

Slutrapport för SLF- H1044234

Utveckling av beslutsstöd för växtföljdsplanering i sockerbetsproduktionen

Ann-Charlotte Wallenhammar, Jens Levenfors och Zahra Omer, HS Konsult AB
e-post: Ann-Charlotte.Wallenhammar@hushallningssallskapet.se

1. Bakgrund

Risken för angrepp av betsystematoden, BCN, *Heterodera schachtii Schmidt* har ökat i den svenska sockerbetsodlingen under de senaste åren. Detta beror på varmare somrar, ökad areal raps och övergång till treårig växtföljd (Andersson, 1999). BCN förekommer i hela området aktuellt för betodling, men framför allt längs kusten i Skåne (Andersson & Landquist, 1997). Angrepp av BCN kan orsaka allvarliga ekonomiska förluster, särskilt vid höga populationer (Griffin, 1981) och när mottagliga sockerbetsorter odlas. Under sådana förhållanden, kan sockerskörden minskas till under sju ton per hektar. I danska försök beräknas skördeförluster på upp till 50 % när normala icke-toleranta sockerbetsorter odlades i BCN- infekterade jordar). Skördeförlust på 80 % vid en täthet av 64 ägg/ g jord i sina undersökningar rapporteras av Greco *et al.*, (1982).

Odling av sockerbetor i Sverige följer ett antal krav och riktlinjer. Exempelvis kan frekvensen av sockerbetor i växtföljden inte vara högre än vart tredje år och vart fjärde år om raps ingår. I vissa länder kan sockerbetsodlare välja mellan växtföljder med icke-värdväxter eller att använda kemikalier för att odla sockerbetor i nematodinfekterade jordar. I Sverige finns det inga kemikalier som är godkända för användning mot BCN. En integrerad växtskyddsstrategi i form av odling av toleranta sorter, anpassad växtföljd, samt till viss del odling av nematodresistenta mellangrödor tillämpas istället. Denna strategi är i stort sett överens med EU-direktivet som främjar genomförandet av integrerat växtskydd i EU-medlemsländerna år 2014. I detta direktiv, anges växtföljd som en av de första bekämpningsåtgärderna för att förebygga och/ eller att minska infektion av skadeinsekter, ogräs och jordburna patogener. Planering av hållbara växtföljder för att undvika infektion med skadegörare och patogener är därför avgörande. Kunskap om känsligheten hos olika sorter av sockerbetor och förmågan hos vissa resistenta sorter av mellangrödor att minska BCN populationen, är tillgänglig genom årliga tester i fältförsök. Däremot är en samling av dessa uppgifter till ett praktiskt verktyg för att undvika risken för angrepp av BCN i samband med växtföljden en svår uppgift för både sockerbetsodlare och rådgivare.

Beslutsstödsystem (BSS) är verktyg som hjälper användaren att ta ett beslut baserat på relevant information och analyser. Det finns ett flertal BSS som används för växtodlingsplanering. "ROTAT", som utvecklats i Nederländerna av Dogliotti *et al.* (2003), används för växtföljdsplanering. Videncentret för Landbrug i Danmark har en databas där möjlighet finns att söka på sorter och sortegenskaper (<http://www.sortinfo.dk>). BSS betraktas allmänt som lättillgängliga för användaren (tillgängligt på Internet), har låga driftskostnader och lätta att uppdatera med dagsaktuell information.

Syftet med detta projekt var att utveckla ett webbaserat beslutsstödsystem för planering av hållbara växtföljder i sockerbetsproduktionen, riktat till sockerbetsodlare, rådgivare, industri och myndigheter. BCN-Watch har utvecklats i samarbete med erfarna och meriterade forskare samt erfarna och yrkeskunniga representanter för näringen som arbetar inom områdena nematologi eller sockerbetsproduktion. BCN-Watch ger ett underlag för en lönsam produktion av sockerbetor och tillåter användare att testa och jämföra olika scenarier för att uppskatta

risker i form av skördeförstäm och populationsutveckling genom hela växtföljden. Modellen bygger på befintlig information i litteraturen om sockerbetsorter, mellangrödor och andra grödor förmåga att öka eller minska BCN population. Måtsättningen med BCN-Watch är att ge ett underlag för att diskutera frågorna: i) Hur påverkar en vald växtföljd BCN_ populationen och skörd av sockerbeter? ii) Hur många år krävs odling av omväxlingsgrödor efter given sort för att nå toleransnivån för given sort? iii) Vilka sorter kan odlas efter givet antal år med omväxlingsgrödor på grundval av årets sortval och sorternas toleransnivåer? Indata till BCN-Watch är värden från nematodanalys (P_i), växtföljd, sockerbetsort och förväntat pris för sockerskörden.

