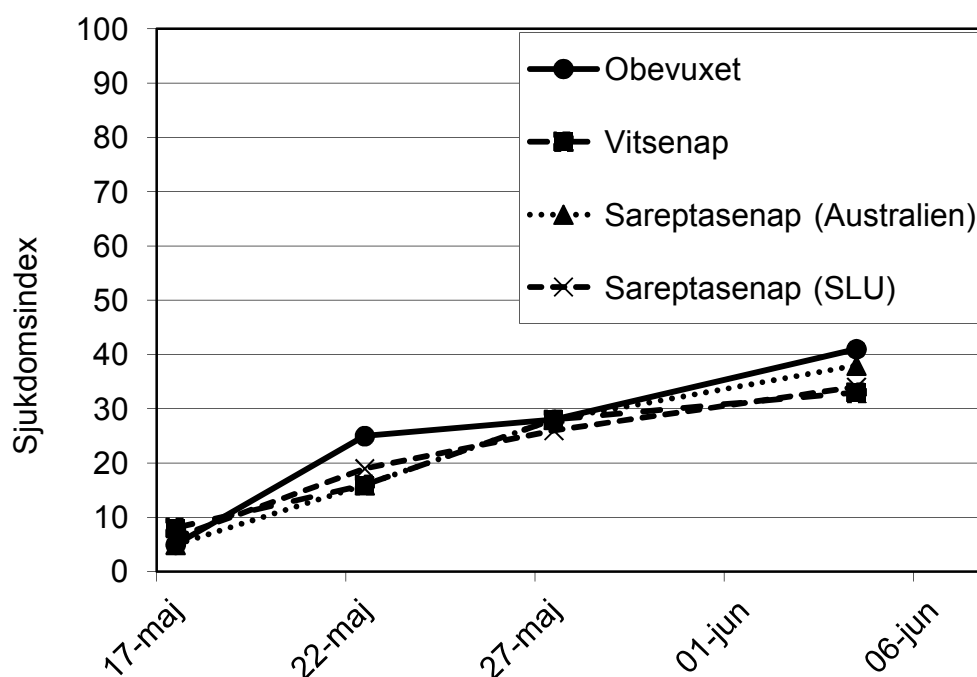
Figur 10. Skörd av ärter 2001 efter olika mellangrödor i ett fältförsök i Kärrarp med kraftig smitta av rotröta (*Aphanomyces euteiches* och *Phytophthora pisi*), prob. NS.

Fältförsök i ärter 2001-2002: Försök med sanering av rotröta i ärt (Findus nr. 96: 2001-2002)

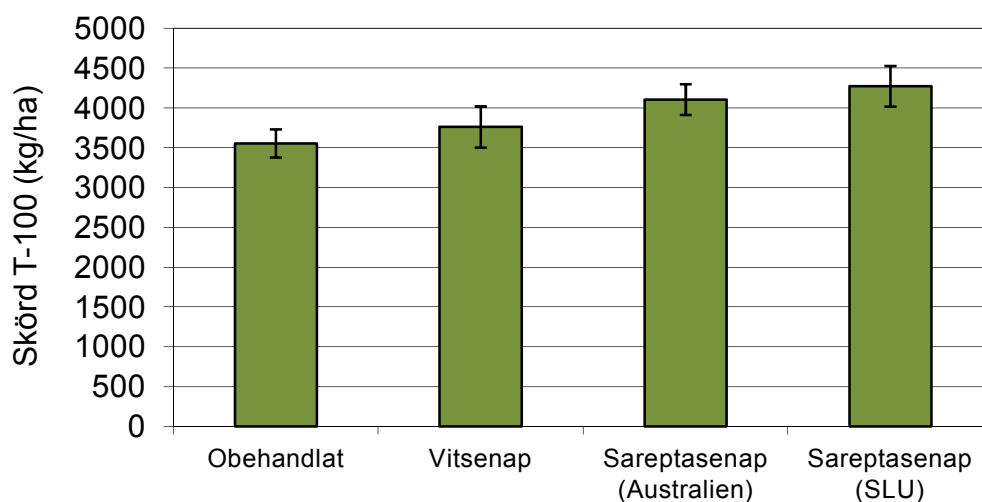
Försöket utfördes som ett randomiserat blockförsök med fyra upprepningar på Findus försöksgård Selleberga, nordvästra Skåne; 2001–2002. I försöken fanns fyra behandlingar; obevuxet led, vitsenap (Maxi; 12,0 kg/ha), och sareptasenap (sort Fumus F-E75 från Australien; 13,2 kg/ha), och sareptasenap (utsäde från SLU, men med australiensiskt ursprung; 13,2 kg/ha).

Försöket såddes den 23 augusti och plöjdes i slutet av november. Konservärt (Findus sort 6) såddes året efter den 11 april på försöksplatsen. Efter uppkomst av läst angreppet på ärtrötterna vid fyra tillfällen med fem dagars mellanrum (Figur 11), och slutligen skördades försöket.

Sjukdomsindexet var högst i obevuxet led, strax över DSI 40, medan ärter odlade efter både sareptasenap (SLU) och vitsenap resulterade i ca 8 enheter lägre index. Ärt odlade efter sareptasenap (SLU) hade också tendens till ca 700 kg högre skörd per hektar jämfört med obehandlad kontroll (3600 kg/ha). När ärterna odlades efter sareptasenap (Australien) och vitsenap var det även en tendens till högre skörd (4100 och 3750 kg/ha respektive) (Figur 12).



Figur 11. Sjukdomsindex i ärter 2002 odlade efter olika förfrukter i ett fält med kraftig smitta av rotröta (*Aphanomyces euteiches* och *Phytophthora pisi*).



Figur 12. Skörd av ärter 2002 efter olika grön gödslingsförfrukter i ett fältförsök med kraftig smitta av rotröta (*Aphanomyces euteiches* och *Phytophthora pisi*), prob. NS.

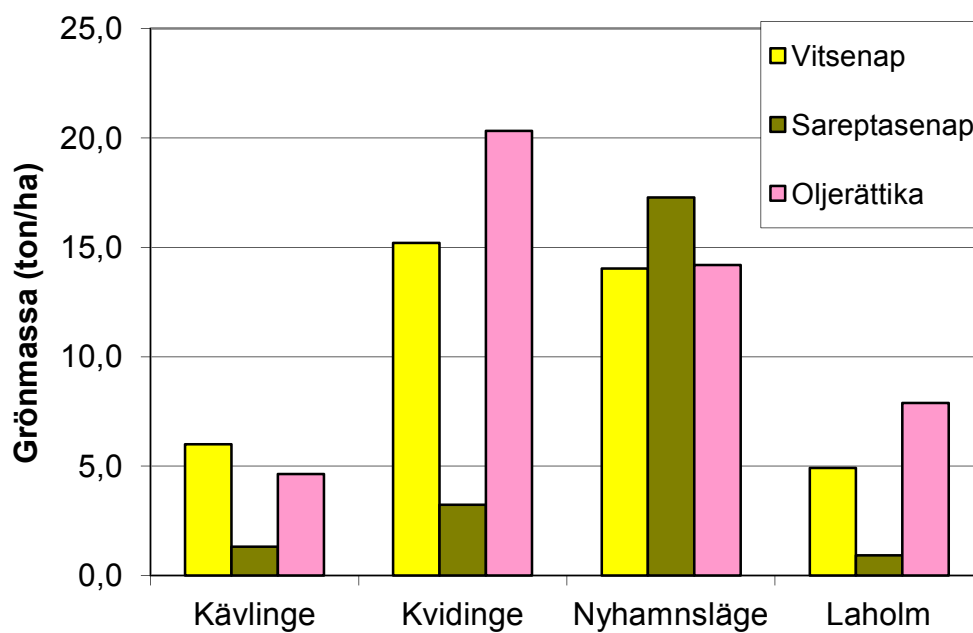
Fältförsök i ärter 2006–2007: Försök med sanering av rotröta i ärt (Findus nr. O-07-001-001, O-07-002-001, O-07-002-003 och O-07-002-004: 2006–2007)

I denna serie med försök genomfördes strimförsök på 4 platser: Kävlinge, Kvidinge och Nyhamnsläge i Skåne samt Laholm i Halland 2006–2007. I försöken fanns fyra behandlingar; obevuxet led, vitsenap (Accent, klass 1; 12 kg/ha), och sareptasenap (Fumus F-E75, Australien; 12 kg/ha), och oljerättika (Picobello, klass 1; 20 kg/ha).

Mängd grönmassa på de olika försöksplatserna mättes 2006 (Figur 13).

År 2007 såddes konservärter på alla försöksplatserna. Antal uppkomna plantor räknades i alla försöken. Sjukdomsindex i ärterna graderades mellan två och fyra gånger under säsongen. I tre av försöken (Kävlinge, Nyhamnsläge och Laholm) skördades ärterna. Skörden räknades om till T-tal 100.

Det fanns ingen skillnad i plantantal mellan behandlingarna i något av försöken.



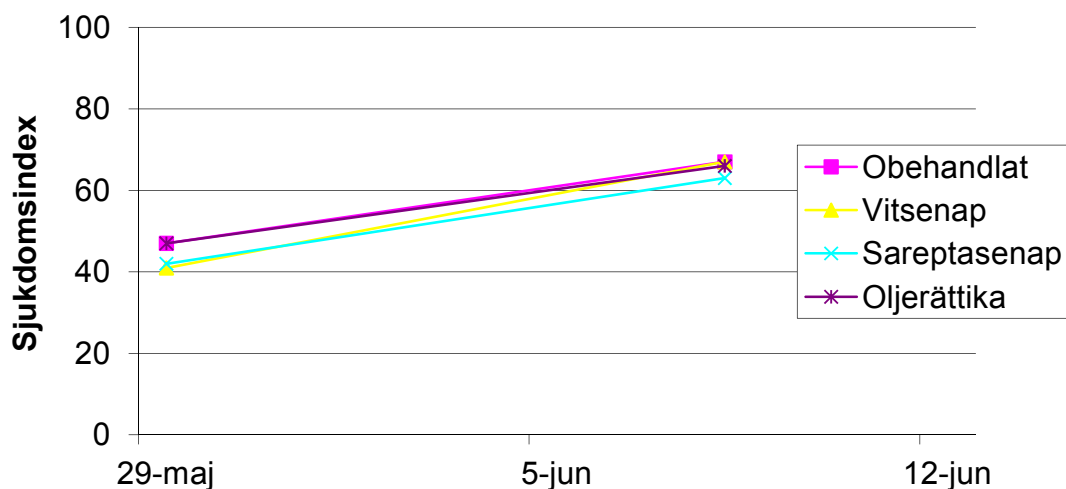
Figur 13. Mängd grönmassa av de sanerande grödorna på de olika försöksplatserna 2006.



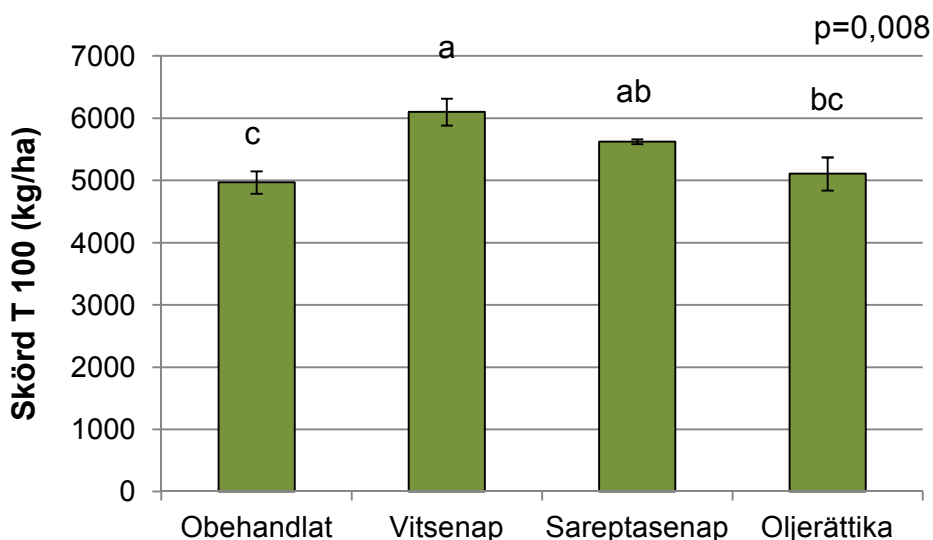
Bild 11. Foto från försöket i Nyhamnsläge i mitten av oktober 2006 strax innan grönmassan plöjdes ner.

Försök 1 (O-07-001-001) – Kävlinge, Skåne

Resultaten från försöket i Kävlinge visade på en signifikant skördeökning i ledet med vitsenap, 6100 kg/ha, jämfört med knappt 5000 kg/ha i obehandlat led, men även efter sareptasenap, 5620 kg/ha (Figur 15). Ärterna i obehandlat led hade tendens till högre angreppsgrad än ärterna efter vitsenap och sareptasenap i början av avläsningsserien, vilket jämnade ut sig med tiden (Figur 14).



Figur 14. Utveckling av sjukdomsindex på ärter i försöket i Kävlinge, Skåne. Ingen signifikant skillnad mellan de olika behandlingarna.

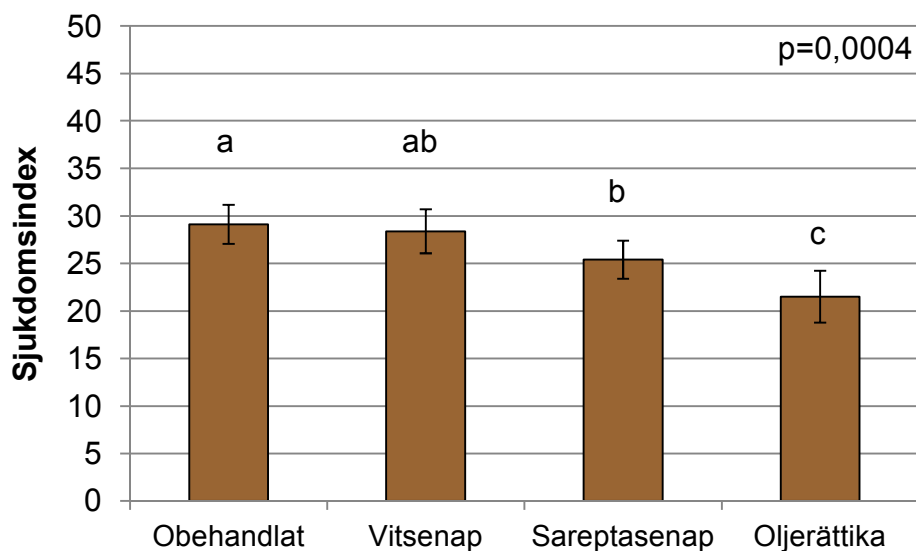


Figur 15. Ärtskörd i försöket i Kävlinge, Skåne. Felstaplar anger medelfel. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,008$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.

Försök 2 (O-07-002-001) - Kvidinge, Skåne

I försöket i Kvidinge gav både sareptasenap och oljerättika signifikanta sänkningar av sjukdomsindex, från 29 i obehandlat led till 25 respektive 21,5 (Figur 16).

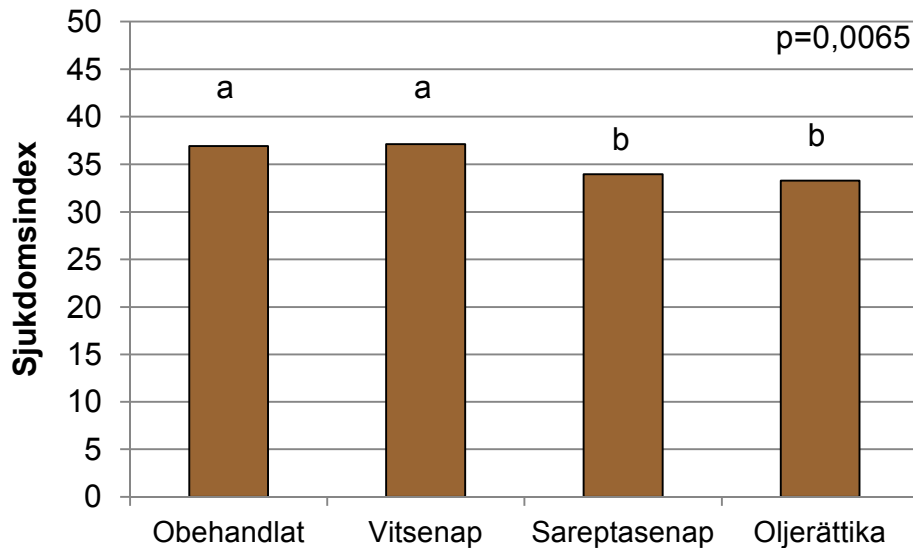
Försöket kunde av praktiska orsaker inte skördas.



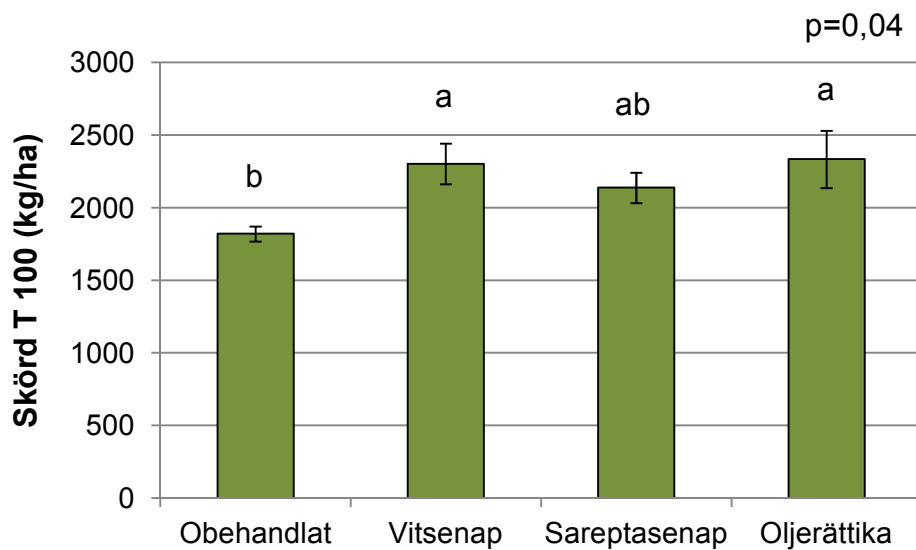
Figur 16. Medelvärden av sjukdomsindex vid två graderingar i försöket i Kvidinge, Skåne. Felstaplar anger medelfel. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,0004$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.

Försök 3 (O-07-002-003) - Nyhamnsläge, Skåne

I försöket i Nyhamnsläge sänktes sjukdomsindex signifikant från 37 i obehandlat led till 33 efter både sareptasenap och oljerättika (Figur 17). Ärtskörden var överlag låg; 1800 kg/ha i obehandlat led, men ökade signifikant till 2300 i leden med vitsenap och oljerättika, och till drygt 2100 i ledet med sareptasenap, den senare dock inte signifikant (Figur 18).



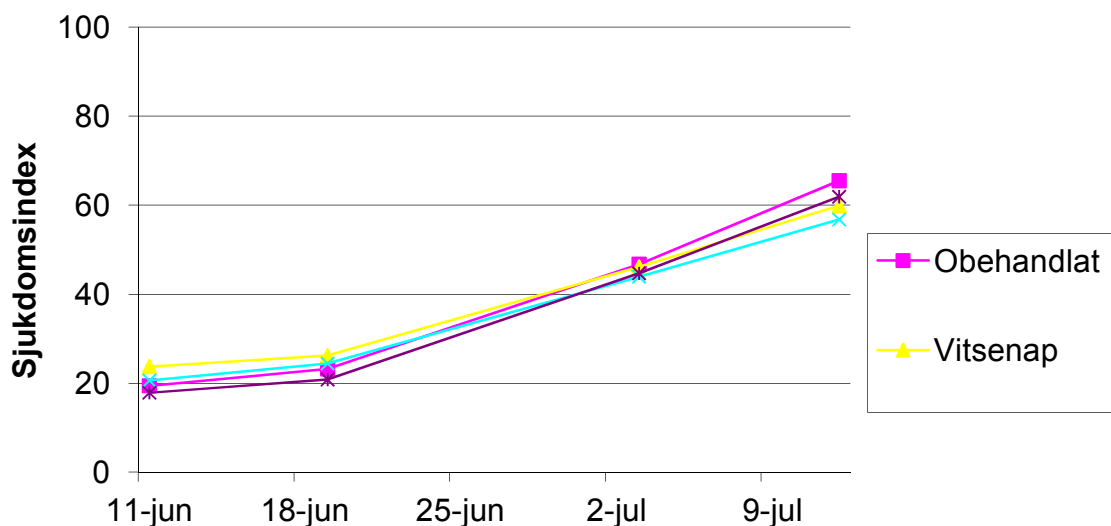
Figur 17. Medelvärden av sjukdomsindex vid två graderingar i försöket i Nyhamnsläge, Skåne. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,0065$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.



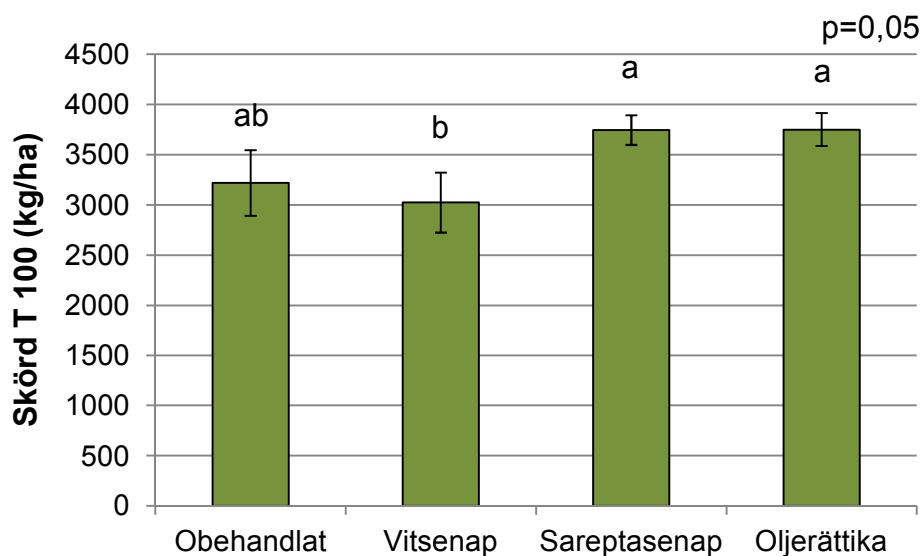
Figur 18. Ärtskörd i försöket i Nyhamnsläge, Skåne. Felstaplar anger medelfel. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,04$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.

