

Gröngödsling mot jordburna svampar 2004–2009

Biofumigation against soil borne pathogens
2004-2009

Åsa Olsson

asa.olsson@nordicbeetresearch.nu
+46 (0)709 53 72 60

NBR Nordic Beet Research Foundation (Fond)
Højbygårdvej 14, DK-4960 Holeby

Borgeby Slottsväg 11, SE-237 91 Bjärred

www.nordicbeet.nu

Gröngödsling mot jordburna svampar

Åsa Olsson, asa.olsson@nordicbeetresearch.nu och Lars Persson, brandsberga@brevet.nu

Sammanfattning

Sockerbetor kan angripas av en rad olika marklevande svampar. I Sverige är det i huvudsak *Aphanomyces cochlioides*, som orsakar de flesta rotbrandsangreppen, men även olika arter av *Pythium* och *Fusarium* kan på vissa jordar ge problem med rotbrand. Genom att mylla ner gröna växtdelar av *Brassica*-arter och havre i marken, s.k. biofumigation, bildas svavelhaltiga ämnen som verkar hämmande på många svampar.

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 2004–2009 lades totalt tio försök ut på jordar som haft återkommande problem med rotbrand.

Effekten på jordburna svampar mätt som sjukdomsindex på sockerbetsplantor i fält har i regel varit liten. Endast i ett försök har en signifikant sänkning av sjukdomsindex kunnat konstateras. Effekten var tydligast vid höstplöjning då samtliga grödor hade minskat sjukdomsindex jämfört med kontrollen. Effekten syntes även vid vårplöjning för sareptasenap, vitsenap och havre men inte för oljerättika.

När mängden marksmitta mättes efter de olika gröngödslingsgrödorna och jämfördes med kontrollen där det varit stubb så visade det sig att samtliga grödor hade minskat mängden marksmitta, om än på en väldigt låg nivå. Största minskningen kom för de höglukosinolathaltiga grödorna Fumus, Architect och Doublet. I genomsnitt var minskningen strax under 7 %. Troligen är detta en allt för låg nivå för att kunna ha någon praktisk betydelse. Önskvärt hade varit en sänkning med upp emot 90 % för att kunna ha någon effekt i praktiken. De effekter som mätts i detta projekt har varit ettårs-effekter och det är möjligt att vid upprepade användning av oljeväxter vid flera tillfällen i växtföljden skulle kunna minska eller hålla marksmittan på en lägre nivå. Sådana undersökningar har nyligen startat i en växtföljdsserie vid NBR.

Det kan finnas flera orsaker till att endast små sjukdomshämmande effekter kunde visas. Flera faktorer måste vara uppfyllda för att tillräckligt höga halter av svavelhaltiga föreningar ska kunna bildas. Mängden färsk grönmassa per hektar måste uppgå till cirka 50 ton per hektar. 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 gröngödslingsgrödor 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 den 20 augusti. Vid sådd in i september blir tillväxten i regel för dålig. Ett sätt som fungerar bra för framförallt vitsenap är att så den som insådd cirka två veckor före tröskning av spannmålen.

Oljerättika och vitsenap blev nyligen godkända som fånggrödor i Sverige. 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 cirka 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 sockerbets-skördarna i detta projekt visar att i flera av försöken har sockerhalten sjunkit och blåtalet ökat för gröngödslingsgrödorna jämfört med stubben. Detta tyder på att en del kväve också frigörs senare och tas upp av betorna.

Summary

Sugar beet can be attacked by a range of different soil-dwelling pathogenic fungi. In Sweden it is *Aphanomyces cochlioides* that causes the highest incidence of root rot, but various species of *Pythium* and *Fusarium* can also cause problems with root rots on certain soils. Incorporating green biomass of *Brassica* species and oats into the soil, a process known as biofumigation, leads to the release of sulphur-containing compounds that appear to have an inhibitory effect on many fungi.

The main aim of this project was to evaluate the effect of biofumigation in the management of soil-borne fungal diseases of sugar beet in the Nordic climate. A further aim was to examine how to include these crops as intercrops in existing sugar beet crop rotations, while at the same time meeting the demands placed on a nitrogen-trapping catch crop. This meant that the crops could not be incorporated into the soil before 20 October. In the series we tested the high glucosinolate sarepta mustard cultivar Fumus developed in Australia and two other cultivars (Architect and Doublet), but also oil radish (cvs. Colonel, Adagio), white mustard (cvs. Emergo, Maxi) and oats (cvs. Gunhild, Ivory). During the period 2004-2009, a total of 10 trials were established on soils experiencing recurring problems with root rot.

The effect on soil-borne fungi, determined as disease index on sugar beet plants in the field, was generally small. A significant decrease in disease index was only recorded in one trial. The effect was most obvious at autumn ploughing, where all crops had a lower disease index than the control. The effect was also apparent at spring ploughing for sarepta mustard, white mustard and oats, but not for oil radish.

When the amount of soil infection was measured after the different green manure crops and compared against the control (stubble), it was found that all crops had decreased the amount of soil infection, although to a very low degree. The greatest decrease occurred with the high glucosinolate sarepta mustard cultivars Fumus, Architect and Doublet, which gave an average reduction of just under 7%. This is probably too low a level to be of any practical significance. A decrease of up to 90% would be needed to have any effect in practice. The effects measured in this project were one-year effects and it is possible that repeated use of oil crops on several occasions in the crop rotation could decrease the soil infection or keep it at a low level. Such investigations have recently begun in a crop rotation series at NBR.

There may be several reasons why only small disease control effects were observed. A number of conditions must be met if high concentrations of sulphur-containing compounds are to be produced. The amount of fresh green biomass must be around 50 tons per hectare. This must be finely chopped and incorporated immediately, preferably within half an hour, in order to prevent the volatile compounds being lost to the atmosphere.

A further condition for good control of soil-borne fungi by green manure crops is that they are established as early as possible so that they have time to develop a sufficient quantity of biomass. According to our experiences, this means that the crops must be sown by 20 August at the latest. With sowing in September the growth is generally too poor. One method that works well, particularly for white mustard, is to insow it around two weeks before the main cereal crop is harvested.

Oil radish and white mustard were recently approved as catch crops in Sweden. A number of studies have shown that oil radish has a great capacity to take up nitrogen from soil layers even down to below 1 m depth. The roots of oil radish grow very rapidly in the autumn and after only one month they extend to over 1 m depth. After a further month the roots can reach down to 2.5 m. It is not entirely clear when the nitrogen taken up by the green manure crop in the autumn is released, but a large proportion is probably released early in the following year. Measurements of sugar beet yield in this project showed that the sugar content decreased in a number of the trials and that the blue number increased for the green manure crops compared with the stubble control. This indicates that some nitrogen is released later and taken up by the sugar beet.

Inledning

Sockerbetor kan angripas av en rad olika marklevande svampar. I Sverige är det i huvudsak *Aphanomyces cochlioides*, som orsakar de flesta rotbrandsangreppen, men även olika arter av *Pythium* och *Fusarium* (Persson 2003; L. Persson pers. medd.) kan på vissa jordar ge problem med rotbrand. Patogener som är vanliga i andra delar av Europa, t ex *Rhizoctonia solani*, och *Phoma betae* (Whitney och Duffus, 1986), är inte så vanligt förekommande i det svenska odlingsområdet.

Rotbrand orsakad av *A. cochlioides* gynnas av korta intervaller mellan betgrödorna (Schäufele och Winner, 1979). Då den infekterande fasen i livscykeln består av simmande zoosporer är den också gynnad av vattenmättade förhållanden (Papavizas och Ayers, 1974). Svårigheten att bekämpa den beror på, i likhet med många andra jordlevande svampar, att den i finrötterna på värdväxten bildar oosporer. Dessa är svampens övervintringssporer och de sprids i hela matjordslagret då växtdelarna bryts ner. Oosporerna kan överleva i jorden i mer än tio år (Dyer *et al.*, 1997; Papavizas och Ayers, 1974).

Möjligheterna att bekämpa rotbrand med kemiska bekämpningsmedel är starkt begränsade. Under de första veckorna efter sådd kan tidiga angrepp begränsas genom att betfröna betats med fungicider. Dessa fungicider har dock liten effekt på senare angrepp. Syftet med projektet var att studera hur gröngödslingsgrödor för biologisk hämning av jordburna svampar, s.k. biofumigation, kunde införlivas praktiskt i växtföljder med sockerbetor.