2. Material och metoder

2.1. Byggande av databas

Databasens innehåll anpassades efter de modeller som hämtats från litteraturen och anpassats till syftet för projektet. Databasen består av tabeller som behandlar sort- och grödegenskaper. Grödor som betraktas som icke-värdväxter går under samlingsbegreppet "övrigt" i BCN-Watch. Värdena för de olika egenskaperna kan hämtas från publicerade försöksresultat och uppdateras.

2.2. Modellering

De modeller som ligger till grund för BCN-Watch baseras till stor del på arbeten av Burt *et al.* (1996) och Seinhorst (1965). Populationen, P , följer exponentiell tillväxt där m är tiden i varandra följande säsonger, P_i är nematodpopulationen vid start och S är en tilläggfaktor som representerar odling av icke-värdväxter. Tiden, m , representerar hela odlingssäsonger och är en diskret variabel som endast kan anta heltal i modellen.

$$\text{Ekv 1:} \quad P_{(m)} = P_i \cdot S^m \quad (\text{Burt } et al. \text{ 1996})$$

När sockerbeter odlas uppförkas populationen, slutnivån bestäms av P_i och sortens förmåga att uppförka nematodpopulationen, RF -värde.

$$\text{Ekv 2a:} \quad P_{(m)} = P_i \cdot RF_{sort} \cdot S^m$$

Populationen minskar mer första säsongen efter odling av sockerbeter än efterföljande säsonger (Stig Andersson, pers. komm). Efter samråd med referensgruppen så har vi kvantifierat denna faktor, här kallad "A", till 0,7. Vi valde värdet 0,7 på grundval av fältstudier i södra Sverige (Andersson 2005).

$$\text{Ekv 3a:} \quad P_{(m)} = P_i \cdot RF_{sort} \cdot A \cdot S^{m-1}$$

Vid växtföljdsplanering är en central frågeställning hur många säsonger, m , det dröjer tills den beräknade populationen nått toleransnivån för en viss sort. Antal säsonger kan beräknas enligt modellerna ovan och där man ersätter beräknad population P med toleransgränsen för aktuell sort, T_{sort} . I fall man vill räkna med större populationsminskning året efter sockerbeter (A) i växtföljden så beräknas antal säsonger, m , enligt ekv. 3b.

$$\text{Ekv 2b:} \quad m = \frac{\log(T_{sort}) - \log(P_i \cdot RF)}{\log(S)}$$

$$\text{Ekv 3b} \quad m = 1 + \left(\frac{\log(T_{\text{sort}}) - \log(P_i \cdot RF \cdot A)}{\log(S)} \right)$$

I BCN-Watch finns möjlighet att välja vilken av ovanstående beräkningsmetoder som ska användas. Genom att ange hur många år av icke-värdväxter i BCN-Watch genereras en tabell med information vilka sorter som motsvarar kraven.

Seinhorst (1965) beskrev populationens påverkan på skörden genom en exponentiell funktion där Y är relativ skörd som funktion av P_i (Ekv. 4a och 4b). Basen, Z , ($0 < Z < 1$) representerar ett mått på patogeniteten och T är sortens toleransnivå. Nematodtätheten påverkar skördenivån tills en miniminivå som bestäms av en faktor, min , så att minimiskörden motsvarar $(min \cdot Y)$ (ekv. 4c). Värdet, Y , multipliceras sedan med en idealskörd representativ för aktuell sort, $Y(T)$, för att få en beräknad skörd med hänsyn till förluster orsakad av nematodskador. Skördeförlusten, orsakad av nematodskador, kan beräknas enligt ekv. 4d nedan.

$$\text{Ekv. 4a} \quad Y(P_i) = Z^{(P_i - T)} \quad P_i > T$$

$$\text{Ekv 4b} \quad Y(P_i) = 1 \quad P_i \leq T$$

$$\text{Ekv 4c} \quad (\min \cdot Y) \quad \text{minimiskörd vid höga populationstätheter}$$

$$\text{Ekv 4d} \quad Y(T) - Y(P_i)$$

Socketbetssorternas förmåga att uppföröka populationen, RF -värdet kan antingen betraktas som oberoende eller som beroende av P_i -värdet i BCN-Watch. I den litteratur som vi studerat är ett beroende RF -värde mest förekommande. RF -värdet för aktuell sort minskar med ökande P_i -värde. I BCN-Watch så har följande samband använts vid beräkning av RF -värdet:

$$\text{Ekv 5} \quad RF(P_i) = RF_{\max} \cdot e^{(-k \cdot P_i)} \quad RF(P_i) \geq 1$$

Modellen tar inte hänsyn till nematodernas livscykel, resurser i rhizosfären och *carrying capacity* men fördelen med denna modell är att det är enkelt att bestämma ett k -värde och ett RF_{\max} -värde för aktuella sorter genom fältförsök eller växthusförsök.

