

Sanering av betcystnematoder med resistent mellangrödor

Åsa Olsson, asa.olsson@nordicbeetresearch.nu

Inledning

Betcystnematoden (BCN), *Heterodera schachtii*, är en av de allvarligaste skadegörarna på sockerbetor i Sverige. Enligt inventeringar gjorda av NBR finns det nu nematoder i nästan hälften av alla betfält. Redan vid låga tätheter i marken, cirka 1–2 ägg och larver/g jord, minskar sockerskörden. Det är därför mycket viktigt för odlarna att genom provtagning kontrollera sina fält.

Under 2005 introducerades den första nematodtoleranta betsorten i praktisk odling i Sverige. Fördelen med nematodtoleranta betsorter är att de, trots att det finns nematoder i marken, bibehåller en hög skördenivå (Olsson 2004). En av nackdelarna är att antalet nematoder ökas upp, i genomsnitt över alla tätheter cirka 1,5 gånger. Uppförökningen är dock täthetsberoende och vid låga nematodtätheter är den på samma nivå som för en normalsort. Vid högre tätheter är uppförökningen lägre jämfört med den för en normalsort. På fält utan nematoder ligger skördenivån för Julietta strax under den för normala betsorter. De toleranta betsorterna ska därför endast odlas när det verkligen konstaterats att det finns nematoder i marken. Den inre betkvaliteten för Julietta är också sämre jämfört med den för en normal sort. På kort sikt ger toleranta betsorter nya möjligheter för odlare med nematodinfekterade fält att fortfarande ta normala till höga sockerskördar. På lång sikt kan dock ett ensidigt användande av toleranta sorter leda till en ökning av antalet nematoder i jorden. Vid nematodtätheter över cirka 9 ägg och larver/g jord (ä o l/g jord) börjar sockerskörden även för NT-sorterna att minska. Även sorter av normaltyp, men med något högre toleransnivå än normalsorter, s.k. nematode escapes (NE), har introducerats. Skördenivån för NE-sorter ligger på en nivå mellan normala sorter och NT-sorter på jordar med nematoder. Uppförökningen av nematoder är lika stor för NE-sorter som för sorter av normaltyp.

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

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

Oljerättika och vitsenap har flera andra egenskaper som kan påverka både miljön och våra jordars långsiktiga bördighet positivt. Förutom att sanera mot nematoder är de också effektiva kvävefångare. De tillför också organiskt material till jorden som på sikt kan bidra till ökade mullhalter. I Tyskland har man under flera år odlat nematodsanerande grödor som mellangrödor efter spannmål, inte bara för att kontrollera nematoder, utan även för att långsiktigt förbättra jordarnas bördighet (Kessel och Kynast, 2003). På ungefär 40 % av den tyska betarealen växer det en mellangröda (Kessel och Kynast, 2003).

Målet med projektet var att studera om resistent sorter av oljerättika och vitsenap gav tillräckligt bra sanering av nematoder i nordiskt klimat vid sådd som mellangrödor utan föregående djup bearbetning av jorden eller gödsling. I undersökningen har vi studerat: 1. Tillväxt och utveckling av mellangrödor sådda på hösten, 2. Den sanerande förmågan av vitsenap och oljerättika ur resistensklass 1 och 2 när de sås som mellangrödor under svenska klimatförhållanden, 3. Upptagningen av kväve hos oljerättika och vitsenap, samt 4. Effekten av mellangrödorna på tillväxt, utveckling och skörd av efterföljande sockerbetsgröda (normal respektive tolerant betsort).

Material och metoder

Under åren 2006–2008 lades två randomiserade blockförsök ut med fyra upprepningar ut per år. Förfrukterna var höstvet, korn eller ärtor. Försöksplanen visas i tabell 1 och försöksplatserna med sådatum m.m. i tabell 2.

