

Effekt av förfrukt/mellangröda på rotgallnematoder och frilevande nematoder



Marie-Louise Albertson Juhlin¹, Maria Viketoft² och Anita Gunnarsson¹

¹ Hushållningssällskapet Kristianstad, Box 9084, 291 09 Kristianstad, marie-louise.juhlin@hushallningssallskapet.se
anita.gunnarsson@hushallningssallskapet.se

² SLU, Ultuna, Institutionen för Ekologi, Box 7044, 750 07 UPPSALA, maria.viketoft@slu.se

Innehåll

Sammanfattning.....	3
Bakgrund	4
Nematoder	4
Förfrukt/mellangröda	5
Syfte och mål	6
Material och Metod	6
Resultat.....	10
Rotsårsnematod <i>Pratylenchus</i> spp.....	10
Rotgallnematod <i>Meloidogyne hapla</i>	10
Stubbrotsnematod <i>Trichodorus</i> spp och <i>Paratrichodorus</i> spp	14
Växtmaterial	14
Diskussion.....	16
Slutsatser och rekommendationer.....	17
Referenser	17

Sammanfattning

Växtparasitära nematoder är beroende av tillgången på lämpliga värdväxter under växtsäsongen. Ett stort problem med rotgallnematoder och frilevande nematoder är att de har många värdväxter. Det råder också brist på resistenta sorter och brist på kunskap om olika sorters resistensegenskaper. På nematodinfekterad mark, eller för att förebygga uppförökning av nematoder behöver odlarna kunna välja grödor och mellangrödor i växtföljden som inte uppförökar just de nematoder man vill undvika.

Genom detta krukförsök sökte vi svar på om det är möjligt att reducera populationerna av rotgallnematoder och växtskadliga frilevande nematoder genom att välja specifika sorter av oljeväxter som förfrukt samt om rotsårsnematoder, stubbrotsnematoder och rotgallnematoder reagerar olika på de olika förfrukterna?

Detta är en viktig pusselbit för framtagandet av bekämpningsstrategier som en del av ett integrerat växtskydd.

I försöket odlades sex oljerättikasorter, en maträttikasort och en rödklöversort. Som referens användes krukor med svartträda. Samtliga arter/sorter odlades i tre jordar med olika förekomst av rotsårs- och stubbrotsnematoder. Till en av de tre jordarna tillsattes juveniler av rotgallnematoder.

I två jordar med måttlig förekomst av rotsårsnematod reducerade de provade oljerättikasorterna och rödklövern lika bra som svartträda, medan maträttikasorten Strukturator uppförökade rotsårsnematoderna. I en jord med hög förekomst av rotsårsnematod minskade antalet nematoder men det slutliga antalet var större i Strukturator än i övriga grödor.

I den jord där juveniler av rotgallnematod tillsattes i samband med sådd var förekomsten av rotgallnematod mycket låg efter alla grödor i slutet av experimentperioden och det fanns ingen skillnad mellan grödorna. Den låga förekomsten av rotgallnematoder visar att etableringen av de tillsatta nematoderna fungerade mycket dåligt.

Det fanns inga signifikanta skillnader vad gäller stubbrotsnematoder efter de olika grödorna och svartträdan.