Försök 4 (O-07-002-004) - Laholm, Halland

I försök nr 4 i Laholm var angreppet högt i obehandlat led, över 60 i sjukdomsindex. Mellangrödorna resulterade i tendenser till något lägre sjukdomsangrepp, men inte signifikant (Figur 19). Det fanns en tendens till ökning av skörden i leden med sareptasenap och oljerättika, 3750 kg/ha för båda mellangrödor, jämfört med 3 200 kg/ha i obehandlat led (Figur 20). Men skillnaderna var inte statistiskt säkra.

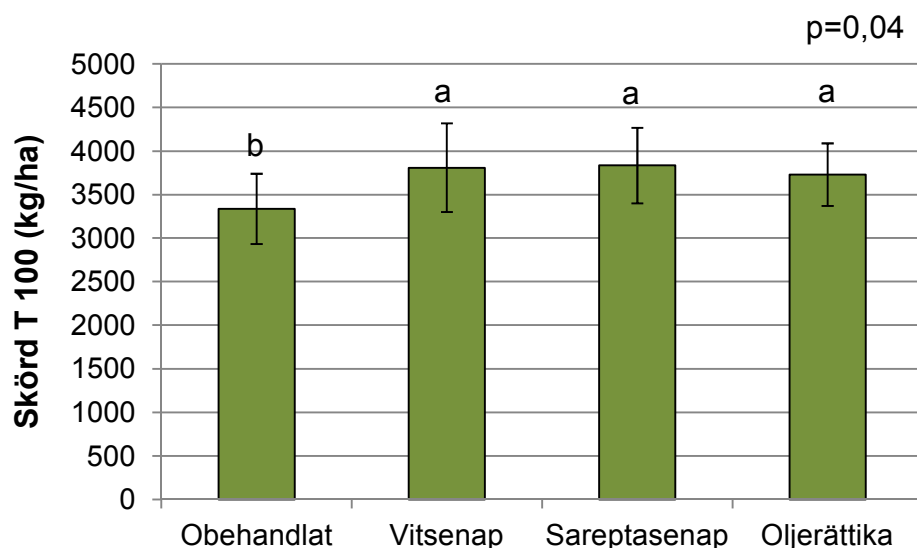


Figur 19. Utveckling av sjukdomsindex på ärter i försöket i Laholm i Halland. Ingen signifikant skillnad mellan de olika behandlingarna.



Figur 20. Ärtskörd i försöket i Laholm, Halland. Felstaplar anger medelfel. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,05$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.

En sammanställning av försöksserien 2006–2007 indikerar att skörden ökade signifikant av alla tre mellangrödorna jämfört med obevuxet led. Ökningen var ca 500 kg/ha (15 %) för alla tre mellangrödor (Figur 21).



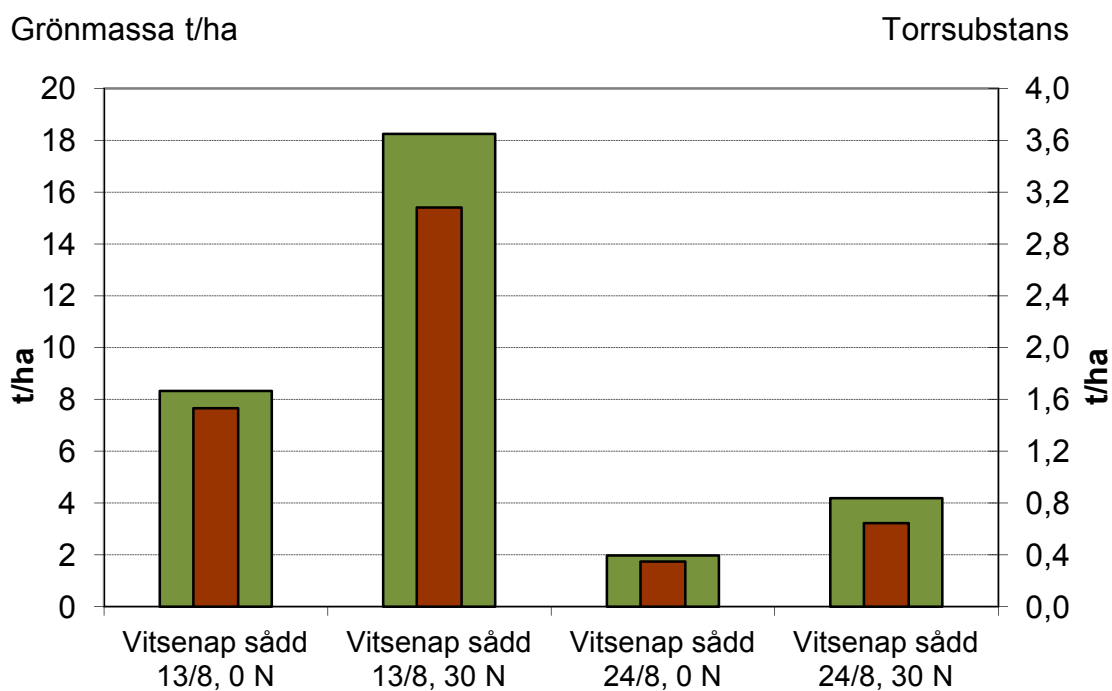
Figur 21. Ärtskörd i försöken i Skåne och Halland 2006–2007. Staplarna visar medelvärden av tre försök. Felstaplar anger medelfel. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,04$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.

Fältförsök i ärter: Försök med N-fångst och sanering av rotröta i ärt (Findus nr. O-08-001-001: 2007–2008)

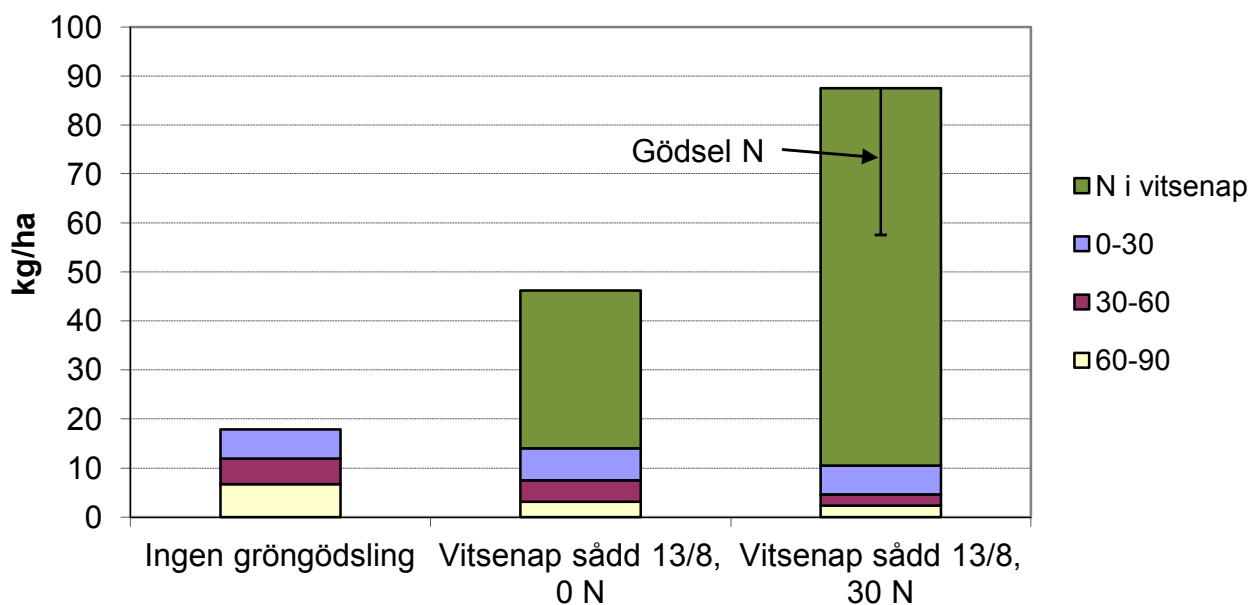
I detta försök såddes vitsenap (sort Maxi) vid två olika tidpunkter, med eller utan extra tillsatt kväve. Det fanns således fem försöksled: Obehandlat, vitsenap sådd 13/8 utan N, vitsenap sådd 13/8 + 30kg N/ha, vitsenap sådd 24/8 utan N, vitsenap sådd 24/8 + 30kg N/ha. Försöket lades ut som ett randomiserat blockförsök med två block. Mängden grönmassa uppmättes den 31 oktober. Kväveprov i jord och vitsenap togs samtidigt. Nedfräsning skedde den 9 november och därefter plöjdes försöket den 12 november. Konservärt sort F4 såddes den 30 april 2008. Sjukdomsindex på ärterna avlästes två gånger – den 24 juni och 1 juli 2008. Ärterna skördades vid normal tidpunkt för konservärt och skörden omräknades till T-tal 100.



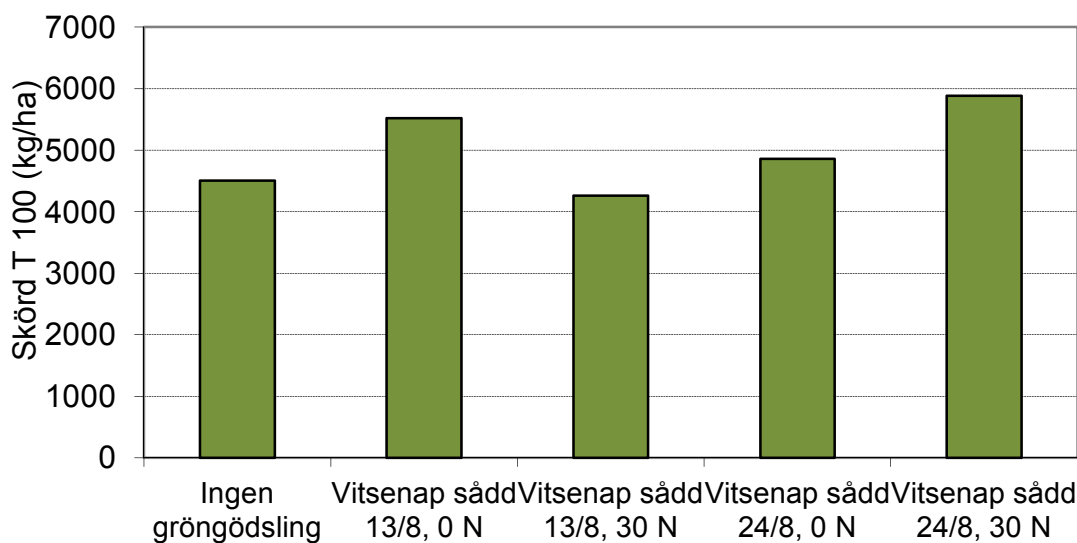
Bild 12. Foton på vitsenap i försök O-08-001-001 den 15 oktober 2007. Det syns en tydlig skillnad i mängd grönmassa beroende på såtidpunkt och kvävegödsling.



Figur 22. Mängd grönmassa och torrsubstans i vitsenapen som skördades 2007-10-31.



Figur 23. N-min i olika skikt i jorden och N i vitsenap vid provtagning 2007-10-31.



Figur 24. Skörd av konservärter odlade året efter en grüngödslingsgröda av vitsenap som såddes vid olika tidpunkter med eller utan tillsatt kväve.

Försöket visade att tidpunkten för sådd av vitsenapen har stor betydelse för utvecklingen av grönmassa. Vid den första såtidpunkten (13 augusti) bildades mer än fyra gånger så mycket grönmassa som vid den andra såtidpunkten (24 augusti) 11 dagar senare (Figur 22 och bild 12). Vitsenapen som gödslades med kväve vid sådden blev ungefär dubbelt så stor som den ogödslade senapen. I och med att senapen blev så kraftig i gödslat led kunde den ta upp mer kväve ur marken än den ogödslade senapen (Figur 23). Den totala mängden kväve i ogödslad senap och jord var ca 45 kg/ha medan den gödslade vitsenapen innehöll dubbelt så mycket kväve.

Sjukdomsindex på ärterna var något lägre i de led där senap hade odlats som förfrukt jämfört med obehandlat led. Dessa skillnader var dock inte signifikanta.

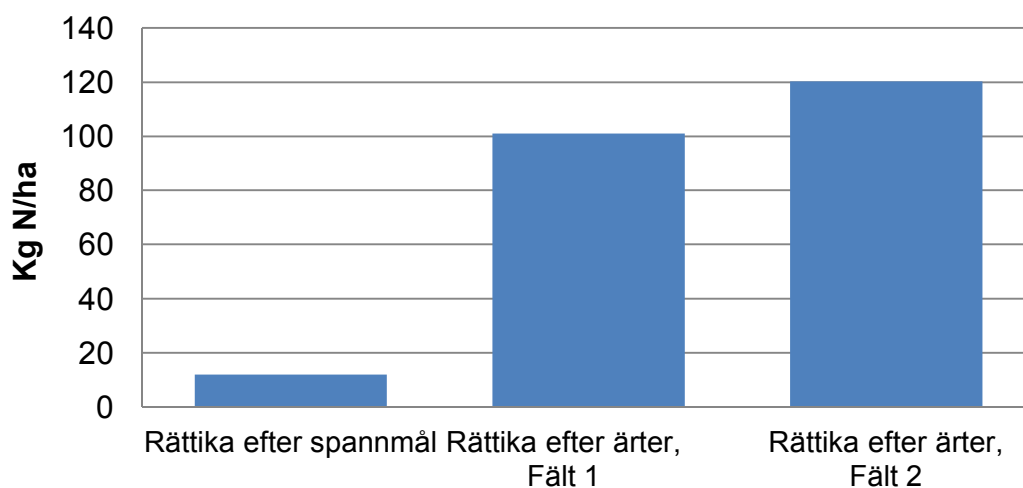
Skörden tenderade att öka efter vitsenap (Figur 24), men inte heller dessa skillnader var signifikanta.

Fältförsök i ärter 2008–2009: Fältförsök med sanering och N-fångst i konservärtsodling i samarbete med VÄXA-Halland (Findus nr. O-08-001-005, O-08-002-001, O-08-002-002 och O-08-002-003)

Sommaren 2008 sådde tre konservärtsodlare tillsammans med Findus ut oljerättika direkt **efter** skörd av ärterna. I ett fält där det skulle odlas konservärter 2009 såddes oljerättika efter spannmål, dvs **före** ärterna. I alla fälten lämnades obehandlade rutor där det inte såddes någon rättika. Syftet var att undersöka om rättikan kunde sanera smitta av ärtrottröta. Projektet utvidgades sedan i samarbete med Växa Halland till att omfatta kväveprovtagningar för att se vilken effekt rättikan har på kväveförlusterna (Björk, 2009). Denna del av projektet finansierades av Länsstyrelsen via landsbygdsprogram-

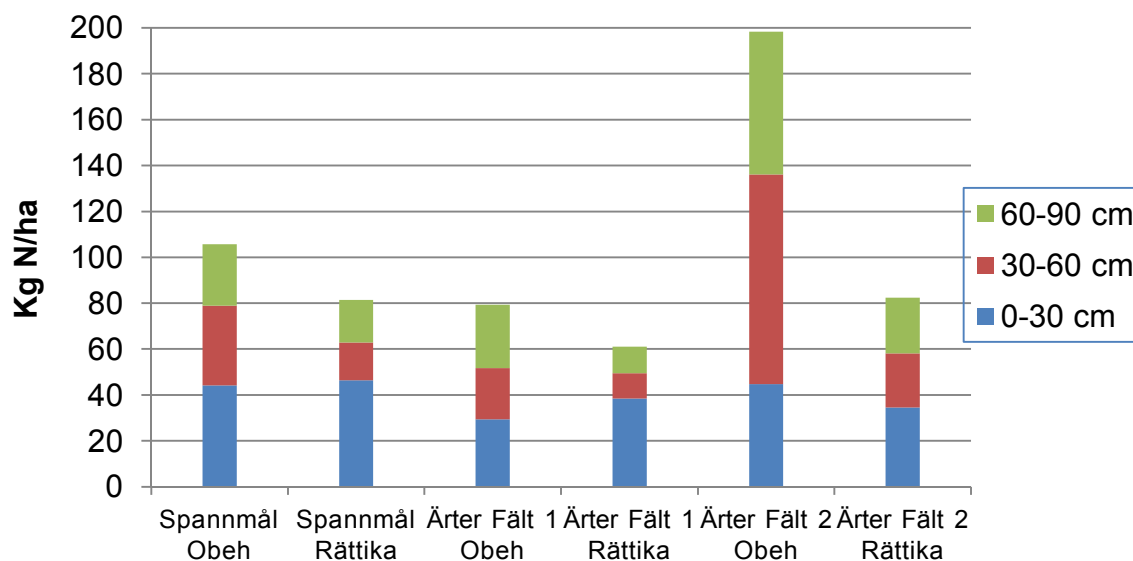
met. I samband med att fångrödan bröts efter 20 oktober togs kväveprover i jorden på tre nivåer. Prover togs både där oljerättikan odlats och i de obehandlade rutorna. Dessa prover togs i två av fälten där konservärter hade odlats tidigare och även i fältet där spannmål odlades tidigare. Mängden biomassa mättes också.

Mängden grönmassa av oljerättika som odlades efter ärter uppmättes till 23,8 ton/ha i Fält 1 och 28,3 ton/ha i Fält 2. Mängden grönmassa i oljerättikan som odlades efter spannmål var endast 2,9 ton/ha, dvs. endast ca en tiondel av mängden grönmassa som producerades efter ärterna. Detta trots att det fanns ovanligt mycket kväve kvar efter spannmålen, vilket borde gett en frodigare oljerättika. Kväveupptaget i oljerättikan var också ca tio gånger större där den odlades efter ärterna och den tog upp mer än 100 kg N/ha efter ärterna (Figur 25).

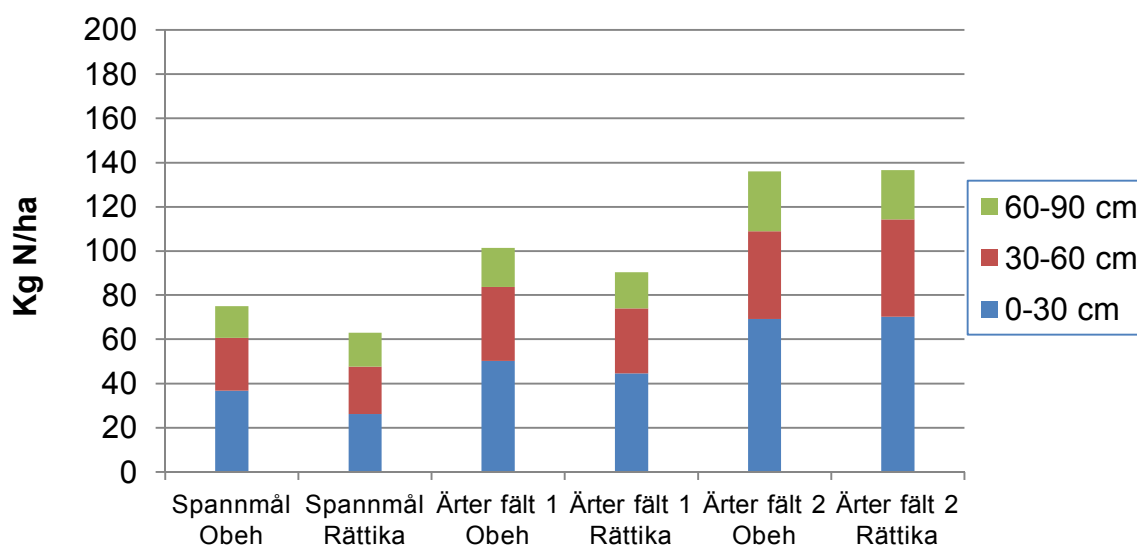


Figur 25. Mängden kväve i ovanjordiska delar av oljerättika odlad efter spannmål resp. efter konservärter i två fält.

Provtagningarna visar att rättikan fångar kväve på djupet. I det översta skiktet, 0–30 cm, var det ingen skillnad mellan rutorna med och utan rättika. I skikten 30–60 cm och 60–90 cm däremot fanns bara hälften så mycket kväve i marken där det odlats oljerättika som där det varit bar jord (Figur 26). Orsaken är att rättikans kraftiga rotsystem går på djupet och fångar kväve långt ner i profilen. Detta är mycket positivt eftersom kvävet som fångats upp av rättikan är skyddat från förluster så länge det är bundet i växtvävnaden. Jämförelser med engelskt rajgräs har gjorts och de pekar på att gräset är lika effektivt eller bättre i det översta skiktet, men att rättikan fångar mer kväve längre ner och därmed totalt mer kväve (Kristensen och Thorup-Kristensen, 2004).



Figur 26. Kvävemängd i jorden i december 2008.

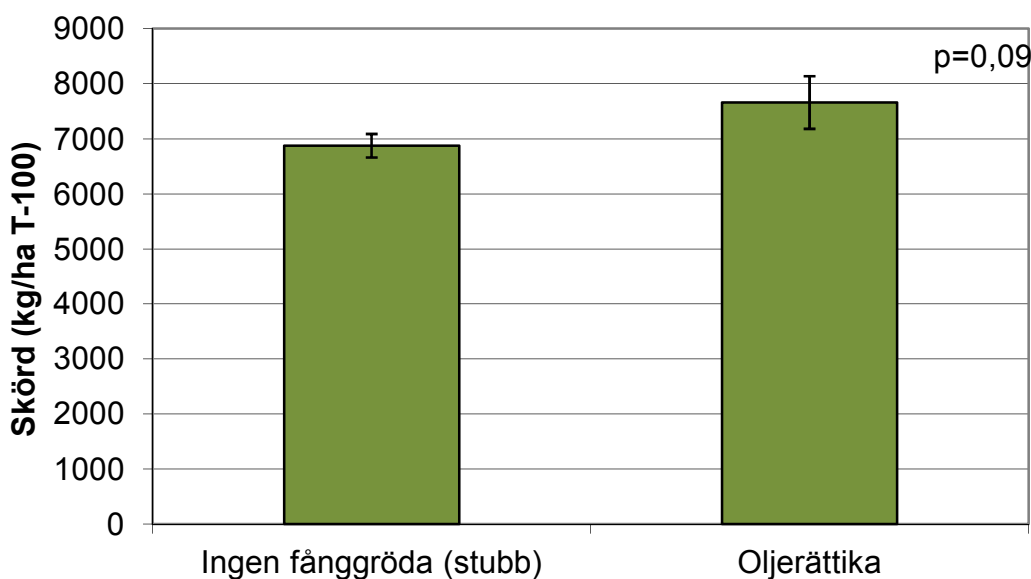


Figur 27. Kvävemängd i jorden i april 2009.