Tabell 1. Försöksplan

Led	Mellan-gröda	Res. klass	Sort 2006	Sort 2007	Sort 2008	Betsort 07, 08, 09
1	Kontroll	-	-	-	-	Julietta
2	Oljerättika	1	Colonel	Colonel	Colonel	Julietta
3	Oljerättika	2	Cassius	Cassius	Cassius	Julietta
4	Vitsenap	1	Achilles	Achilles	Accent	Julietta
5	Vitsenap	2	Maxi	Maxi	Abraham	Julietta
6	Kontroll	-	-	-	-	Rasta
7	Oljerättika	1	Colonel	Colonel	Colonel	Rasta
8	Oljerättika	2	Cassius	Cassius	Cassius	Rasta
9	Vitsenap	1	Achilles	Achilles	Accent	Rasta
10	Vitsenap	2	Maxi	Maxi	Abraham	Rasta

Tabell 2. Försöksplatser

Plats	Anläggningsår	P _i medelvärde	Förfrukt	Sådd mellangrödor	Dagar över 9°C
Bramstorp	2006	2,6	Höstvet	10 augusti	64 (10/8–12/10)
Isie	2006	4,2	Ärtor	7 augusti	67 (7/8–12/10)
Borgeby	2007	8,4	Malkorn	14 augusti	58 (14/8–12/10)
Åkerslätt	2007	2,6	Höstvet	27 augusti	45 (27/8–12/10)
Södergård	2008	9,6	Vårkorn	15 augusti	58 (15/8–12/10)
Bramstorp	2008	6,4	Höstvet	11 augusti	51 (11/8–12/10)

Försöken mättes ut tidigt på våren i spannmålsgrödan alternativt ärtorna (mars–april, innan jordtemperaturen i marken överstigit 8°C). Parcellvis jordprov (30 stick, 1,5 kg jord) togs för analys av initiala nematodtättheter (P_{ii}). Proven analyserades vid Nematodlaboratoriet, SLU, Alnarp. Efter skörd av spannmålen såddes sedan oljerättika och vitsenap direkt i stubben utan någon föregående djup bearbetning av jorden. Grödorna gödslades inte. Vid avslutad tillväxt i oktober bedömdes marktäckning, höjd och biomassa hos grödorna. Samtidigt togs parcellvisa nematodprov, P_f . Följande vår togs återigen nematodprov precis innan sådd av betgrödan, P_i .

Strax innan plöjning av mellangrödorna i slutet av oktober klipptes all ovanjordisk växtmassa i en 0,1 m² stor ring per parcell. Grönmassan stoppades i förinvägda bomullssäckar som därefter lades till torkning i 70°C i tre dygn. Efter torkningen vägdes de ut. Påsarna skickades till Eurofins för bestämning av C och N enligt Dumas. Direkt efter provklippningarna togs mineralkväveprover ut i två skikt: 0–30, 30–60 cm. Sticken sattes i eller nära de provklippta ringarna. Led 2, 3, 7 och 8 slogs ihop (oljerättika) och led 4, 5, 9 och 10 slogs ihop (vitsenap). Proverna frystes och skickades väl förpackade till Eurofins.

Mängden kväve i ovanjordiskt växtmaterial i oktober räknades ut enligt: kg ts/ha * total N i % av ts. Mängden C i ovanjordiskt material räknades ut enligt: kg ts/ha * total C i % av ts. Potentiell nettomineralisering av N från ovanjordiskt växtmaterial nästföljande år beräknades genom att sätta humifieringskoefficienten till 0,26 och kvoten C/N till 10 för humus (Gunnarsson *et al.*, 2008, Kolenbrander, 1974), ovanjordiskt material i kg N/ha – (kg C/ha * 0,26/10). Mängden rötter mättes inte och mineraliseringen från rötterna beräknades inte.

För att studera kvävemineralisering i juni i betgrödan mättes två provrutor om 1 m² ut på två platser i parcellerna. N_{min} prover togs i två skikt: 0–30, 30–60 cm, sex stick per provruta, vilket blev tolv stick per parcell till ett prov. Alla betorna i var och en av de två rutorna om 1 m² plockades sedan upp. Blasten togs av och lades i vävpåse (båda rutorna till samma påse). Blasten vägdes och torkades sedan i tre dagar i 70°C och vägdes sedan ut. Påsarna skickades till Eurofins för analys av kväve enligt Dumas. Rötterna vägdes och torkades på samma sätt som blasten. Mängden kväve i ovanjordiskt material i juni räknades ut enligt: kg ts/ha * total N i % av ts. Mängden C i ovanjordiskt material räknades ut enligt: kg ts/ha * total C i % av ts. Mängden kväve i rötterna i juni räknades ut enligt: kg ts/ha * total N i % av ts. Mängden C i rötterna räknades ut enligt: kg ts/ha * total C i % av ts.