Bakgrund

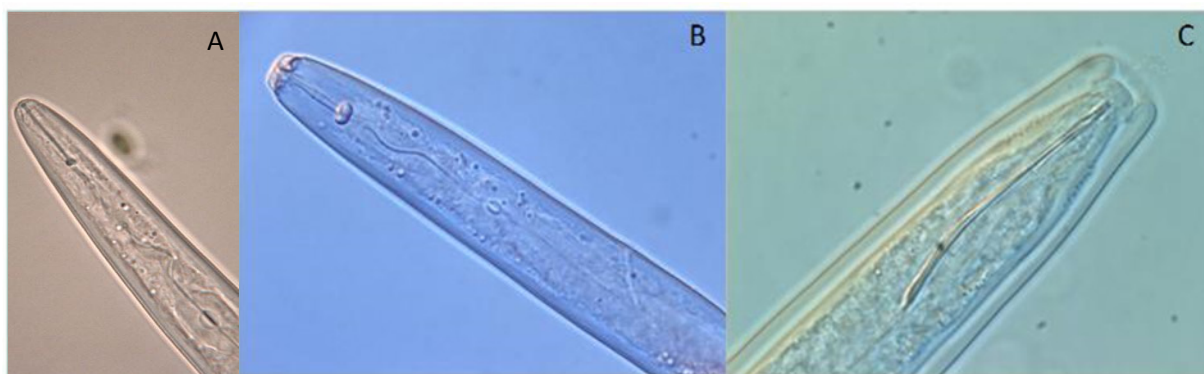
Nematoder

Nematoder är millimeterstora rundmaskar som är vanligt förekommande i alla jordar. De kan delas in i olika ekologiska grupper beroende på födoval; vissa livnär sig på bakterier, en del äter svamphyfer, en del livnär sig på växternas rötter och andra är rovdjur. De flesta marknematoderna är frilevande, dvs. fritt rörliga i marken i varje skede av sin livscykel. Undantaget är de sedentära (fastsittande) växtparasitära nematoderna, dvs. potatiscystnematoder (*Globodera spp.*), betcystnematoder (*Heterodera schachtii*) och rotgallnematoder (*Meloidogyne spp.*), där honan sitter fast i rötterna. Inom jordbruket har främst växtparasitära nematoder uppmärksamats eftersom de är av stor ekonomisk betydelse (Perry & Moens, 2006). De rötter som skadas genom nematodernas ätande kan inte absorbera vatten och näringsämnen som friska rötter, vilket leder till dålig uppkomst och minskad tillväxt. I Sverige är det främst potatiscystnematoder och betcystnematoden som hittills ansetts vara ett problem. Inom morotsodlingen har man under senare år allt mer börjat uppmärksamma skador av rotgallnematod (pers. medd. Johan Malmström, Mariannes morötter och Pål Nilsson, Lyckås morötter). Dessutom har medvetenheten om skadliga frilevande nematoder ökat även hos andra odlare och det finns ett stort behov av att veta vilka arter det finns, i vilka mängder och vad man kan göra åt dem. Det finns en växande oro bland odlare för frilevande växtparasitära nematoder och ett behov hos rådgivare att veta vilka arter det finns och vad man kan göra åt dem. Situationen i södra och sydvästra Europa med fler nematodskador på grödor och olika arter av nematoder än i Sverige idag bidrar till denna oro, eftersom vi i och med klimatförändringar kan få liknande förhållanden.

Växter angripna av rotgallnematoder får gallliknande svulster på rötterna. Gallbildningarna varierar i storlek, ofta beroende på rotgallnematodens art och vilken växt det är som angrips. Problem med växtparasitära nematoder är i allmänhet större vid högre temperaturer som i södra Europa än i Sverige. Där är problem som orsakas av rotgallnematoder både allvarliga och välkända (Molendijk & Mulder 1996; Wesemael *et al.* 2011). I svalare klimat är det främst *M. hapla*, *M. chitwoodi*, *M. fallax*, *M. naasi* och *M. minor* som är viktiga skadegörare i olika grödor (Karssen *et al.*, 2004; Hallmann *et al.*, 2007; Wesemael *et al.*, 2011). I Sverige har för närvarande endast två arter av rotgallnematod påträffats i frilandsodling, *M. hapla* och *M. naasi*. I Sverige och Norge verkar det som om de utökar sin utbredning. Det finns definitivt en risk att andra arter av rotgallnematoder, som karantänsarterna *M. chitwoodi* och *M. fallax*, kan etablera sig i Sverige.

Skador av frilevande nematoder ger ofta inga iögonfallande symptom mer än dålig tillväxt, och därför är problem med dessa nematoder ofta förbisedda, misstolkade eller inte tagna på allvar (Molendijk, 2007). Detta gynnar uppbyggnaden av skadliga populationsnivåer som till slut orsakar allvarliga problem. De frilevande nematoderna äter på växtrötterna genom att sticka in sina muntaggar (se Fig. 1) i rötterna och suga ut cellinnehållet. Detta kan de göra antingen som ektoparasiter från utsidan eller inne i rötterna som endoparasiter. Några av de viktigaste frilevande nematoderna är rotsårnematoder (*Pratylenchus spp.*; Fig. 1B) och stubbrotsnematoder (*Trichodorus spp.* och

Paratrichodorus spp.; Fig. 1C) (Molendijk, 2007). Rotsårsmatoder lever som endoparasiter inne i rötterna och deras angrepp åtföljs ofta av svampar och bakterier, vars infektioner leder till mörkfärgade rotsår (nekroser). På grund av detta kan hela eller delar av rotsystemet dö varvid växten snabbt vissnar ner. Stubbrotsmatoderna däremot äter på rotspetsarna, vilket leder till att rötterna blir klumpformigt uppsvällda och att rotsystemet får ett stubbigt utseende. Stubbrotsmatoder kan också överföra virus till grödan, och i t.ex. potatisodlingar orsaka det nematodöverförda tobaksrattelviruset (TRV) stora ekonomiska förluster genom att det ger upphov till rostringar i knölarna.



Figur 1. A) Rotgallnematod (*Meloidogyne hapla*), B) rotsårsmatod (*Pratylenchus* spp.) och C) stubbrotsmatod (*Paratrichodorus* spp.). Foto: A), Maimoun Hassoum, Nematodlaboratoriet, Alnarp. B) och C) Hanny van Megen, Wageningen University.

Växtparasitära nematoder är beroende av tillgången på lämpliga värdväxter under växtsäsongen. Ett stort problem med rotgallnematoder och frilevande nematoder är att de har många värdväxter. Det råder också brist på resistent sorter och brist på kunskap om olika sorters resistensegenskaper. Endast ett fåtal icke-värdväxter är kända. Dessutom är de flesta ogräs utmärkta värdväxter för dessa nematoder. Långvarig svartträda kan vara ett effektivt sätt att minska populationer av växtparasitära nematoder (Hallmann *et al.*, 2005), men detta är inte en hållbar lösning ur miljösynpunkt med tanke på de negativa effekterna rörande växtnäringsläckage, erosion och jordpackning. På nematodinfekterad mark, eller för att förebygga uppförökning av nematoder, måste odlarna i stället välja grödor och mellangrödor i växtföljden som inte uppförökar just de nematoder man vill undvika.