Jordprov för analys av smittograden av ärtrottröta togs i försöksfälten i augusti 2008, december 2008 och augusti 2009. Sjukdomsindex i dessa jordprov varierade mellan 16 och 33. Det var ingen signifikant minskning av sjukdomsindex efter odling av oljerättika i något av fälten.

I det ena försöksfältet odlades konservärter 2009. Sjukdomsindex i rutorna med oljerättika eller stubb året tidigare var lika. Det fanns en tendens till högre skörd (+780

kg/ha) där konservärterna odlades med oljerättika som förfrukt. Dock var inte denna skördeökning signifikant (Figur 28).



Figur 28. Skörd av konservärter i ett fält i Halland där spannmål med eller utan insådd av oljerättika odlades året tidigare.

Fältförsök i ärter 2008–2010: Försök med N-fångst och sanering av rotröta i ärt (Findus nr. 0-10-003-001: 2008-2010)

Huvudfrågeställningen med försöket var att se om en mellangröda odlad **efter** huvudgrödan (konservärt) kunde sanera ärtrotröta som hade uppförökats under säsongen och samtidigt fungera som fånggröda för kväve. I försöket testades även inverkan av mellangrödans biomassa på saneringen genom en extra N-giva till mellangrödan vid lågt N-innehåll efter en spannmålsgröda. Därför odlades korn med efterföljande fånggröda med och utan extra N. Det tredje ledet med ärt år 2009 skulle uppföröka ärtrotrötan till det yttersta och fanns med och utan oljerättika/vitsenap.

För att följa uppförökningen av ärtrotröta i de olika parcellerna gjordes en provtagning på våren 2010 med biotest och ärt odlades slutligen över hela försöksplatsen på nytt år 2010. Det gav totalt åtta stycken olika växtföljder med och utan mellangrödor.

Försöket utfördes som ett split-plot försök med två upprepningar med olika mellangrödor – obehandlat, vitsenap eller oljerättika – i ena riktningen och med olika grödor – ärt eller korn – i andra riktningen. År 2008 såddes alltså ärt över hela försöksplatsen och på hösten såddes följande mellangrödor enligt planen:

Mellangrödor höst 2008 och höst 2009 (lodrätt i planen)

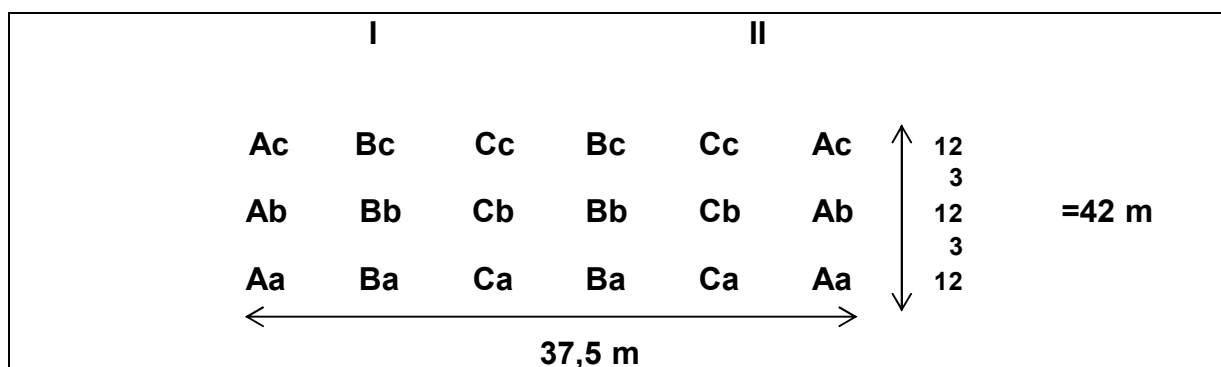
- A Obehandlat
- B Vitsenap (Maxi) efter ärt- resp. kornskörd
- C Oljerättika (Colonelle) efter ärt- resp. kornskörd

Året därpå 2009 såddes ärt i led a och korn i led b och c från höger till vänster enligt planen. Efter huvudgrödorna såddes mellangrödorna på samma sätt som 2008. Men i led c efter korn tillfördes 30 kg N/ha.

Huvudgrödor (vågrätt i planen) respektive år

	2008	2009	2010
a	Ärter+gg	Ärter+gg	Ärter
b	Ärter+gg	Korn	Ärter
c	Ärter	Korn+gg+N	Ärter

(gg=gröngödsling enl plan)



Figur 29. Parcellbeteckningar i mellangrödeförsök 2008-2010.

Tabell 9. Växtföljder i vardera parcell

Parcell	2008		2009		2010
Aa	Ärt	-	Ärt	-	Ärt
Ab	Ärt	-	Korn	-	Ärt
Ac	Ärt	-	Korn	-	Ärt
Ba	Ärt	Vitsenap	Ärt	Vitsenap	Ärt
Bb	Ärt	Vitsenap	Korn	-	Ärt
Bc	Ärt	-	Korn	Vitsenap+N	Ärt
Ca	Ärt	Oljerättika	Ärt	Oljerättika	Ärt
Cb	Ärt	Oljerättika	Korn	-	Ärt
Cc	Ärt	-	Korn	Oljerättika+N	Ärt

Åtgärder och resultat säsongen 2008:

Ärter såddes på våren över hela försöksplatsen och sköttes enligt rekommendationer för konservärt. Vid normal tidpunkt för skörd putsades grödan ner med betesputs och myllades därefter ner med tallriksredskap (22 juli) + kultivator (23 juli). Gröngödslingsgrödorna led B (vitsenap) och C (oljerättika) såddes 23 juli enligt plan. N-prover i jord och grönmassa av vitsenap och oljerättika togs 14 oktober (Figur 30). Senap och rättika putsades ner med betesputs och därefter plöjdes hela försöket inom en timme efter nedklippning den 23 oktober (Bild 13–14).

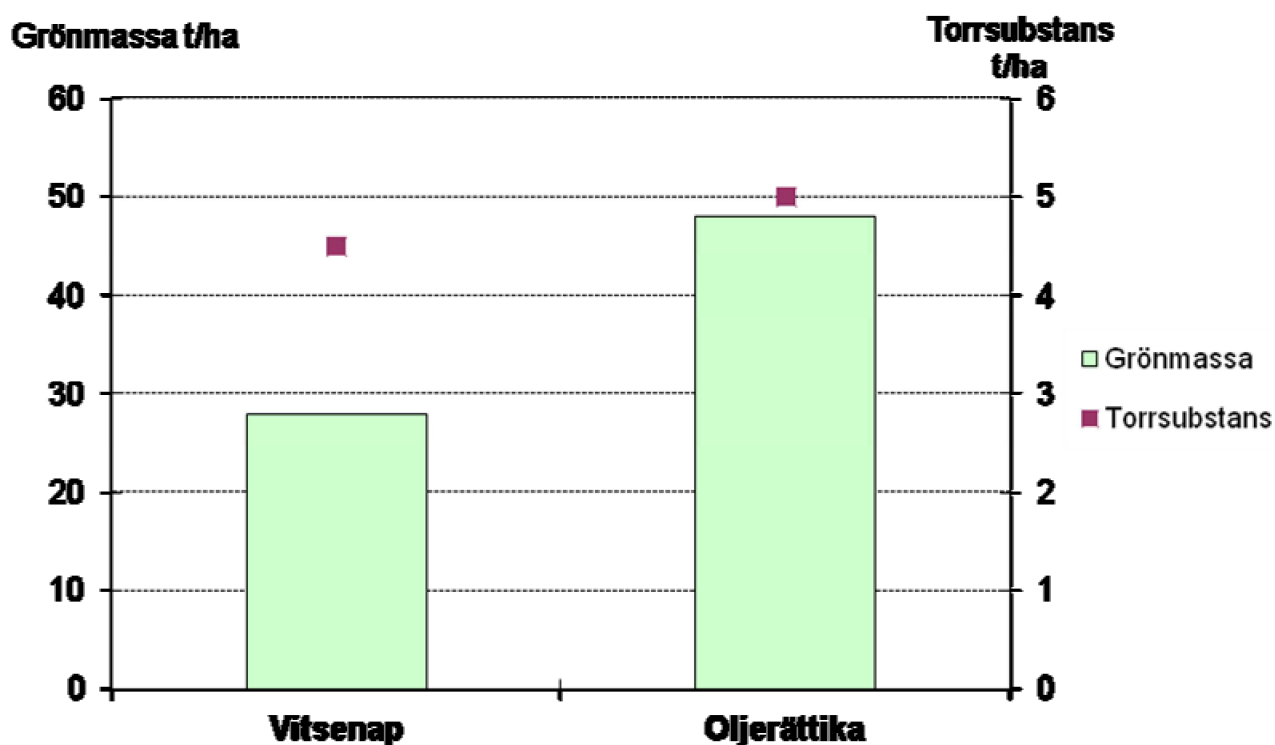


Bild 13. Nedklippning av vitsenapsgrönmassa med betesputs.

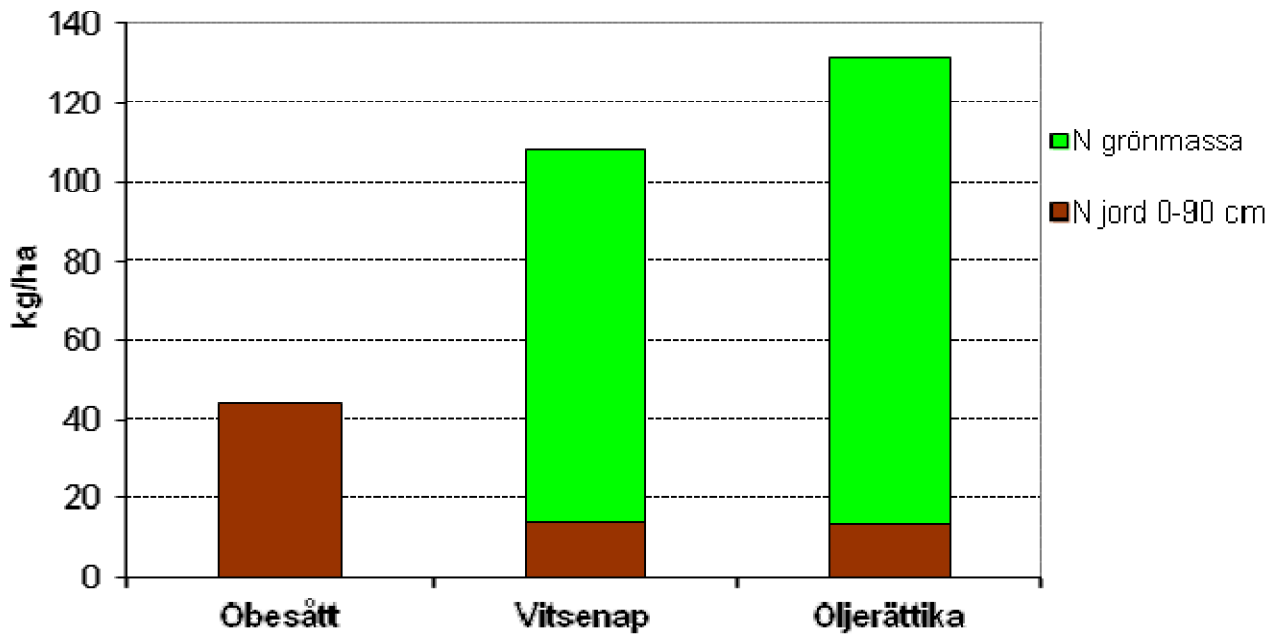


Bild 14. Inom en timme efter nedklippningen plöjdes försöket.

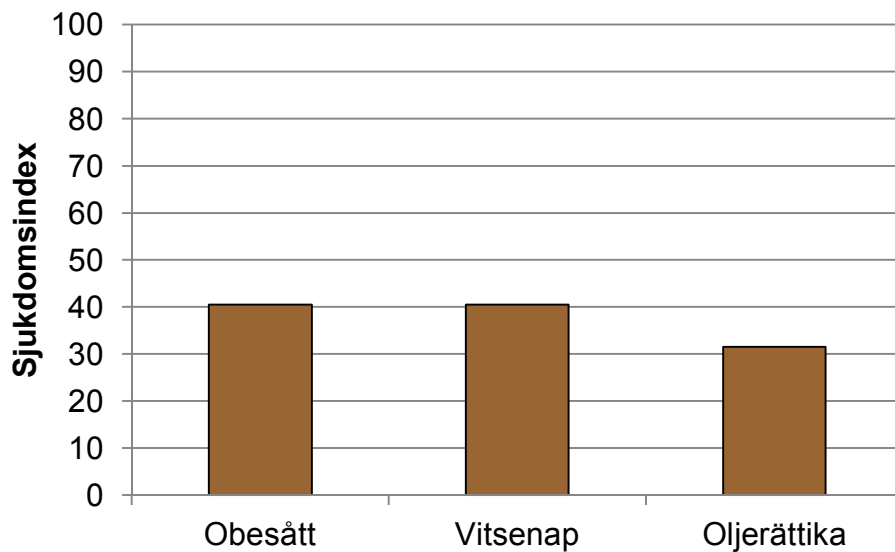
Resultaten visar mellangrödornas förmåga att samla upp kvävet som frigörs efter en konservärtsgröda. I synnerhet oljerättika ger hög biomassa och N-mängd; ca 115 kg N/ha. Utan mellangröda efter ärt visar tydligt att kvävet har försvunnit ut ur jordprofilen. Den stora biomassan av oljerättika ger en tendens till lägre sjukdomsindex i biotestet på våren efter; ca 10 indexenheter lägre jämfört med utan mellangröda. Provtagning av jord våren 2009 efter att mellangrödorna är nedplöjda visar att det fanns ca 75 kg N/ha i jordprofilen 0–90 cm i parcellerna utan mellangröda, och ca 65 kg N/ha i jorden i parcellerna med mellangröda. Men dessutom kan man förmoda att en stor del av den stora mängden N som var bundet i biomassan fanns kvar nedplöjt i jorden.



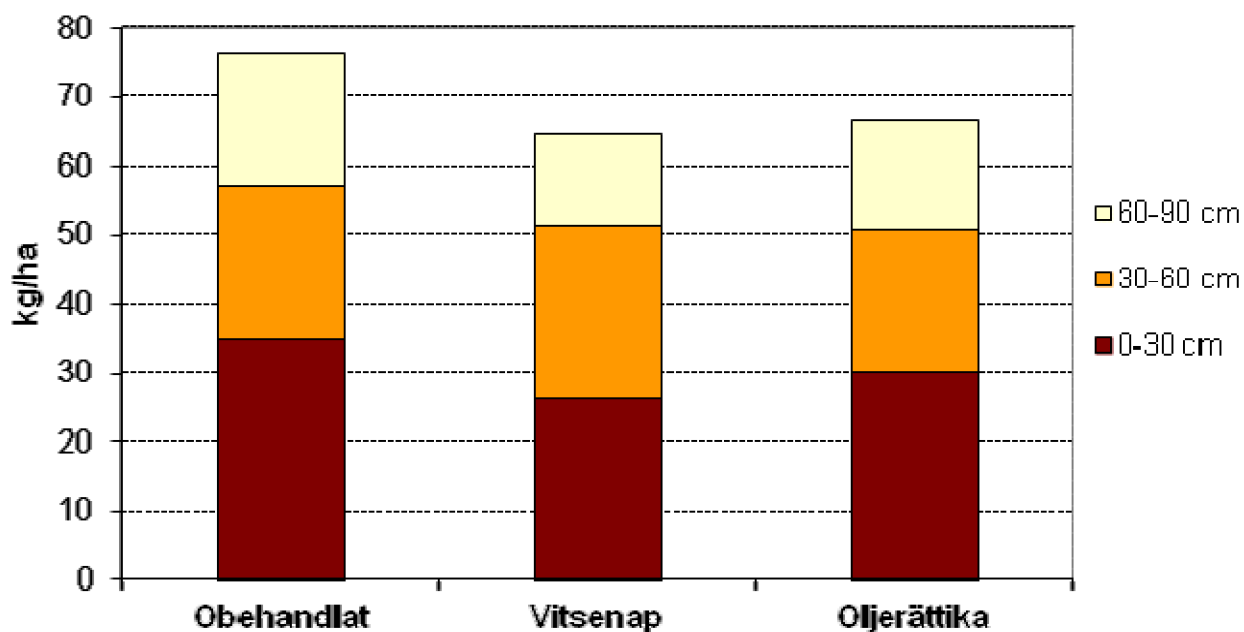
Figur 30. Mängden biomassa i mellangrödan efter konservärt vid provtagning den 14 oktober 2008.



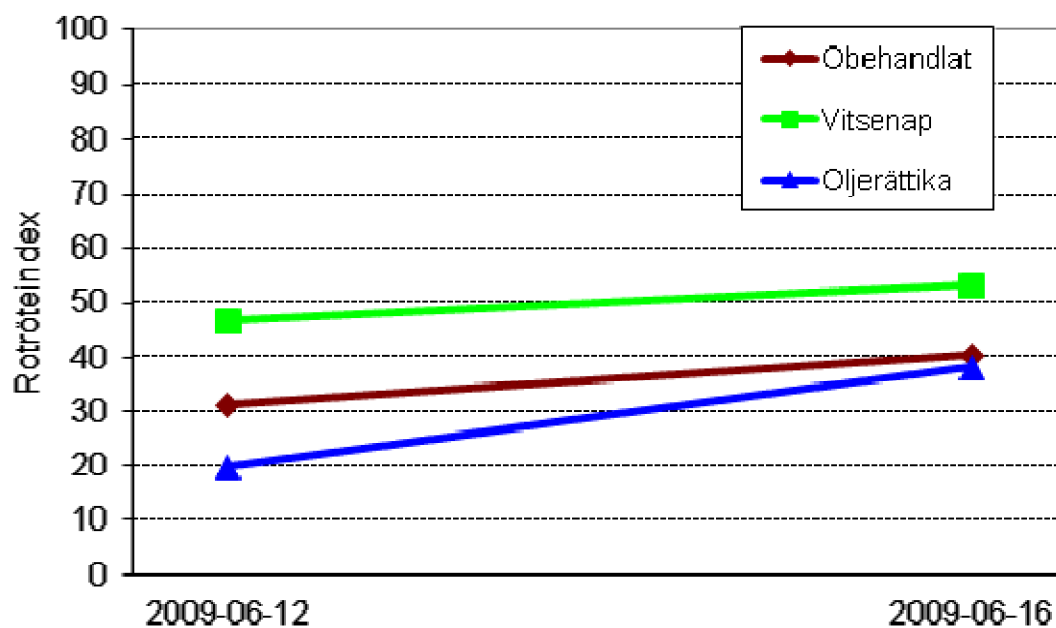
Figur 31. Mängden kväve i grönmassan och i jord efter konservärt vid provtagning den 14 oktober 2008.



Figur 32. Sjukdomsindex hos ärter i biotest från jord i försöket som provtogs i januari 2009 efter att ärt och mellangrödor odlats på fältet. Staplarna anger medelvärden av 8 krukor. Inga statistiskt signifikanta skillnader mellan behandlingarna.

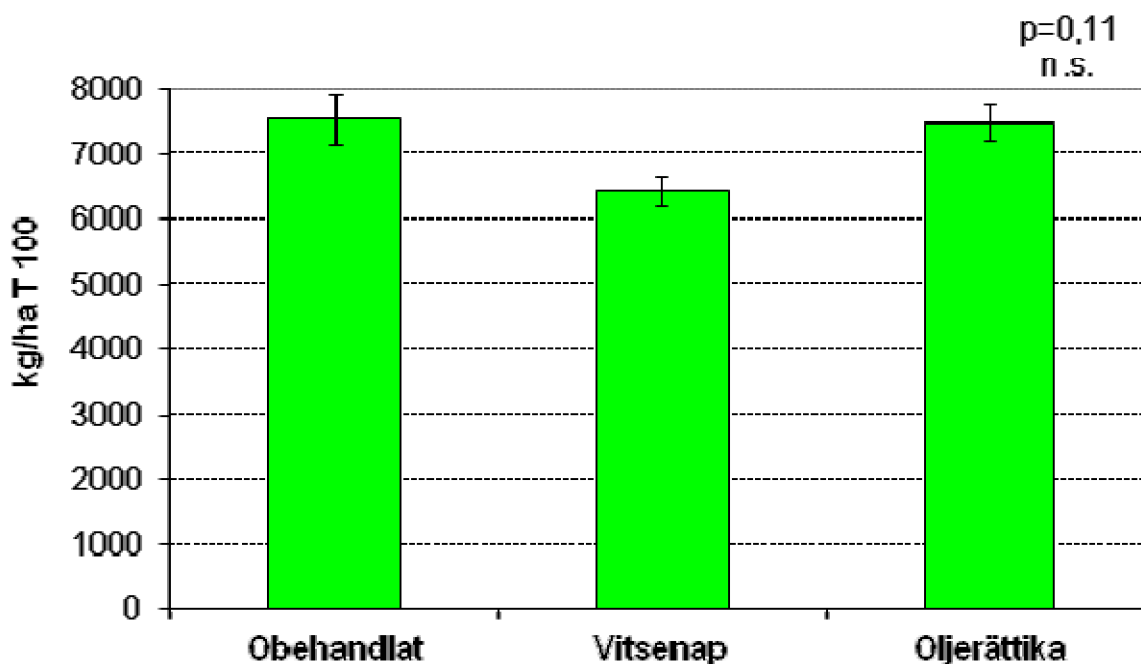


Figur 33. Mängden kväve i jorden våren 2009 efter odling av olika mellangrödor hösten 2008.



Figur 34. Rotröteindex i fält i ärter (led a) vid två provtagningstillfällen 2009. Obehandlad = Aa; vitsenap = Ba; oljerättika = Ca.

Skörden av ärt visar en tendens till lägre skörd i ärtledet Ba vilket hade högre index i biotestet i växthus (Figurer 34 och 35).