För samtliga platser beräknades antalet dagar med en medeltemperatur över 9°C från sådd av mellangrödorna till avslutad tillväxt i oktober. Temperatur hämtades från utplacerade väderstationer.

Alla variabler analyserades med Proc GLM i SAS, SAS institute Inc. Parvisa jämförelser gjordes med Fisher's protected LSD.

Resultat

Utvecklingen av mellangrödorna 2006 var mycket god på båda försöksplatserna (Bramstorp och Isie). I slutet av oktober var marktäckningen 100 % i alla parceller på båda platserna. I försöket i Isie, som såddes efter ärtor, var tillväxten särskilt bra. Oljerättikan uppnådde där en höjd på cirka 40 cm och vitsenapen över 50 cm. Mängden biomassa uppgick till mellan 2,4 och 3,8 ton ts/ha för oljerättika samt mellan 1,9 och 3,4 ton ts/ha för vitsenap. Antalet dagar över 9°C som uppmättes på försöksplatsen i Isie var 67 och på Bramstorp 64.

I försöket i Borgeby 2007 var marktäckningen för oljerättikan strax över 50 % och för vitsenapen mellan 65 och 92 %. Planthöjden för oljerättikan låg strax över 20 cm. Planthöjden för vitsenap var betydligt högre, för Achilles runt 40 cm och för Maxi cirka 60 cm. Mängden ts låg på cirka 2 ton/ha både för oljerättika och vitsenap (58 dagar över 9°C). Det försök som uppnådde lägst antal dagar över 9°C av samtliga sex försöksplatser var Åkerslätt 2007 med 45. Här var också ts-halterna bland de lägsta, cirka 1 ton/ha.

Etableringen och tillväxten av mellangrödorna 2008 blev något mer ojämn än tidigare år. Marktäckningen av oljerättikan låg i båda försöken (Södergård och Bramstorp) kring 50 % och för vitsenapen kring 70 %. Planthöjden för oljerättikan låg strax över 20 cm i båda försöken. Planthöjden för vitsenap var något högre, för Accent runt 40 cm på Bramstorp och för Abraham cirka 35 cm. Planthöjden, för både Accent och Abraham på Södergård, låg kring 30 cm. Mängden ts uppgick endast till cirka 1 ton/ha för både oljerättika och vitsenap på Bramstorp (51 dagar över 9°C), något mer på Södergård, cirka 1,5 ton/ha, (58 dagar över 9°C).

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

Försöket i Isie 2006 hade nematodtättheter som varierade från 0 till 21,8 ä o l/g jord. Mellangrödorna såddes tidigt, den 7 augusti, efter ärtor, och grödorna utvecklades mycket bra. I de parceller som hade utgångstätteter under 3,2 ä o l/g jord har antalet nematoder minskat i stort sett i alla parceller. Försöket på Bramstorp 2006 hade mycket ojämnt fördelade nematodtätteter i de olika parcellerna.

Analyserna av N_{min} i marken i oktober visade att det i kontrollen, som på alla platser utom en (svartträda efter ärtor) bestod av spannmålsstubb, fanns det i medeltal totalt 26,4 kg N/ha kvar i de översta 60 cm av jordprofilen, för vitsenap fanns det 18,3 och för oljerättika 14,9 kg (tabell 3). I medeltal över alla sex försöksplatserna fanns det lika mycket kväve i båda skikten, strax över 13 kg i båda.

När det gäller fördelningen av kväve i skikten efter oljerättika respektive vitsenap, var där på alla försöksplatserna mer kväve i 0–30 cm än i 30–60 cm.