Biofumigation går ut på att odla växter som innehåller ämnen som frigörs då vätmaterialet bryts ner i jorden. Den positiva effekten av gröngödslingsgrödor för att bekämpa angrepp av jordburna svampsjukdomar har studerats på ett antal sjukdomar och grödor, bl a ärtrotröta på ärt (Chan och Close, 1987; Papavizas, 1966; Papavizas och Lewis, 1971), rotdödare på vete och vissnesjuka på potatis. Det är framförallt arter tillhörande familjen *Brassicaceae* som har provats. Dessa arter innehåller glukosinolater som vid enzymatisk nedbrytning bildar en mängd olika ämnen, s.k. biocider, som isothiocyanater (ITC), nitriler, thiocyanater, oxazolidinethioner och epithionitriler, vilka allihop kan vara toxiska för markorganismer inklusive patogener som *A. euteiches* som orsakar ärtrotröta (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 (pers. medd. A-C Wallenhammar, HS konsult AB, Örebro) och den har också förädlats för att få sorter som har förbättrade egenskaper för sanering. I Australien odlas en sort som heter F-E75 före vete för att minska angrepp av rotdödare.

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 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.

Målsättningarna i detta projekt var att:

1. Utvärdera effekten av gröngödsling för bekämpning av jordburna svampsjukdomar i sockerbetor.
2. Identifiera de växtarter som har bäst effekt.
3. Utvärdera den praktiska tillämpningen av gröngödslingsgrödor i betväxtföljden.

Material och metoder

Gröngödslingsgrödor

I försöken användes på den svenska marknaden vanligt förekommande sorter av oljerättika och vitsenap, i första hand avsedda för nematodsanering. Dessa sorter delas in i nio olika klasser efter saneringsförmåga av nematoder. Klass 1 har den högsta saneringsförmågan, över 90 %, klass 2 har en saneringsförmåga på 70–90 %.

Oljerättika: Sorterna valdes med tanke på att de även skulle ha en sanerande verkan mot nematoder och därmed göra dubbel nytta för lantbrukaren. De utvalda försöksplatserna valdes dock så att de skulle vara nematodfria för att inte en eventuell nematodförekomst skulle kunna inverka på resultaten. De sorter av oljerättika som använts i försöken var Colonel (klass 1), Cassius (klass 2) och Adagio (klass 2).

Vitsenap: Sorterna Maxi, Emergo och Abraham, även de nematodsanerande sorter. Alla tre tillhör klass 2.

Sareptasenap: Från Australien beställdes sorten Fumus som är förädlad mot ett högt innehåll av glukosinolater. Denna användes i försöken under de två första försöksåren. Under det tredje försöksåret användes de två sorterna Doublet och Architect.

Caliente Brand Mustards (CBM) är ett varumärke som säljs av Plant solutions ltd. i England. Det är sorter/sortblandningar av vitsenap som är speciellt avsedda för biofumigation. Sorten CBM99 har en mycket hög glukosinolathalt, 30 % högre än CBM119. Den senare är en artblandning som innehåller sareptasenap, vitsenap och mindre än 0,5 % oljerättika. Oljerättikan ingår endast pga försäljningsregler i England. De kräver båda goda tillväxtbetingelser. För att få bästa effekt krävs både gödsling (rekommenderad mängd 120 – 140 kg N per hektar) och vattning. I försöken i detta projekt gödslades med 100 kg N per hektar.

Havre: Den nematodtoleranta fodersorten Gunhild användes under de två första försöksåren. Det tredje året användes sorten Ivory.

Försöksplaner och försöksled – blockförsök

Totalt har tio randomiserade blockförsök med gröngödslingsgrödor lagts ut under åren 2004 till 2008. Försöksplatserna valdes ut så att de skulle ha förhöjd risk för rotbrandsangrepp. Försöken var designade som split plot-försök med höst- respektive vårplöjning som huvudled och gröngödslingsgrödor som underled. Försöksled samt sortval av gröngödslingsgrödor framgår av tabell 1. Försöksplatser och sådatum anges i tabell 2.

Försöken anlades hösten innan sådd av betorna. I augusti månad efter tröskning av spannmålen såddes de olika gröngödslingsgrödorna. För att försäkra oss om en god ut-

veckling och tillväxt, gödslades grödorna med 50 kg N per hektar. Vid avslutad tillväxt i oktober bedömdes biomassa, marktäckning och höjd i varje parcell.

Tidigt följande vår (mars) togs ledvisa jordprov för analys av svampinfektionstryck i jordtest i växthus. Betfrön (10 st) såddes i jorden i sex krukor per plats och efter fyra veckor lästes rotbrandsangreppet (DSI) av enligt nedan.

Innan sådd av betorna följande vår togs ledvisa N-min-prover ut (0–60 cm) för att se om de olika leden skulle gödslas olika.

I försöken räknades antalet plantor två gånger under uppkomst (50 och 100 % uppkomst) samt en slutlig räkning efter radrensning.

När plantorna hade vecklat ut hjärtbladen och det första örtbladsparet var synligt gjordes den första bedömningen av rotbrandsangrepp (sjukdomsindex, Disease Severity Index, DSI). Den andra bedömningen gjordes två veckor senare. Rotbrandsangreppen bedömdes enligt Larsson och Gerhardson (1990) för bedömning av rotbrand på spenat:

- 0 = inga synliga symptom
- 10 = cirka 10 % av rotsystemet mörkfärgat
- 25 = cirka 50 % av rotsystemet mörkfärgat
- 50 = hela rotsystemet mörkfärgat men inga symptom på hypokotylen (rothalsen)
- 75 = hela rotsystemet och hypokotylen mörkfärgat
- 100 = plantan död.

Ett sjukdomsindex (DSI) räknades fram enligt formeln:

$$DSI = (0 * n_0 + 10 * n_{10} + 25 * n_{25} + 50 * n_{50} + 75 * n_{75} + 100 * n_{100}) / n_{tot}.$$

För att få en uppfattning om hur DSI förändrades beräknades den procentuella förändringen efter gröngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen för höst- respektive vårplöjning var för sig.

Samtliga betor i parcellerna skördades under oktober varje år. Betorna blastades, räknades och lades i säckar som transporterades till Agri Provtvätt på Örtofta sockerbruk där skördeparametrar analyserades: netto- och bruttovikt, sockerhalt, blåtal samt kalium- och natriumhalt. Utifrån dessa värden beräknades skörden enligt gällande branschavtal 2003–2005: administrativ nettovikt (ton per hektar), sockerhalt (%), polsocker (% och ton per hektar), blåtal (mg/100 g beta) samt K+Na (mM/100 g beta).

I samband med att betorna tvättats rena gjordes en bedömning av kroniska symptom på rotröta. Betorna i varje skörderuta, som uppvisade kroniska symptom, delades in i tre klasser:

1. Betor med mycket svaga symptom, dvs. endast något skrovliga på ytan, i övrigt av normal storlek.
2. Betor med svaga symptom, dvs skrovliga och antydning till insnörning under betnacken.
3. Betor med kraftiga symptom, dvs. mycket skrovliga, tydligt insnörda under betnacken och av reducerad storlek.

Antalet helt friska betor (n_0) kunde räknas fram genom totala antalet skördade betor minus antalet betor i klass 1, 2 och 3. Betorna i varje klass räknades och ett rotröteindex (RI) beräknades enligt formeln:

$$RI = (0 * n_0 + 1 * n_1 + 2 * n_2 + 3 * n_3) / n_{tot}.$$

Tabell 1. Försöksled för split plot-försöken med höst- och vårplöjning som huvudled och gröngödslingsgrödor som underled

Huvudled	Underled	Sortval			Utsädes- mängd, kg/ha
		2004/2005	2005/2006	2007/2008	
Höstplöjt	Kontroll	-	-	-	
Höstplöjt	Sareptasenap	Fumus	Fumus	Architect/Doulet*	20
Höstplöjt	Oljerättika	Colonel	Adagio	Colonel	20
Höstplöjt	Vitsenap	Maxi Emergo	Abraham	20	
Höstplöjt	Havre	Gunhild	Gunhild	Ivory	200
Vårplöjt	Kontroll	-	-	-	
Vårplöjt	Sareptasenap	Fumus	Fumus	Architect/Doulet*	20
Vårplöjt	Oljerättika	Colonel	Adagio	Colonel	20
Vårplöjt	Vitsenap	Maxi Emergo	Abraham	20	
Vårplöjt	Havre	Gunhild	Gunhild	Ivory	200

* På försöksplatsen Skibaröd 2007 såddes Doulet och på Svalöv 2007 Architect.

