

Slutrapport för projektet:
Gröngödsling mot jordburna svampar
Åsa Olsson och Lars Persson, NBR

Bakgrund

Socketbetor 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*.

Under de första veckorna efter sådd kan tidiga angrepp begränsas genom att betfröna betas med fungicider, men effekten är liten på senare angrepp. Syftet med projektet var att studera hur gröngödslingsgrödor för biologisk hämning av jordburna svampar, sk "biofumigation", kunde införlivas i praktiska odlingar. Biofumigation går ut på att odla växter som innehåller ämnen som frigörs då vätmaterialet bryts ner i jorden. Det är framförallt arter tillhörande familjen *Brassicaceae* som har provats, eftersom dessa arter innehåller glukosinolater som vid enzymatisk nedbrytning bildar en mängd olika ämnen såsom biocider som isothiocyanater (ITC), nitriler, thiocyanater, oxazolidinethioner och epithionitriler, vilka allihop kan vara toxiska för markorganismer inklusive patogener som *A. euteiches* (Smolinska *et al.* 1997). Olika oljeväxtarter innehåller olika koncentrationer glukosinolater och dessutom olika typer av glukosinolater inom plantan (Kirkegaard och Sarwar 1998). Även havre som nedbrukas i jorden kan reducera jordbundna sjukdomar (Windels och Nabben-Schindler 1990, mfl), Havre innehåller avenacin och saponiner i blad och rötter vilket kan vara toxiskt mot zoosporbildande svampar (Windels and Engelkes 1995).

Målsättningarna i detta projekt var att: 1) utvärdera effekten av gröngödsling för bekämpning av jordburna svampsjukdomar i socketbetor; 2) identifiera de växtarter som har bäst effekt; och 3) utvärdera den praktiska tillämpningen av gröngödslingsgrödor i betväxtföljden.

Material och metoder

Gröngödslingsgrödor

Sareptasenap: Sorten Fumus från Australien med ett högt innehåll av glukosinolater, använd i försöken under två första åren. Under det tredje försöksåret användes sorterna Doublet och Architect. Oljerättika: Sorterna av oljerättika var Colonel (klass 1), Cassius (klass 2) och Adagio (klass 1). Vitsenap: Sorterna Maxi, Emergo och Abraham (nematodsanerande klass 2). Caliente Brand Mustards: Sorten CBM99 med mycket hög glukosinolathalt, 30% högre än CBM119, vilket är en artblandning av sareptasenap, vitsenap och 0,5 % oljerättika. Havre: Den nematodtoleranta fodersorten Gunhild användes under de två första försöksåren och sorten Ivory under det tredje. Utsädesmängdena var 20 kg/ha för oljeväxterna och 200 kg/ha för havren.

Försöksplaner och försöksled - blockförsök

Totalt har tio randomiserade block försök med gröngödslingsgrödor lagts ut under åren 2004 till 2008 på försöksplatser med förhöjd risk för rotbrandsangrepp. Försöken var designade som split-plot försök med höst- respektive vårplöjning som huvudled och gröngödslingsgrödor som underled. Platser och förfrukter för perioden 2004-2005:

Borgeby, höstvet; Skiberöd, vårkorn; Videröra, höstvet; och Araslöv, höstvet. Perioden 2005-2006: Färlöv, råg; Skiberöd, vårkorn; Kvistofta, höstvet; och Svalöv, höstvet. Perioden 2007-2008: Skiberöd, höstvet; och Svalöv, höstvet. Gröngödslingsgrödorna såddes i augusti månad efter tröskning av spannmålen hösten innan sådd av betorna. Gröngödslingsgrödorna gödslades med 50 kg N/ha (Axan). 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.

Tidigt följande vår (mars) togs ledvisa jordprov för analys av N-min (0-60 cm) och svampinfektionstryck i jordtest i växthus.