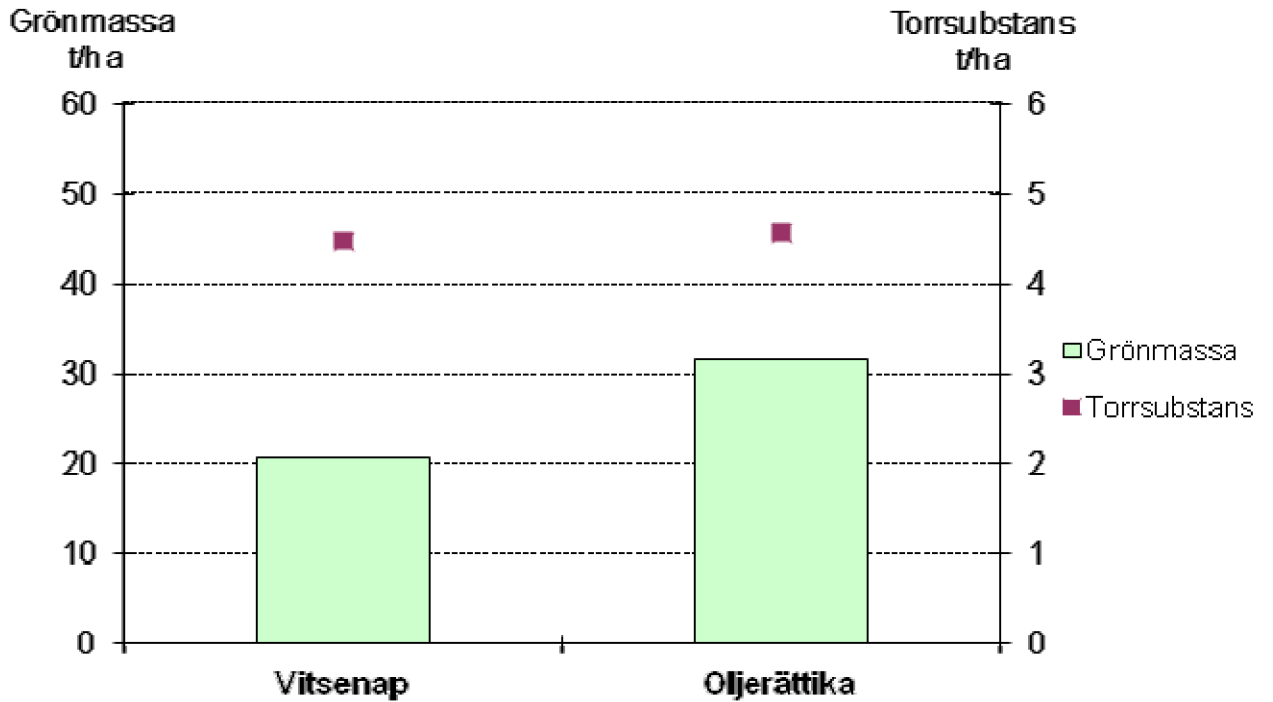


Figur 35. Ärtskörd (T-100; led a) efter olika mellangrödor 2009. Ingen signifikant skillnad mellan de olika förfrukterna.

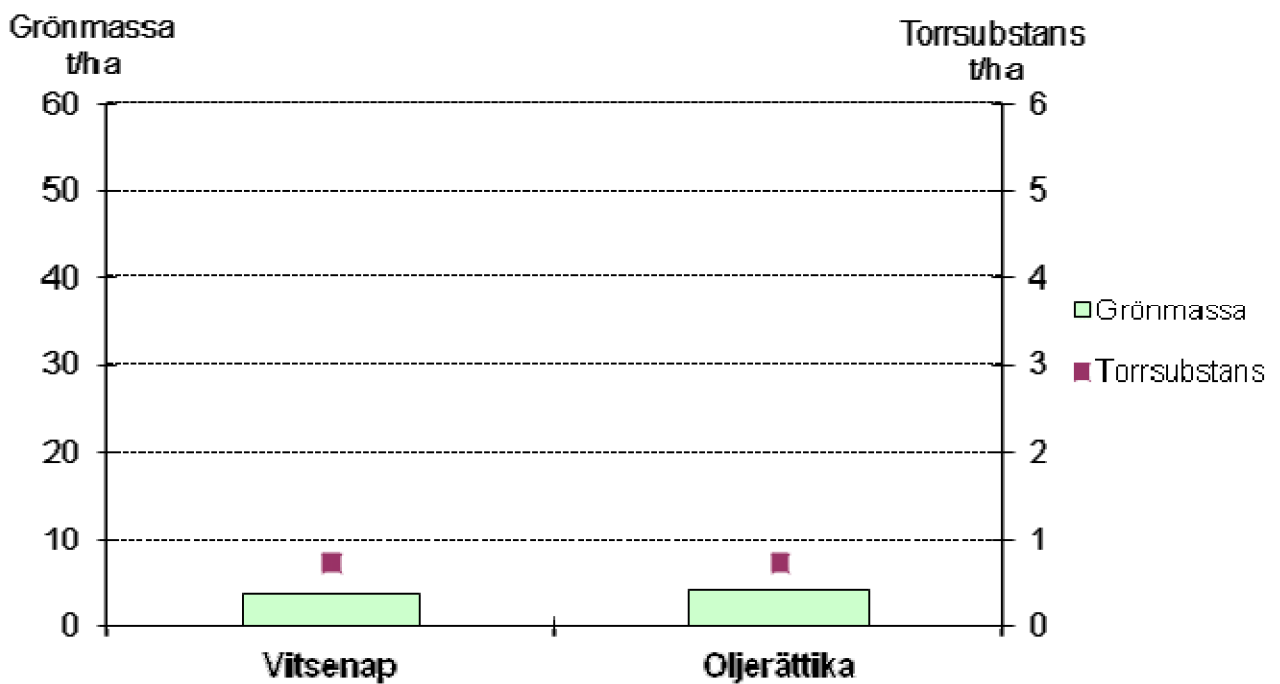
Åtgärder och resultat sommar - höst 2009:

Konservärt i led a skördades och frästes därefter ner den 13 juli. Gröngödslingsgrödorna såddes i led a den 14 juli. Kornet i led c högs och kördes bort den 6 augusti. Led b tröskades med parcelltröska. Dagen därpå frästes led b och c och kördes ytligt med rotorharv. Gröngödslingsgrödorna såddes i led c den 8 augusti. Samtidigt gjordes en hjälpsådd för hand i led a pga dåligt bestånd. Försöksleden Bc (korn med efterföljande vitsenap) och Cc (korn med efterföljande oljerättika) gödslades med 30 kg N/ha i form av kalksalpeter den 10 augusti. Den 23 oktober gjordes en provtagning i led a (ärt och mellangröda) och c (korn och mellangröda) i grödan (biomassa) och i jord (N-innehåll). Därefter putsades mellangrödan i båda leden och plöjdes ner den 29 oktober.

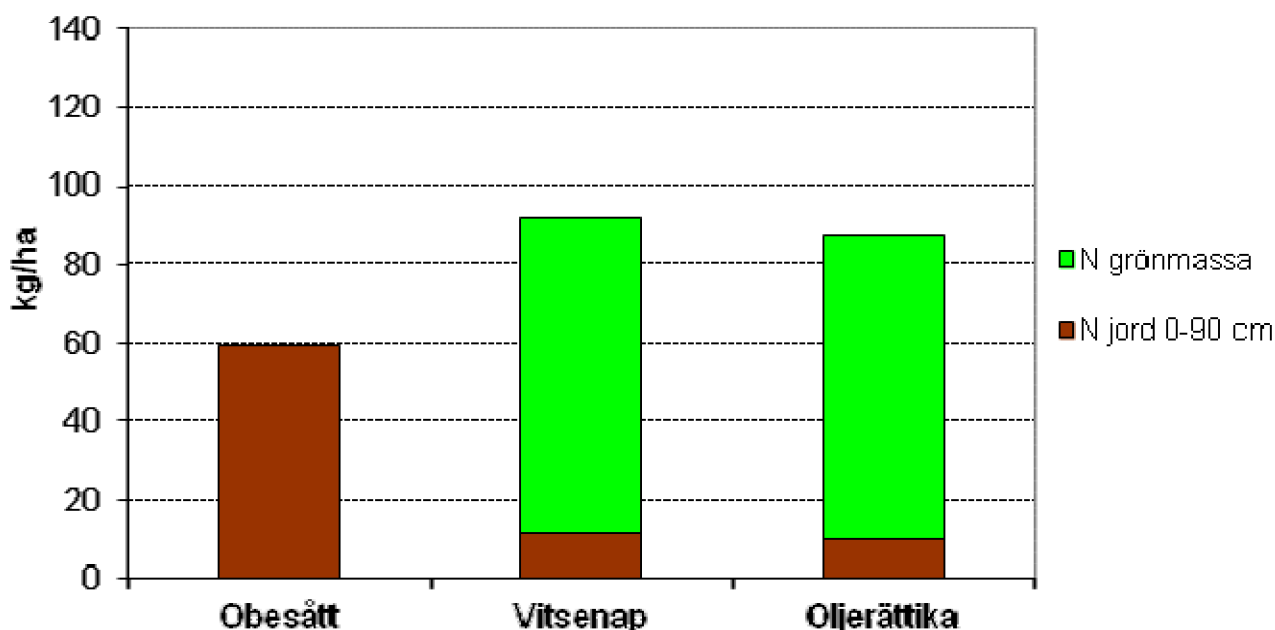
Resultaten visar att mellangrödorna hade något lägre biomassa efter ärt år 2009 jämfört med 2008, vilket kan bero på mindre ärtbiomassa och högre infektion av *Aphanomyces*. Även den insamlade mängden N var mindre detta år. Efter korn blir biomassan av mellangrödorna mycket liten i synnerhet i jämförelse med mellangrödor efter ärt.



Figur 36. Mängden mellangröda efter ärtodling (led Ba och Bb respektive Ca och Cb) vid provtagning den 23 oktober 2009.



Figur 37. Mängden mellangröda efter kornodling (led Bc och Cc med N) vid provtagning den 23 oktober 2009.



Figur 38. Mängden kväve i grönmassan av mellangrödan och i jord (led Ba respektive Ca) efter ärtodlingen vid provtagning den 23 oktober 2009.

Åtgärder och resultat 2010:

Jordprov togs i försöket i april. Ett biotest utfördes i växthus (bild 15) och rötterna graderades. Ärtor (Findus sort 4) såddes i försöksfältet den 24 maj.

Ärtbeståndet blev mycket glest och luckigt 2010 (bild 16). Detta berodde på att andra sjukdomar än ärtrottröta drabbade ärtorna. Ärtorna blev kraftigt angripna av bl.a. *Fusarium* spp., vilket medförde att plantorna vissnade och dog på ett tidigt stadium. Eftersom det blev ett så kraftigt oönskat angrepp av andra patogener beslöt man att försöket inte skulle skördas.

För att utvärdera resultatet och effekten av mellangröda kan man behandla oljerättika och vitsenap som samma och jämföra på olika sätt. Resultatet från biotestet visar att i leden med ärt tre år i följd gav lika stort angrepp av *Aphanomyces* (Aa; Ba; Ca) = index 88 vilket kan jämföras med växtföljden ärt korn ärt (oavsett mellangröda eller ej) vilket i medel gav index 77. Uppförökningen blev mindre med en omväxlingsgröda.

Ärt tre år i rad (Aa) gav index 87 och om man lägger in vitsenap (Ba) eller oljerättika (Ca) efter varje ärtgröda blev index 88 i medel. Mellangrödorna kunde alltså inte hejda uppförökningen.

Slutligen kan man jämföra alternativen för växtföljden ärt korn ärt. Första möjligheten är utan mellangröda i växtföljden (Ac och Ab) vilket gav index 80. Andra alternativet var mellangrödan efter korn med 30 kg N/ha (Bc och Cc) vilket gav index 83. Tredje

möjligheten var att mellangrödan finns efter ärt första året (Bb och Cb) vilket gav ett index på 68. Den uppenbara skillnaden mellan dessa tre alternativ var mängd producerad biomassa. Trots N-gödsling till mellangrödan efter korn blev biomassan enbart ca 5 ton/ha i medel för vitsenap och oljerättika. Det kan jämföras med biomassan på 38 ton/ha efter ärt det första året. Trots att man gödslade mellangrödan efter korn blev det ingen skillnad i sanering jämfört med utan mellangröda i samma växtföljd (index 83 jmf med 80) vilket antagligen beror på för lite biomassa. Däremot blev det en ordentlig sänkning av sjukdomsindex när mellangrödan odlades efter ärt första året jämfört med utan mellangröda (index 68 jämfört med 80). Tyvärr vet vi inte om effekten är samma med en ordentlig mellangröda före ärt som efter. Men en mellangröda efter ärt ser ut att minska uppförökningen.

Den stora skillnaden i detta försök var mängden biomassa producerad år ett efter ärtarna. Den högsta mängden fanns i oljerättikan led Cb med 54 ton/ha i block I och 49 ton i block II. Genomsnittet för alla led med oljerättika (Ca och Cb) var 48 ton/ha och för vitsenap (Ba och Bb) endast 28 ton/ha. Ledet med högst produktion av biomassa (Cb) var också det led som fick lägst sjukdomsindex i biotestet våren 2010, och det är också de krukor som har grönast ärter. Även om mellangrödan efter korn gödslades med 30 kg N/ha blev biomassan inte över 5 ton/ha vilket antagligen var alltför lite för att få någon effekt. Detta berodde inte heller på såtiden (8 augusti). Sådd före 15 augusti anses i södra Sverige nödvändigt för att få en bra utveckling av mellangrödan. Sådd av mellangrödor direkt efter skörd av konservärt ser ut att vara det optimala sättet att få en mellangröda med tillräckligt stor biomassa.

Bild 15 visar plantorna i biotestet och leden med ärt tre år i rad finns i främsta raden. Övriga led består av ärt korn ärt och har inte lika stort angrepp. I synnerhet ledet ärt-oljerättika korn ärt (Cb) ser ut att ha mindre angrepp än övriga. Det är svårt att dra närmare slutsatser om uppförökning av andra patogener, men även här i biotestet kan förekomsten av andra patogener som uppförökades av mellangrödorna och ärtarna även ha en viss betydelse.

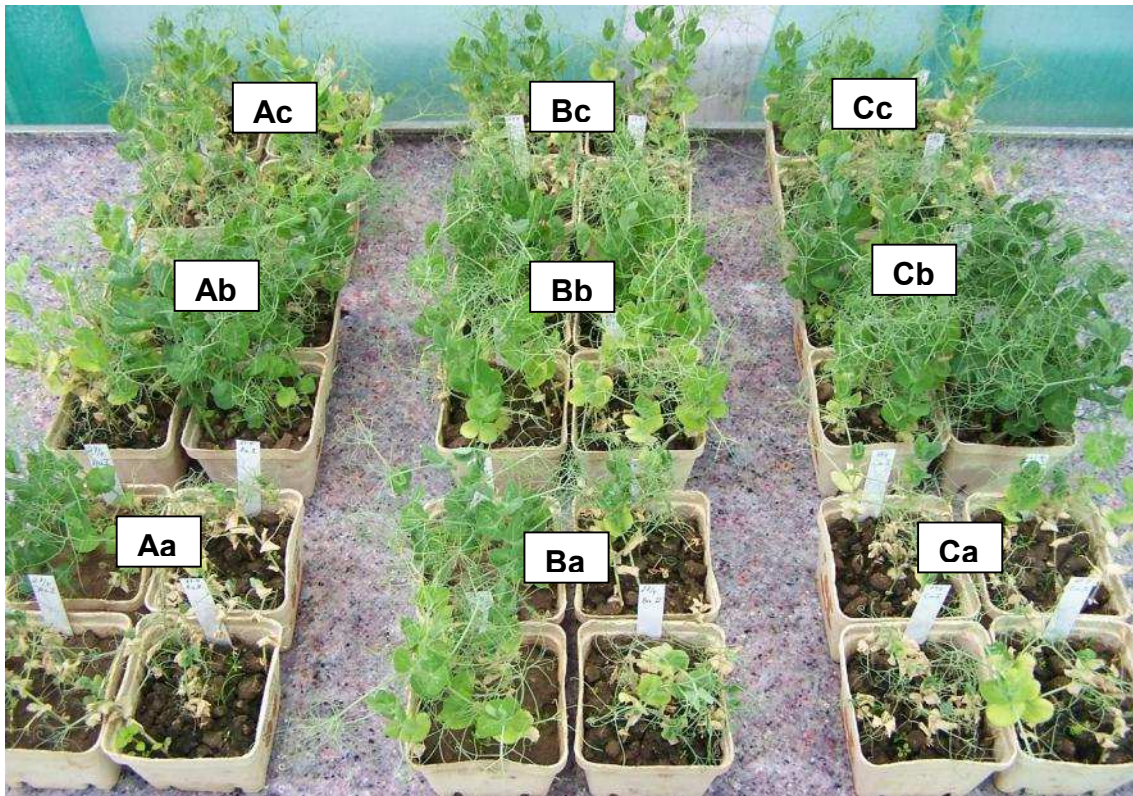


Bild 15. Biotest med jordprov från försöksfältet i april 2010. Växtföljd i varje led enligt tabell ovan.

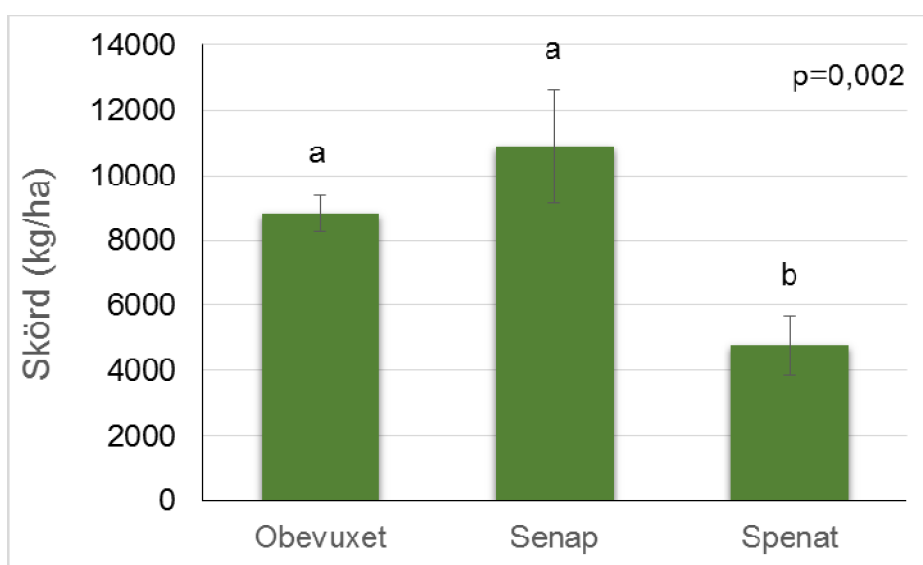


*Bild 16. Försöksfältet i juli 2010. Ärtbeståndet var mycket luckigt och glest. Andra sjukdomar än ärtrottröta förekom i fältet. Gula helt vissna plantor var angripna av *Fusarium* spp.*

Fältförsök med sanering av sjukdomar i spenat

Försök med sanering av rotröta i spenat (Findus, 1988)

Ett inledande försök med att sanera rotröta i spenat utfördes vid Findus redan 1988. Försöket utfördes under semi-fält förhållanden utomhus i en bänkgård. Jord från rotrötesmittade spenatfält placerades i odlingsbänkarna. Varje odlingsbänk var 1 x 1,5 meter och 20 cm djup. I en odlingsbänk odlades vitsenap, i en odlades spenat och den tredje lämnades obevuxen. Vitsenap och spenat fick växa i sju veckor innan grönmassan blandades ner i jorden. Fyra veckor senare såddes spenat i alla odlingsbänkarna. Spenaten skördades i fyra smårutor per behandling efter åtta veckor. Resultatet visade på en signifikant högre skörd om spenat odlades efter obevuxet eller efter vitsenap jämfört med spenat efter spenat (Figur 39).



Figur 39. Skörd i spenat i försök under semi-fält förhållanden med olika förfrukter för sanering av spenatrotröta. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,002$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.

Fältförsök med sanering av rotröta i spenat (Findus 1989)

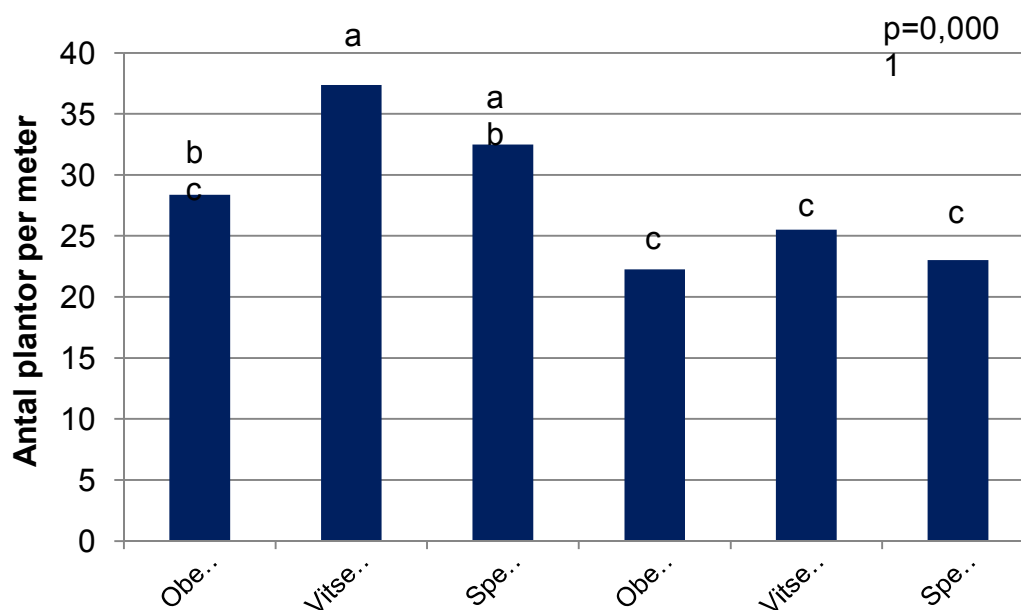
De inledande positiva resultaten med sanering av rotröta i spenat medförde att man ville testa metoden även under helt fältmässiga förhållanden. Vitsenap såddes därför ut i en större ruta i ett spenatfält som var kraftigt angripet av spenatrotröta. Vitsenapen såddes efter den första spenatskörden i juni. Senapen fick växa i ca fyra veckor. Ca en vecka före planerad spenatsådd plöjdes grönmassan ner. Spenaten såddes fyra dagar efter nedplöjning av grönmassan. Åtta veckor senare skördades spenaten. I detta försök resulterade en odling av vitsenap som mellangröda i 30 % lägre skörd. Med största sannolikhet var tiden mellan nedbrukning av grönmassan och spenatsådden för kort, vilket innebar att spenaten blev hämmad i sin groning och därför resulterade i lägre skörd. Resultatet i detta försök bekräftades senare i växthusförsöken beskrivna ovan; spenat är känslig för ämnena som bildas efter nedplöjning av vitsenap och det måste förflyta

sannolikt minst två veckor mellan nedplöjning och sådd under fältförhållanden för att spenaten inte ska bli hämmad.