Tabell 2. Försöksplatser med split plot-försök

	Förfrukt	Sådd/myllning av gröngödsl.		Sådd/betsort	
2004/2005					
Borgeby	Höstvete	27/8	Wintersteiger/	1/4	Jakarta
Skibaröd	Malkorn	27/8	Wintersteiger/Väderstad carrier	11/4	Jakarta
Videröra	Höstvete	23/8	Wintersteiger/Väderstad carrier	2/4	Jakarta
Araslöv	Höstvete	13/9	Wintersteiger/Kultivator	8/4	Jakarta
2005/2006					
Färlöv	Råg	25/8	Wintersteiger/Kultivator	27/4	Opta
Skibaröd	Korn	1/9	Wintersteiger/Väderstad carrier	11/4	Opta
Kvistofta	Höstvete	22/8	Wintersteiger/Väderstad carrier	8/5	Opta
Svalöv	Höstvete	1/9	Wintersteiger/Tallriksredskap	8/5	Opta
2007/2008					
Skibaröd	Höstvete	21/8	Wintersteiger/Väderstad carrier	24/4	Rasta
Svalöv	Höstvete	20/8	Wintersteiger/Tallriksredskap	22/4	Rasta

Test av olika gröngödslingsgrödor i kärlförsök

Effekten av olika arter/sorter av gröngödslingsgrödor testades i rotbrandssmittad jord i kärlförsök i växthus under 2004 och 2005. I lådor (35*11*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. Därefter fick de stå ytterligare två veckor innan betfrön såddes i lådorna och slutligen lästes rotbrandsangreppet (DSI) av på betrötterna enligt ovan. Under 2004 provades effekten av fem olika grödor: havre (Gunhild), sareptasenap (Fumus), vitsenap (Maxi), oljerättika (Adagio) och Caliente Brand Mustard (CBM119) (Ingemansson, 2004).

Effekten av sju olika grödor provades 2005: havre (Belinda), rajgräs (Helmer), Caliente Brand Mustard (CBM119) sareptasenap (Fumus), vitsenap (Maxi), oljerättika (Adagio), oljerättika (Medicus) och osådd jord som kontroll. Kärlförsöket 2005 utfördes av A. Rydén inom ramen för ett examensarbete på agronomutbildningen (Rydén, 2006).

Praktiska försök - strimförsök

För att studera den praktiska införlivningen av gröngödslingsgrödor i växtföljden lades även ett antal praktiska strimförsök ut (tabell 4 och 5). Under 2005 lades två försök ut med oljerättika. Försöksplanen bestod av tre led: 1. stubb, 2. gödslad oljerättika och 3. gödslad oljerättika. Två 12 m breda strimmor av oljerättikan med 12 m stubb mellan och på varje sida om strimmorna. Hälften av varje strimma gödslades med 50 kg N per hektar. Vid avslutad tillväxt i oktober bedömdes biomassa, marktäckning och höjd på fem olika platser i varje strimma. Försöken följdes upp följande vår med sådd av betor och utläggning av skördeparceller. I den gödslade strimman med oljerättika lades åtta upprepningar och i den obehandlade stubben också åtta upprepningar.

Under 2006 lades fyra strimförsök ut: två med oljerättika och två med vitsenap. På grund av den mycka blöta och regniga hösten grodde fröna dåligt och tillväxten blev svag. Försöken kunde därför inte följas upp med planerade bedömningar.

Under 2007 lades två nya försök ut: ett med oljerättika (Skibaröd) och ett med vitsenap (Svalöv). Försöksplanen bestod av tre led på både Svalöv och Skibaröd: 1. stubb, 2. insådd oljerättika/vitsenap och 3. oljerättika/vitsenap sådd efter spannmålsskörd. På Svalöv såddes vitsenap och på Skibaröd oljerättika. Av ekonomiska skäl sådde lantbrukaren betor följande vår i dessa två praktiska strimförsök. Uppföljning gjordes av rotbrandsangrepp. Försöken skördades inte.

Tabell 4. Försöksplan för de praktiska strimförsöken

Plats, led och år

Färlöv och Skibaröd 2005

Led 1	Stubb
Led 2	Ogödslad oljerättika
Led 3	Gödslad oljerättika

Svalöv 2007, vitsenap

Led 1	Stubb
Led 2	Sådd i växande gröda
Led 3	Sådd efter tröskning

Skibaröd 2008, oljerättika

Led 1	Stubb
Led 2	Sådd i växande gröda
Led 3	Sådd efter tröskning

Tabell 5. Försöksplatser med praktiska strimförsök

	Förfrukt	Sådd/myllning gröngödsel		Sort	Gödsling kg N/ha
2005/2006					
Färlöv	Råg	25/8	Bredspridning/ kultivator	Cassius (OR*)	0/50
Skibaröd	Korn	2/9	Tive rampspridare/ Amazone catros	Cassius (OR)	0/50
2007/2008					
Svalöv	H-vete	1/8 insådd, 21/8 efter skörd	Tive rampspridare/ 0	Maxi (VS)	0
Skibaröd	H-vete	1/8 insådd, 20/8 efter skörd	Tive rampspridare/ Amazone catros	Cassius (OR)	0 0

* OR = Oljerättika, VS=Vitsenap.

För att kunna beräkna mineralisering av ovanjordiskt material under år ett (anläggnings-året) togs mineralkväveprover ut och växtmassa klipptes och torkades. Ovanjordisk växtmassa i åtta 0,1 m²-ringar per led klipptes, fyra per upprepning. Stubb och boss togs inte med. Grönmassan stoppades i förinvägda (efter nedtorkning) papperspåsar som lagts på tork i 70°C i tre dygn och därefter vägts ut. Efter utvägningen slogs påsarna ihop två och två och skickades till AnalyCen för bestämning av C och N enligt Dumas (svar angavs i ts). Efter att provklippningen gjorts togs mineralkväveprov ut i samma ring. Ett prov om tolv stick (0–60 cm) togs över två klippningar. Två stick sattes i eller nära de provklippa cirkarna, övriga åtta (fyra runt varje cirkel) strax utanför, inom cirka en meters radie. Totalt blev det då tolv stick i och runt två cirklar. Proverna frystes och skickades väl packade till AnalyCen med närmaste transport. Utifrån dessa analyser kunde sedan mineralisering av ovanjordiskt material beräknas. Mineraliseringen av rötter har inte beräknats då rotmängden inte mätts.

Mängden N i ovanjordisk växtmassa beräknades enligt:

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

Mängden C i ovanjordisk växtmassa beräknades enligt:

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

Genom att sätta humifieringskoefficienten till 0,26 och kvoten C/N i humus till 10 kunde frigörelsen av N år ett beräknas (Gunnarsson *et al.*, 2008, Kolenbrander, 1974):

$$\text{ovanjordisk växtmassa i kg/ha} - (\text{kg C/ha} * 0,26/10).$$

Ytterligare två strimförsök lades ut för att prova två sorter/sortblandningar från Caliente Brand Mustard. Syftet var att prova hur dessa växer och utvecklas under svenska förhållanden. Strimförsöken lades ut på två platser i nordvästra Skåne, Mörap och Viken (tabell 6). Biomassa, marktäckning och höjd bedömdes i försöken. Grödorna myllades ner i samband med höstplöjning i oktober. Jordprov togs följande vår för jordtest i växt- och beräkning av DSI efter grödorna och i intill liggande stubb.

Tabell 6. Försöksplatser med praktiska strimförsök med två sorter av Caliente Brand Mustard, CBM119 och CBM99

	Förfrukt		Sådd/myllning gröngödsl.	Sort	Gödsling kg N/ha
Mörap	Höstvete	17/8	Tive rampspridare/ tallriksredskap, vältning	CBM99, 119	100
Viken	Höstvete	23/8	Carrier frösååda	CBM99, 119	100