På Bramstorp 2006 var fördelningen av kväve mellan skikten i kontrollen 8,9 (0–30 cm) respektive 11,7 kg (30–60 cm).

På Isie 2006 var fördelningen av kväve mellan skikten i kontrollen 13,8 kg (0–30 cm) respektive 30,8 kg (30–60 cm). För vitsenap var förhållandet det omvända, 28,5 kg (0–30 cm) och 9,2 kg N i (30–60 cm). För oljerättika fanns det 7,9 kg i 0–30 cm och 4,6 kg i 30–60 cm.

Tabell 3. Mängden totalkväve (Ammonium- och nitratkväve, kg/ha) i marken på olika djup, 0–30 cm och 30–60 cm i marken, vid avslutad tillväxt i oktober/november

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

Resultaten från analyserna av mineralisering i juni visas i tabell 4 - 6. Den totala biomassan (ts, kg/ha) av betorna i juni året efter mellangrödorna var något större där det växt en mellangröda (tabell 4) än i kontrollen. Det var i huvudsak mängden rötter som ökat. I marken var mängden kväve, i de översta 30 cm, högre där det växt en mellangröda jämfört med kontrollen. I skiktet 30–60 cm fanns det mindre kväve kvar där det växt en mellangröda jämfört med kontrollen (tabell 5).

Tabell 4. Mängd biomassa (ts, ton/ha) av betor i juni 2008. Medel över två försöksplatser (Åkerslätt och Borgeby)

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

Tabell 5. Kvävemängd (N_{min} , kg/ha) i jorden i juni 2008. Medel över två försöksplatser (Åkerslätt och Borgeby)

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

Tabell 6. Totala mängden kväve i hela betan samt i betan plus i jorden. Medel över två försöksplatser (Åkerslätt och Borgeby)

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

I tabell 6 visas summan av det kväve som fanns i marken i oktober plus beräknad mineralisering nästföljande år. Förutsatt att det inte sker någon urlakning under vintern, avser denna summa att avspegla nettoeffekten för odlaren. Resultaten visar på en negativ nettoeffekt, vilket stämmer överens med vad man kan förvänta på en icke urlakningskänslig jord och med en gröda som sockerbetor, som är effektiv på att hämta kväve från stora djup.

Plantantal och skörd

Den slutliga planträkningen visar endast på små skillnader i plantantal (genomsnitt över sex försök). Skillnaderna ligger främst mellan de två sorterna Julietta och Rasta. Julietta ligger strax över 90 000 plantor/ha och Rasta strax under. Det fanns inga skillnader som kunde kopplas till de olika mellangrödorna året innan.

På båda försöksplatserna 2007 var skörden högre efter Rasta än efter Julietta, trots att det fanns nematoder kvar i marken. För Rasta fanns det mellan 0,3 och 2,4 ägg och larver/g jord kvar i marken innan betsådd och för Julietta 0,4 till 2,3. Den genomsnittliga skörden (2 försöken 2007) för Julietta blev 13,82 ton socker/ha utan sanering och med sanering med oljerättika 14,17 och med vitsenap 14,24 ton/ha. Den genomsnittliga skörden (2 försöken 2006) för Rasta blev 15,82 ton socker/ha utan sanering och med sanering med oljerättika 15,19 och med vitsenap 15,48 ton/ha. Den troliga orsaken till den högre skörden för Rasta 2007 var den mycket regniga hösten som gjorde att betorna kunde kompensera för de skador som nematoderna gjorde. Övriga skördeår, 2008 och 2009, gav Julietta högre skörd än Rasta på samtliga fyra försöksplatser. Den genomsnittliga skörden (4 försök 2008-2009) för Julietta utan sanering blev 13,89 ton socker/ha och med sanering med oljerättika 14,68 och med vitsenap 13,82 ton/ha. Den genomsnittliga skörden (4 försök 2008-2009) för Rasta utan sanering blev 11,30 ton socker/ha och med sanering med oljerättika 11,94 och med vitsenap 12,58 ton/ha.