3. Resultat

3.1. Hur påverkar en vald växtföljd BCN populationen?

BCN-Watch genererar ett svar i form av ett diagram där växtföljden redovisas samt beräknade populationer och skördeförlost orsakade av BCN. Vidare redovisas en ekonomisk beräkning av skördeförlost för säsongerna med sockerbetor (Fig. 3).

3.2. Hur många år krävs odling av omväxlingsgrödor efter given sort för att nå toleransnivån för given sort?

Vid odling av icke-värdväxter antas populationsminskningen ske exponentiellt. Användaren kan välja om populationsförändringen ska ske exponentiellt från första året (Burt 1996) eller med större förändring första året efter sockerbetor (Andersson 2005). I exemplet nedan (Fig. 1) beräknas populationen understiga toleransnivån för vald sort år 5 efter sockerbetsodlingen.

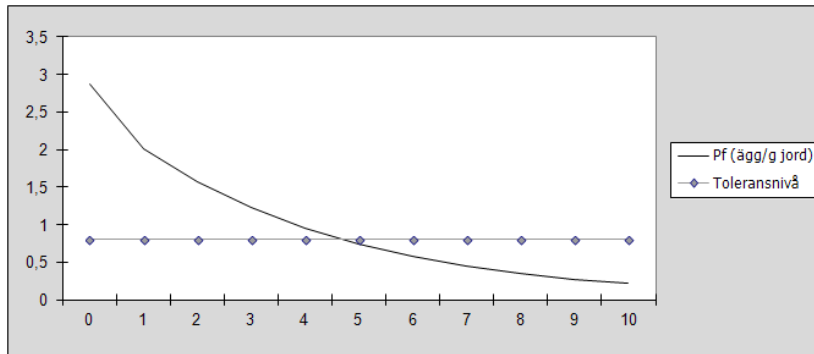


Fig 1. Populationsförändring som funktion av antal år med icke-värdväxter efter sockerbetsodling år 0. $P_i=2$, $RF_{sort}(P_i)=1,44$, $A=0,7$, $S=0,78$.

3.3. Vilka sorter kan jag odla efter givet antal år med omväxlingsgrödor på grundval av årets sortval och sorternas toleransnivåer?

Det är sällsynt med fasta växtföljder på ett fält under svenska förhållanden. Denna frågeställning tar dock upp ett exempel där odlaren planerar för en växtföljds cykel och börjar med en bestämd sockerbetsort. Har man bestämt antal år med icke-värdväxter och eventuell sanerande mellangröda före nästa odling av sockerbetar så är det möjligt att få fram ett urval av sorter som är möjliga att odla vid nästa odlingstillfälle med avseende på toleransnivå. Exemplet i figur 2 visar utdrag där möjliga sorter anges efter fyra års uppehåll efter odling av sorten "Frazze" och där $P_i=1$. Vi har i dagsläget inte tillgång till säkra indata för alla aktuella sorter, därför avvaktar vi publicering av denna funktion.

nr	Sort	RF	m	T	Z	Y vid T
2	Alexina	4,2	0,79	1,3	0,98	13
3	Barents	2,9	0,79	1,3	0,98	13,6
4	Cactus	4,2	0,79	1,8	0,98	13
5	Corvinia	3,3	0,79	0,5	0,98	14,4
6	Frazze	2,9	0,79	0,8	0,98	14,1
7	Lombok	4,2	0,79	0,9	0,98	13,6
8	Mixer	2,9	0,79	1,3	0,98	13,6
9	Nexus	5,0	0,79	2	0,98	13,5
10	Rosalinda	3,5	0,79	0,5	0,98	14,1
11	Stinger	2,9	0,79	1,3	0,98	14
12	SY Muse	2,9	0,79	0,9	0,98	14,2

Fig. 2: Sorter markerade i fetstil är möjliga att odla med avseende på toleransnivå efter visst antal år med icke-värdväxter efter sockerbetar.