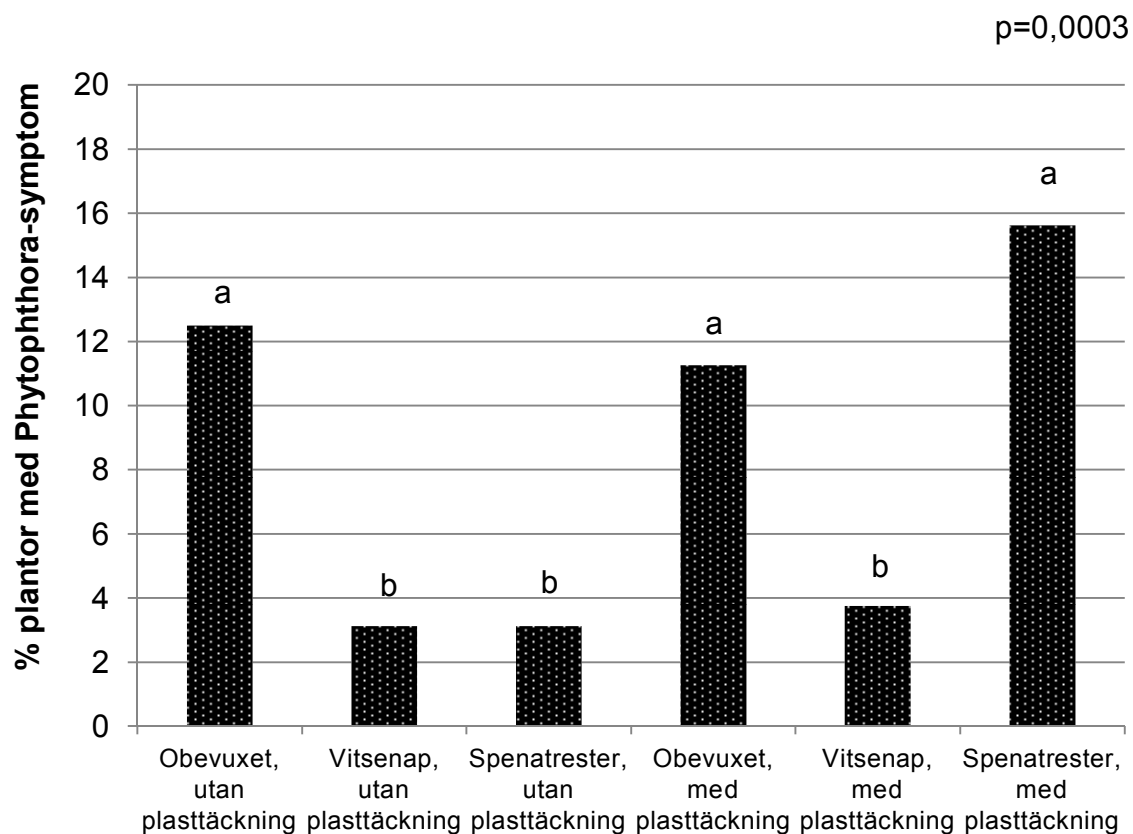
Fältförsök i spenat 1996–1997: Kombinationsförsök med sanering av rotröta i spenat (Findus, 1996–1997)

Detta försök var ett kombinationsförsök av grüngödsling med vitsenap och plasttäckning för att minska angrepp av rotröta i naturligt smittat spenatfält. Ett syfte var att undersöka om plasttäckning kunde medföra att temperaturen i marken blev så hög att man fick en sanering av smittotrycket. I sydeuropa är det vanligt att täcka marken med plast för att solen ska värma upp jorden under plasten och att en så hög temperatur erhålls så att jordburna patogener eller nematoder dör. Detta kallas ”solarization” eller ”solar heating” och har beskrivits omfattande i litteraturen (t.ex. Katan, 1981; Wang *et. al.* 2006). I försöksfältet fanns en kombination av patogenerna *Aphanomyces*, *Pythium* och *Phytophthora* som alla kan orsaka rotröta i spenat. År 1996 odlades vitsenap, spenat eller ingen gröda alls. Grödorna såddes i april. Grönmassan plöjdes ner i slutet av juni och marken täcktes därefter med plast i halva försöket, medan andra halvan bara plöjdes utan att täckas. Året därpå odlades spenat.

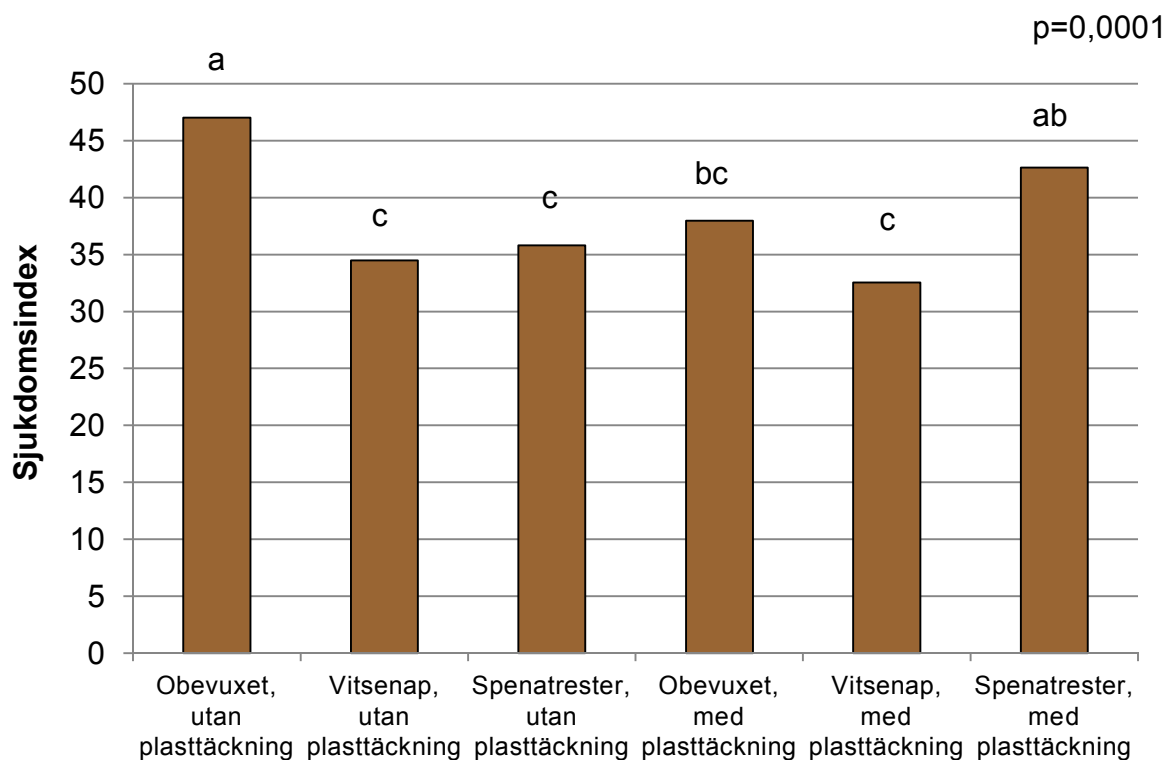
Avläsningar och graderingar som utfördes var räkning av antal spenatplantor per löp-meter, andel spenatplantor med *Phytophthora*-symptom, sjukdomsindex och skörd (Figurer 40–43).



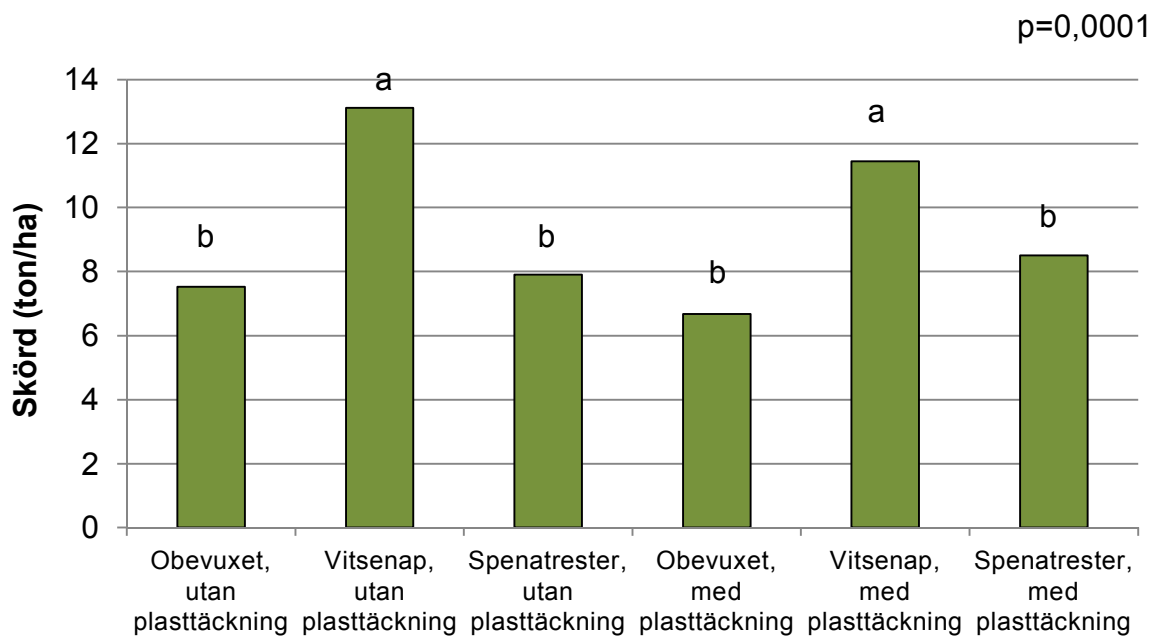
Figur 40. Plantuppkomst i spenat i försök med kombination av grüngödsling och plasttäckning. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,0001$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.



Figur 41. Andel plantor med *Phytophthora*-symptom i spenat i försök med kombination av grön gödsling och plasttäckning. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,0003$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.



Figur 42. Sjukdomsindex i spenat i försök med kombination av grüngödsling och plasttäckning. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,0001$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.



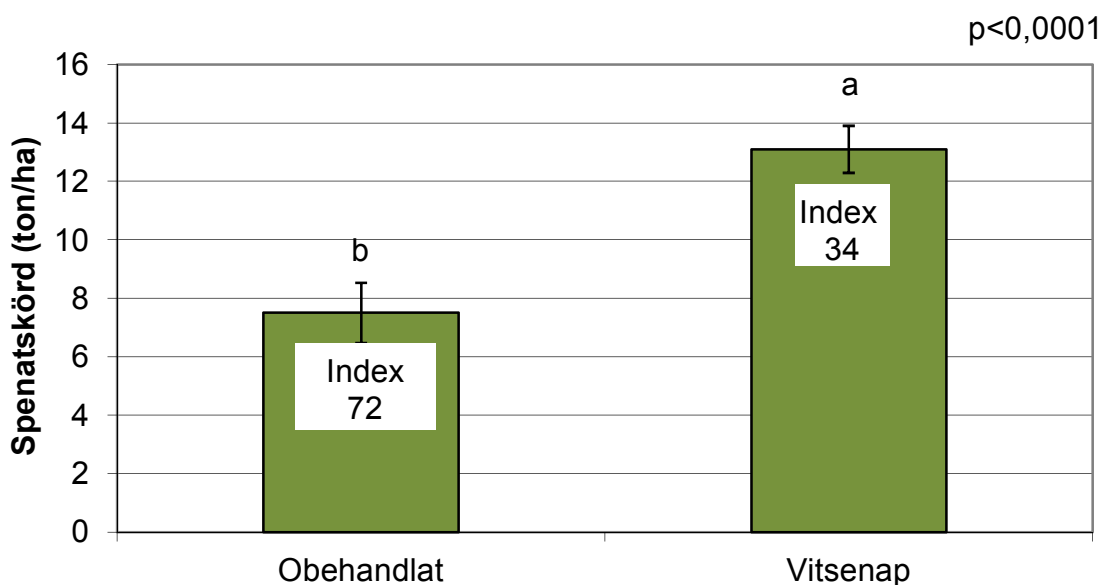
Figur 43. Skörd i spenat i försök med kombination av grüngödsling och plasttäckning. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,0001$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.

Resultaten från detta försök visade på ett signifikant högre plantantal om man inte hade täckt marken med plast (Figur 40). Andelen plantor med Phytophthora-symptom var signifikant lägre där vitsenap hade odlats som mellangröda oberoende om marken var plasttäckt eller ej, samt även där det fanns spenatrester och marken inte plasttäcktes (Figur 41). Likaså var det totala sjukdomsindexet signifikant lägre där vitsenap hade odlats som förfrukt oberoende om marken var plasttäckt eller ej, samt även där det fanns spenatrester och marken inte plasttäcktes (Figur 42). Skörden var signifikant högre där vitsenap odlats som förfrukt (Figur 43). Odling av vitsenap som förfrukt resulterade i genomsnitt i 60 % högre spenatskörd. Plasttäckningen invercade inte på skörden.

Sammanfattningsvis medförde inte plasttäckningen några positiva effekter på sanering av spenatrotröta. Sannolikt var temperaturen inte tillräckligt hög för att patogenerna skulle bekämpas. Det som däremot sigifikant påverkade den efterföljande spenaten i detta försök var odling av vitsenap som mellangröda. Vitsenapen reducerade andelen plantor med Phytophthora-symptom, den minskade det totala sjukdomsangreppet (sjukdomsindexet) samt resulterade i en betydlig skördeökning i spenaten.

Försök med sanering av rotröta i spenat (Findus, 1996-1997)

I detta försök odlades vitsenap som mellangröda i en del av ett rotrötesmittat spenatfält. Ungefär halva fältet såddes med vitsenap och halva lämnades obehandlat. Året därpå odlades spenat i hela fältet. Provs togs ut i 16 smårutor i vardera halva av fältet. Rötterna tvättades och ett sjukdomsindex lästes av. Skörden i dessa smårutor vägdes.

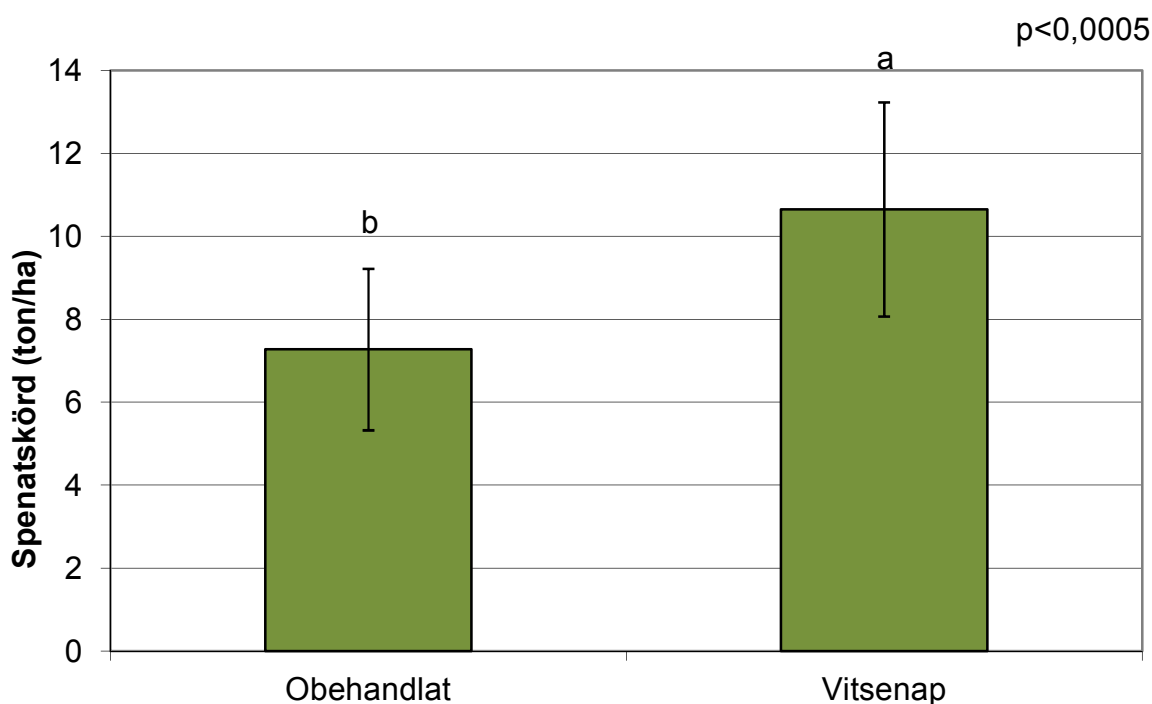


Figur 44. Sjukdomsindex och skörd i spenat i storskaligt försök med grüngödsling. Felstaplar anger medelfel. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p < 0,0001$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.

Vitsenapen resulterade i ett mycket lägre sjukdomsangrepp med index 34 i jämförelse med index 72 i obehandlade rutor. Spenatskörden var 75 % högre efter vitsenap som mellangröda jämfört med ingen mellangröda alls (Figur 44).

Försök med sanering av rotröta i spenat (Findus, 1997–1998)

Ett nytt försök med liknande upplägg som försöket 1996–1997 utfördes följande år. Även här odlades vitsenap som mellangröda storskaligt i en del av ett rotrötesmittat spenatfält. Året därpå odlades spenat i hela fältet. Provs togs ut i 8 smårutor i vardera halva av fältet. Skörden i dessa smårutor vägdes.



Figur 45. Skörd i spenat i storskaligt försök med gröngödsling. Felstaplar anger medelfel. Bokstäverna ovanför staplarna visar Duncan-gruppering ($p=0,0005$). Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant åtskilda.

Återigen resulterade odling av vitsenap som mellangröda i en signifikant högre spenatskörd (Figur 45). I detta försök var det ca 50 % skördeökning efter vitsenapen.

Fältförsök med sanering av sjukdomar i sockerbetor

Gröngödsling mot jordburna svampsjukdomar i sockerbetor (415; 2004–2009; NBR)

Målet med detta projekt var att utvärdera effekten av biofumigation för bekämpning av jordburna svampsjukdomar i sockerbetor i nordiskt klimat. Syftet var att också att se hur dessa grödor kunde införlivas som mellangröda i befintlig sockerbetsväxtföljd och samtidigt uppfylla de krav som ställs på en kvävesamlande fånggröda. Detta har inneburit att grödorna inte kunnat myllas ner före den 20 oktober. I serien har vi provat den i Australien framtagna hög glukosinolathaltiga sareptasenapen Fumus men också oljerättika (Colonel, Adagio), vitsenap (Emergo, Maxi) och havre (Gunhild och Ivory). Mellan åren 2004–2008 lades totalt tio försök ut på jordar som haft återkommande problem med rotbrand.

Totalt har tio randomiserade blockförsök med gröngödslingsgrödor lagts ut under åren 2004 till 2008 på försöksplatser med förhöjd risk för rotbrandsangrepp (se tabell 10 nedan).

Tabell 10. Platser och förfrukter i gröngödslingsförsök vid NBR

Platser och förfrukter för perioden 2004-2005	Platser och förfrukter för perioden 2005-2006	Platser och förfrukter för perioden 2007-2008
Borgeby, höstvetete Skiberöd, vårkorn Videröra, höstvetete Araslöv, höstvetete.	Färlöv, råg Skiberöd, vårkorn Kvistofta, höstvetete Svalöv, höstvetete.	Skiberöd, höstvetete Svalöv, höstvetete
Försöksplan; behandlingar <ol style="list-style-type: none"> 1) Stubb 2) Mellangröda med extra hög glukosinolathalt och under de två första åren användes sareptasenap av sorten Fumus från Australien med ett högt innehåll av glukosinolater och under det tredje försöksåret användes sorterna Doublet (oljerättika) och Architect (vitsenap). 3) Oljerättika: Colonel (klass 1), Cassius (klass 2) och Adagio (klass 1). 4) Vitsenap: Maxi, Emergo och Abraham (nematodsanerande klass 2). 5) Havre: Fodersorten Gunhild (nematodtolerant) under de två första försöksåren och sorten Ivory under det tredje. 		

Försöken var designade som split-plot försök med höst- respektive vårplöjning som huvudled och gröngödslingsgrödor som underled. Gröngödslingsgrödorna såddes i augusti månad efter tröskning av spannmålen hösten innan sådd av betorna. Gröngödslingsgrödorna gödslades med 50 kg N/ha (Axan). Utsädesmängdena var 20 kg/ha för oljeväxterna och 200 kg/ha för havren.

Parcellerna såddes med en parcellsåmaskin (Wintersteiger) i stubben och myllades med en kultivator eller ett tallriksredskap (Väderstad Carrier). Vid avslutad tillväxt i oktober

bedömdes biomassa, marktäckning och höjd i varje parcell. Grönmassan putsades ner med en betesputs och försöken plöjdes genast.

Försöken såddes med sorterna Jakarta (2005), Opta (2006) och Rasta (2008). I försöken räknades antalet plantor två gånger under uppkomst (50 % och 100 % uppkomst) samt en slutlig räkning efter radrensning. Vid det första örtbladsparet synligt gjordes den första bedömningen av rotbrandsangrepp (Disease Severity Index, DSI; 0-100). Samtliga betor i parcellerna skördades och analyserades för sockermängd /ha.

I samband med att betorna tvättats rena gjordes en bedömning av kroniska symptom på rotröta; klass 1-3.

Analyserna gjorda i växthus av grüngödslade jordar från blockförsöken 2005 och 2006 visade inte på något signifikant samspel mellan plöjningstidpunkt och grüngödslingsgröda. Det fanns inte heller några signifikanta skillnader för vare sig huvud- eller underled var för sig 2005. Däremot så fanns det signifikant skillnad i DSI 2 (13 juni) för plöjningstidpunkt på Skiberöd 2006. Plöjning på våren gav lägre DSI 2. På Färlöv fanns de tendens till lägre DSI 2 (13 juni) vid vårplöjning. För grüngödslingsgrödorna på Svalöv blev det signifikant lägre DSI 2 (22 juni) jämfört med kontrollen. Det var också där som det blev mest grönmass/ha. Den procentuella förändringen av DSI efter grüngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen vid höst- respektive vårplöjning var för sig, visas i tabell 11. Samtliga grödor visar på en svag minskning av DSI. Vid höstplöjning var minskningen inte signifikant. Däremot vid vårplöjning så fanns det en tendens till säker minskning av DSI efter grüngödslingsgrödorna. Allra störst blev minskningen för sareptasenap följt av oljerättika.