En slutsats från dessa försök är att saneringseffekten inte på någon av platserna blev tillräckligt stor för att tillåta odling av en normal betsort året efter. Den högre skörden för Rasta 2007 får tillskrivas vädret.

Diskussion

Detta projekt har visat att det är möjligt att aktivt reducera antalet betcystnematoder i jorden genom att odla sanerande mellangrödor. För bästa resultat ska grödorna sås så tidigt som möjligt för att uppnå en god tillväxt och god rotutveckling. Om man kan utnyttja kväve från huvudgrödan, t.ex. från ärtor, bidrar det också till en god utveckling av de sanerande

grödorna. Samtliga försök i denna serie har såtts utan föregående bearbetning av jorden. Fröna har myllats med på gården förekommande utrustning.

Den genomsnittliga saneringseffekten för Colonel i de svenska försöken blev 29 % och för Cassius 42 %, vilket är lägre än i tyska försök (Heinrichs, 1998), som såddes i slutet av juli och med grundbearbetning till 15 cm. För vitsenap i de svenska försöken blev den genomsnittliga saneringseffekten för Achilles/Accent 38 % och för Maxi/Abraham 46 %, vilket kan jämföras med strax över 50 %, som uppmättes i de tyska försöken. I det tyska fältförsöket 1997 provades två olika bearbetningsdjup (15 och 30 cm, sådd den 28/7) inför sådden av fyra sorter av oljerättika (Colonel och Final med resistensklass 1 samt Regresso och Arena med resistensklass 2) och två sorter av vitsenap (Silvester och Sirola, resistensklass 2) efter vinterkorn (Heinrichs, 1998). Resultaten visade att Colonel och Final reducerade nematodpopulationen med 81 % ($P_f/P_i = 0,19$, där P_f = den slutliga mängden nematoder och P_i = den initiala mängden nematoder) i den djupt bearbetade jorden. Vid den grundare bearbetningen försvann en del av oljerättikans effekt och nematodpopulationen reducerades med 61 % ($P_f/P_i = 0,39$). Saneringseffekten för vitsenap var generellt sämre än för oljerättika (Silvester 51 %, $P_f/P_i = 0,49$ och Sirola 55 %, $P_f/P_i = 0,45$) och bearbetningsdjupet hade inte någon effekt på reduceringsförmågan.

Etableringen av vitsenap förefaller, enligt både de tyska och svenska försöken, vara mer oberoende av föregående jordbearbetning än vad oljerättika är. Trots att de svenska försöken såddes cirka två veckor senare än de tyska, ligger ändå saneringseffekten relativt nära det som uppmättes i de tyska försöken.

En mellangröda behöver enligt tyska undersökningar minst 50 dagar med en genomsnittlig temperatur över 9°C (Lehrke 2000) för att få en god tillväxt. De försök som såddes den 7 och den 10 augusti 2006 (Isie och Bramstorp) utvecklades särskilt bra. De uppnådde 67 respektive 64 dagar över 9°C. Följande år, 2007, såddes de två försöken med 13 dagars mellanrum. Borgeby såddes den 14 augusti och Åkerslätt den 27 augusti, vilket resulterade i 58 respektive 45 dagar över 9°C. På Borgeby blev utvecklingen betydligt bättre än på Åkerslätt. Ts-halten låg på cirka 2 ton/ha på Borgeby, medan den på Åkerslätt endast låg strax över 1 ton/ha.