3.4. Några exempel på analysresultat

I figur 3 visas resultat från analys i beslutsstödssystemet. En växtföljd där spannmål och sockerbetar odlas (Fig. 3A), och två exempel där raps och spannmål ingår (Fig. 3B-C). I exemplet räknar vi på sorten Mixer och ett analysvärde på 2 ägg per gram jord inför sockerbetsodlingen första året. Skördevärdet är satt till 1 000 kr per ton. P_i -känsliga RF -värdena förutsätts vara beroende av P_i -värden för respektive säsong används.

I räkneexemplet med spannmål som avbrottsgrödor och förutsättningarna beskrivna ovan tenderar BCN-populationen att öka mellan växtföljds cyklerna (Fig. 3A). Skördeförlusten beräknas här till att öka från 200 kr per hektar till 350 kr per hektar. Med raps i växtföljden så beräknas BCN-populationen öka mellan växtföljds cyklerna i större utsträckning eftersom rapsen uppförökar BCN-populationen i marken. Skördeförlusten beräknas här från 200 kr till 600 kr per hektar (Fig. 3B). Genom odling av en sanerande mellangröda, i detta fall oljerättika kan ökande skördeförlost i växtföljden med raps minimeras (Fig 3C). Görs beräkningen med konstanta RF -värden blir resultatet en kraftig uppförökning av BCN-populationen i

samtliga exempel. Figur 4 nedan visar ett exempel från en beräkning av nematodpopulationen i en växtföljd med spannmål och sockerbetsväxtföljd i programmet "Nemaplot" (http://www.nemaplot.de/Applet/plotnema_eng.html). En jämförelse mellan "Nemaplot" och BCN-Watch visar att beräkningarna av nematodpopulationen i båda programmen ger ungefär samma resultat.

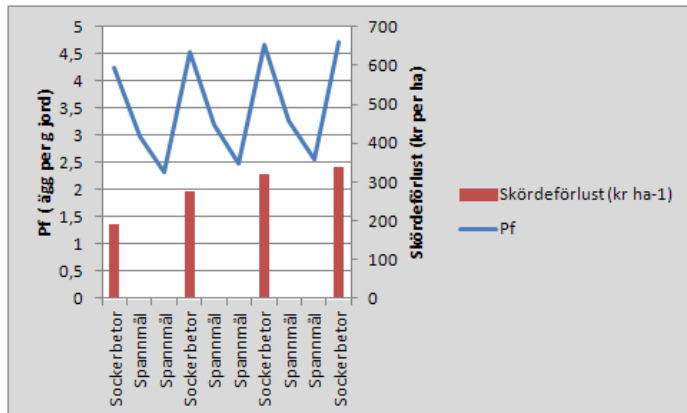


Fig 3A. Utveckling av BCN populationen i växtföljd med spannmål. Linje visar beräknad utveckling av BCN-populationen. Staplar visar beräknad skördeförlust i sockerbetor som orsakats av BCN.

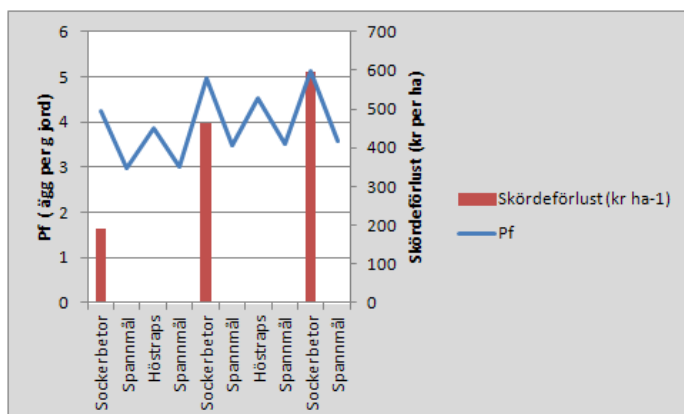


Fig 3B. Utveckling av BCN populationen i växtföljd med raps. Linje visar beräknad utveckling av BCN-populationen. Staplar visar beräknad skördeförlust i sockerbetor som orsakats av BCN.