Praktiska försök – etablering

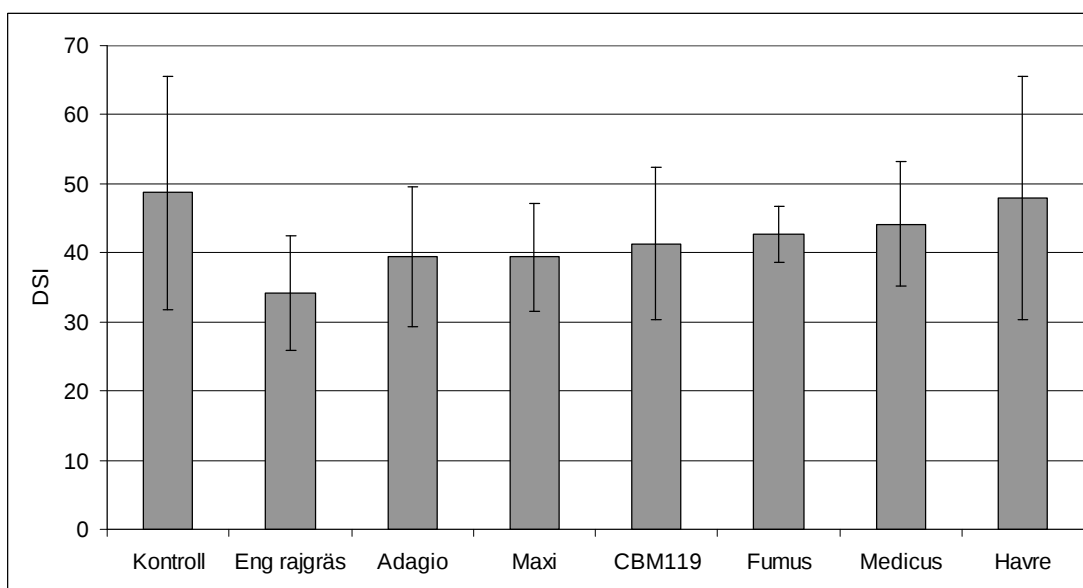
Inom projektet gjordes praktiska försök med etablering av vitsenap som gröngödslingsgröda med olika maskiner och bearbetning. Försöken utfördes på två skiften på Borgeby gård och innehöll leden: 1. sådd med kombisåmaskin Väderstad Rapid direkt i stubb, 2. sådd i växande gröda 21/7 med en Tive rampspridare, 3. sådd med Tive rampspridare i stubb följt av en körning med Väderstad Carrier tallriksredskap, 4. sådd med Tive rampspridare i stubb följt av en körning med Kongskilde kultivator, 5. sådd med Väderstad Carrier tallriksredskap utrustad med Biodrill direkt i stubb. Halva rutorna gödslades med 50 kg N per hektar (Axan). För att kunna beräkna mineralisering av ovanjordiskt material under år ett (anläggningsåret) togs mineralkväveprover ut samt växtmassa klipptes och torkades som beskrivits ovan. Mer detaljerad beskrivning finns i examensarbete av A. Rydén (2006).

Resultat

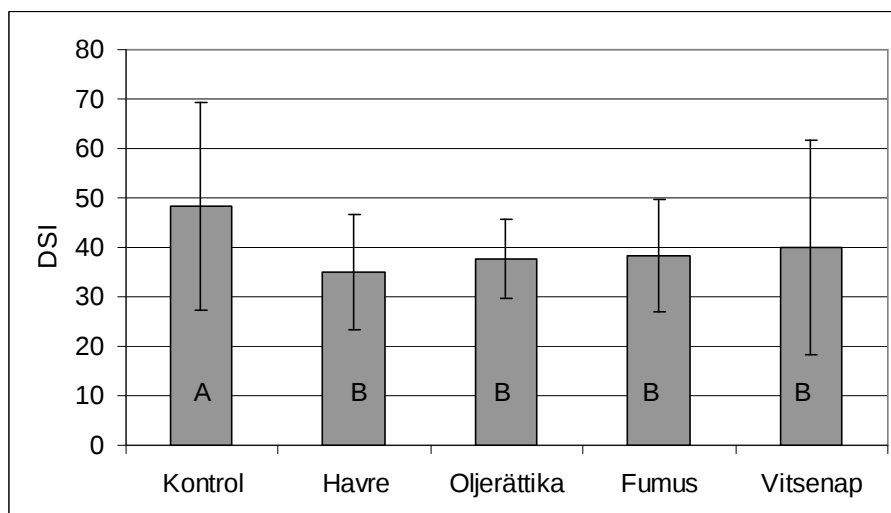
Effekt av olika gröngödslingsgrödor i kärlförsök

Det fanns en tendens till lägre DSI efter gröngödsling av jorden med alla testade grödor 2005, men skillnaderna var inte signifikanta (figur 1). Den bästa effekten fanns efter rajgräs, oljerättika och vitsenap. Oljerättikan var den gröda som gav högst biomassa i kärlförsöken.

År 2004, gjordes också ett kärlförsök med olika gröngödslingsgrödor (Ingemansson, 2004). I figur 2 visas medelvärde för DSI över de två kärlförsök som gjordes 2004–05. Alla gröngödslingsgrödorna hade signifikant lägre DSI än kontrollen.



Figur 1. Effekt på DSI av olika gröngödslingsgrödor i kärlförsök 2005. Prob > 0,05 ns; $R^2 = 34,3$.



Figur 2. Effekt på DSI av olika gröngödslingsgrödor i två kärlförsök 2004-2005. Prob = 0,0162; $R^2 = 82,6$.

Resultat från blockförsöken

Analys av N-min innan sådd av betor

För bestämma de olika ledens gödslingsbehov togs N-min-prover innan sådd av betorna på våren. Resultaten (tabell 7 och 8) visade inte på några entydiga skillnader mellan leden med olika gröngödslingsgödor och därför beslöts att radmylla gödningen till betorna. Gödselgivan var i samtliga led 120 kg N per hektar. N-min-prover togs innan betgrödan 2005 och 2006. Inför sådd av betorna 2008 togs inga N-min-prover p g a tidigare års erfarenheter och resultat samt av ekonomiska skäl.

Tabell 7. Resultat från N-min-prover tagna på våren innan sådd av betor 2005

		Amm-N kg/ha	Nitrat-N kg/ha	Summa N kg/ha
Skibaröd 2005				
Höstplöjning	1 Kontroll	7,7	29,0	36,8
	2 Sareptasenap	8,0	18,7	26,7
	3 Oljerättika	5,8	18,2	24,0
	4 Vitsenap	5,0	17,1	22,1
	5 Havre	6,0	16,3	22,3
Vårplöjning	1 Kontroll	12,2	16,5	28,7
	2 Sareptasenap	14,6	16,9	31,5
	3 Oljerättika	6,2	21,1	27,4
	4 Vitsenap	6,3	17,7	23,9
	5 Havre	9,9	19,7	29,6
Borgeby 2005				
Höstplöjning	1 Kontroll	4,8	28,2	32,9
	2 Sareptasenap	8,6	37,8	46,3
	3 Oljerättika	6,4	29,4	35,8
	4 Vitsenap	6,1	25,4	31,5
	5 Havre	6,1	25,7	31,8
Vårplöjning	1 Kontroll	7,4	20,8	28,2
	2 Sareptasenap	8,4	22,6	31,0
	3 Oljerättika	6,7	30,3	37,0
	4 Vitsenap	9,1	26,8	35,9
	5 Havre	7,9	21,3	29,1
Araslöv 2005				
Höstplöjning	1 Kontroll	5,7	29,4	35,1
	2 Sareptasenap	6,6	18,0	24,7
	3 Oljerättika	6,6	32,7	39,3
	4 Vitsenap	9,1	45,7	54,8
	5 Havre	4,9	41,9	46,8
Vårplöjning	1 Kontroll	5,7	24,4	30,0
	2 Sareptasenap	6,0	18,7	24,7
	3 Oljerättika	6,2	24,0	30,2
	4 Vitsenap	5,5	23,3	28,8
	5 Havre	6,0	20,3	26,3

Tabell 8. Resultat från N-min-prover tagna på våren innan sådd av betor 2006

		Amm-N kg/ha	Nitr-N kg/ha	Summa N kg/ha
Kvistofta 2006				
Höstplöjning	1 Kontroll	3,1	30,6	33,7
	2 Sareptasenap	3,3	28,4	31,8
	3 Oljerättika	4	30,7	34,7
	4 Vitsenap	3,8	23,9	27,7
	5 Havre	4,1	35,5	39,7
Vårplöjning	1 Kontroll	<2,8	30	32,9
	2 Sareptasenap	7,5	33,5	40,9
	3 Oljerättika	4,1	27,7	31,8
	4 Vitsenap	5,3	16,6	21,9
	5 Havre	4,9	25,4	30,3
Skibaröd 2006				
Höstplöjning	1 Kontroll	2,6	16,7	19,3
	2 Sareptasenap	4,8	37	41,8
	3 Oljerättika	4,4	26	30,4
	4 Vitsenap	3,7	24,4	28,1
	5 Havre	2,4	21,1	23,5
Vårplöjning	1 Kontroll	4,3	14,3	18,7
	2 Sareptasenap	8,8	26,1	34,9
	3 Oljerättika	9,6	22,6	32,2
	4 Vitsenap	4,1	15,4	19,5
	5 Havre	2,7	20,6	23,3
Färlöv 2006				
Höstplöjning	1 Kontroll	2,5	29,6	32,0
	2 Sareptasenap	<2,5	38,1	40,6
	3 Oljerättika	2,8	41,8	44,6
	4 Vitsenap	3,1	37,3	40,4
	5 Havre	2,9	60,5	63,4
Vårplöjning	1 Kontroll	3,9	25,6	29,5
	2 Sareptasenap	4,7	29	33,7
	3 Oljerättika	7,2	43,3	50,4
	4 Vitsenap	13,8	19	32,8
	5 Havre	4,1	34,5	38,6
Svalöv 2006				
Höstplöjning	1 Kontroll	2,8	20,8	23,7
	2 Sareptasenap	4	21,1	25,1
	3 Oljerättika	4,1	19,7	23,8
	4 Vitsenap	<2,5	29,4	32,0
	5 Havre	<2,6	20,4	23,0
Vårplöjning	1 Kontroll	4,2	19,8	24,0
	2 Sareptasenap	4,4	23,6	28,0
	3 Oljerättika	4,5	26,3	30,7
	4 Vitsenap	4,7	25,8	30,4
	5 Havre	3,0	25,2	28,2

DSI på plantor från jordtest och fält

Sjukdomsindex (DSI) på plantor från kontrollleden visade att DSI i genomsnitt över försöksplatserna för 2005, 2006, 2008 var 34, 23 och 29. Endast 2005 kan i någon mån betraktas som ett rotbrandsår.