Förfrukt/mellangröda

Både förfrukten, dvs. den gröda som odlats på samma fält året innan, och eventuell mellangröda, dvs. en särskild gröda som odlas efter skörden av huvudgrödan, kan påverka skörden på flera sätt. De lämnar olika mängd kväve i marken, och de kan även påverka skördens storlek genom att förbättra markens struktur och mullhalt. Förfrukten/mellangrödan kan dessutom vara bärare av sjukdomar och skadegörare som överförs och påverkar efterföljande skörd negativt, men den kan också reducera problem med markskadedjur och skadliga mikroorganismer.

Så gott som alla korsblommiga växter innehåller glukosinolater som vid nedbrukning i marken kan hydrolyseras av enzymet myrosinas till isotiocyanat, ett ämne som verkar sanerande på organismer i

marken (Brown & Morra, 1997; Fahey *et al.*, 2001). Saneringseffekten beror på flera faktorer varav de viktigaste är biomassaproduktion, glukosinolaternas typ och koncentration. Vitsenap och oljerättika som mellangröda har visat sig reducera antalet betcystnematoder (Olsson 2009), och olika sorter av oljerättika är framtagna och klassificerade efter deras egenskaper mot betcystnematod. Men effekten på frilevande nematoder är dock begränsad (Albertson Juhlin, 2011). Dessutom är många korsblommiga växter, däribland oljerättika, värdväxter för rotgallnematoden *M. hapla* och kan upprätthålla dess populationer (Viaene & Abawi 1998; Melakeberhan *et al.* 2008). Den resistensgen som hämmar bildandet i roten av betcystnematodens näringsvävnad (*syncytium*) har visat sig vara ineffektiv mot *M. hapla* (Peterka *et al.*, 2010). Nyligen har oljerättikasorter med resistens mot både betcystnematod och rotgallnematod av arterna *M. chitwoodii* och *M. fallax* utvecklats (De Vries *et al.*, 2010).

Syfte och mål

Syftet med detta projekt är att finna förfrukter/mellangrödor som kan anses vara sanerande mot rotgallnematoder och växtskadliga frilevande nematoder. Detta är en viktig pusselbit för framtagandet av bekämpningsstrategier som en del av ett integrerat växtskydd.

Målet med detta projekt är att ge svar på följande frågor:

- Är det möjligt att reducera populationerna av rotgallnematoder och växtskadliga frilevande nematoder genom att välja specifika sorter av oljeväxter som förfrukter eller mellangrödor?
- Reagerar rotsårsnematoder, stubbrotsnematoder och rotgallnematoder olika på de olika förfrukterna/mellangrödorna?
- Finns det skillnader mellan oljerättikasorter med avseende på uppförökning av rotgallnematoder, rotsårsnematoder och stubbrotsnematoder?
- Är en kort period (10 veckor) med svartträda tillräckligt för att reducera antalet växtskadliga nematoder?

Material och Metod

Genom kontakter med grönsaksföretag och rådgivare hittades tre lämpliga fält: ett med konstaterat hög population av rotgallnematoden *Meloidogyne hapla* (jord A), ett med höga populationer av rotsårsnematoder *Pratylenchus* spp (jord B) och ett tredje med höga populationer av stubbrotsnematoderna *Trichodorus/Paratrichodorus* (jord C). Eftersom nematoder kan vara mycket ojämnt fördelade inom fältet togs nematodprover på tre platser i varje fält för att kunna välja ut den plats i respektive fält som uppvisade högst population och därmed var lämpligast för försöket. Det visade sig tyvärr att det inte fanns några rotgallnematoder i något av de tre prover som togs i det fält som valts ut med avseende på hög population av *M. hapla*. Då fattades beslut att ändå använda jorden från detta fält men att tillsätta ett bestämt antal rotgallnematoder till varje kruka. Jord samlades in från de tre utvalda platserna. Ett representativt nematodprov togs från var och en av de insamlade jordarna för att ta reda på startpopulationen, P_i (Tabell 1). Alla nematodbestämningar i

försöket utfördes av SLU:s Nematodlaboratorium i Alnarp med Seinhorst elutriationsmetod (Seinhorst, 1962). Det togs också ett jordprov för jordartsbestämning som lämnades till eurofins för analys (Tabell 1).

Varje jord fördelades i 36 rektangulära hinkar. Omblandningen skedde genom att ta en skopa jord till varje 10-litershink och fortsatte så varvet runt tills hinkarna var fyllda med jord upp till 3 cm från kanten. Delprov för nematodanalysen togs efter varje runda. Jorden packades genom 3 dunkningar mot golvet. Jord fylldes därefter på i alla krukor så att var och en vägde 14,00 kg. Plast lades över krukorna för att minska avdunstningen.

Sex olika sorters oljerättika samt maträttika och rödklöver såddes i krukorna den 2 juli 2013. Som referens användes kärl med svartträda. Med fyra upprepningar blev det totalt 36 krukor av vardera jord. I samband med sådden tillfördes juveniler av rotgallnematod till alla krukor med jord A.