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). Den andra bedömningen gjordes två veckor senare. Rotbrandsangreppen bedömdes enligt Larsson och Gerhardson (1990) 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 medelDSI räknades fram enligt formeln: $DSI = (0 * n_0 + 10 * n_{10} + 25 * n_{25} + 50 * n_{50} + 75 * n_{75} + 100 * n_{100})/n_{tot}$.

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: nettovikt, bruttovikt, sockerhalt, blåtal samt kalium- och natriumhalt.

I samband med att betorna tvättats rena gjordes en bedömning av kroniska symptom på rotröta. Betorna i varje skörderuta 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. Ett rotröteindex (RI) beräknades enligt formeln: $RI = (0 * n_0 + 1 * n_1 + 2 * n_2 + 3 * n_3)/n_{tot}$.

Test av olika gröngödslingsgrödor i kärlförsök

Effekten av olika arter/sorter av gröngödslingsgrödor testades i rotbrandsmittad 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 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. Ingemansson på agronomutbildningen) provades effekten av fem olika grödor: havre (Gunhild), sareptasenap (Fumus), vitsenap (Maxi), oljerättika (Adagio) och Caliente Brand Mustard 119. Effekten av sju olika grödor provades 2005: havre (Belinda), Rajgräs (Helmer), Caliente Brand Mustard 119, sareptasenap (Fumus), vitsenap (Maxi), oljerättika (Adagio), oljerättika (Medicus), och osådd jord som kontroll (examensarbete av A. Rydén på agronomutbildningen).

Praktiska försök - strimförsök

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. Under 2005 lades två försök ut med oljerättika (Cassius) på platserna Färlöv och Skiberöd. Försöksplanen bestod av tre led: 1. stubb, 2. ogödslad oljerättika och 3. gödslad oljerättika (50 kg N/ha). Vid avslutad tillväxt i oktober bedömdes biomassa, marktäckning och höjd. Följande vår såddes betor. Under 2007 lades två nya försök ut, ett med oljerättika (Skiberöd) och ett med vitsenap (Svalöv). Försöksplanen 2007 bestod av tre led på både Svalöv och Skiberöd: 1. stubb, 2. insådd oljerättika/vitsenap och 3. oljerättika/vitsenap sådd efter spannmålsskörd. På Svalöv såddes vitsenap (Maxi) och på Skiberöd oljerättika (Cassius).

För att kunna beräkna mineralisering av ovanjordiskt material under år ett så togs mineralkväve prover ut och växtmassa klipptes och torkades. Stubb och boss togs inte med. Proverna skickades till AnalyCen för bestämning av C och N enligt Dumas (% av ts). Efter att provklippningen gjorts togs mineralkväve prov ut i samma område. 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): ovanjordisk växtmassa i $\text{kg/ha} - (\text{kg C/ha} * 0,26/10)$.

CBM99 och CBM119 provades i två strimförsök i nordvästra Skåne. Fröna 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.