Analyserna gjorda i växthus av gröngödslade jordar från blockförsöken 2005 visade inte på något signifikant samspel mellan plöjningstidpunkt och gröngödslingsgröda. Det fanns inte heller några signifikanta skillnader för vare sig huvud- eller underled var för sig.

Året därpå 2006 kunde inte heller visa på något signifikant samspel mellan plöjningstidpunkt och gröngödslingsgröda på någon av plasterna. Däremot så fanns det signifikant skillnad i DSI 2 (13 juni) för plöjningstidpunkt på Skibaröd. Plöjning på våren gav lägre DSI 2. På Färlöv fanns det tendens till lägre DSI 2 (13 juni) vid vårplöjning. För gröngödslingsgrödorna på Svalöv blev det signifikant lägre DSI 2 (22 juni) jämfört med kontrollen.

Den procentuella förändringen av DSI efter gröngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen vid höst- respektive vårplöjning var för sig, visas i tabell 9. Samtliga grödor visar på en svag minskning av DSI. Vid höstplöjning var minskningen inte signifikant. Däremot vid vårplöjning fanns det en tendens till säker minskning av DSI efter gröngödslingsgrödorna. Allra störst blev minskningen för sareptasenap följt av oljerättika.

Tabell 9. Procentuell förändring av DSI för gröngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen vid höst- respektive vårplöjning var för sig. Resultat från ledvisa jordtest tagna på våren innan betsådd, elva försök 2004–2008

	Förändring mot kontrollen %	
	Höstplöjning	Vårplöjning
11 försök		
Kontroll	0,0	0,0
Sareptasenap	-1,6	-6,8
Oljerättika	-1,6	-2,6
Vitsenap	-1,2	-1,3
Havre	-3,4	-1,9
R ²	48,0	63,2
LSD	4,8	4,5
Prob	0,8048	0,0759
Borgeby 2004		
Kontroll	0,0	0,0
Sareptasenap	-6,6	2,5
Oljerättika	-8,8	-2,1
Vitsenap	-17,8	-0,7
Havre	-5,8	5,7
Skibaröd 2004		
Kontroll	0,0	0,0
Sareptasenap	6,9	-5,1
Oljerättika	2,7	-1,7
Vitsenap	8,6	-2,9
Havre	-5,1	-2,6
Videröra 2004		
Kontroll	0,0	0,0
Sareptasenap	-3,8	-7,5
Oljerättika	6,2	-3,6
Vitsenap	-5,1	-2,2
Havre	-5,1	-3,8
Araslöv 2004		
Kontroll	0,0	0,0
Sareptasenap	1,2	-3,1
Oljerättika	2,4	-0,1
Vitsenap	-1,2	6,7
Havre	2,4	10,1
Färlöv 2005		
Kontroll	0,0	0,0
Sareptasenap	0,0	-13,4
Oljerättika	-18,6	-25,4
Vitsenap	-1,4	-6,0
Havre	-8,6	-9,0

Forts.

Fortsättning

	Förändring mot kontrollen %	
	Höstplöjning	Vårplöjning
Skibaröd 2005		
Kontroll	0,0	0,0
Sareptasenap	0,0	-9,0
Oljerättika	0,0	4,5
Vitsenap	-1,0	6,0
Havre	0,0	1,5
Kvistofta 2005		
Kontroll	0,0	0,0
Sareptasenap	-13,4	-12,9
Oljerättika	-9,0	-4,8
Vitsenap	7,5	-4,8
Havre	-16,4	-14,5
Svalöv 2008		
Kontroll	0,0	0,0
Sareptasenap	1,4	-13,2
Oljerättika	1,4	10,5
Vitsenap	2,8	3,9
Havre	-2,8	0,0
Skibaröd 2008		
Kontroll	0,0	0,0
Sareptasenap	2,9	3,0
Oljerättika	4,3	1,5
Vitsenap	-2,9	3,0
Havre	2,9	1,5

Tabell 10. Biomassa, marktäckning och höjd på gröngödslingsgrödor på hösten i de praktiska strimförsöken samt sjukdomsindex (DSI) uppmätt i jordprov tagna på våren efter odling av gröngödslingsgrödor men före sådd av betor

Plats/led	DSI 0–100	Biomassa 1–5	Marktäckning %	Höjd cm
Mörarp 04/05				
Stubb	69	-	-	-
CBM119	66	4,3	83	43
CBM99	76	5	83	62
Stubb	82	-	-	-
Stubb	63	-	-	-
Oljerättika	67	-	-	-
Stubb	61	-	-	-
Viken 04/05				
Stubb	61	0		
CBM99	65	3,7	67	22
Stubb	63	0		
Svalöv 07/08, vitsenap				
Led 1 Stubb	55	-	-	-
Led 2 Sådd i växande gröda	57	4,7	80	60
Led 3 Sådd efter tröskning	69	2,3	60	23
Skibaröd 07/08, oljerättika				
Led 1 Stubb	60	-	-	-
Led 2 Sådd i växande gröda	62	2,0	12	12
Led 3 Sådd efter tröskning	64	1,7	30	8

Plantantal

Försöksåret 2005 fanns det inget samspel mellan gröngödslingsgröda och höst- eller vårplöjning på någon av försöksplatserna. Under 2005 fanns det inga signifikanta skillnader i plantantal vid 50 % uppkomst. Vid full uppkomst fanns det signifikant fler plantor efter vårplöjning på två av försöksplatserna (Araslöv och Videröra) jämfört med höstplöjning och oberoende av gröngödslingsgröda (inget samspel).

Försöksåret 2006 fanns det inget samspel mellan gröngödslingsgröda och höst- eller vårplöjning på någon av försöksplatserna. På tre av platserna (Skibaröd, Färlöv och Kvistofta) gav vårplöjning signifikant högre plantantal vid 50 % uppkomst, oberoende av gröngödslingsgröda. På den fjärde försöksplatsen, Svalöv, var förhållandet det omvända, dvs. höstplöjning gav högre plantantal vid 50 % uppkomst oberoende av gröngödslingsgröda.

Inte heller 2008 fanns det något samspel mellan gröngödslingsgröda och plöjningstidpunkt. Det fanns inga signifikanta skillnader i uppkomst vid 50 % mellan gröngödslingsgrödorna. På Svalöv fanns det signifikant fler plantor vid full uppkomst efter höstplöjning, medan det på Skibaröd fanns signifikant fler plantor vid 50 % uppkomst efter vårplöjning. Skillnaderna kunde inte kopplas till någon gröngödslingsgröda.

Val av gröngödslingsgröda har inte påverkat plantantalet vid 50 % uppkomst på någon av försöksplatserna, oberoende av plöjningstidpunkt. Vid full uppkomst fanns det inga signifikanta skillnader i plantantal mellan vare sig gröngödslingsgrödor eller plöjningstidpunkt.

Kroniska symptom på rotröta

Under 2005 kunde endast mycket små och sena angrepp 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 (innebär grovt att cirka 10 % av betorna i provet har någon form av kroniska symptom på rotbrand) i kontrollen men var endast 0,05 för sareptasenapen. I de vårplöjda parcellerna låg RI i kontrollen på 0,31 (innebär grovt att cirka 15 % av betorna i provet har någon form av 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 de vårplöjda.

Skörd - sammanställning

Totalt skördades tio blockförsök där de fem olika gröngödslingsgrödorna myllats ner vid höst- respektive vårplöjning. Inte för någon av de uppmätta skördeparametrarna kunde ett signifikant samspel mellan plöjningstidpunkt och gröngödslingsgröda visas. Dessa 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) än efter höstplöjning.

För de olika gröngödslingsgrödorna 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 gröngödslingsgrödorna. Det fanns dock stora skillnader mellan de olika försöksplatserna. Därför redogörs nedan mer i detalj för utfallet på de olika platserna.

Skörd i enskilda försök

Skibaröd 2005: I detta försök fanns det inget samspel för polsockerskörden mellan plöjningstidpunkt och gröngödslingsgröda. Det fanns signifikant skillnad mellan höst- och vårplöjning då skörden efter vårplöjning låg 8 procentenheter över den för höstplöjning. Även renvikt, sockerhalt, blåtal och K+Na var signifikant skilda åt mellan höstplöjning och vårplöjning. Renvikt, sockerhalt och blåtal ökade medan K+Na sjönk.