Valet av oljerättikasorterna syftade till att kunna jämföra sorter med endast konstaterad resistens mot vit betcystnematod med sorter som även visat effekt på andra nematoder (Tabell 2). Dessutom inkluderades en sort med högre glukosinolathalt. Maträttika (som är mycket lik oljerättika) marknadsförs som en mellangröda för att förbättra markstrukturen, men uppgifter saknades om dess effekt på nematoder. Rödklöver togs med som jämförelse eftersom den är värdväxt för samtliga undersökta nematoder, och dessutom är en viktig gröda för kväveförsörjningen i ekologisk odling. Svartträda användes som mätare för att studera om de "sanerande" växterna kunde minska nematodpopulationerna lika mycket som träda.

Tabell 1. Jordart, pH och nematodförekomst i de tre jordarna vid försökets start

Jord	Nematodförekomst			Jordfraktioner, %			Jordart	pH
	M hapla	Trichodorus spp och Paratrichodorus spp	Pratylenchus	Mullhalt	Lerhalt	Sand + grovmo		
A	0	5	70	1,5	2	86	mf svl Sa	8,2
B	0	67	110	1,8	8	77	mf l Sa	7,6
C	0	0	500	5,4	8	58	mmh l Mo	6,0

Rotgallnematoderna levererades i en enliters flaska vatten som innehöll 1 miljon nematoder. Mikroskopiering gjordes för att fastställa att de var vid liv. Till varje kruka med jord A tillfördes den 4 juli 10 ml nematoder i vatten vilket skulle motsvara 10 000 juveniler/kärl och därmed ge utgångsläget 223 juveniler/250 g jord. Omblandning gjordes genom att flaskan med nematoder vändes upp och ner 4 ggr. Suspensionen hölls upp i en liten skål för att kunna dra upp nematoderna i en 5 ml behållare och därefter droppa ut över jorden. Proceduren upprepade en gång i varje kruka så att de fick 10 ml lösning vardera. Mellan varje sprutpåfyllning rörde jag om i suspensionen med en sked för att nematodfördelningen skulle bli jämn. En dl vatten tillfördes varje kruka i led A för att få ett gott fuktighetsförhållande för nematoderna.

Krukorna till det första blocket transporterades till en nätgård (Bild 1) den 4 juli. Strax efter började det regna kraftigt. Block 1, 2 och 3 flyttades därför till nätgården först dagen efter, den 5 juli. Alla krukor grävdes ner för att inte temperaturen skulle bli för hög i krukorna. Kanten på krukorna fick

sticka upp ca 5 cm ovan jord för att minska risken för jordinblandning. Krukorna placerades i en randomiserad blockdesign med ett centrumavstånd på 30 cm för krukorna vilket innebar att det var ca 10 cm jord mellan varje kruka. Mellan rättika och rödklöver ökades avståndet genom att hoppa över en kruklats så att det blev ca 40 cm jord mellan rättika och klöver. Detta gjordes för att inte krukor med rödklöver skulle drabbas av beskuggning under växtsäsongen om angränsande kruka var rättika. Block 1,2 och 3 vattnades direkt efter nedgrävningen men inte block 4 eftersom det fått 15 mm nederbörd.

Tabell 2. De nio olika grödorna

Nr	Art	Sort	Motivering/Urvalskriterium
1	Oljerättika	Terranova	Sort som förekommit i tidigare försök med rotgallnematod och frilevande nematoder; BCN klass 2
2	Oljerättika	Colonel	Har visat sig uppföröka rotgallnematod; BCN klass 1
3	Oljerättika	Radikal	Har visat sig minska rotgallnematod (pers. medd. J Hallmann); BCN klass 2
4	Oljerättika	Doublett	Marknadsförs för biofumigation; BCN klass 1
5	Oljerättika	S492	Ny sort (Nummersort) framtagen för sanering av rotgallnematod
6	Oljerättika	Defender	Okänd effekt på rotgallnematod ev. effekt på rotsårsnematod; BCN klass 2
7	Maträttika	Strukturator	Okänd inverkan på nematoder
8	Rödklöver	Ares	Förväntad uppförökning av rotgallnematod
9	Svartträda	-	Förväntad sanering av nematoder

BCN = betcystnematod

Kraftiga angrepp av kålmal drabbade rättikaplantorna. Därför genomfördes en bekämpning med Karate den 26 juli. Ogräs rensades bort varje vecka och krukorna vattnades ca 3 gånger per vecka efter vägning av kontrollkrukor. Målsättningen var att vattning skulle göras till 70 % av krukkapacitet vid stabilt uppehållsväder och något mindre vid ostadigt väder. Eftersom inte krukkapaciteten för de tre jordarna var fastställd vid försökets start blev vattningen i början något lägre.

Försöket avslutas under första halvan av oktober med början i första blocket den 3 oktober och avslut med sista blocket den 17 oktober – alltså 13-15 veckor efter sådd. Biomassan ovan jord skördades, torkades och vägdes. Jordprover togs ut från varje kruka för nematodanalys. Nematodförekomsten i varje kruka efter odling (Pf) undersöktes och det togs också ut rotprover från varje kruka. Dessa rötter färgades in med fuxinrött och studerades under lupp med avseende på gallbildning, nematodtäthet och angrepp.