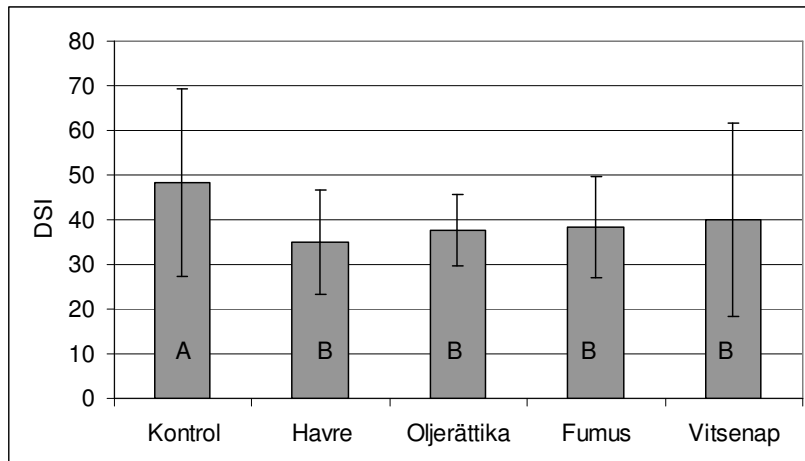
Praktiska försök-etablering

Inom projektet gjordes praktiska försök med etablering av vitsenap som grüngödslingsgröda med olika maskiner och bearbetning. Försöken utfördes på två platser och innehöll leden 1) sådd med kombisåmaskin Väderstad Rapid direkt i stubb; 2) spridning i växande gröda med en Tive rampspridare; 3) spridning med Tive rampspridare i stubb följt av en körning med Väderstad Carrier tallriksredskap; 4) spridning 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/ha (Axan). Mer detaljerad beskrivning finns i examensarbete av A. Rydén (2006).

Resultat

Effekt av olika grüngödslingsgrödor i kärlförsök

Det fanns en tendens till lägre DSI efter grüngödslingsgrödor i de två kärlförsöken. Skillnaderna var signifikanta mot kontrollen 2004 men inte 2005. Den bästa effekten fanns efter rajgräs, oljerättika och vitsenap. Oljerättikan var den gröda som gav högst biomassa i kärlförsöken. I ett medelvärde för DSI över de två kärlförsöken har alla grüngödslingsgrödor signifikant lägre DSI än kontrollen (figur 1).



Figur 1. Effekt på DSI av olika grön gödslingsgrödor i två kärlförsök 2004-2005. Prob = 0,0162; RSQ = 82,6.

Resultat från blockförsöken

Analys av N-min innan sådd av betor. Resultaten visade inte på några entydiga skillnader mellan leden med olika grön gödslingsgödor och därför beslöts att radmylla 120 kg N/ha till samtliga led vid betsådd 2005 och 2006. Inför sådd av betorna 2008 togs inga N-min prover p g a tidigare års erfarenheter

Plantantal Försöksåret 2005 fanns det inget samspel mellan grön gödslingsgröda 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 grön gödslingsgröda (inget samspel). Försöksåret 2006 fanns det inget samspel mellan grön gödslingsgröda och höst- eller vårplöjning på någon av försöksplatserna. På tre av platserna (Skiberöd, Färlöv och Kvistofta) gav vårplöjning signifikant högre plantantal vid 50 % uppkomst, oberoende av grön gödslingsgröda. På den fjärde försöksplatsen, Svalöv, var förhållandet det omvända, dvs. höstplöjning gav högre plantantal vid 50 % uppkomst oberoende av grön gödslingsgröda. Val av grön gödslingsgröda 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 grön gödslingsgrödor eller plöjningstidpunkt. Inte heller 2008 fanns det något samspel mellan grön gödslingsgröda och plöjningstidpunkt. Det fanns inga signifikanta skillnader i uppkomst vid 50 % mellan grön gödslingsgrödorna. På Svalöv var det signifikant fler plantor vid full uppkomst efter höstplöjning, medan det på Skiberöd fanns signifikant fler plantor vid 50 % uppkomst efter vårplöjning. Skillnaderna kunde inte kopplas till någon grön gödslingsgröda.

DSI på plantor från jordtest och fält. Analyserna gjorda i växthus av grön gödslade jordar från blockförsöken 2005 och 2006 visade inte på något signifikant samspel mellan plöjningstidpunkt och grön gödslingsgröda. 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 så 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. Den procentuella förändringen av DSI efter grüngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen vid höst- respektive vårplöjning var för sig, visas i tabell 1. 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 1. Procentuell förändring av DSI för grüngödslingsgrödorna jämfört med kontrollen vid höst- respektive vårplöjning var för sig 10 försök 2004-2008

	Förändring mot kontrollen %	
	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
RSQ	48,0	63,2
CV	-283,9	-164,3
LSD	4,8	4,5
Prob	0,8048	0,0759

Kroniska symptom på rotträta. Under 2005 kunde endast mycket små 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 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.