Tabell 11. Procentuell förändring av DSI i jordtest för grüngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen vid höst- respektive vårplöjning var för sig 10 försök 2004-2008

	Höstplöjning	Vårplöjning
Kontroll	0	0
Sareptasenap	-1,6	-6,8
Oljerättika	-1,6	-2,6
Vitsenap	-1,2	-1,3
Havre	-3,4	-1,9
LSD 5%	-	4,5
Prob.	NS	0,0759

Under 2005 kunde endast mycket små sena angrepp av kroniska symptom på rotröta noteras och angreppsnivån låg generellt på en låg nivå. Under 2006 förekom lite kraftigare angrepp på försöksplatsen i Färlöv. För de höstplöjda parcellerna låg RI på 0,18 i kontrollen (ca 10 % av betorna i provet har kroniska symptom på rotbrand) men var endast 0,05 för sareptasenapen. I de vårplöjda parcellerna låg RI i kontrollen på 0,31 (ca 15 % av betorna i provet har kroniska symptom på rotbrand) och i sareptasenapen på

0,20 och för vitsenapen 0,21. De höstplöjda parcellerna på Färlöv hade signifikant lägre RI jämfört med vårplöjning.

Totalt skördades 10 blockförsök där de fem olika grüngödslingsgrödorna myllats ner vid höst- respektive vårplöjning. Inte för någon av de uppmätta skördeparametrarna kunde ett signifikant samspel mellan plöjningstidpunkt och grüngödslingsgröda visas. De kan därför tolkas var för sig. Det fanns signifikanta skillnader mellan höst- och vårplöjning för plantantal, renvikt, polsocker och blåtal. Många av jordarna på försöksplatserna har varit av det lättare slaget vilket gjort dem mer lämpade för vårplöjning. Det visar sig också på sockerskörden som är signifikant högre (2 %) efter vårplöjning (genomsnitt över tio försök 2004–2009).

För de olika grüngödslingsgrödorna fanns det signifikant skillnad endast för blåtal som var högre för betor som växt efter sareptasenap, oljerättika och havre. Skillnaderna var dock mycket små och torde inte ha någon praktisk betydelse. I genomsnitt över alla tio försöken kunde inte någon signifikant skillnad i sockerskörd visas mellan betor som växt efter de olika grüngödslingsgrödorna. Det fanns dock stora skillnader mellan de olika försöksplatserna. Av de fyra försök som hade betor 2005 var sockerhalten högre efter grüngödslingsgrödorna än i kontrollen i tre av dem (Skiberöd, Borgeby och Videröra). Blåtalet hade inte påverkats i någon av dessa tre försök. I samtliga fyra försök som hade betor 2006 var blåtalet högre och sockerhalten lägre efter grüngödslingsgrödorna än i kontrollen. Under 2008 fanns det inga signifikanta skillnader i försöken för blåtal eller sockerhalt.

Praktiska strimförsök med mellangrödor (416 – NBR)

För att studera den praktiska införlivningen av grüngödslingsgrödor i växtföljden lades även ett antal praktiska strimförsök ut. Fröna spreds ut med rampspridare och myllades ner med kultivator eller tallriksredskap. Fröna i Mörarp och Viken såddes med rampspridare följt av tallriksredskap (Mörarp) eller med Carrier utrustad med biodrill (Viken). Försöken gödslades med 100 kg N/ha. Biomassa, marktäckning och höjd bedömdes i försöken precis innan höstplöjning i oktober.

Tabell 12. Platser och sorter i strimförsök vid NBR

Platser 2005	Platser 2007	Platser 2007
Färlöv – oljerättika Cassius Skibaröd - oljerättika Cassius	Skibaröd – oljerättika Cassius Svalöv – vitsenap Maxi	Mörarp - CBM99 och CBM119 Viken - CBM99 och CBM119
Försöksplan	Försöksplan	
1. Stubb 2. Ogödslad oljerättika 3. Gödslad oljerättika (50 kg N/ha).	1. Stubb 2. Insådd oljerättika/vitsenap 3. Oljerättika/vitsenap sådd efter spannmålsskörd.	

I försöken togs jordprover för mineralkväve och växtmassa klipptes, torkades och analyserades. Tidigt följande vår (mars) togs ledvisa jordprov för analys av N-min (0–60 cm) och svampinfektionstryck i jordtest i växthus.

Slutsatsen från försöksserien är att samtliga grödor hade minskat mängden marksmitta, om än från en väldigt låg nivå. Största minskningen kom för de hög glukosinolat-haltiga grödorna Fumus, Architect och Doublet. I genomsnitt var minskningen strax under 7 %.

Flera faktorer måste vara uppfyllda för att tillräckligt höga halter av svavelhaltiga föreningar ska kunna bildas. Mängden färsk grönmassa per ha måste uppgå till ca 50 ton/ha. Denna måste sedan hackas fint och myllas ner omgående, helst inom en halvtimme, för att de flyktiga föreningarna inte ska försvinna upp i luften. Ytterligare en förutsättning för att få en bra sanering av jordburna svampar av dessa grüngödslingsgrödor är att de kan etableras så tidigt som möjligt så att de hinner utveckla tillräckligt mycket biomassa. Detta innebär enligt våra erfarenheter från detta projekt att grödorna måste sås allra senast 20 augusti. Vid sådd in i september blir tillväxten i regel för dålig. Resultaten från de praktiska försöken visar också att för framförallt vitsenap fungerar det bra att så den som insådd ca två veckor före tröskning av spannmålen.

Analyserna av kväve i marken och grödorna i våra försök tyder på att grüngödslingsgrödorna är effektiva på att fånga upp kväve på hösten. Flera studier har visat att oljerättika har en mycket stor förmåga att ta upp kväve, även från jordlager under en meter. Oljerättikans rötter växer mycket snabbt på hösten och når redan efter ca en månad ner till drygt en meters djup. Efter ytterligare en månad kan rötterna nå ner till 2,5 m. När det kväve som grödan tagit upp under hösten frigörs är inte helt utrett men troligt är att en stor del frigörs redan tidigt följande vår. Resultaten från sockerbetskördarna i detta projekt visar att i flera av försöken har sockerhalten sjunkit och blåtalet ökat för grüngödslingsgrödorna jämfört med stubben. Detta tyder på att en del kväve också frigörs senare och kan tas upp av betorna.

Sanering av cystnematoder i sockerbetor med mellangrödor

Mycket av den kunskap och erfarenhet som finns kring mellangrödor kommer från Tyskland och Holland. NBR har i en försöksserie undersökt den sanerande förmågan på betecystnematoder hos oljerättika och vitsenap vid sådd som mellangrödor under svenska förhållanden.

Fältförsök med nematodsanerande mellangrödor i sockerbetor (409; NBR)

Målet med projektet var att studera om resistent sorter av oljerättika och vitsenap gav tillräckligt bra sanering av nematoder i nordiskt klimat, vid sådd som mellangrödor, utan föregående djup bearbetning av jorden eller gödsling. I undersökningen studerades:

1. Tillväxt och utveckling av mellangrödor sådda på hösten,
2. Den sanerande förmågan av vitsenap och oljerättika ur resistensklass 1 och 2 när de sås som mellangrödor under svenska klimatförhållanden,
3. Upptagningen av kväve hos oljerättika och vitsenap,
4. Effekten av mellangrödorna på tillväxt, utveckling och skörd av efterföljande sockerbetsgröda (normal respektive tolerant betsort).

Under åren 2006–2008 lades två randomiserade blockförsök med fyra upprepningar ut per år. Förfrukterna var höstvetete, korn eller ärtor. Försöksplanen bestod av tio led: kontroll, vitsenap resistensklass 1 och 2, oljerättika resistensklass 1 och 2, som upprepas två gånger. Detta för att kunna odla både en nematodtolerant och normal betsort följande vår. Försöksplanen visas i tabell 13 och försöksplatserna med sådatum m.m. i tabell 14.

Tabell 13. Försöksplan

Led	Mellangröda	Res. klass	Sort 2006	Sort 2007	Sort 2008	Betsort 2007, 2008, 2009
1	Kontroll	-	-	-	-	Julietta
2	Oljerättika	1	Colonel	Colonel	Colonel	Julietta
3	Oljerättika	2	Cassius	Cassius	Cassius	Julietta
4	Vitsenap	1	Achilles	Achilles	Accent	Julietta
5	Vitsenap	2	Maxi	Maxi	Abraham	Julietta
6	Kontroll	-	-	-	-	Rasta
7	Oljerättika	1	Colonel	Colonel	Colonel	Rasta
8	Oljerättika	2	Cassius	Cassius	Cassius	Rasta
9	Vitsenap	1	Achilles	Achilles	Accent	Rasta
10	Vitsenap	2	Maxi	Maxi	Abraham	Rasta

Tabell 14. Försöksplatser

Plats	Anläggningsår	P _i medelvärde	Förfrukt	Sådd mellangrödor	Antal dagar över 9°C
Lilla Isie	2006	2,6	Höstvetete	10 augusti	64 (10/8–12/10)
Stora Isie	2006	4,2	Ärtor	7 augusti	67 (7/8–12/10)
Borgeby	2007	8,4	Malkorn	14 augusti	58 (14/8–12/10)
Skegrie	2007	2,6	Höstvetete	27 augusti	45 (27/8–12/10)
Löderup	2008	9,6	Vårkorn	15 augusti	58 (15/8–12/10)
Lilla isie	2008	6,4	Höstvetete	11 augusti	51 (11/8–12/10)

Försöken mättes ut tidigt på våren i spannmålsgrödan alternativt ärtorna (mars–april, innan jordtemperaturen i marken överstigit 8°C). Parcellvis jordprov togs för analys av initiala nematodtättheter (P_{ii}). I varje försöksruta togs minst 30 stick till en sammanlagd

jordmängd om minst 1,5 kg. Proven analyserades vid Nematodlaboratoriet, SLU, Alnarp.

Efter skörd av spannmålen såddes sedan oljerättika och vitsenap direkt i stubben utan någon föregående djup bearbetning av jorden. Grödorna gödslades inte.

Efter avslutad tillväxt av mellangrödorna i oktober/november togs återigen nematodprov, P_f . Följande vår togs återigen nematodprov precis innan sådd av betgrödan, P_i . Efter skörd av betorna togs nematodprov för att mäta uppförökningen av nematoder efter betorna, P_{bet} .

Utvecklingen av mellangrödorna 2006 var mycket god på båda försöksplatserna (Lilla Isie och Stora Isie). I slutet av oktober var marktäckningen 100 % i alla parceller på båda platserna. I försöket i Stora Isie, som såddes efter ärter, var tillväxten särskilt bra. Oljerättikan uppnådde där en höjd på cirka 40 cm och vitsenapen över 50 cm. Mängden biomassa uppgick till mellan 2,4 och 3,8 ton ts per hektar för oljerättika samt mellan 1,9 och 3,4 för vitsenap.



Bild 17. Försöksfältet i Stora Isie där oljerättika såddes efter ärter.

I försöket i Borgeby 2007 var marktäckningen för oljerättikan strax över 50 % och för vitsenapen mellan 65 till 92 %. Planthöjden för oljerättikan låg strax över 20 cm. Planthöjden för vitsenap var betydligt högre, för Achilles runt 40 cm och för Maxi cirka 60 cm. Mängden ts låg på cirka 2 ton per hektar både för oljerättika och vitsenap.

Etableringen och tillväxten av mellangrödorna 2008 blev något mer ojämn än tidigare år. Marktäckningen av oljerättikan låg i båda försöken kring 50 % och för vitsenapen kring 70 %. Planthöjden för oljerättikan låg strax över 20 cm i båda försöken. Planthöjden för vitsenap var något högre, för Accent runt 40 cm på Lilla Isie och för Abraham cirka 35 cm. Planthöjden för vitsenapen Accent och Abraham på Löderup låg kring 30 cm. Mängden ts uppgick endast till cirka 1 ton per hektar för både oljerättika och vitsenap i Lilla Isie, något mer på Löderup, cirka 1,5 ton per hektar.

Tabell 15. Mängd ts i ton/ha av mellangrödorna vid klippning och torkning i oktober

Gröda	Ts, ton/ha					
	Lilla Isie 2006	Stora Isie 2006	Skegrie 2007	Borgeby 2007	Lilla Isie 2008	Löderup 2008
Kontroll	2,5	0,7	0,7	1,0	-	-
Oljerättika	1,7	3,0	1,0	2,0	1,1	1,3
Oljerättika	1,2	2,4	1,4	2,0	0,8	1,5
Vitsenap	1,9	2,4	1,0	2,0	1,0	1,6
Vitsenap	1,5	2,0	1,2	1,9	1,4	1,3
Kontroll	0,8	1,0	0,7	1,2	-	-
Oljerättika	1,2	2,8	0,9	2,4	0,8	1,6
Oljerättika	2,3	3,8	1,1	2,0	1,4	1,7
Vitsenap	1,4	2,4	1,0	2,0	1,0	1,6
Vitsenap	3,5	3,4	1,1	2,2	1,2	1,8
<i>R</i> ²	60,9	66,9	41,8	45,0	28,7	20,9
<i>LSD</i>	1,8	1,2	0,5	0,9	0,7	0,8
<i>Prob</i>	0,0601	0,0002	0,1667	0,0845	0,6715	0,8919

De försök som uppnådde lägst antal dagar över 9°C (genomsnittlig dygnstemperatur över 9°C) var Skegrie med 45 och Stora Isie med 51 (tabell 14). Här var också ts-halterna bland de lägsta, cirka ett ton per hektar. Löderup och Borgeby hade båda 58 dagar över 9°C. Ts-halten för mellangrödorna på Löderup varierade från 1,3 till 1,8 ton per hektar och på Borgeby från 1,9 till 2,4 ton per hektar. Allra flest dagar över 9°C, 67, uppmättes på försöksplatsen i Stora Isie, följt av Lilla Isie med 64 antal dagar över 9°C. Ts-halten i Isie varierade från 2,0 till 3,8 och på Lilla Isie från 1,2 till 3,5 ton per hektar.

Saneringseffekten beräknades som förhållandet mellan P_{ii} våren innan sådd av mellangrödorna och P_i innan sådd av betorna följande vår, alltså precis ett år senare. Medelvärde över fem försök visar att den spontana minskningen av ägg och larver i stubben låg på 22 %. Medelvärde för mellangrödorna visar att klass 1 oljerättika (sorten Colonel i alla försöken) ligger på 29 %, klass 2 oljerättika (Cassius) på 42 %, klass 1 vitsenap (Achilles/Accent) på 38 % och klass 2 vitsenap (Maxi/Abraham) på 46 %. Colonel är den enda sorten som inte kommer upp över 30 % sanering, vilket är 13 procentenheter lägre än för Cassius.

Skörd

På båda försöksplatserna 2007 var skörden högre efter Rasta än efter Julietta, trots att det fanns nematoder kvar i marken. För Rasta fanns det mellan 0,3 och 2,4 ägg och larver/g jord kvar i marken innan betsådd och för Julietta 0,4 till 2,3. Den genom-

snittliga skörden (två försök 2007) för Julietta blev 13,82 ton socker per hektar utan sanering, med sanering med oljerättika 14,17 och med vitsenap 14,24 ton socker per hektar. Den genomsnittliga skörden (två försök 2007) för Rasta blev 15,82 ton socker per hektar utan sanering, med sanering med oljerättika 15,19 och med vitsenap 15,48 ton socker per hektar. Den troliga orsaken till den högre skörden för Rasta 2007 var den mycket regniga hösten som gjorde att betorna kunde kompensera för de skador som nematoderna gjorde. Övriga skördeår, 2008 och 2009, gav Julietta högre skörd än Rasta på samtliga fyra försöksplatser. Den genomsnittliga skörden (fyra försök 2008–2009) för Julietta utan sanering blev 13,89 ton socker per hektar, med sanering med oljerättika 14,68 och med vitsenap 13,82 ton socker per hektar. Den genomsnittliga skörden (fyra försök 2008–2009) för Rasta utan sanering blev 11,30 ton socker per hektar, med sanering med oljerättika 11,94 och med vitsenap 12,58 ton socker per hektar.

En slutsats från dessa försök är att saneringseffekten inte på någon av platserna blev tillräckligt stor för att tillåta odling av en normal betsort året efter.

Då det för närvarande endast odlas nematodtoleranta sorter i Sverige är därför odling av resistent mellangrödor det enda sättet att aktivt försöka minska antalet nematoder i marken. Nematodtoleranta sorter har den nackdelen att de uppförökar antalet nematoder till skillnad från en resistent betsort. Uppförökningen för de första sorterna som introducerades var lägre än för en normalsort men nu finns farhågor om att de nya toleranta sorterna börjar närma sig samma uppförökning som för de normala sorterna. Mot denna bakgrund blir odling av mellangrödor ett viktigt alternativ för att reducera antalet nematoder i marken.

Mellangrödor för kvävefångst

Oljerättika och vitsenap som kvävesamlare i strimförsök (416; NBR)

Under 2005 togs kväveprover i både ogödslad och gödslad led i det praktiska strimförsöket med oljerättika på Skibaröd (tabell 16). Provtagningarna gjordes i ett skikt ner till 60 cm. Analyserna av den totala markkvävemängden i slutet av oktober visar att oljerättikan i skiktet 0–60 cm minskat mängden mineralkväve med 22–23 kg per hektar (kvar i marken fanns 11–12 kg N) jämfört med stubb (kvar fanns 34 kg N). Beräkningarna av kvävefrigörelse år ett visar att cirka 18 kg N per hektar frigörs efter den ogödslade oljerättikan. För oljerättikan som gödslats med 50 kg N per hektar var samma siffra 49 kg N per hektar. Vid beräkningarna har endast mineralisering av ovanjordiskt material tagits hänsyn till.

Under 2007 såddes också oljerättika i ett praktiskt strimförsök på Skibaröd men vid två olika tidpunkter, som insådd och efter tröskning (tabell 16). Oljerättikan gödslades inte. Analysen av N-min i marken på Skibaröd efter stubb visade att det fanns 17 kg N/ha i slutet av oktober vilket kan jämföras med 7 kg N/ha för både den insådda oljerättikan och 6 kg N/ha för den som såddes efter tröskning. Mängden ts/ha för den insådda oljerättikan var 957 kg/ha vilket kan jämföras med 660 kg/ha för den oljerättika som såddes efter tröskningen. Genom att så in oljerättikan så ökade ts-halten med 45 % jämfört med att vänta till efter tröskning. Oljerättikan har alltså i detta försök i slutet av oktober minskat mineralkvävemängden med 10–11 kg N per hektar jämfört med stubb. Även här beräknades frigörelsen av kväve år ett till 17 respektive 16 kg N per hektar för insådd och sådd efter tröskning. Frigörelsen av kväve år ett låg på 2 kg N/ha för stubb. Detta stämmer väl överens med resultaten ovan från 2005 i den ogödslade oljerättikan (cirka 18 kg N per hektar frigörs år ett).

I motsvarande försök 2007 på Svalöv med ogödslad vitsenap hade mineralkvävemängden i slutet av oktober minskat med 10 kg N per hektar för både insådden och sådden efter tröskning. Mängden ts/ha för den insådda vitsenapen var 3058 kg/ha vilket kan jämföras med 1 887 kg/ha för den vitsenap som såddes efter tröskningen. Genom att så in vitsenapen så ökade ts-halten med 62 % jämfört med att vänta till efter tröskning. Frigörelsen av kväve år ett låg på 13 kg N/ha för stubb och 14 kg N/ha för den insådda vitsenapen. För vitsenapen som såddes efter tröskningen var N-frigörelsen år ett hela 27 kg N/ha.

Tabell 16. Beräkning av N-frigörelse år ett i praktiska strimförsök med oljerättika och vitsenap

	kg ts/ha	Jord-	Växtanalys ovanjordiskt mtrl				
		analys	C %	N %	C	N	N-frigörelse år
		N-min	av ts	av ts	kg/ha	kg/ha	1* kg/ha
Skiberöd 2005, oljerättika							
Stubb	46	34	39	4,0	18	2	1
Ogödslad	1186	11	35	2,5	415	30	18
Gödslad	2282	12	40	3,2	913	73	49
Svalöv 2007, vitsenap							
Stubb	475	24	45	4	214	19	13
Insådd	3058	14	45	2	1376	61	14
Sådd e. skörd	1887	14	44	3	830	57	27
Skiberöd 2007, oljerättika							
Stubb	104	17	40	3	42	3	2
Insådd	957	7	43	3	412	29	17
Sådd e. skörd	660	6	41	3	271	20	16

N-min = Summa ammonium och nitrat

Antagande: N-frigörelsen år 1 har beräknats endast för ovanjordiskt material. Humifieringskoefficienten har satts till 0,26 och andelen C/N till 10 i humus.

I ett försök med olika etableringstekniker för vitsenap i två försök utanför Borgeby analyserades kväve i mark och i ovanjordiskt växtmaterial i tre led: stubb (med och utan gräsfånggröda), insådd samt bredspridning. På ett skifte utan gräsfånggröda minskade insådden mineralkvävemängden i marken med 28 kg N per hektar. Den bredspridda sådden minskade mineralkvävemängden med 16 kg N per hektar. Insådden på Borgeby gjordes redan den 21 juli, vilket är tio dagar tidigare än i försöket på Svalöv där insådden gjordes den 1 augusti. Upptagningen av mineral-N var alltså större i det tidigt sådda försöket på Borgeby.

Kväveeffekt i saneringsförsök i sockerbetor (409; NBR)

I samband med att saneringseffekt på nematoder undersöktes i denna serie, studerades även upptagningen av kväve hos oljerättika och vitsenap.

Kväve i marken innan sådd av mellangrödor

Senast en dag efter tröskning av spannmålsgrödan men före sådd av mellangrödorna togs ledvisa N_{\min} -prover till ett djup av 60 cm 2006.

Kväve kvar i marken och i ovanjordiskt växtmaterial i oktober

Strax innan plöjning av mellangrödorna i slutet av oktober klipptes all ovanjordisk växtmassa i en 0,1 m² stor ring per parcell. Klippningarna gjordes när tillväxten på hösten beräknats vara avslutad, men innan frost. Stubb och boss togs inte med. Grönmassan stoppades i förinvägda (efter nedtorkning) papperspåsar eller bomullssäcker, som där-efter lades till torkning i 70°C i tre dygn. Efter torkningen vägdes de ut.

Efter utvägningen slogs påsarna ihop (led 1 i block I och II för sig, led 1 i block III och IV för sig osv.), vilket gav 20 påsar per plats, totalt 40 st på två platser. Påsarna skickades till Eurofins för bestämning av C och N enligt Dumas.

Direkt efter provklippningen togs mineralkväveprover ut. Varje prov togs i två skikt: 0–30 och 30–60 cm. I varje block togs alltså tre prov: kontroll, oljerättika och vitsenap. För kontrollen fördelades de tolv sticken mellan de två leden 1 och 6. För oljerättika och vitsenap sattes tre stick i vardera av de fyra rutorna som ska slås ihop. Sticken sattes i eller nära de provklippta cirklarna. Led 2, 3, 7 och 8 slogs ihop (d.v.s. oljerättika) och led 4, 5, 9 och 10 slogs ihop (vitsenap). Totalt på varje plats togs 12 N_{min}-prover. Proverna frystes och skickades väl förpackade till Eurofins.