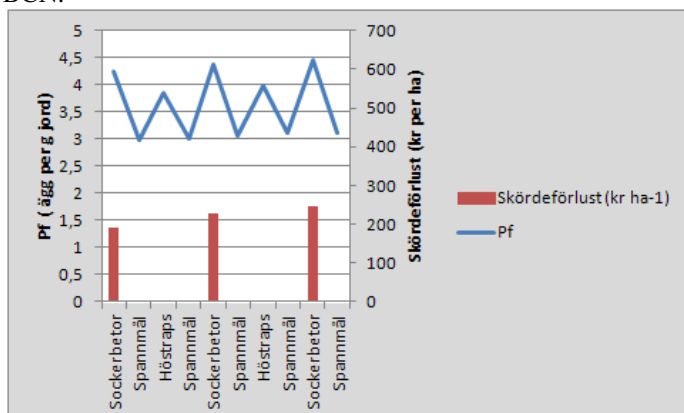


Fig 3C. Utveckling av BCN populationen i växtföljd med raps. En sanerande mellangröda odlas före andra och tredje sockerbetsomloppet. Linje visar beräknad utveckling av BCN-populationen. Staplar visar beräknad skördeförlust i sockerbetor som orsakats av BCN.

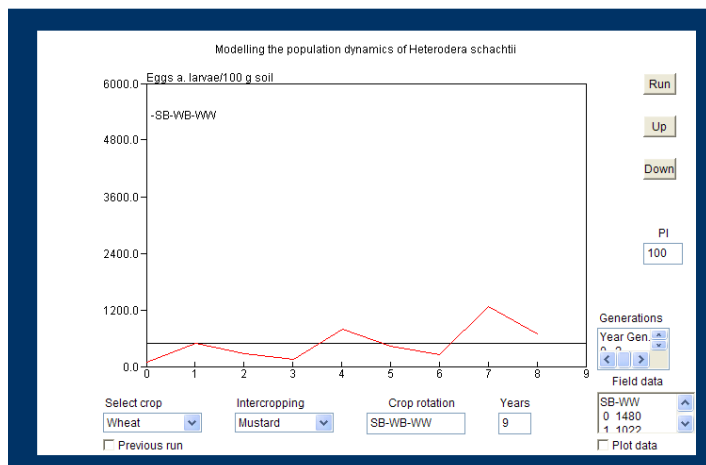


Fig 4. Exempel på beräkning av BCN population i en växtföljd med spannmål i det webbaserade programmet "Nemaplot".

4. Diskussion

4.1. Utformning av modell till beslutsstödsystemet BCN-Watch

Alternativt till att producera egna försöksdata så har vi inriktat oss på att gå igenom och använda redan publicerade data, knyta specialistkompetens samt data utifrån för att nå målet i projektet. Eftersom BCN-Watch inte använder någon statistisk modell så görs ingen hypotesprövning, en modell är egentligen både sann och falsk, därför kan inte resultatet från BCN-Watch knytas till en speciell plats/fält eller tillfälle. Istället ger BCN-Watch ett underlag för en diskussion om växtföljdens effekter på BCN-populationen och dess skördepåverkan på sockerbetor.

Målsättningen har varit att skapa en modell som ger relevant information för att besvara de frågeställningar vi satt upp samtidigt som det ska vara enkelt och kräva så lite information som möjligt för att ta fram indata till modellen. Det har ändå varit svårt att få fram komplett och dagsaktuell information, därför kommer fortlöpande korrigeringar och uppdateringar av materialet att behöva göras. För framtida utveckling av BSS och prognosmodeller för växtskadegörare krävs uppbyggnad av infrastruktur och försöksupplägg anpassade för detta. Detta behöver inte bli överdrivet kostsamt med modern teknik. Sådan infrastruktur kan bestå av rapporter från väderstationer, sporfällor, regn- solinstrålnings- temperatur- och luftfuktighetsmätare på fältnivå (Koch *et al.* 2007).

4.2. Behandling av RF -värden i modellen

Den slutliga populationstätheten P_f är beroende av initiala populationstätheten P_i (Schmidt *et al.* 1993). Detta innebär att överlevnadskvoten är beroende av P_i . I "BCN-Watch" är det möjligt att välja mellan att använda konstanta RF -värden eller RF -värden som beroende av P_i -värdet. Anledningen till valmöjligheten är att dessa två sätt att betrakta RF -värdet förekommer i litteraturen, även om det P_i beroende RF -värdet överväger. Dataunderlaget för att använda P_i -känsliga RF -värden i denna studie är svagt och bör kompletteras genom försök för att ge en säkrare beräkningsgrund. I nematodens livscykel är det fasen med fria juveniler i jorden som är det känsliga steget som kan påverkas av populationstätheten. Efter att juvenilerna penetrerat roten på en värdväxt och blivit aduler är de inte lika påverkade av populationstätheten (Ohnesorge 1991; Schmidt m.fl. 1993).