Skörd-sammanställning. 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 04 – 09).

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

Plantantal. Planträkningen vid ca 50 % uppkomst på Färlöv visade att uppkomsten i betorna var signifikant snabbare än för stubben, men vid full uppkomst fanns det ingen skillnad mellan där det växt oljerättika eller varit stubb. På Skiberöd fanns det inga signifikanta skillnader i plantantal vid 50 eller 100 % uppkomst. I de praktiska strimförsöken i Mörarp och i Viken där det odlades CBM99 och 119 fanns det inga signifikanta skillnader i plantantal mellan obehandlat och där det växt CBM.

Sjukdomsindex DSI. Rotbrandsangreppen var ganska små i försöken. I försöken i Viken (DSI obeh. led = 20) 20 och det blev inga signifikanta skillnader mellan stubben och CBM99 respektive CBM119. I Mörarp (DSI obeh. led = 10) hade betorna efter CBM119 signifikant högre DSI jämfört med de som växt efter stubben och också signifikant lägre plantvikt, men eftersom DSI var så lågt så beror det högre DSI värdet troligen inte på rotbrandsangrepp. Inte heller på Färlöv (DSI obeh. led = 20) eller i Skiberöd (DSI obeh. led = 25) blev det några signifikanta skillnader i DSI.

Skörd. På Färlöv visade resultaten på en polsockerskörd som var signifikant ($P = 0.047$) högre efter oljerättika än där det varit stubb (oljerättika = 10,9 ton polsocker /ha; obehandlat = 10,1 ton polsocker /ha). Renvikten var också signifikant högre medan sockerhalten var signifikant lägre och blåtalet signifikant högre efter oljerättika än efter stubben. På Skiberöd blev det med undantag för K+Na som var signifikant högre efter oljerättika än efter stubben, inga signifikanta skillnader för skördeparametrarna.

I Mörarp visade resultaten på en polsockerskörd som var signifikant 5 %-enheter högre för CBM99 än där det varit stubb (CBM99 = 9,0 ton polsocker /ha; obehandlat = 8,6 ton polsocker /ha), men skillnaden var ej signifikant. 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.

Kväveanalyser. De analyser av kväve i oktober som gjordes på Skiberöd i oljerättika 2005 i jord (N-min) och i ovanjordisk växtmaterial visade att den totala mängden kväve (NH_4^+ , NO_3^-) i marken i stubb var 34 kg/ha. Det ska jämföras med 11 och 12 kg/ha för ogödslad respektive gödslad oljerättika. Genom att gödsla oljerättikan med 50 kg N/ha mer än fördubblades ts-halten och mängden C i ovanjordiskt växtmaterial ökade från 418

till 920 kg C/ha. Den beräknade frigörelsen av N år ett efter grüngödslingen beräknades till 49 kg/ha för den gödslade oljerättikan och 18 kg N/ha för den ogödslade oljerättikan.

Tabell 2. Beräkning av N-frigörelse år ett i praktiska strimförsök med oljerättika och vitsenap.

	Jord-analys		Växtanalys ovanjordiskt mtrl				
	kg ts/ha	N-min	C % av ts	N % av ts	C kg/ha	N kg/ha	N-frigörelse år 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.

Under 2007 provades att etablera oljerättika (Skiberöd) 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/ha i slutet av oktober vilket kan jämföras med 14 kg N/ha för både den insådda vitsenapen och den som såddes efter tröskning. Mängden ts/ha för den insådda vitsenapen var 3058 kg/ha vilket kan jämföras med 1887 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.

Analysen av N-min i marken på Skiberöd 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. Frigörelsen av kväve år ett låg på 2 kg N/ha för stubb och 17 kg N/ha för den insådda oljerättikan. För oljerättikan som såddes efter tröskningen var N-frigörelsen år ett 16 kg N/ha.