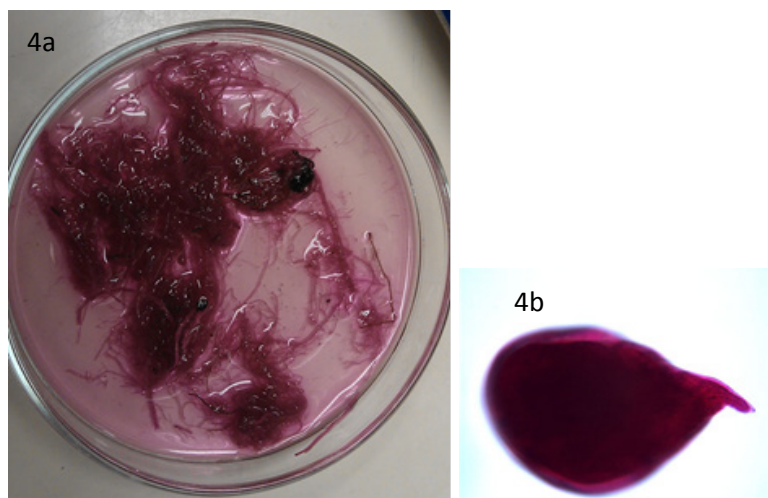
Skillnader i nematodförekomst mellan de olika behandlingarna undersöktes med ANOVA, och för att uppfylla antagandena för ANOVA ln-transformades datat innan analys. Vid behandlingseffekt undersöktes skillnaderna med Tukey test ($p < 0.05$). Skillnader i växtbiomassa (torrvikt) undersöktes också med ANOVA. I detta fall var datan kvadrattotstransformerad innan analys, och krukorna med svartträda var inte med i analysen.



Figur 2. Nätgården bestod av moduler av träramar täckta med kycklingnät som väggar och tak. Foto Anita Gunnarsson



Figur 3. Plantornas utveckling 2013-09-18. Foto Marie-Louise Albertson Juhlin



Figur 4a. Infärgade rötter. Figur 4b. Mikroskopbild av infärgad rotgallnematodhona. Foto Marie-Louise Albertson Juhlin

Resultat

Rotsårsnematod *Pratylenchus* spp

Förekomst av rotsårsnematoder vid försökets start visas i Tabell 1. Inte i något av proven hade den mest besvärliga rotsårsnematoden *P. penetrans* konstaterats. I prov B förekom *P. neglectus* och i prov C förekom *P. fallax* och *P. crenatus*. I alla figurer har initialpopulationen vid försökets start markerats med en röd horisontell linje för att lätt kunna avläsa om en ökning eller minskning skett vid försökets slut.

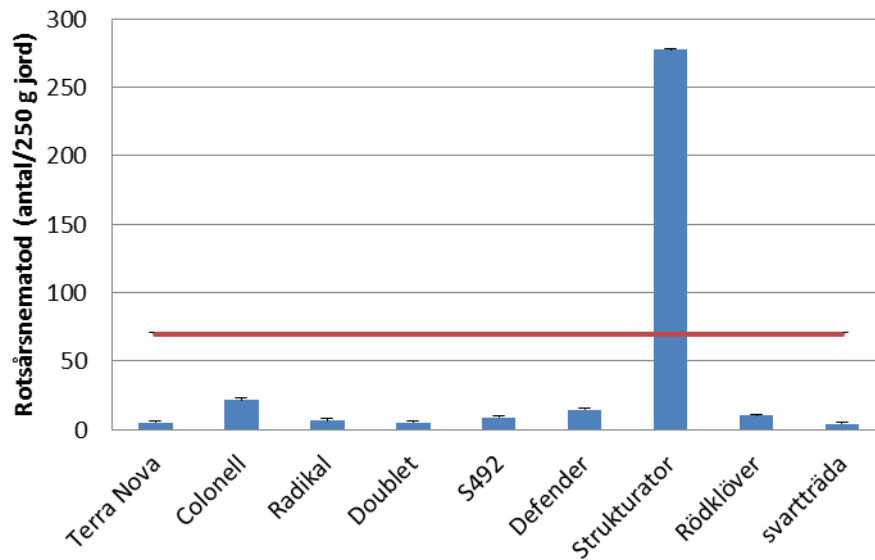
I jord A och B där antalet rotsårsnematoder var måttligt till högt skedde en kraftig ökning av antalet rotsårsnematoder vid odling av maträttikan Strukturator (Figur 5 och 6). Alla övriga behandlingar ledde till ett reducerat antal rotsårsnematoder. Resultatet är signifikant i var och en av jordarna. I jord C där antalet rotsårsnematoder var mycket högt från början skedde en reducering i alla grödor, alltså även i Strukturator (Figur 8). Det var dock, även i jord C, signifikant fler nematoder där Strukturator vuxit än i övriga krukor.