Sorter av oljerättika och vitsenap delas in i nio olika klasser efter deras förmåga att uppföröka nematoder, P_f/P_i , (Schlang, 2003). Klass 1 omfattar de sorter som har den lägsta uppförökningen, under 0,1. Klass 2 har en uppförökning på mellan 0,1 och 0,3. Det är endast sorter ur klass 1 och 2 som är användbara för nematodsanering (Schlathölter, 2002). Ur fältförsöken i denna serie går det inte att utröna om det är skillnader i saneringseffekt mellan sorter ur resistensklass 1 och 2 när de odlas praktiskt i fält. För oljerättika kan skönjas att Colonel, klass 1, ligger lite lägre än Cassius i saneringseffekt. Skillnaderna kan bero på flera orsaker, bl.a. skillnader i sortegenskaper som blomningsförmåga, tidig etableringsförmåga osv. Colonel är en sort som går tidigare i blom än Cassius, vilket var tydligt i försöken. När plantorna går upp i blom avtar den sanerande förmågan. Detta beror på att plantorna inte växer så mycket vegetativt och bildar nya rötter där nematoderna kan angripa. Larverna föredrar unga, nya rötter (pers. medd. S. Manduric). För svenska förhållanden kan det alltså vara av värde att välja sorter med egenskaper som gör att de passar i vårt klimat. En viktig faktor är då att välja en sort som går sent i blom, så att den sanerande tiden blir så lång som möjligt. Andra egenskaper, som påverkar vilken mellangröda man ska välja, är vilka andra grödor som odlas i växtföljden. Detta har betydelse ur ett sjukdomsperspektiv. Vitsenap är mottaglig för och uppförökar klumprotsjuka, vilket gör den olämplig i växtföljder som innehåller raps (pers. medd. A-C Wallenhammar). Där är oljerättika ett bättre alternativ, eftersom den är mer motståndskraftig.

Oljerättika och vitsenap är godkända som fånggrödor i Skåne. Detta innebär att de måste sås före den 20 augusti och att de inte får brukas ner före den 20 oktober. En av förutsättningarna i detta projekt var att införliva odlingen av dessa grödor med fånggrödestödet. Då mellangrödorna inte gödslades kunde därför även deras kväveupptagningsförmåga studeras. Analyserna av N_{\min} vid avslutad tillväxt i oktober visade att det fanns mer kväve i de översta 30 cm för oljerättika och vitsenap jämfört med kontrollen. I skiktet 30–60 cm så fanns det mindre kväve kvar efter oljerättika och vitsenap jämfört med kontrollen.

Mängden ts (kg/ha) varierade inte så mycket mellan kontrollen, oljerättika och vitsenap. Där emot var mängden ts i rötterna något större för både oljerättika och vitsenap jämfört med kontrollen. En växt som inte får tillräckligt med kväve reagerar med att bilda mer rötter, vilket stämmer överens med dessa resultat. För att en fånggröda ska kunna förhindra kvävelakning, är det viktigt att rotsystemet är djupt och kraftigt, för att kunna tömma jordprofilen. Den måste också ha tillräckligt mycket grönmassa som kan fungera som kväve-sink (Thorup-Kristensen, 2001). Thorup-Kristensen (2001) har vidare visat att det är i de djupare jordlagren (1,0–1,5 m) som de stora skillnaderna mellan olika fånggrödor finns i kväveupptagningsförmåga. Koncentrationen av nitratkväve i markvattnet på 1,0–1,5 m djup var utan en fånggröda 119 ug/l. Under italienskt rajgräs reducerades det till 61 ug/l och under oljerättika till 1,5 ug/l.

Våren efter saneringen med mellangrödorna såddes betor i samtliga försök. Under det första betåret, 2007, blev det oväntat högre skörd för normalsorten Rasta än för NT-sorten Julietta, trots förekomst av nematoder i marken. Den troligaste förklaringen är att det mycket regniga vädret, har gjort att betorna klarat att kompensera för de skador, som nematoderna orsakat. Följande betår, 2008 och 2009, bjöd på mer normalt väder och skörderesultaten för Julietta blev högre än för Rasta.

Inte på någon av de sex försöksplatserna reducerades antalet nematoder så mycket att en normal betsort kunde odlas året efter. Detta understryker vikten av att ha en långsiktig strategi för att kontrollera antalet nematoder på infekterade fält. En kombination av olika kontrollåtgärder (t.ex. längre växtföljd, upprepad sanering med mellangrödor samt omväxlande odling av betsorter med olika resistens- och toleransmekanismer) som regelbundet följs upp med jordprovtagning, utgör grunden för en uthållig odling med bibehållen skördenivå.

Saneringseffekten kan ytterligare förbättras om grödorna kan etableras efter någon form av jordbearbetning samt en startgiva av kväve.