Oavsett plöjningstidpunkt gav gröngödslingsgrödorna en signifikant ökning av polsockerskörden med 3–5 % jämfört med kontrollen. Sockerhalten var signifikant något högre efter gröngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen. Även renheten var signifikant högre efter gröngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen.

Borgeby 2005: I detta försök fanns det inget samspel för någon av skördeparametrarna mellan plöjningstidpunkt och gröngödslingsgröda. Plantantal, sockerhalt och K+Na tenderade att vara lägre, högre respektive lägre vid vår- än vid höstplöjning.

Det var endast för sockerhalten som det gick att påvisa någon signifikant skillnad mellan gröngödslingsgrödorna. Sockerhalten var cirka 0,4 procentenheter högre efter gröngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen.

Araslöv 2005: I detta försök fanns det inget samspel för någon av skördeparametrarna mellan plöjningstidpunkt och gröngödslingsgröda. Det fanns inte heller några signifikanta skillnader för skördeparametrarna i plöjningstidpunkt.

Endast för plantantal och K+Na fanns det signifikanta skillnader mellan underleden. Plantantalet var lägre och sockerhalten högre för gröngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen.

Videröra 2005: I detta försök fanns det inget samspel för någon av skördeparametrarna mellan plöjningstidpunkt och gröngödslingsgröda. För plöjningstidpunkt fanns det signifikant skillnad för blåtal och tendens till skillnad för plantantal och sockerhalt. Blåtalet var högre, medan plantantal och sockerhalt var lägre för vårplöjning.

För underleden fanns det signifikanta skillnader för plantantal och sockerhalt. Plantantalet var något lägre för gröngödslingsgrödorna och sockerhalten högre jämfört med kontrollen.

Kvistofta 2006: I detta försök fanns det inget samspel för någon av skördeparametrarna mellan plöjningstidpunkt och gröngödslingsgröda. Polsockerskörden var signifikant högre vid vårplöjning, 7 %, jämfört med höstplöjning. Även renvikt och renhet var signifikant högre vid vårplöjning jämfört med höstplöjning.

Mellan gröngödslingsgrödorna fanns det endast signifikant skillnad för blåtal som var högre efter gröngödslingsgrödorna. Även om det inte gick att visa på några signifikanta skillnader för gröngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen så förefaller sockerskörden att vara lägre efter dessa gröngödslingsgrödor.

Färlöv 2006: I detta försök fanns det inget samspel mellan plöjningstidpunkt och gröngödslingsgröda för någon av skördeparametrarna. För huvudledets plöjningstidpunkt var endast K+Na signifikant högre efter vårplöjning än efter höstplöjning.

För underledet gröngödslingsgröda var endast sockerhalten signifikant lägre efter gröngödslingsgrödorna jämfört med i kontrollen.

Svalöv 2006: Inte heller på Svalöv fanns det något signifikant samspel för någon av skördeparametrarna mellan plöjningstidpunkt och gröngödslingsgröda och inte heller någon skillnad i plöjningstidpunkt. Däremot så fanns det signifikanta skillnader i sockerhalt, polsockerskörd, blåtal och K+Na mellan de olika gröngödslingsgrödorna, oberoende av plöjningstidpunkt. Sockerhalt och polsockerskörd var något lägre, medan blåtalet var högre och K+Na lägre. Tendens fanns även i parcellerna för lägre renvikt och renhet för gröngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen.

Skibaröd 2006: På försöksplatsen Skibaröd fanns det inte någon signifikant samspels-effekt mellan gröngödslingsgröda och plöjningstidpunkt för någon av skördeparametrarna. Någon signifikant skillnad i plöjningstidpunkt kunde heller inte visas.

Endast sockerhalt och blåtal var signifikant lägre respektive högre efter gröngödslingsgrödorna jämfört med i kontrollen.

Skibaröd 2007: På försöksplatsen Skibaröd fanns det inte någon signifikant samspels-effekt mellan gröngödslingsgröda och plöjningstidpunkt för någon av skördeparametrarna. Inte heller plöjningstidpunkt uppvisade några signifikanta skillnader mellan skördeparametrarna.

För underledet var det endast plantantal och polsockerskörd som uppvisade några signifikanta skillnader. Plantantalet var lägre efter sareptasenap och havre och i dessa led var skörden också lägre.

Svalöv 2007: På försöksplatsen i Tirup utanför Svalöv fanns det inte någon signifikant samspelseffekt mellan gröngödslingsgröda och plöjningstidpunkt för någon av skördeparametrarna. Höstplöjning visade sig inverka signifikant på plantantalet och sockerhalt som båda var högre. Tendens mot högre polsockerskörd och lägre blåtal efter höstplöjning fanns också.

Det fanns inga signifikanta skillnader för skördeparametrarna mellan de olika gröngödslingsgrödorna även då de låg 2–7 % högre i polsockerskörd jämfört med kontrollen.

Av de fyra försök som hade betor 2005 var sockerhalten högre efter gröngödslingsgrödorna än i kontrollen i tre av dem (Skibaröd, Borgeby och Videröra). Blåtalet hade inte påverkats i någon av dessa tre försök. I det fjärde försöket (Araslöv) såddes gröngödslingsgrödorna sent och fick en dålig utveckling. Det är inte troligt att de i någon större utsträckning kunnat påverka betskörden följande år.

I samtliga fyra försök som hade betor 2006 var blåtalet högre och sockerhalten lägre efter gröngödslingsgrödorna än i kontrollen. Under 2008 fanns det inga signifikanta skillnader i försöken för blåtal eller sockerhalt.

Praktiska strimförsök

Plantantal

Planträkningen vid cirka 50 % uppkomst på Färlöv visade att uppkomsten i betorna var signifikant snabbare än för stubben (tabell 11). Vid full uppkomst fanns det ingen skillnad mellan parcellerna där det växt oljerättika eller varit stubb. På Skibaröd fanns det inga signifikanta skillnader i plantantal vid 50 eller 100 % uppkomst (tabell 11).

Tabell 11. Planträkningar vid 50 och 100 % uppkomst i de praktiska strimförsöken på Färlöv och Skibaröd

Led/gröda	Plantantal 1000/ha	
	50 %	100 %

Färlöv		
1 Obehandlat (stubb)	32,0	89,8
2 Oljerättika	39,8	88,0
R ² %	87,4	55,6
LSD 5 %	7,7	11,1
Prob.	0,0485	0,6376
Skibaröd		
1 Obehandlat (stubb)	57,8	97,1
2 Oljerättika	55,7	97,9
R ² %	60,6	71,2
LSD 5 %	5,9	2,5
Prob.	0,4290	0,4833

I de praktiska strimförsöken i Mörap och i Viken där det odlades CBM99 och 119 fanns det inga signifikanta skillnader i plantantal mellan obehandlat och där det växte CBM (Tabell 12).

Tabell 12. Planträkningar vid 50 och 100 % uppkomst i de praktiska strimförsöken i Mörap och Viken

Led/gröda		Plantantal 1000/ha	
		50 %	100 %
Viken			
1	Obehandlat (stubb)	71,9	84,4
2	CBM119	67,4	79,2
R ² %		76,2	64,3
LSD 5 %		12,1	10,9
Prob.		0,3270	0,2260
1	Obehandlat (stubb)	66,4	89,6
2	CBM99	61,7	76,8
R ² %		39,8	59,0
LSD 5 %		18,4	23,9
Prob.		0,4776	0,1876
Mörap			
1	Obehandlat (stubb)	72,4	84,6
2	CBM119	64,1	84,9
R ² %		79,1	63,9
LSD 5 %		15,8	12,1
Prob.		0,1927	0,9495
1	Obehandlat (stubb)	72,1	86,5
2	CBM99	67,7	83,1
R ² %		64,9	58,7
LSD 5 %		14,0	14,0
Prob.		0,3872	0,4964
1	Obehandlat (stubb)	71,9	83,6
2	Oljerättika	61,7	84,4
R ² %		80,5	28,0
LSD 5 %		13,8	11,6
Prob.		0,1004	0,8439