Rotgallnematod *Meloidogyne hapla*

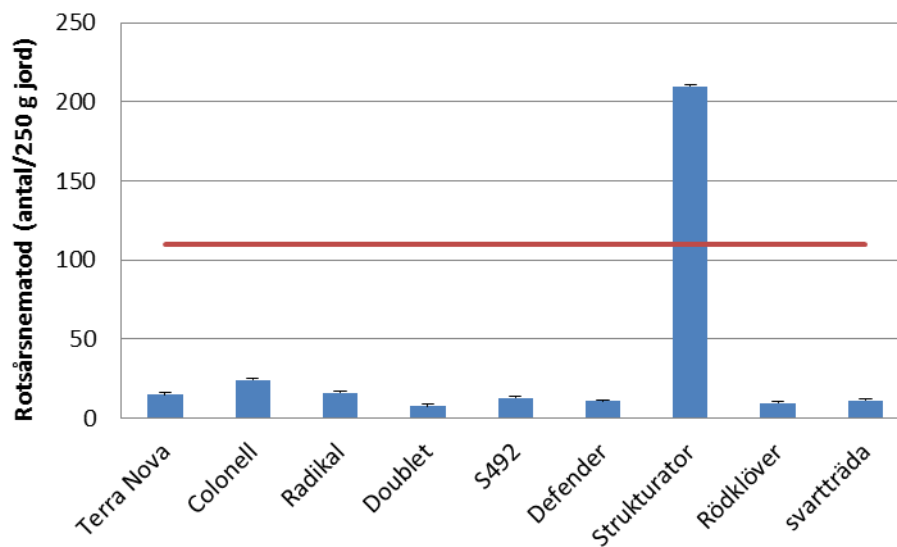
Trots tillsats av nematoder till varje kruk med jord A var nematodtätheten mycket låg vid försökets avslut (Figur 9). Rotgallnematod förekom i alla krukor i block 4 medan de var mycket sällsynta i övriga block (Tabell 3). Inga signifikanta skillnader fanns mellan de olika behandlingarna. I ett av blocken verkade dock rödklöver bättre värdväxt än alla rättikasorterna utom Terra Nova och Doublet och Terra Nova var bättre värdväxt än nummersorten S492.

I de infärgade rötterna fanns mycket få honor (Figur 10). I alla grödor förutom Strukturator och Rödklöver återfanns endast honor i rötterna från block 4. Det är både svårare och mer tidskrävande att analysera rötter från klöver då det finns en risk att förväxla galler från rotgallnematod med

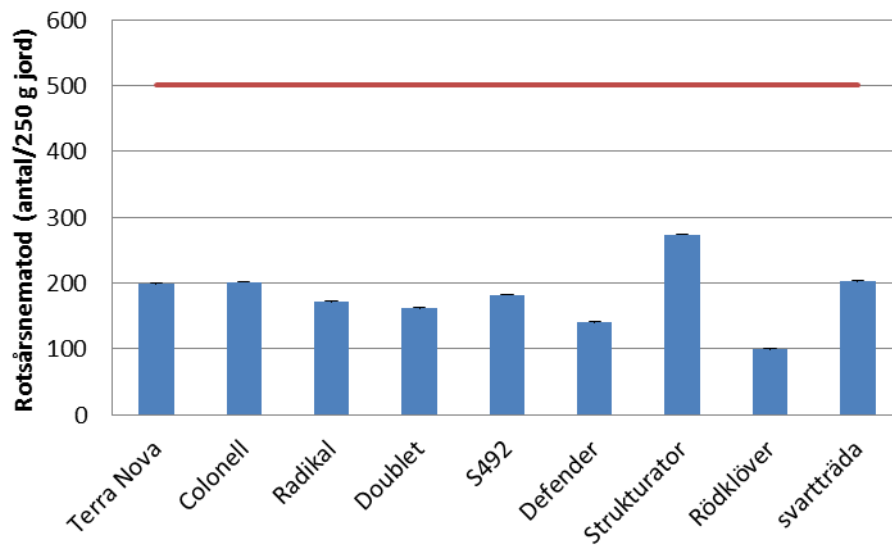
baljväxtbakterieknölarna. Alla honor som påträffades i klöver innehöll ägg vilket visar att klöver är en mycket god värdväxt för rotgallnematod.



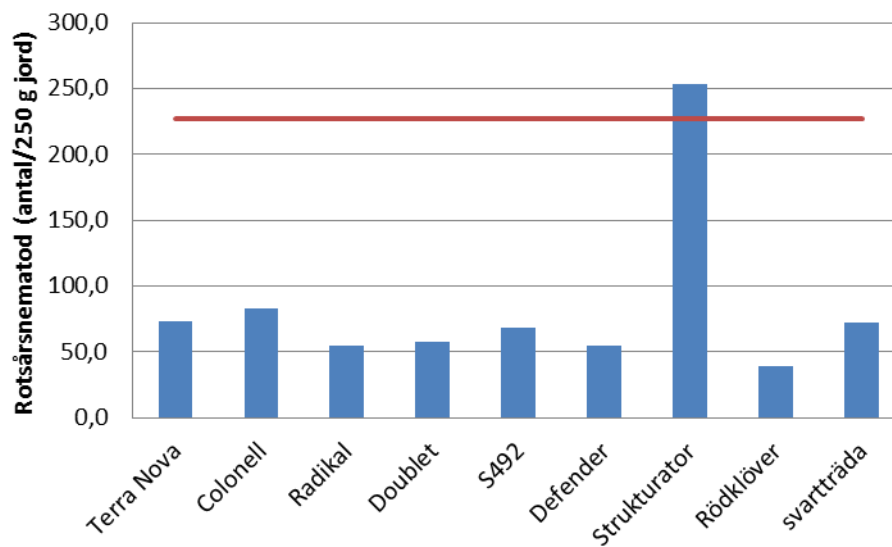
Figur 5. Antal rotsårsnematoder/250 g jord (medel + SE) i jord A vid försökets slut. Initialpopulationen vid start är markerad med en röd linje. $P < 0,0001$