Mängden kväve i ovanjordiskt material i oktober räknades ut enligt:

$$\text{kg ts/ha} * \text{total N i \% av ts.}$$

Mängden C i ovanjordiskt material räknades ut enligt:

$$\text{kg ts/ha} * \text{total C i \% av ts.}$$

Potentiell mineralisering av N från ovanjordiskt material nästföljande år beräknades genom att sätta humifieringskoefficienten till 0,26 och kvoten C/N till 10 för humus (Gunnarsson *et al.*, 2008, Kolenbrander, 1974);

$$\text{ovanjordiskt material i kg N/ha} - (\text{kg C/ha} * 0,26/10).$$

Mängden rötter mättes inte och mineraliseringen från rötterna beräknades inte.

Kväve i marken innan sådd av betor

Före sådd av första betgrödan 2007 togs ledvisa N_{min}-prover för att se hur mycket kväve där fanns kvar i de översta 60 cm av jordprofilen. Denna provtagning gjordes endast inför betgrödan 2007 (ingen provtagning gjordes 2008 och 2009).

Kvävemineralisering i juni i betgrödan 2008

Prov togs endast i led 1 (kontroll), 2 (oljerättika) och 4 (vitsenap) i block 1 och 2. Proven togs i slutet av juni. Två provrutor om 1 m² på två platser i parcellerna märktes ut enligt figur 1. N_{min}-prover togs i två skikt: 0–30 och 30–60 cm, sex stick per provruta, vilket blev tolv stick per parcell. Jorden från 0–30 cm blandades från de två provrutorna i varje parcell till ett prov. Motsvarande gjordes för jorden från 30–60 cm.

Alla betorna i var och en av de två rutorna om 1 m² plockades upp. Blasten togs av och lades i vävpåse (båda rutorna till samma påse). Blasten vägdes omedelbart och färsk-

vikten noterades på protokoll (båda rutorna tillsammans). Blasten torkades sedan. Hela vävpåsen vägdes efter torkningen igen. Påsarna skickades till Eurofins för analys av kväve enligt Dumas.

Rötterna vägdes och färskvikten noterades i protokoll. Rötterna vägdes och torkades för att kunna bestämma ts-halt.

Mängden kväve i ovanjordiskt material i juni räknades ut enligt:

$\text{kg ts/ha} * \text{total N i \% av ts.}$

Mängden C i ovanjordiskt material räknades ut enligt:

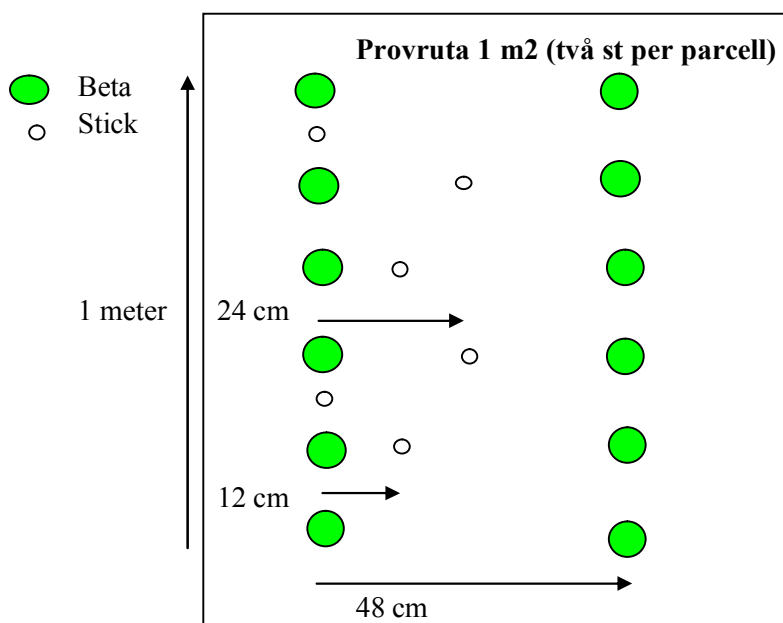
$\text{kg ts/ha} * \text{total C i \% av ts.}$

Mängden kväve i rötterna i juni räknades ut enligt:

$\text{kg ts/ha} * \text{total N i \% av ts.}$

Mängden C i rötterna räknades ut enligt:

$\text{kg ts/ha} * \text{total C i \% av ts.}$



Figur 46. Placering av stick för N_{min} -provtagning i betgrödan i juni.

Mineralkväve i marken i oktober

I kontrollen, som i alla fall utom ett (svartträda efter ärter i Stora Isie) bestod av spannmålsstubb, fanns det i medeltal totalt 26,4 kg kväve per hektar kvar i de översta 60 cm av marken, för vitsenap fanns det 18,3 och för oljerättika 14,9 kg.

Sett över alla fem försöksplatserna var fördelningen av käve mellan skikten i kontrollen densamma, strax över 13 kg i båda. När det gäller fördelningen av kväve i skikten efter

oljerättika respektive vitsenap, var där på alla försöksplatserna mer kväve i 0–30 cm än i 30–60.

År 2006 var mycket nederbördsrik, vilket medförde en relativt stor utlakning av kväve jämfört med 2007 och 2008, vilket syntes tydligt i kontrollerna. I Lilla Isie fanns 56,8 % av kvävet i de översta 60 cm i skiktet 30–60 cm, på Isie 68,8 %.

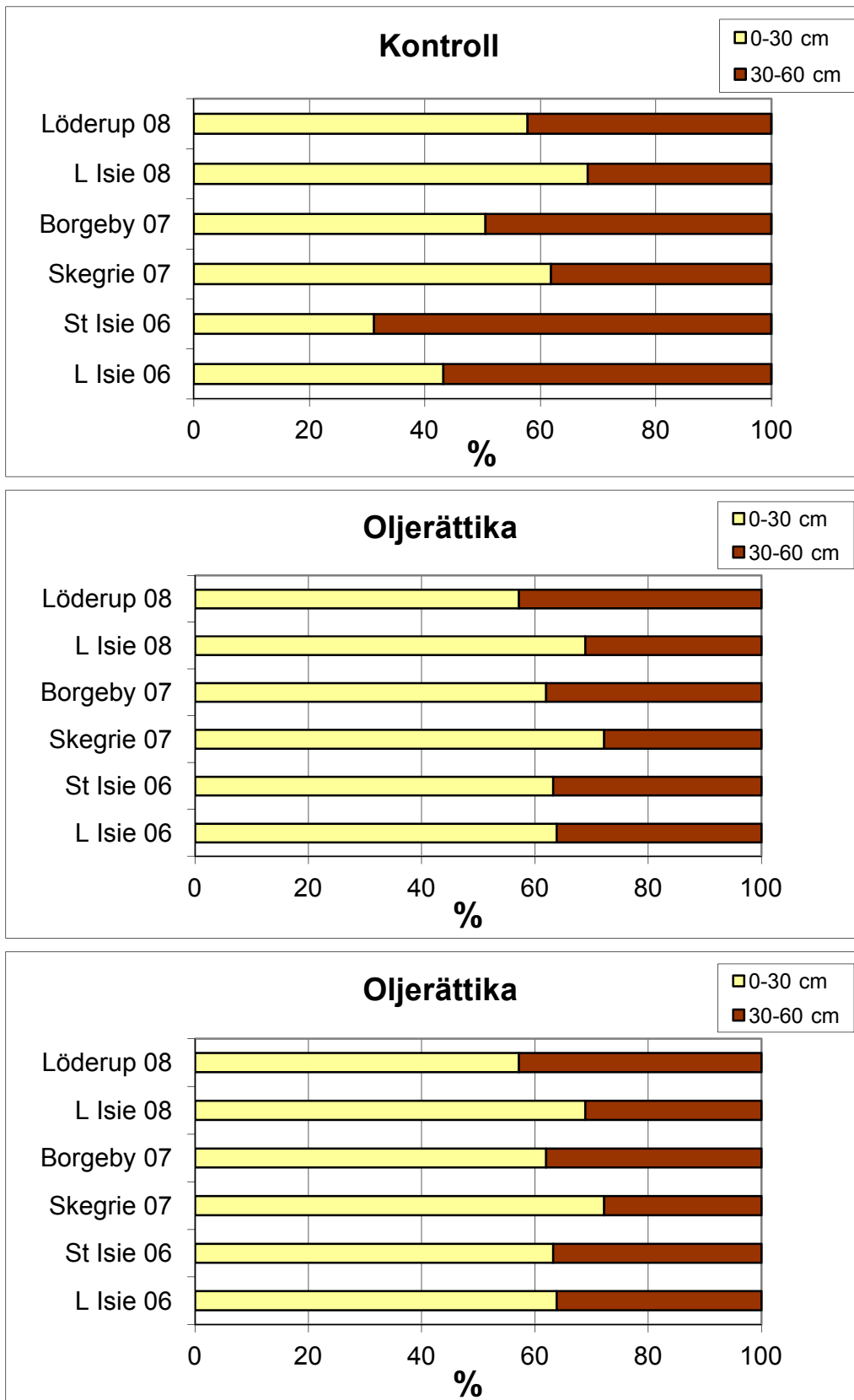
På försöksplatsen i Stora Isie var fördelningen av kväve i de två skikten 0–30 och 30–60 olika mellan kontrollen och oljerättikan respektive vitsenap. Av de 44,2 kg N som totalt fanns kvar i kontrollen så fanns hela 30,4 kg mellan 30–60 cm och endast 13,8 kg i de översta 30 cm. För vitsenap var förhållandet det omvända, 9,2 i skiktet 30–60 cm och 28,5 kg i de översta 30 cm. Den totala mängden kväve som fanns kvar i marken efter oljerättikan var 12,5 kg, 7,9 i skiktet 0–30 cm och 4,6 i 30–60 cm.

Tabell 17. Mängden totalkväve (ammonium- och nitratkväve, kg/ha) i marken på olika djup, 0–30 cm och 30–60 cm i marken, vid avslutad tillväxt i oktober/november

Gröda	Djup cm	Lilla Isie 2006	Stora Isie 2006	Skegrie 2007	Borgeby 2007	Lilla isie 2008	Löderup 2008	Medel
Kontroll	0–30	8,9	13,8	17,0	10,2	13,5	14,9	13,1
Kontroll	30–60	11,7	30,4	10,5	10,0	6,3	10,9	13,3
Vitsenap	0–30	7,0	28,5	13,7	7,7	11,7	9,6	13,0
Vitsenap	30–60	2,9	9,2	3,7	4,9	5,5	5,4	5,3
Oljerättika	0–30	6,7	7,9	13,0	8,8	10,4	10,8	9,6
Oljerättika	30–60	3,8	4,6	5,0	5,4	4,7	8,1	5,3

Tabell 18. Procentuell fördelning av totalkväve (ammonium- och nitratkväve) i marken på olika djup, 0–30 cm och 30–60 cm i marken, vid avslutad tillväxt i oktober/november

Gröda	Djup cm	Lilla Isie 2006	Stora Isie 2006	Skegrie 2007	Borgeby 2007	Lilla Isie 2008	Löderup 2008	Medel
Kontroll	0–30	43,2	31,2	61,8	50,5	68,2	57,8	52,1
Kontroll	30–60	56,8	68,8	38,2	49,5	31,8	42,2	47,9
Vitsenap	0–30	70,7	75,6	78,7	61,1	68,0	64,0	69,7
Vitsenap	30–60	29,3	24,4	21,3	38,9	32,0	36,0	30,3
Oljerättika	0–30	63,8	63,2	72,2	62,0	68,9	57,1	64,5
Oljerättika	30–60	36,2	36,8	27,8	38,0	31,1	42,9	35,5



Figur 47. Fördelning av N_{min} mellan 0–30 och 30–60 cm djup för kontrollen, vitsenap och oljerättika i saneringsförsök vid NBR 2006–2008.

Kvävemineralisering i juni

Resultaten från analyserna av mineralisering i juni visas i tabell 19. Den totala biomassan (ts, kg/ha) av betorna i juni året efter mellangrödorna var något större där det växt en mellangröda än i kontrollen. Det var i huvudsak mängden rötter som ökat. I marken var mängden kväve i de översta 30 cm högre, där det växt en mellangröda, jämfört med kontrollen. I skiktet 30–60 cm fanns det mindre kväve kvar där det växt en mellangröda jämfört med kontrollen (tabell 20).

Tabell 19. Mängd biomassa (ts, kg/ha) av betor i juni 2008. Medel över två försöksplatser (Skegrie och Borgeby)

Gröda	Led	TS ton/ha		Summa
		Grönmassa	Rot	
Kontroll	1	5,9	6,4	12,4
Vitsenap	2	6,0	6,7	12,7
Oljerättika	4	5,8	6,6	12,4

Tabell 20. Kvävemängd (N_{min} , kg/ha) i jorden i juni 2008. Medel över två försöksplatser (Skegrie och Borgeby)

Gröda	Led	N_{min} kg/ha		
		0–30 cm	30–60 cm	Summa 0–60 cm
Kontroll	1	55	32	87
Vitsenap	2	58	26	84
Oljerättika	4	63	26	89

I tabell 21 visas summan av det kväve som fanns i marken i oktober plus beräknad mineralisering nästföljande år. Förutsatt att det inte sker någon urlakning under vintern, avser denna summa att avspegla nettoeffekten för odlaren. Resultaten visar på en negativ nettoeffekt, vilket stämmer överens med vad man kan förvänta på en icke urlakningskänslig jord och med en gröda som sockerbetor, som är effektiv på att hämta kväve från stora djup.

Tabell 21. Totala mängden kväve i hela betan samt i betan plus i jorden. Medel över två försöksplatser (Skegrie och Borgeby)

Gröda	Led	N_{min} kg/ha	
		Summa kväveupptagning i rot plus ovanjordiskt material	Summa kväveupptagning i rot plus ovanjordiskt material plus mängden kväve i jorden
Kontroll	1	304	392
Vitsenap	2	293	377
Oljerättika	4	292	382

Analys av N_{min} före betgrödan 2007

Resultatet av de ledvisa provtagningarna av N_{min} före betgrödan visas i tabell 22. I försöket på lilla Isie, där det var höstvetete före sådd av mellangrödan, fanns det lite kväve

kvar i de översta 60 cm, i de flesta fall under 20 kg N per hektar. Det fanns inga tydliga skillnader mellan de olika mellangrödorna. I försöket i Stora Isie, där mellangrödorna såddes efter ärter, fanns det mer kväve kvar i jorden jämfört med på Lilla Isie. Det fanns inte heller här något entydigt mönster mellan de olika mellangrödorna. Med utgångspunkt från dessa resultat gödslades betorna med samma mängd kväve i de olika leden. Provtagningen av N_{\min} gjordes endast inför betgrödan 2007.

Tabell 22. Analys av N_{\min} före betgrödan 2007

Led	Mellangröda	Am_N mg/100 g TS	Am_N kg/ha	Nit-N mg/100 g TS	Nit-N kg/ha	Summa
Lilla Isie						
1	Kontroll	0,029	2,4	0,158	13,2	15,7
2	Oljerättika	0,028	2,4	0,191	16	18,4
3	Oljerättika	0,034	2,8	0,184	15,4	18,2
4	Vitsenap	0,031	2,6	0,185	15,5	18,1
5	Vitsenap	0,028	2,3	0,133	11,2	13,5
6	Kontroll	0,028	2,3	0,13	10,9	13,2
7	Oljerättika	0,028	2,3	0,16	13,4	15,7
8	Oljerättika	0,03	2,5	0,216	18,1	20,6
9	Vitsenap	0,028	2,4	0,168	14	16,4
10	Vitsenap	0,033	2,8	0,183	15,3	18
Stora Isie						
1	Kontroll	0,031	2,6	0,366	30,7	33,3
2	Oljerättika	0,031	2,6	0,328	27,5	30,1
3	Oljerättika	0,034	2,8	0,517	43,3	46,1
4	Vitsenap	0,031	2,6	0,232	19,5	22,1
5	Vitsenap	0,033	2,8	0,304	25,5	28,3
6	Kontroll	0,031	2,6	0,236	19,8	22,4
7	Oljerättika	0,03	2,5	0,312	26,1	28,6
8	Oljerättika	0,029	2,4	0,329	27,6	30
9	Vitsenap	0,03	2,5	0,254	21,2	23,8
10	Vitsenap	0,029	2,4	0,306	25,7	28,1

Mellangrödor i ett IPM perspektiv och odlingsekonomi

Den 25 november 2009 trädde EU:s direktiv för hållbar användning av bekämpningsmedel, 2009/128/EG, i kraft. Målet med direktivet är att skydda människors hälsa och miljön från möjliga risker förknippade med användningen av bekämpningsmedel. En central del är att varje land ska utarbeta och fastställa en nationell handlingsplan. Syftet med handlingsplanerna är att fastställa kvantitativa mål, riktmärken, åtgärder, tidsplan och indikatorer för att minska de risker och konsekvenser som användningen av bekämpningsmedel innebär för människors hälsa och miljön. Direktivet syftar också till att uppmuntra utvecklingen och införandet av integrerat växtskydd samt alternativa metoder och tekniker för att minska beroendet av bekämpningsmedel. Direktivet ställer krav på flera olika områden, bland annat information, utbildning och forskning.

Med integrerat växtskydd menas att yrkesmässiga odlare i första hand ska använda förebyggande metoder för att hantera skadegörare som insekter, svamp och ogräs. I detta sammanhang passar odling av mellangrödor väl in då de kan reducera angrepp av flera patogener men även ha effekt på ogräs. Men för att mellangrödor ska vara ett verktyg i integrerat växtskydd krävs kunskap om ett antal nyckelfaktorer såsom val av rätt mellangröda och sort för det aktuella fältet, etableringsteknik, gödsling samt nerbrukning. För att få maximal nytta av den insats man gör med mellangrödan krävs planering och flexibilitet för att kunna anpassa sådden efter väderleken och huvudgrödan på fältet.

Kostnaderna för utsäde är ca 500–600 kronor per hektar plus etableringskostnader på ca 200 kronor. Värdet av mellangrödans olika positiva effekter i form av sanering, kväveupptag m.m. är dock svårt att beräkna eftersom effekten till stor del beror på mellangrödans tillväxt.

Sammanfattning av försök med mellangrödor vid Findus och NBR

Odling av en mellangröda mellan två huvudgrödor kan ha flera positiva effekter bl a sjukdomssanering, strukturförbättring och positiv inverkan på bördigheten genom att mullhalten höjs. För att få ut maximal nytta av en mellangröda måste flera faktorer vara uppfyllda. Grödan måste etableras tidigt, uppkomsten vara jämn och därefter en god tillväxt så att mängden biomassa blir så stor som möjligt samt att jorden blir väl genomvävd av rötter. Detta kan vara en utmaning under nordiska förhållanden. Odling av en mellangröda kräver också kunskap om mängden marksmitta av patogener för den aktuella grödan så att rätt mellangröda och därtill rätt sort kan väljas för ändamålet.

Denna rapport sammanfattar den kunskap och de erfarenheter kring odling av mellangrödor som framkommit ur forskning och försök vid Findus och NBR.

De nyckelfaktorer för maximalt utnyttjande som har identifierats är:

1. Tidpunkt för sådd och etablering – tillräckligt antal daggrader samt efter lämplig huvudgröda
2. Etableringsteknik - för snabb, säker och homogen uppkomst
3. Gödsling – för optimering av mängden grönmassa och snabb tillväxt
4. Sjukdomssanerande förmåga – val av rätt sort för ändamålet.

Tidig sådd

En förutsättning för att få en bra sanering av jordburna svampar av dessa grüngödsling-grödor är att de kan etableras så tidigt som möjligt så att de hinner utveckla tillräckligt mycket biomassa. Detta innebär enligt våra erfarenheter att grödorna måste sås allra senast 20 augusti. Ett sätt som fungerar bra för framförallt vitsenap är att så den som insådd ca två veckor före tröskning av spannmålen. Insådden av vitsenap på Svalöv 2007 uppnådde en biomassa på nästan 2 500–5000 kg ts/ha. Motsvarande mängd biomassa för den vitsenap som såddes efter tröskning var mindre än hälften dvs. 500–300 kg ts/ha. Insådd av oljerättika provades på Skiberöd 2007. Här blev det inte någon större skillnad i biomassa mellan den oljerättika som såddes som insådd jämfört med den som såddes efter tröskning, dvs. ca 50–300 kg ts/ha.

Resultaten från Findus och NBR har visat att det är speciellt gynnsamt att odla en mellangröda efter en tidigt skördad ärtgröda. Detta är ett tillfälle man bör utnyttja i växtföljden. Kvävet efter ärtorna ger en god startgiva till mellangrödan. Framförallt oljerättika etableras väl eftersom den är beroende av kväve för att utvecklas som mellangröda.

Vi har också provat att odla några högglukosinolathaltiga grödor i Sverige. Den högglukosinolathaltiga sorten Fumus utvecklades förhållandevis bra i vårt klimat och fick på några försöksplatser en biomassa på mellan 1 000–2 500 kg ts/ha. I några strimförsök har vi också provat två sorter från Caliente Brand Mustards i England, CBM 99 och CBM 119. De blir dock inte särskilt ”bladig” i vårt klimat utan består ofta i en stjälk med lite blad på.

Etableringstekniker

Slutsatsen från de etableringsförsök som gjorts vid NBR var att insådden i den växande grödan fungerade mycket bra både vad gäller uppkomst, marktäckning och biomassa. Fördelen med denna metod är att mellangrödan kan sås tidigt. Huvudgrödan hjälper till att bevara fuktigheten i jorden vilket ger ett bra mikroklimat för fröna. Nackdelen är om det blir torrt efter sådden, då gror inte fröna.

Etableringsmetoden med Väderstad Carrier som blandade jord och skörderester gav också ett bra resultat med bara en överfart. Etableringmetoden med Carrier biodrill utrustad med Biodrill gav något sämre resultat jämfört med bredspridning före och körning med Carrier efter. En anledning till detta kan vara placeringen av spridningsplattorna mellan de roterande diskarna och återpackningsenheten. En del frö studsade över återpackningsenheten och landade ovanpå jorden där det var för torrt för att gro. Kultivatorn som användes i försöken var av typen spring-tine utrustad med raka spetsar vilket gjorde att det behövde köras ganska djupt för att bearbetningen skulle bli tillräckligt bra. Detta kan ha gjort att en del frö placerade lite för djupt och inte kunde gro. Kultivatorn hade inte någon djuphållning i bakre delen av maskinen och detta kan ha bidragit till det ojämna resultatet.

Med Rapidsåmaskin är det möjligt att så direkt i skörderester med bara en överfart. En fördel är att fröet placeras på samma djup. Om det finns mycket skörderester på fältet finns risk för ojämn uppkomst.