Tabell 13. Sjukdomsindex (DSI) i de praktiska strimförsölen i Mörap och Viken

Led/gröda	DSI 1	DSI 2	Plantvikt g/planta	
			1	2
Viken				
1 Obehandlat (stubb)	19,2	20,3	1,6	14,8
2 CBM119	18,9	17,9	1,5	12,0
R ² %	62,7	91,1	63,6	94,6
LSD 5 %	5,3	3,1	0,4	2,7
Prob.	0,8485	0,0973	0,5249	0,0437
1 Obehandlat (stubb)	18,1	19,8	1,1	9,9
2 CBM99	21,9	18,8	0,9	10,0
R ² %	85,2	85,3	71,9	60,9
LSD 5 %	5,2	3,0	0,2	2,6
Prob.	0,1051	0,3751	0,1035	0,9186
Mörap				
1 Obehandlat (stubb)	18,5	10,1	2,0	18,9
2 CBM119	20,3	13,0	1,5	15,7
R ² %	24,1	97,0	96,7	54,0
LSD 5 %	15,5	1,0	0,2	5,7
Prob.	0,7356	0,0028	0,0052	0,1691
1 Obehandlat (stubb)	18,8	12,1	1,4	13,1
2 CBM99	22,3	10,8	1,4	15,2
R ² %	26,3	88,6	84,7	76,5
LSD 5 %	15,9	1,5	0,4	3,7
Prob.	0,5291	0,0689	0,9120	0,1638
1 Obehandlat (stubb)	22,3	16,0	-	18,4
2 Oljerättika	17,6	13,7	-	13,0
R ² %	84,6	48,3	-	86,2
LSD 5 %	8,5	7,4	-	4,6
Prob.	0,1785	0,4021	-	0,0328

Tabell 14. Sjukdomsindex (DSI) i de praktiska strimförsöken i Färlöv och Skibaröd

Led/gröda	DSI 1	DSI 2	Plantvikt g/planta	
			1	2
Färlöv				
1 Obehandlat (stubb)	6,1	19,7	-	-
2 Oljerättika	8,6	14,0	-	-
R ² %	61,9	81,5	-	-
LSD 5 %	3,7	8,8	-	-
Prob.	0,1161	0,1323	-	-
Skibaröd				
1 Obehandlat (stubb)	9,2	24,7	0,4	6,2
2 Oljerättika	9,9	22,4	0,4	6,1
R ² %	75,4	81,4	30,1	59,5
LSD 5 %	2,2	6,3	0,1	1,5
Prob.	0,5049	0,4107	0,6872	0,9626

Sjukdomsindex DSI

Rotbrandsangreppen var ganska små i försöken. I försöken i Viken blev det inga signifikanta skillnader mellan stubben och CBM99 respektive CBM119 (tabell 13). I Mörap hade betorna efter CBM119 signifikant högre DSI jämfört med de som växt efter stubben och också signifikant lägre plantvikt. Eftersom DSI var så lågt som under 15 beror det högre DSI-värdet troligen inte på rotbrandsangrepp.

Inte heller på Färlöv eller i Skibaröd blev det några signifikanta skillnader i DSI (tabell 14).

Skörd

Försöken på Färlöv och Skibaröd skördades (tabell 15). På Färlöv visade resultaten på en polsockerskörd som var signifikant åtta procentenheter högre än där det varit stubb. Renvikten var också signifikant högre, medan sockerhalten var signifikant lägre och blåtalet signifikant högre efter oljerättika än efter stubben.

På Skibaröd blev det med undantag för K+Na som var signifikant högre efter oljerättika än efter stubben, inga signifikanta skillnader för skördeparametrarna.

I Mörap (tabell 16) visade resultaten på en polsockerskörd som var signifikant fem procentenheter högre för CBM99 än där det varit stubb. Renvikten var också signifikant högre, medan sockerhalten var signifikant lägre och blåtalet signifikant högre efter CBM99 än efter stubben. För CBM119 blev det inga signifikanta skillnader mellan skördeparametrarna. Även oljerättika odlades i Mörap och efter denna blev plantantalet lågt jämfört med efter stubben. Detta gjorde också att polsockersköörden blev signifikant lägre efter oljerättikan jämfört med stubben. Jordtypen var något varierande i försöket vilket kan ha bidragit till den ojämna uppkomsten efter oljerättika.

Försöken i Viken skördades ej p g a problem vid sådden.

Tabell 15. Resultat från skörd i de praktiska strimförsöken på Skibaröd och Färlöv 2006

Plats	Renvikt ton/ha	Socker- halt %	Polsocker ton/ha	rel	Blåtal mg/100g beta	K + Na mM/100 g beta	Renhet %
Färlöv							
Obehandlat (stubbs)	57,5	17,6	10,1	100	11,0	4,1	93,3
Oljerättika Cassius	63,3	17,2	10,9	108	13,3	4,1	92,9
R ² %	33,9	36,6	25,3		22,6	0,3	8,1
LSD	4,6	0,3	0,8		2,4	0,1	0,7
Prob	0,0181	0,0131	0,0471		0,0630	0,8331	0,2841
Skibaröd							
Obehandlat (stubbs)	53,2	15,9	8,5	100	11,1	4,5	89,9
Oljerättika Cassius	54,3	15,7	8,5	101	12,5	4,9	87,7
R ² %	1,4	7,1	0,1		16,3	42,7	17,3
LSD	5,3	0,3	0,8		1,8	0,2	2,9
Prob	0,6746	0,3203	0,8965		0,1211	0,0060	0,1227

Tabell 16. Resultat från skörd i de praktiska strimförsöken i Mörap 2006

Plats	Renvikt ton/ha	Socker- halt %	Polsocker ton/ha	rel	Blåtal mg/100g beta	K + Na mM/100 g beta	Renhet %
Mörap							
Obehandlat	58,8	14,7	8,6	100	17	4,5	90,0
CBM99	64,3	14,0	9,0	105	22	4,7	88,3
R ² %	65,9	75,5	34,8		55,1	22,4	37,3
LSD	3,9	0,4	0,5		4,3	0,4	2,2
Prob	0,0143	0,0051	0,1237		0,0349	0,2368	0,1076
Obehandlat	63,6	14,3	9,1	100	20	4,8	86,4
CBM119	62,3	14,5	9,0	99	21	4,6	90,2
R ² %	4,0	4,8	2,1		1,4	8,8	37,4
LSD	6,8	0,7	0,7		4,2	0,6	5,0
Prob	0,6357	0,6014	0,7343		0,7811	0,4750	0,1074
Obehandlat	71,1	14,5	10,3	100	19,3	4,9	89,4
Oljerättika	63,6	14,5	9,2	90	17,8	4,4	86,5
R ² %	62,9	1,0	73,0		17,3	69,9	64,0
LSD	5,7	0,4	0,6		3,3	0,3	2,1
Prob	0,0189	0,8160	0,0069		0,3053	0,0097	0,0171

Kväveanalyser

De analyser av kväve i oktober som gjordes på Skibaröd i oljerättika 2005 i jord (N-min) och i ovanjordiskt växtmaterial visade att den totala mängden kväve (NH_4^+ , NO_3^-) i marken i parceller med stubb var 34 kg per hektar (tabell 17). Det ska jämföras med 11 och 12 kg per hektar för ogödslade respektive gödslade parceller med oljerättika. Genom att gödsla oljerättikan med 50 kg N per hektar mer än fördubblades ts-halten och mängden C i ovanjordiskt växtmaterial ökade från 418 till 920 kg C per hektar. Den beräknade frigörelsen av N år ett beräknades till 49 kg per hektar för den gödslade oljerättikan och 18 kg N per hektar för den ogödslade.

Under 2007 provades att etablera oljerättika (Skibaröd) och vitsenap (Svalöv) som insådd och som sådd efter tröskning. Analysen av N-min i marken på Svalöv efter stubb visade att det fanns 24 kg N per hektar i slutet av oktober vilket kan jämföras med 14 kg N per hektar för både den insådda vitsenapen och den som såddes efter tröskning. Mängden ts per hektar för den insådda vitsenapen var 3 058 kg per hektar vilket kan jämföras med 1 887 kg per hektar för den vitsenap som såddes efter tröskningen (tabell 17). Genom att så in vitsenapen ökade ts-halten med 62 % jämfört med att vänta till efter tröskning. Frigörelsen av kväve år ett låg på 13 kg N per hektar för stubb och 14 kg N per hektar för den insådda vitsenapen. För vitsenapen som såddes efter tröskningen var N-frigörelsen år ett hela 27 kg N per hektar.

Analysen av N-min i marken på Skibaröd efter stubb visade att det fanns 17 kg N per hektar i slutet av oktober vilket kan jämföras med 7 kg N per hektar för både den insådda oljerättikan och 6 kg N per hektar för den som såddes efter tröskning (tabell 17). Mängden ts per hektar för den insådda oljerättikan var 957 kg per hektar vilket kan jämföras med 660 kg per hektar för den oljerättika som såddes efter tröskningen. Genom att oljerättikan såddes in ökade ts-halten med 45 % jämfört med att vänta till efter tröskning. Frigörelsen av kväve år ett låg på 2 kg N per hektar för stubb och 17 kg N per hektar för den insådda oljerättikan. För oljerättikan som såddes efter tröskningen var N-frigörelsen år ett 16 kg N per hektar.