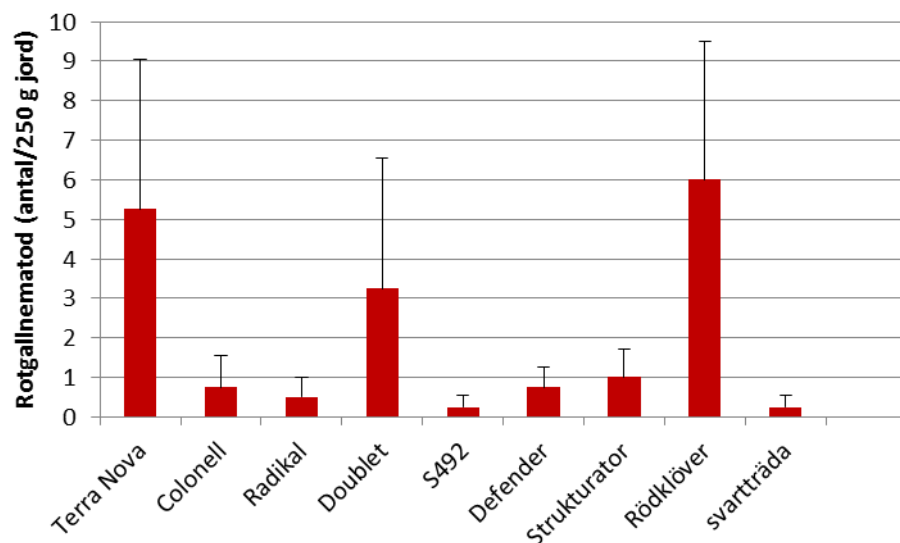
Figur 6. Antal rotsårsnematoder/250 g jord (medel + SE) i jord B vid försökets slut. Initialpopulationen vid start är markerad med en röd linje. $P = 0,0002$



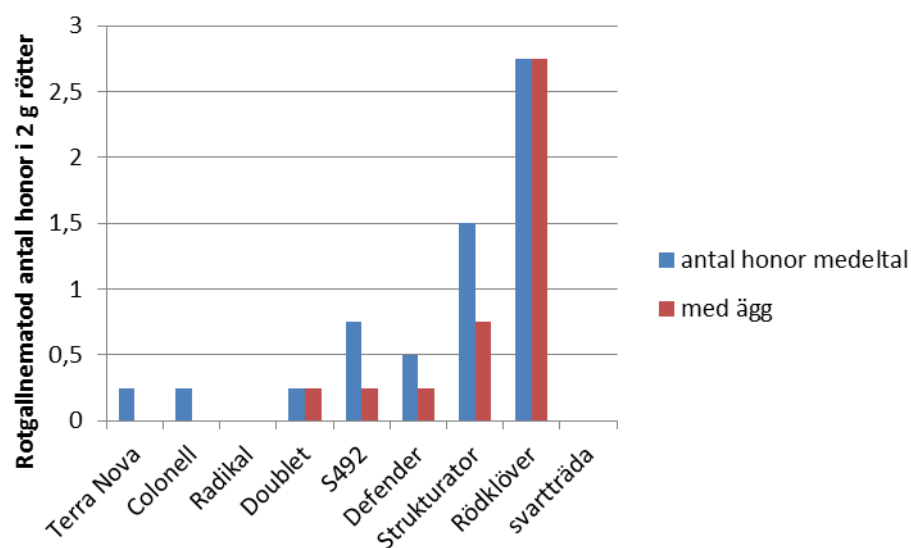
Figur 7. Antal rotsårsnematoder/250 g jord (medel + SE) i jord C vid försökets slut. Initialpopulationen vid start är markerad med en röd linje. $P=0,0139$



Figur 8. Antal rotsårsnematoder/250 g jord (medel + SE) i alla tre jordarna sammantaget vid försökets slut



Figur 9. Antal rotgallnematoder/250 gram jord (medel + SE) i jord A i medeltal för respektive gröda vid försöket slut. $P=0,1144$



Figur 10. Antal honor i medeltal från 4 x 0,5 g infärgade rötter från respektive gröda, samt andel av dessa honor som innehöll ägg.

Tabell 3. Rotgallnematod antal/250 g jord i varje block i jord A

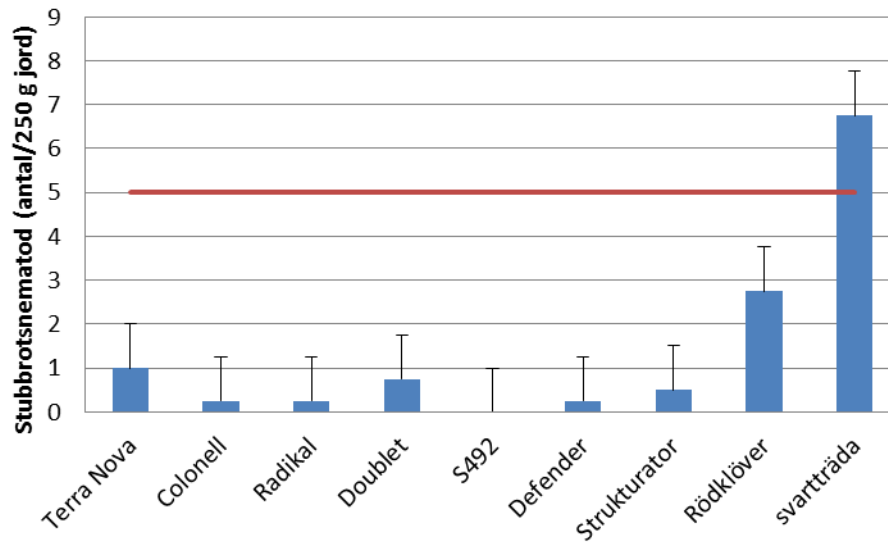
Sort	Block			
	1	2	3	4
Terra Nova	0	0	5	16
Colonell	0	0	0	3
Radikal	0	0	0	2
Doublet	0	0	0	13
S492	0	0	0	1
Defender	2	0	0	1
Strukturator	0	0	0	1
Rödklöver	3	0	5	16
Svarträda	0	1	0	0