Liksom i andra ekologiska sammanhang är tillväxtförmågan täthetsberoende, en exponentiell uppförökning av populationen kan inte ske hur långt som helst. Tillväxttakten begränsas av till utrymme och resurser. Populationen närmar sig en gräns där resurserna inte räcker för ytterligare *carrying capacity*. En vanlig modell i ekologiska sammanhang är logistisk tillväxt över tiden t , vilket innebär att tillväxten påverkas och begränsas av tillgängliga resurser. När livsbetingelserna förstörs på grund av hög populationstäthet så minskar populationen. Det finns alternativa tillväxtmodeller som anpassats till nematoder och tar hänsyn till rotskador mm. e.g. Seinhorst (1967), Jones & Perry (1978). I BCN-Watch har vi valt en modell enligt formen för första ordningens kinetik (Ekv. 5) eftersom det är enkelt att få fram data till ingående parametrar från försök (k -värde och RF_{max}) och inte behöver hantera parametrar som rotskador, *carrying capacity* mm. Våra försöksdata med sockerbetsorter från pågående SLF-finansierat projekt (H1144237) visar mycket god korrelation ($r^2 > 0,8$) med denna typ av modell (opublicerade data). Modellen överensstämmer också väl med redan publicerade data (Olsson 2011). k -värdet (ekv. 5) för en sort eller gruppering av sorter kan bestämmas genom fältförsök eller försök i krukor i växthus där RF -värdet bestäms genom beräkning av nematodtäthet före sådd och efter skörd (Hansen m.fl. 2010; Fatemy m.fl. 2007). För en empirisk bestämning av k -värde bör ett RF -värde beräknas för vardera tre P_i -värden. För bestämning av RF_{max} så har vi hämtat och sammanställt RF -värden ur ett flertal källor, Hansen *et al.* (2010), Landwirtschaftlicher Informationsdienst Zuckerrübe (LIZ) <http://www.liz.de> m.fl. Aktuella sorter med tillhörande RF -värden har sökts och uppdaterats löpande under projektets gång.

4.3. Behandling av toleransnivåer i modellen

Toleransnivå (T) innebär att nematodpopulationen inte orsakar skördeförlust upp till en viss gräns, T (Seinhorst 1965). I litteraturen förekommer olika förslag till toleransnivå för BCN. Seinhorst (1965) diskuterar populationsnivåer kring 20 ägg per gram jord. Fatemy *et al.* (2007) och Greco *et al.* (1982) diskuterar nivåer mellan 0,5 och 4 ägg per gram jord från studier i fält och krukförsök. För svenska förhållanden rapporteras värden på 1-2 larver per gram jord (Olsson 2009) samt värden på ca 0,3 ägg per gram jord (Andersson Stig 2013, pers. komm). I vår modell har vi valt att använda sorts specifika T -värden för att visa på sortvalets betydelse för skördeföruster. BCN-Watch gör det enkelt att snabbt få en överblick vad olika rekommendationer för T får för konsekvenser för växtföljd och skörd. Resistent sockerbetsorter utvecklades och kom ut på marknaden i Europa i mitten av 1990-talet då sorter som NemaKill, Evasion och Nematop introducerades i Frankrike och Tyskland under åren 1996 till 1998, Schlang (1999), Smith m.fl. (2004).

4.4. Sanerande mellangrödor

Sanerande mellangrödor går att använda som parameter i BCN-Watch, dock endast året före sockerbetsodling. Sanerande mellangrödor delas in i klasser efter hur effektivt nematodpopulationen saneras. I Tyskland (Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, BBA) delas saneringseffekten i en 4-gradig skala, från högst till lägst saneringseffekt, "klass 1", "klass 2", "klass 3" samt "mottaglig". Sorter med RF -värden lägre än 0,5 betraktas som resistent. Analogt med sockerbetsorter kan de sanerande mellangrödornas RF -värden betraktas som beroende av P_i och förhållandet beskrevs genom en potensfunktion där Smith m.fl. (2004) studerat olika sorter av vitsenap och åkerrättika. För effektiv sanering ska sådden ske tidigt för att ge ordentlig rottillväxt i fält innan mellangrödan bryts. Den sanerande förmågan är som störst innan plantan går i blom (Betodlaren, anonym, 2007). Vi har inte funnit underlag för att använda P_i beroende RF -värden för sanerande mellangrödor, därför har sådana inte implementerats i vår modell. Konstanta RF -värden riskerar dock att överskatta effekten av sanerande mellangröda.