Tabell 17. Beräkning av N-frigörelse år ett i praktiska strimförsök med oljerättika och vitsenap

	kg ts/ha	Mark-kväve Summa N-min NH_4^+ , NO_3^-	Växtanalys		Växtmassa		N-frigörelse år 1*
			Tot C % av ts	Tot N % av ts	ovan jord kg/ha	ovan jord kg C/ha	kg/ha
Skibaröd 2005, oljerättika							
Led 1. Stubb	46	34	49	4,0	2	18	1
Led 2. Ogödslad	1 186	11	35	2,5	29	418	18
Led 3. Gödslad	2 282	12	40	3,2	73	920	49
Svalöv 2007, vitsenap							
Led 1. Stubb	475	24	45	4	18	212	13
Led 2. Insådd	3 058	14	45	2	50	1 374	14
Led 3. Sådd e. skörd	1 887	14	44	3	49	827	27
Skibaröd 2007, oljerättika							
Led 1. Stubb	104	17	40	3	3	40	2
Led 2. Insådd	957	7	43	3	28	412	17
Led 3. Sådd e. skörd	660	6	41	3	23	272	16

* 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.

Tabell 18. Beräkning av N-frigörelse år ett i praktiska etableringsförsök med vitsenap 2005

Led	kg ts/ha	Mark-kväve Summa N-min NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻	Växtanalys		Växtmassa		N-frigörelse år 1*
			Tot C % av ts	Tot N % av ts	ovan jord kg/ha	ovan jord kg C/ha	
Borgeby 2005, vitsenap, skifte 3							
1. Stubb utan fånggr.	409	47	45,7	3,2	214	187	8
2. Insådd	2 262	19	44,5	2,7	2 588	1 006	35
3. Bredspridn.	1 837	31	43,9	2,6	1 888	807	28
Borgeby 2005, vitsenap, skifte 20							
1. Stubb med gräsfånggr.	837	29	44,7	2,7	667	374	13
2. Insådd	1 255	18	43,9	2,1	1 296	551	12
3. Bredspridn.	1 582	25	45,3	1,2	1 135	717	0

* 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.

Diskussion

I detta projekt har den sjukdomshämmande effekten av gröngödslingsgrödor odlade och nermyllade hösten innan sådd av sockerbetor studerats. Syftet var att i en befintlig sockerbetsväxtföljd försöka införliva odling av gröngödslingsgrödor som mellangröda 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 högglukosinolathaltiga sorten Fumus. Den utvecklades förhållandevis bra i vårt klimat och fick på några försöksplatser en biomassa på 1 000–2 500 kg ts per hektar. Övriga testade gröngödslingsgrödor har varit sorter som redan provats i nematodsanerande sammanhang. I några strimförsök har vi också provat två sorter från Caliente Brand Mustards i England: CBM99 och CBM119. De blir dock inte särskilt ”bladiga” i vårt klimat utan består ofta av en stjälk med lite blad på.

Mängden marksmitta i försöken uppskattades med hjälp av ett jordtest i växthus. Jord samlades in före och efter odling och nerbrukning av gröngödslingsgrödorna och jämfördes med en kontroll bestående av stubb. I medeltal över elva försök har höstplöjning inte gett någon sänkning av mängden marksmitta. Vid vårplöjning gav sareptasenapen en signifikant sänkning av marksmittan med 6,8 %. En förklaring till skillnaden mellan höst- och vårplöjning kan vara att även rötterna innehåller ITC som först vid plöjningen på våren frigörs. Rötter innehåller förhållandevis mer ITC jämfört med de ovanjordiska delarna.

Skillnaderna i saneringseffekt mellan höst- och vårplöjning är inte entydiga för de olika försöksplatserna. Så t ex var höstplöjning på Borgeby 2004 bättre än vårplöjning. På Skibaröd och Videröra gav vårplöjning bättre saneringseffekt. På Färlöv och Kvistofta 2005 gav både höst- och vårplöjning en saneringseffekt.

Effekten på jordburna svampar, mätt som DSI på betorna strax efter uppkomsten, har i regel varit liten. Endast i ett försök (Svalöv 2006) har en signifikant sänkning av DSI kunnat konstateras, men angreppen låg generellt på en mycket låg nivå. Effekten var tydligast vid höstplöjning, då samtliga gröngödslingsgrödor hade minskat DSI på betorna jämfört med i 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 per hektar. Biomassan för vitsenap låg på 1 000–2 500 kg ts per hektar. Även sareptasenapen hade en biomassa på 300–1 000 kg ts per hektar men i gengäld högre halt av ITC.

Det kan finnas flera orsaker till att sjukdomshämmande effekt endast kunde visas på en försöksplats. Flera faktorer måste vara uppfyllda för att tillräckligt höga halter av ITC ska kunna bildas. Mängden färsk grönmassa per hektar måste uppgå till cirka 50 ton per hektar (pers. medd. Kai Grevesen, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus universitet, Danmark). Denna måste sedan hackas fint och myllas ner omgående för att de flyktiga ITC inte ska försvinna upp i luften.

En förutsättning för att få en bra sanering av jordburna svampar av dessa gröngödslingsgrödor 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 den 20 augusti. Vid sådd in i september blir tillväxten i regel för dålig. Ett sätt som fungerar bra för framförallt vitsenap är att så den som insådd cirka två veckor före tröskning av spannmålen. Insådden av vitsenap på Svalöv 2007 uppnådde en biomassa på nästan 2 500–5 000 kg ts per hektar. Motsvarande mängd biomassa för den vitsenap som såddes efter tröskning var mindre än hälften, dvs. 500–300 kg ts per hektar. Någon skillnad i DSI kunde inte mätas i detta försök mellan stubb, insådd eller sådd efter tröskning. Insådd av oljerättika provades på Skibaröd 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. cirka 50–300 kg ts per hektar. Inte heller här blev det någon större skillnad i sjukdomshämmande effekt för något av etableringssätten.

Oljerättika och vitsenap blev nyligen godkända som fånggrödor i Sverige. Flera studier har visat att oljerättika har en mycket stor förmåga att ta upp kväve, även från jordlager under en meters djup. Oljerättikans rötter växer mycket snabbt på hösten och når redan efter cirka 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 (pers. medd. K. Thorup-Kristensen, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus universitet, Danmark). Resultaten från sockerbetsskördarna i detta projekt visar att i flera av försöken hade sockerhalten sjunkit och blåtalet ökat för gröngödslingsgrödorna jämfört med stubben. Detta tyder på att en del kväve också frigörs senare och tas upp av betorna.

Under 2005 togs kväveprover i både ogödslat och gödslat led i det praktiska strimförsöket med oljerättika. 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 år ett för 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. 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 oljerättika den 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 en meters 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 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. 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 med ogödslad vitsenap hade mineralkvävemängden i slutet av oktober minskat med 10 kg N per hektar för både insådden och sådden efter tröskning. Frigörelsen av kväve år ett var 14 kg N per hektar för insådden och hela 27 kg N per hektar för sådden efter tröskning.

Inom ett examensarbete utfört av A. Rydén provades olika etableringstekniker för vitsenap i två försök utanför Borgeby. I tre av leden gjordes analyser av kväve i mark och i ovanjordiskt växtmaterial för tre led: *stubb* (med och utan gräsfånggröda), *insådd* samt *bredspredning*. På skifte 3 utan gräsfånggröda minskade insådden mineralkvävemängden i marken med 28 kg N per hektar. Den bredspridda sådden minskade mineralkvävemängden med 16 kg N per hektar. Upptagningen har alltså varit större i detta försök på Borgeby 2005 jämfört med Svalöv 2007. Insådden på Borgeby gjordes redan den 21 juli, vilket är tio dagar tidigare än i försöket på Svalöv där insådden gjordes den 1 augusti.

Referenser

- Chan, M.K.Y. och Close, R.C. 1987. Aphanomyces root rot of peas 3, Control by the use of cruciferous amendments, 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.
- 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.
- Kirkegaard, J.A. och Sarwar, M. 1998. Biofumigation potential of brassicas, Plant and soil 201(1):71–98.
- 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.
- Larsson, M. och Gerhardson, B. 1990. Isolates of *Phytophthora cryptogea* pathogenic to wheat and some other crop plants. Journal of Phytopathology 129, 303–315.
- 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. 2003, Svampsjukdomar från sådd till stuka, Säsongens angrepp visar sig vid finalen, Betodlaren 3:34–37.
- 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.
- 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.
- Whitney, E.D. och Duffus, J.E. eds. 1986. Compendium of beet diseases and insects, APS, St Paul, MN.
- Williams-Woodward, J.L., Pfleger, 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.

Borgeby i september 2010

.....
Robert Olsson
Försökschef NBR– tekniskt ansvarig

.....
Åsa Olsson
Försöks- och projektledare NBR