Tabell 7. Skörderesultat. Medelvärde över fyra försök 2008–2009 (Borgeby, Åkerslätt, Bramstorp och Södergård)

	Mellangröda	Betsort	Plant- antal 1000/ha	Renvikt ton/ha	Socker %		Rel. Tal	Blåtal	K+Na	Renhet %
1	Kontroll	Julietta	91,0	74,38	18,64	13,89	100	12	3,48	93,11
2	Oljerättika 1	Julietta	92,5	78,93	18,63	14,69	106	12	3,52	92,87
3	Oljerättika 2	Julietta	92,2	77,66	18,88	14,67	106	13	3,48	92,96
4	Vitsenap 1	Julietta	92,1	73,25	18,83	13,79	99	11	3,31	93,29
5	Vitsenap 2	Julietta	92,7	73,83	18,82	13,85	100	11	3,32	93,13
6	Kontroll	Rasta	88,9	63,59	17,71	11,30	81	6	2,74	91,64
7	Oljerättika 1	Rasta	86,8	66,12	17,88	11,82	85	6	2,73	91,78
8	Oljerättika 2	Rasta	89,1	67,19	17,91	12,05	87	6	2,72	92,09
9	Vitsenap 1	Rasta	89,0	68,22	17,92	12,26	88	5	2,67	92,26
10	Vitsenap 2	Rasta	89,0	71,78	18,01	12,89	93	6	2,70	92,62
	R ²		67,8	66,35	98,28	78,39		85,6	97,5	71,70
	LSD		3,8	7,29	0,25	1,36		3,2	0,1	0,77
	Prob		0,0354	0,0022	0,0000	0,0001		0,0000	0,0000	0,0005

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.
- Heinrichs, C. 1998. Zwischenfruchtanbau. *Zuckerrübe* 47: 204–205.
- Kessel, R. och Kynast, N. 2003. Zwischenfruchtanbau Baustein der Fruchtfolge. *Zuckerrübe* 4: 184–185.
- Kolenbrander, G. J. 1974. Efficiency of organic manure in increasing soil organic matter content. *Transactions, 10th International Congress of Soil Science, II:* 129–136.
- Lehrke, U. 2000. Frühe Ernte schafft optimale Voraussetzungen für den Zwischenfruchtanbau. *Zuckerrübe* 49(4): 204–207.
- Olsson, R. 2004. Nytt vapen mot nematoder. *Betodlaren* 4: 44–47.
- Olsson, Å. 2005. Distribution of the sugar beet cyst nematode (*Heterodera schachtii*) in a highly infested field in the south of Sweden. 68th Congress of the IIRB, 20-23 June 2005. Maastricht, Netherlands.
- Schlang, J. 2003. Vertrauen ist gut... Wer überprüft die nematodenreduzierende Wirkung der Zwischenfrucht-saat? *Die Zuckerrüben Zeitung* 4: 16.
- Schlathölter, M. 2002. Zwischenfrüchte gezielt einsetzen. Grünbrache zur Nematodenbekämpfung nutzen. *Die Zuckerrüben Zeitung* 1: 10.
- Thorup-Kristensen, K. 2001. Are differences in root growth of nitrogen catch crops important for their ability to reduce soil nitrate-N content, and how can this be measured? *Plant and soil* 230:185–195.
- Kristensen, H. L. och K. Thorup-Kristensen. 2004. Root growth and nitrat uptake of three different catch crops in deep soil layers. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68: 529–537.
- Windt, A. and H-J Koch. 1998. Nematodenresistente Zwischenfrüchte, Anbau unter Berücksichtigung der Bodentemperatur. *Zuckerrübe* 47(5): 278–279.

Publikationer

Resultaten kommer att publiceras i artiklar i tidskriften *Betodlaren*.
Resultaten har presenterats på arbetsgruppsmöte inom IIRB "Nematodgruppen".
Artikel för vetenskaplig publicering planeras.

Övrig resultatförmedling till näringen

Resultaten har fortlöpande presenterats på NBR:s sommar- respektive vintermöte för rådgivare, handel, försöksvärdar och lantbrukare.