4.5. BCN-Watch i förhållande till andra verktyg och beräkning av skördeförlust

Beräkningarna av skördeföruster i BCN-Watch verkar mer konservativa utifrån de data vi har tillgängliga, jämfört med studier i andra länder där större skördepåverkan redovisas (Greco *et al.* 1982; Olsson 2011). Orsaken till detta kan vara skillnad i klimat, växtföljd och sortmaterial. Försöksdata från experiment med cystnematoder kan visa mycket stor variation i mätningar av uppförökningsförmåga, en tiofaldig variation i mätning på en mottaglig sort kan noteras i försök (Been & Schomaker, 1998). Detta är naturligtvis någonting som belastar en statistisk modell och i förlängningen även denna dynamiska modell.

Schmidt *et al.* (1993) utvecklade en modell "Nemaplot" för att förutsäga nematodpopulationen i växtföljder där sockerbeter odlades. Modellen finns publicerad på Internet: http://www.nemaplot.de/Applet/plotnema_eng.html. Frågeställningen är parallell med BCN-Watch. Det finns dock skillnader i modellernas egenskaper. Nemaplot har högre upplösnings- eller integrationsnivå än BCN-Watch. Nemaplot tar hänsyn till de olika stegen i livscykeln och sannolikhet för äggkläckning, rot penetration, bildande av adulter och fertilitet bedöms. Vissa av dessa egenskaper är dessutom täthetsberoende. Detta gör att Nemaplot arbetar på individnivå och inom tidsintervall som bör handla om veckor. BCN-Watch grundar sig på en modell med lägre integrationsnivå. Modellen i BCN-Watch tar hänsyn till populationsutvecklingen från före odling (P_i) till efter skörd (P_f), dvs. en säsong. BCN-Watch hanterar inte olika scenarier där miljön ger upphov till olika antal generationer per år. Detta finns istället inbyggt i sorternas RF -värden.

4.6. BCN-Watch som verktyg i integrerad bekämpning av jordburna sjukdomar

Fokus har varit att ta fram ett verktyg för att visa växtföljdens roll vid integrerad bekämpning av jordburna skadegörare. De åtgärder man kan använda, vid sidan av odlingsfrekvens av värdväxt är fältval, sortval och att införa mellangrödor i växtföljden. Avsikten är att studera en tidsperiod på ungefär tio år eller ca tre växtföljdscykler. I projektet har vi valt att fokusera på växtföljd och sortegenskaper. Att införa ett BSS som verktyg i en rådgivningstjänst möjliggör en objektiv utvärdering av kvalitén på rådgivningstjänsten i efterhand. På så sätt kan verktyget bidra till att utveckla rådgivningstjänsten.

De växtföljder som är vanligt förekommande under svenska förhållanden är sockerbeter med avbrott för två säsonger med spannmål eller där uppehållet är tre säsonger med korn, höstraps som följs av höstvetete. Frekvens av värdväxter, sanerande grödor samt miljöfaktorer påverkar populationen av skadegörare på en given plats.

Olika bekämpningsmetoder i form av inducerad kläckning, inblandning av organiskt material, fånggrödor mm har provats men de enda verktyg som visat sig lovande, vid sidan av jordpesticider, är användning av hållbar växtföljd och utveckling av resistent sorter (Been & Schomaker, 1998). En hållbar växtföljd kan här definieras som en växtföljd där en mottaglig sort/gröda ingår på ett sådant sätt så att skadegöraren inte uppförökas till toleransnivån för nästkommande odling av mottaglig gröda/sort. BCN-Watch fokuserar på växtföljd och sortval och kan därför bli ett viktigt verktyg i integrerad bekämpning av BCN och därmed ett bidra till ett hållbart odlingsystem.

5. Publikationer

Levenfors, J, Omer, Z. & Wallenhammar A-C. Development of a decision support system for crop rotation planning in sugar beet production. European Journal of Plant Pathology (Manuskript)

Levenfors, J., Omer, Z. och Wallenhammar, A-C. 2013. BCN-Watch- beslutsstöd för växtföljdsplanering i sockerbetsproduktionen. Betodlaren (planerad utgivning december)

6. Slutsatser

BCN-Watch gör det enkelt att påvisa hur ändringar i råd och rekommendationer till odlare bör påverka konsekvenser i olika situationer Resultaten från inledande tester med BCN-Watch visar stor skillnad avseende förväntad sockerbetsskörd, populationsutveckling och ekonomiskt utfall i sockerbetsodlingen mellan olika realistiska scenarier .Att implementera BSS i rådgivningen möjliggör utvärdering av rådgivningsverksamhetens kvalitet.