Bild 18. Insådd av vitsenap i försök 2005 på Borgeby 21 juli.

Gödsling

Den gödselgiva som använts i försöken vid NBR var 50 kg N/ha och på Findus 30 kg N/ha. I regel användes Axan eftersom den innehåller svavel vilket är nödvändigt för att grödan ska kunna bilda isothiocyanser. Effekten av gödslingen syntes framförallt på planhöjd och biomassa. Kvävegivan på 50 kg N/ha är mycket i detta sammanhang och det är troligt att denna mängd kan minskas ner och ändå ge ett bra resultat.

En fråga som också studerats är om odling av mellangrödor leder till att man måste justera gödselgivan till sockerbetorna året efter. I de försök som gjorts vid NBR kunde vi inte påvisa några skillnader i totalkvävemängd i skiktet 0–60 cm mellan där det växt en mellangröda eller varit en spannmålsstubb/svarträda.

Tillväxt

En mellangröda behöver enligt tyska undersökningar minst 50 dagar med en genomsnittlig temperatur över 9°C (Lehrke, 2000) för att få en god tillväxt. De saneringsförsök som såddes den 7 och den 10 augusti 2006 (Stora Isie och Lilla Isie) utvecklades särskilt bra. De uppnådde 67 respektive 64 antal dagar över 9°C. Följande år, 2007, såddes två försök med 13 dagars mellanrum. Borgeby, såddes den 14 och Skegrie den 27 augusti, vilket resulterade i 58 respektive 45 dagar över 9°C. På Borgeby blev utvecklingen betydligt bättre än på Skegrie ned dubbelt så stor ts-halt på Borgeby jämfört med Skegrie.

Sjukdomssanerande förmåga

Den sjukdomssanerande förmågan som uppmättes i försöken var i regel liten och svårt att reproducera. Flera faktorer måste vara uppfyllda för att tillräckligt höga halter av isothiocyanser, ITC, ska kunna bildas. Mängden färsk grönmassa per ha måste uppgå till ca 50 ton/ha (Kai Grevesen Aarslevs universitet, pers. medd.). Denna måste sedan hackas fint och myllas ner omgående, helst inom en halvtimme, för att de flyktiga ITC inte ska försvinna upp i luften. Reaktionen är också temperaturberoende och fungerar bäst då det är lite varmare. Därför är det inte optimalt att bruka ner den efter den 20 oktober. Bättre hade varit att göra detta tidigare under hösten.

NBR har studerat den sjukdomssanerande effekten av gröngödslingsgrödor odlade och nermyllade hösten innan sådd av sockerbetor. Syftet var att i en befintlig sockerbetsväxtföljd försöka införliva odling av gröngödslingsgrödor som mellangröda och samtidigt uppfylla de krav som ställs på en kvävesamlade fånggröda. Detta har inneburit att grödorna inte kunnat myllas ner före den 20 oktober. Effekten på jordburna svampar mätt som förändring i sjukdomsindex, DSI, har i regel varit liten. Endast i ett försök (Svalöv 2006) har en signifikant sänkning av DSI kunnat konstateras. Effekten var tydligast vid höstplöjning då samtliga grödor hade minskat DSI jämfört med kontrollen. Effekten syntes även vid vårplöjning för sareptasenap, vitsenap och havre men inte för oljerättika. Mängden biomassa för oljerättika på Svalöv motsvarade ungefär 300–1 000 kg ts/ha. Biomassan för vitsenap låg på 1 000–2 500 kg ts/ha. Även sareptasenapen hade en biomassa på 300–1 000 kg ts/ha men i gengäld högre halt av ITC.

I Findus ärtförsök har den sjukdomssanerande effekten också varit ganska ojämn. I cirka en femtedel av försöken har en signifikant minskning av sjukdomsindex erhållits efter odling av en mellangröda. I ungefär lika stor andel av fälten har också en signifikant skördeökning erhållits. I flera försök har det varit tendenser till lägre sjukdomsindex och högre skörd efter en mellangröda. En stor del av förklaringen till att den önskade effekten inte har uppnåtts alla gånger är att fånggrödan inte har utvecklats och blivit tillräckligt stor på hösten. I de fall det har blivit en kraftig grönmassa har oftast också en sjukdomssanerande effekt erhållits. En annan del av förklaringen kan vara att vi har haft förekomst av inte bara *A. euteiches* utan också *P. pisi* i flera försök, vilket ev. kan medföra en mer svårbekämpad sjukdomssituation.

Ofta har sjukdomssaneringen lyckats bättre i spenat än i ärter och sockerbetor. I flera försök har en signifikant högre skörd och ett lägre sjukdomsindex uppnåtts efter odling av en mellangröda. Problemet i spenatodlingen är att det är svårt att passa in en mellangröda i den intensiva odling som förekommer. Normalt odlas två omgångar spenat på samma fält per år; den första sås så tidigt som möjligt i april och skördas i maj–juni och den andra omgången sås i slutet av juli–augusti och skördas i september–oktober. Med denna intensiva odling finns inte utrymme för en mellangröda. Försök har gjorts att odla mellangrödan i juni–juli mellan de båda spenatomgångarna. Problemet har då varit att tiden mellan nedbrukning av mellangrödan och sådd av spenaten har blivit för kort, vilket har inneburit att spenatfröna har blivit hämmade i groningen. För att uppnå den positiva effekten av en mellangröda har man istället varit tvungen att odla den på sommaren–hösten, vilket har inneburit att man endast hunnit med och kunnat odla en omgång spenat. Man anser inte det ekonomiskt försvarbart att undvara höstomgången av spenat för att istället så in en fånggröda och därför har inte denna metod för sanering av sjukdomar blivit använd i praktisk odling.

Mellangrödor som kvävesamlare

Flera studier har visat att oljerättika har en mycket stor förmåga att ta upp kväve, även från jordlager under en meter. Oljerättikans rötter växer mycket snabbt på hösten och når redan efter ca en månad ner till drygt en meters djup. Efter ytterligare en månad kan rötterna nå ner till 2,5 m (Kristensen och Thorup-Kristensen, 2004). När det kväve som grödan tagit upp under hösten frigörs är inte helt utrett men troligt är att en stor del frigörs redan tidigt följande vår (K. Thorup-Kristensen, pers. medd.). Resultaten från sockerbetsskördarna i detta projekt visar att i flera av försöken har sockerhalten sjunkit och blåtalet ökat för grüngödslingsgrödorna jämfört med stubben. Detta tyder på att en del kväve också frigörs senare och tas upp av betorna.

I Findus försök har oljerättika odlad efter konservärt tagit upp mer än 100 kg N/ha i de ovanjordiska delarna. Även vitsenap har tagit upp en rejäl mängd kväve, knappt 90 kg/ha, efter konservärt. Analyserna av totala markkväve mängden i slutet av oktober i praktiska strimförsök 2005 hos NBR visar att oljerättikan i skiktet 0–60 cm minskat mängden mineralkväve med 22–23 kg/ha (kvar i marken fanns 11–12 kg N) jämfört med stubb (kvar fanns 34 kg N). Beräkningarna av kvävefrigörelse år ett visar att ca 18

kg N/ha frigörs år ett för den ogödslade oljerättikan. För oljerättikan som gödslats med 50 kg N/ha var samma siffra 49 kg N/ha. Vid beräkningarna har endast mineralisering av ovanjordiskt material tagits hänsyn till. Oljerättika är mycket effektiv på att ta upp kväve i jordprofilen, ända ner till 2,5 m djup (Kristensen och Thorup-Kristensen, 2004), i praktiken nästan tömmer den markprofilen på kväve. Kristensen och Thorup-Kristensen (2004) visade att efter en oljerättika 1 november fanns det endast 18 kg nitratkväve kvar ner till 2,5 m vilket kunde jämföras med 87 kg nitratkväve för rajgräs. Den stora skillnaden fanns under 1 m djup.

Under 2007 såddes också oljerättika i ett praktiskt strimförsök men vid två olika tidpunkter, som insådd och efter tröskning. Oljerättikan gödslades inte. Oljerättikan har i detta försök i slutet av oktober minskat mineralkvävemängden med 10–11 kg N/ha jämfört med stubb. Även här beräknades frigörelsen av kväve år ett till 17 respektive 16 kg N/ha för insådd och sådd efter tröskning. Detta stämmer väl överens med resultaten ovan från 2005 i den ogödslade oljerättikan (ca 18 kg N/ha frigörs år ett).

I motsvarande försök 2007 med ogödslad vitsenap hade mineralkvävemängden i slutet av oktober minskat med 10 kg N/ha för både insådden och sådden efter tröskning. Frigörelsen av kväve år ett var 14 kg N/ha för insådden och hela 27 kg N/ha för sådden efter tröskning.

I två försök har analyser av kväve i mark och i ovanjordiskt växtmaterial: stubb (med och utan gräsfånggröda), insådd och bredspridning jämförts. På ett skifte i Borgeby utan gräsfånggröda minskade insådd vitsenap mineralkvävemängden i marken med 28 kg N/ha. Den bredspridda sådden av vitsenap minskade mineral-N med 16 kg N/ha. Upptagningen har alltså varit större i detta försök på Borgeby 2005 jämfört med Svalöv 2007 då minskningen av mineral-N i marken var 10 kg N för både insådd och bredspridning. Det skiljer tio dagar i såtidpunkt mellan försöken; Insådden på Borgeby gjordes den 21 juli och 1 augusti på Svalöv.

De regler som gällde tidigare för oljerättika och vitsenap som fånggrödor i Skåne var att de måste sås före den 20 augusti och att de inte får brukas ner före den 20 oktober. En av förutsättningarna i våra projekt var att införliva odlingen av dessa grödor med fånggrödestödet. Då mellangrödorna inte gödslades i saneringsförsöken mot betcystnematod kunde därför även deras kväveupptagningsförmåga studeras. Analyserna av N_{\min} , vid avslutad tillväxt i oktober, visade att det fanns mer kväve i de översta 30 cm för oljerättika och vitsenap jämfört med kontrollen. I skiktet 30–60 cm fanns det mindre kväve kvar efter oljerättika och vitsenap jämfört med kontrollen. Båda grödorna flyttar alltså kvävet uppåt i markprofilen där det återigen blir tillgängligt för nästa gröda.

Mängden ts (kg per hektar) i ovanjordiskt material varierade inte så mycket mellan kontrollen, oljerättika och vitsenap. Däremot var mängden ts i rötterna något större för både oljerättika och vitsenap jämfört med kontrollen. En växt som inte får tillräckligt med kväve reagerar med att bilda mer rötter, vilket stämmer överens med dessa resultat. För att en fånggröda ska kunna förhindra kväveurlakning är det viktigt att rotsystemet är djupt och kraftigt, för att kunna tömma jordprofilen. Den måste också ha tillräckligt

mycket grönmassa som kan fungera som kväve-sink (Thorup-Kristensen, 2001). Thorup-Kristensen (2001) har vidare visat att det är i de djupare jordlagren (1,0–1,5 m) som de stora skillnaderna mellan olika fånggrödor finns i kväveupptagningsförmåga. Koncentrationen av nitrat-kväve i markvattnet på 1,0–1,5 m djup var utan en fånggröda 119 ug/l. Under italienskt rajgräs reducerades det till 61 ug/l och under oljerättika till 1,5 ug/l.

Nya och återstående frågeställningar

Mellangrödor påverkar på olika sätt mikrolivet i marken. Kunskap om interaktioner mellan patogener och olika mellangrödor är därför av avgörande betydelse för att få ut positiva effekter av en mellangröda. Frilevande nematoder är en sådan grupp av organismer där det krävs djupgående kunskaper om vilka arter som uppföras av olika mellangrödor. För närvarande saknas kunskap ner till artnivå vad gäller flera släkten av frilevande nematoder. Utan denna kunskap finns risk för oavsiktlig uppförökning av en del arter.

Odling av mellangrödor **efter** konservärter har resulterat i en kraftig grönmassa och ett rejält kväveupptag. I försöken finns det tendenser till att även detta förfarande kan minska mängden jordburna patogener i marken. De flesta försök som har utförts vid Findus har odlats med mellangröda **före** konservärt. Endast några försök har odlats med mellangröda **efter** konservärt. Eftersom det har visat sig vara mycket lättare att etablera en mellangröda med kraftig grönmassa efter ärt än efter spannmål vore det önskvärt med fler försök efter ärt för att bekräfta påverkan på patogenerna.

Slutord

Målet med detta projekt har varit att sammanställa kunskap och information som kommit fram ur den forskning som bedrivits vid Findus R&D AB och NBR på området mellangrödor. Underlaget är ett stort antal försök, mestadels i fält men även i viss utsträckning i växthus, genomförda i ärter, spenat och sockerbetor under mer än 20 år (1988–2010). Fältförsöken har genomförts i kommersiella fält hos odlare vilket har gett ett utbyte av information och tankar i båda riktningarna; odlare och försöksutförare. Eftersom försöken är genomförda under fältförhållanden har de relevans för den praktiska odlingen och kan utgöra ett underlag för rådgivning till lantbrukare. Sammanställningen identifierar några viktiga faktorer som avgör den sanerande effekten på rot-patogener men som också berör upptagning av kväve i marken. Med optimal tillväxt och etablering kan mellangrödor i framtiden bli ett viktigt redskap inom IPM Sverige.

Litteraturförteckning

- Agrios, G. N. 1988. Plant Pathology. Academic Press, Inc. California.
- Andersson, S. 1985. Sanerande mellangrödor mot betcystnematoden – är det någonting för oss? Betodlaren 3: 205–207.
- Andersson, S. 1988. Försök med nematodsanerande oljeväxter som täckgrödor. Betodlaren 1: 48–54.
- Andersson, S., B. Landquist. 1997. Inventering av betcystnematoder. Betodlaren 1: 54–56.
- Andersson, S., B. Månsson. 1985. Betcystnematoden (*Heterodera schachtii*), jordarterna och växtföljderna i en inventering i sockerbetsfält 1981. Betodlaren 3: 136–144.
- Andersson, S., B. Månsson. 1987. Inventering av betcystnematoder och växtföljder i sockerbetsfält 1986. Betodlaren 116–120.
- Bettini, G. 1998. Growing biocide crops under set-aside conditions. Proceedings of the 61st IIRB Congress, Brussels: 305–314.
- Björk, M. 2009. Oljerättika – fånggröda med stor potential. Lantbruksnytt 1: 4.
- Blumenberg, E., H. Uphoff. 1996. Nematodenresistente Zuckerrüben. Zuckerrübe 45(3): 142–143.
- Chan, M.K.Y. och Close, R.C. 1987. Aphanomyces root rot of peas 3, Control by the use of cruciferous amendements, New Zealand Journal of Agricultural Research 30:225–233
- Deacon, J.W. och Mitchell, R.T. 1985. Toxicity of oat roots, oat root extracts, and saponins to zoospores of *Pythium* spp and other fungi, Trans, Br, Mycol, Soc, 84:479–487.
- Dyer, A., Windels, C.E., Leonard, K. och Szabo, L. 1997. Genetic diversity and spatial distribution of *Aphanomyces cochlioides* in Minnesota and North Dakota sugar beet fields, Sugar beet research and extension reports, 28:277–281.
- Enderlein, H., B. Holtschulte. 1996. Nematoden-Bekämpfung im Rahmen der Grünbrache. Zuckerrübe 45(4): 200–202.
- Greco, N., A. Brandonisio, G. De Marinis. 1982. Tolerance limit of the Sugarbeet to *Heterodera schachtii*. Journal of nematology, 14: 199–202.
- Gunnarsson, A., Lindén, B., Gertsson, U. 2008. Residual nitrogen effects in organically cultivated beetroot following a harvested/greenmanured grass-clover ley. J. Plant Nutr. 31:1355–1381.
- Heinrichs, C. 1998. Zwischenfruchtbau. Zuckerrübe 47: 204–205.
- Heyman, F., Blair, J.E., Persson, L. och Wikström, M. 2013. Root rot of pea and faba bean in southern Sweden caused by *Phytophthora pisi* sp. nov. Plant Disease 97:461–471.

- Ingemarsson, A. 2004. Effects of Lime and Amendments on Soilborne Pathogens, especially *Aphanomyces* spp. of Sugarbeet and Spinach. Master Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Jakobsen, J., L. M. Hansen. 2000. Roecystnematoder. Grön viden, markbrug 226.
- Katan, J. 1981. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. Ann. Rev. Phytopathol. 19: 211–236.
- Kessel, R. och Kynast, N. 2003. Zwischenfruchtanbau Baustein der Fruchtfolge. Zuckerrübe 4:184–185.
- Kirkegaard, J.A. och Sarwar, M. 1998. Biofumigation potential of brassicas, Plant and soil 201(1):71–98.
- Kirkegaard, J.A., Sarwar, M., Wong, P.T.W. och Mead, A. 1998. Biofumigation by brassicas reduces take-all infection. In: "Agronomy, growing a greener future?". Edited by DL Michalk and JE Pratley. Proceedings of the 9th Australian Agronomy Conference, 20–23 July 1998, Charles Sturt University, Wagga Wagga, NSW.
- Kolenbrander, G.J. 1974. Efficiency of organic manure in increasing soil organic matter content. Transactions, 10th International Congress of Soil Science, II:129–136.
- Kristensen, H.L. och Thorup-Kristensen, K. 2004. Root growth and nitrat uptake of three different catch crops in deep soil layers. Soil Sci. Soc. Am. J. 68:529–537.
- Landquist, B., S. Andersson. 1997. För mycket nematoder i 10% av betfälten. Betodlaren 1: 58–59.
- Larkin, R.P. och Griffin, T.S. 2007. Control of soilborne diseases using *Brassica* green manures. Crop Protection 26:1067–1077.
- Larsson, M. och Gerhardson, B. 1990. Isolates of *Phytophthora cryptogea* pathogenic to wheat and some other crop plants. Journal of Phytopathology 129, 303–315.
- Lehrke, U. 2000. Frühe Ernte schafft optimale Voraussetzungen für den Zwischenfruchtanbau. Zuckerrübe 49(4):204–207.
- Müller, J. 1991. Catch cropping for population control of *Heterodera schachtii*. Proceedings of the 54th wintercongress, IIRB, Brussels: 179–196.
- Olsson, R. 2004. Nytt vapen mot nematoder. Betodlaren 4:44–47.
- Olsson, R. 2007. Betydelsen av mellangröda vid olika grundbearbetning Djupbearbetning under betraden. NBR försöksrapport 2007.
- Papavizas, G.C. 1966: Suppression of *Aphanomyces* root rot of peas by cruciferous soil amendments, Phytopathology 56:1071–1075.
- Papavizas G.C. och Ayers, W.A. 1974. *Aphanomyces* species and their root diseases in pea and sugarbeet, United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service: Technical Bulletin No, 1485.

- Papavizas, G.C. och Lewis, J.A. 1971: Effects of amendments and fungicides on *Aphanomyces* root rot of peas, *Phytopathology* 61:215–220.
- Persson, L., Bødker, L., and Larsson-Wikström, M. 1997. Prevalence and pathogenicity of foot and root rot pathogens of pea in southern Scandinavia. *Plant Disease* 81:171–174.
- Roebke, T.W., Dexter, A.G. och Windels, C.E. 1994. Effect of previous crop on sugar beet yield, quality and root rot caused by *Aphanomyces cochlioides*. *Journal of sugar beet research and extension reports* 25:100–108.
- Rydén, A. 2005. Establishment and effect of cover crops on soil-borne pathogens in sugar beet production. Master Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- Schlathölter, M. 2002. Zwischenfrüchte gezielt einzusetzen. Grünbrache zur Nematodenbekämpfung nutzen. *Die Zuckerrüben Zeitung* 1:10.
- Schäufele, W.R. och C. Winner. 1979. Effects of crop rotation on parasitic oomycete damage to feeding roots of sugar beet, In: *Soil borne plant pathogens, International symposium on factors determining the behaviour of plant pathogens in soil* 4, Eds, B, Schippers och W. Gams, 1979, Academic Press Inc.
- Smolinska, U., Knudsen, G.R., Morra, M.J. and Borek, V. 1997. Inhibition of *Aphanomyces euteiches* f.sp. *pisi* by volatiles produced by hydrolysis of *Brassica napus* seed meal, *Plant Disease* 81(3):288–292.
- Smolinska, U. 2003. Isothiocyanates produced by Brassicaceae species as inhibitors of *Fusarium oxysporum*, *Plant disease* 87:407–412.
- Thomas, E. 1997. Resistente Ölrettich- und Senfsorten gegen Nematoden. *Zuckerrübe* 2: 104–108.
- Thorup-Kristensen, K. 2001. Are differences in root growth of nitrogen catch crops important for their ability to reduce soil nitrate-N content, and how can this be measured? *Plant and soil* 230:185–195.
- Wallenhammar, A.-C. 2007. Fånggrödor kan skada oljeväxterna. *Svensk Frötidning* 3:18–21.
- Wang, K.-H, McSorley, R. and Kokalis-Burelle, N. 2006. Effects of cover cropping, solarization, and soil fumigation on nematode communities. *Plant Soil* 286:229–243.
- Whitney, E.D. och Duffus, J.E. eds. 1986. *Compendium of beet diseases and insects*, APS, St Paul, MN.
- Williams-Woodward, J.L., Pflieger, F.L., Fritz, V.A. och Allmaras, R.R. 1997. Green manure of oat, rape and sweet corn for reducing common root rot in pea (*Pisum sativum*) caused by *Aphanomyces euteiches*. *Plant and Soil* 188:43–48.

- Windels, C.E. och Engelkes, C.A. 1995. A green oat crop affects the life cycle of *Aphanomyces cochlioides*, Journal of sugar beet research and extension reports, 26:154–167.
- Windels, C.E. och Brantner, J.R. 2001. Integrated management of *Aphanomyces* root rot on sugar beet. Journal of sugar beet research and extension reports, 32:279.
- Windels, C.E., Brantner, J.R. och Dyer, A.T. 2001, Green manure crops and soil solarization effects on *Aphanomyces* root rot and oospore survival, Journal of sugar beet research and extension reports 32:269.
- Windels, C. E., Kuznia, R.A. och Nielsen. J. 1993. Soil-incorporation of a green oat crop to control *Aphanomyces cochlioides* on sugar beet in the green house and field. Journal of sugar beet research and extension reports 24:183–192.
- Windels, C. E. och Nabben-Schindler, D.J. 1990. Effect of soil incorporated green crop residues on *Aphanomyces* root rot of sugar beet seedlings, Journal of sugar beet research and extension reports 21:164–175.
- Windt, A., H-J Koch. 1998. Nematodenresistente Zwischenfrüchte, Anbau unter Berücksichtigung der Bodentemperatur. Zuckerrübe 47(5): 278–279.