Diskussion

I detta projekt har vi studerat den sjukdomshämmande effekten av grüngödslingsgrödor odlade och nermyllade hösten innan sådd av sockerbetor. Syftet var att i en befintlig sockerbetsväxtföljd försöka införliva odling av grüngödslingsgrödor 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. Den hög glukosinolathaltiga sorten Fumus utvecklades förhållandevis bra i vårt klimat och fick på några försöksplatser en biomassa på mellan 1000 – 2500 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.

Effekten på jordburna svampar mätt som 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 – 1000 kg ts/ha. Biomassan för vitsenap låg på 1000 – 2500 kg ts/ha. Även sareptasenapen hade en biomassa på 300 – 1000 kg ts/ha men i gengäld högre halt av ITC.

Det kan finnas flera orsaker till att sjukdoms hämmande 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 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.

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 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 2500 – 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.

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 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 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 tas upp av betorna.

Analyserna av totala markkväve mängden i slutet av oktober 2005 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.

Inom ett examnesarbete utfört av A. Ryden provades olika etableringstekniker för vitsenap i två försök utanför Borgeby. I tre led gjordes analyser av kväve i mark och i ovanjordiskt växtmaterial: stubb (med och utan gräsfånggröda), insådd och bredspridning. På skiftet utan gräsfånggröda minskade insådden mineralkvävemängden i marken med 28 kg N/ha. Den bredspridda sådden minskade mineral-N med 16 kg N/ha. 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 1 augusti.

Den fullständiga rapporten från detta projekt kommer att finnas tillgänglig på NBRs hemsida www.nordicbeet.nu inom kort.

Slutsatser

-Effekten av grüngödslingsgrödorna på angrepp av rotbrand på sockerbetor var relativt liten, och marksmittan minskade endast med som mest 7 % för sareptasenap vid vårplöjning.

-Effekten på marksmitta av de olika grödorna var större efter vårplöjning än efter höstplöjning.

-Sorterna av sareptasenap med hög glukosinolathalt (Fumus, CBM99, CBM119) utvecklades bra i sydsvenskt klimat men kräver N-gödsling för att ge stor biomassa.

-Tidig sådd av grüngödslingsgrödorna senast 20 augusti var viktig för att få ett välutvecklat bestånd med stor biomassa.

-Sådd av frö i växande gröda var ett utmärkt sätt att få ett tidigt bestånd av grüngödslingsgrödan.

-Vitsenap och i synnerhet oljerättika var bra på att fånga upp kväve på hösten i marken.

-Den svamphämmande effekten varierade mellan de olika försöksplatserna. Fler undersökningar krävs för att användning av grüngödslingsgrödor ska bli en tillförlitlig metod för svampsanering.

Publikationer och övrig resultatförmedling till näringen

Resultaten från detta projekt kommer att publiceras i tidskriften Betodlaren i en artikelserie under 2009-10.

Resultaten kommer också att presenteras på NBRs vinter och sommarmöte för rådgivare och handel inom lantbruk. NBR håller också tillsammans med betodlarna odlarmöte för lantbrukare. Även där presenteras resultaten från detta projekt. Mötena hålls under januari-februari årligen.

Resulten kommer också att publiceras i vetenskaplig tidskrift. En till två artiklar planeras.

Referenser

- 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. and 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.
- Larsson, M. and Gerhardson, B. 1990. Isolates of *Phytophthora cryptogea* pathogenic to wheat and some other crop plants. *Journal of Phytopathology* 129:303-315
- Smolinska, U., Knudsen, G. R., Morra, M. J. and V. Borek 1997: Inhibition of *Aphanomyces euteiches* f.sp. *pisi* by volatiles produced by hydrolysis of *Brassica napus* seed meal, *Plant Disease* 81(3): 288-292.
- Windels, C. E. and C. A. Engelkes. 1995. A green oat crop affects the life cycle of *Aphanomyces cochlioides*, *J. of sugar beet res. and extension reports*, 26: 154 – 167.
- Windels, C. E. and D. J. Nabben-Schindler. 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.