7. Resultatförmedling

BCN-Watch har funnits publicerat på Internet som en MS Excelfil sedan december 2012. Ytterligare, kommer en fristående version publiceras på Internet. BCN-Watch finns på: <http://hs-konsult.hush.se/?p=10746>. BCN-Watch har utformats så att det finns möjlighet att uppdatera BSS med aktuell sortinformation. BCN-Watch demonstrerades för rådgivare vid ett rådgivarmöte vid Hushållningssällskapet i Malmöhus den 22 januari 2013. En direktkontakt till sockerbetsodlarna och branschen i övrigt kommer att etableras genom en artikel i tidskriften "Betodlaren" för publicering i slutet av 2013. Artikel planeras i Arvensis 2014. Presentation av BCN-Watch planeras på Betodlarnas årsmöte samt på Växjö-möte 2014.

Acknowledgments

Stort Tack till **Åsa Olsson** och **Robert Olsson** vid NBR samt Prof. **Stig Andersson** för värdefull rådgivning och stöd till detta arbete.

8. Litteratur

Andersson, Stig. 2005. Betcystnematod. Faktablad om Växtskydd, Jordbruk. SLU Faktabladsserie 124 J.

Andersson, S. & Landquist, B. 1997. Inventering av nematoder. Betodlaren (1), 54-56.

Been, T.H., Schomaker, C.H. 1998. Quantitative studies on the management of potato cyst nematodes (*Globodera* spp) in The Netherlands. Doktorsavhandling. Landbouwniversiteit Wageningen, Holland.

Betodlaren 2007. Anonym. Nedbrukning av mellangrödan. Betodlaren Juni 2007 34-35.

Burt, O.R and Ferris, H. 1996. Sequential for managing nematodes with crop rotations. Journal of Nematology 28 457-474.

Dogliotti, S, Rossing, W.A.H and Ittersum, M.K. 2003. ROTAT, a tool for systematically generating crop rotations. European Journal of Agronomy 19: 239-250.

Fatemy, S., Parvizi R., Greco N. 2007. Response of sugar beet to population of *Heterodera schachtii* in microplots in Iran. Russian Journal of Nematology 15 9-14.

- Greco, N. & de Marinis, G. 1982. Tolerance limit of the sugar beet to *Heterodera schachtii*. Journal of Nematology 14 199-202.
- Griffin, G. D. 1981. The relationship of *Heterodera schachtii* population densities to sugarbeet yields. J. Nematol. 13, 180-184.
- Hansen, A.L., Olsson R., Nyholm-Thomsen, J. 2010. Nematode tolerant varieties 2010. Nordic Beet Research (NBR) 103-2010, Rapportbilaga.
- Jones, F.G.W. & Perry, J.N. 1978. Modelling populations of cyst nematodes (Nematoda: Heteroderidae). J. Appl. Ecology, 15: 349-371.
- Kock, S., Dunker, S., Kleinhenz, B., Röhrig, M. & von Tiedemann, A. 2007. A crop loss-related forecasting model for Sclerotinia stem rot in winter oilseed rape. Phytopathology 97: 1186-1194.
- Ohnesorge, B. 1991. Tiere als Pflanzenschädlinge: Ökologische Grundlagen des Schädlingsbefalls an Kulturpflanzen, Thieme Verlage, Germany, 336pp.
- Olsson, Å. 2004. Odlingsråd för nematodinfekterade fält. Betodlaren 3 56-59.
- Olsson, Å. 2009. Sanering av betcystnematoder med resistenta mellangrödor. Rapport. Nordic Beet Research Foundation 409-2009.
- Olsson, Å. 2011. Mottaglighet och tolerans hos olika betsorter gentemot betcystnematoden *Heterodera schachtii* 2011. Rapport Nordic Beet Research Foundation 413/14-2011.
- Schmidt, K. http://www.nemaplot.de/Applet/plotnema_eng.html.
- Schmidt, K, Sikora, R.A, Richter, O. 1993. Modelling the population dynamics of the sugar beet cyst nematode *Heterodera schachtii*. Crop Protection 12 490-496.
- Seinhorst, J.W. 1965. The relation between nematode density and damage to plants. Nematologica 11 137-154.
- Seinhorst, J.W. 1967. The relationships between population increase and population density in plant-parasitic nematodes. II. Sedentary nematodes. Nematologica, 13: 157-171.
- Schlang, J. 1999. Keine Chance für Nematoden. DLZ-Agrarmagazin 50: 62-65.