Stubbrotsnematod *Trichodorus* spp och *Paratrichodorus* spp

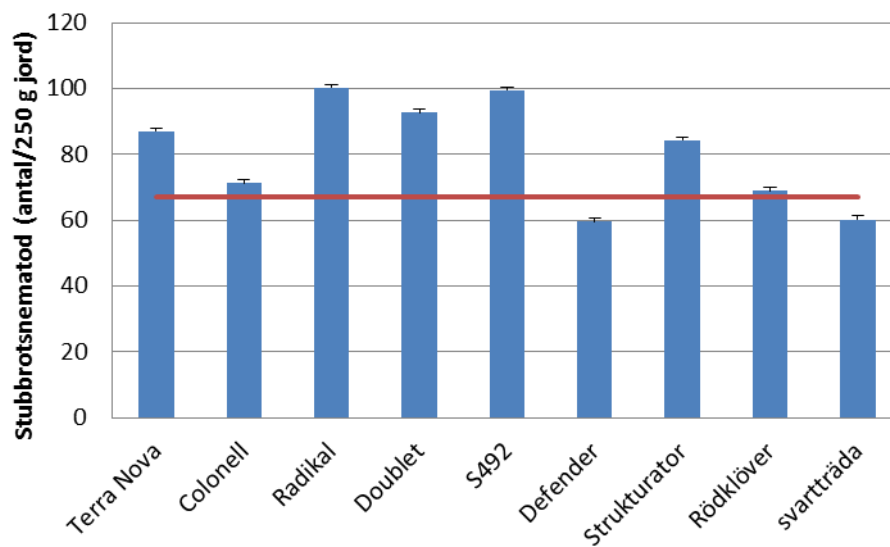
I jord A konstaterades högst population av stubbrotsnematod vid försökets slut i svarträdan (Figur 11). I jord B var initialpopulationen högre än i jord A och där minskade antalet stubbrotsnematoder något i krukorna med träda och i sorten Defender (Figur 12). Ökning skedde i krukor med flera av oljerättikasorterna samt Strukturator. I krukor med jord C påträffades enstaka stubbrotsnematoder i alla krukor med Terra Nova samt 15 stycken i en av krukorna med Strukturator (Figur 13). Det var inga signifikanta skillnader i antal stubbrotsnematoder mellan grödorna.

Växtmaterial

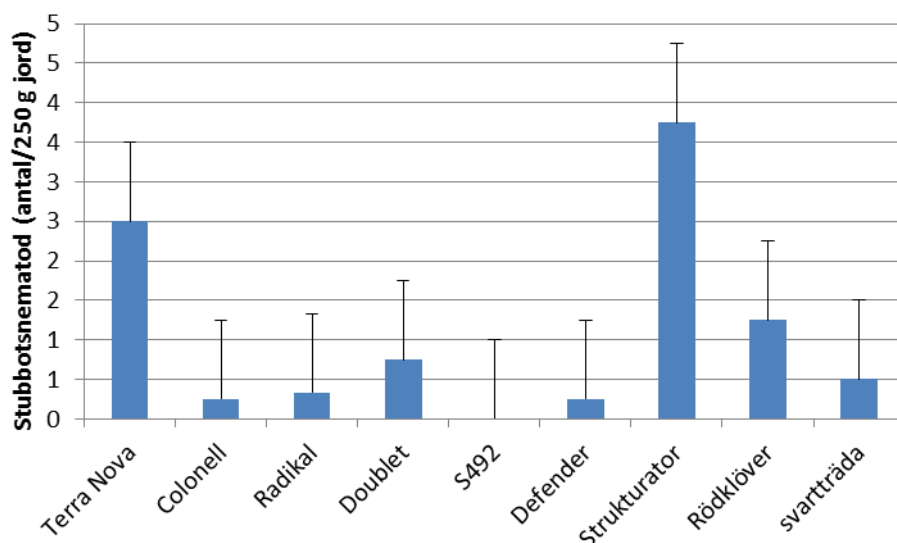
Mängden ovanjordisk biomassa skiljde sig för vissa sorter mellan de olika jordarna ($P_{\text{sort} \times \text{jord}} = 0,0394$; . Terra Nova och S492 växte bättre i den jord som var infekterad med rotgallnematod i jämförelse med de övriga jordarna, medan rödklöver och Strukturator växte signifikant sämre i jord C som innehöll många rotsårsmematoder (Figur 14).



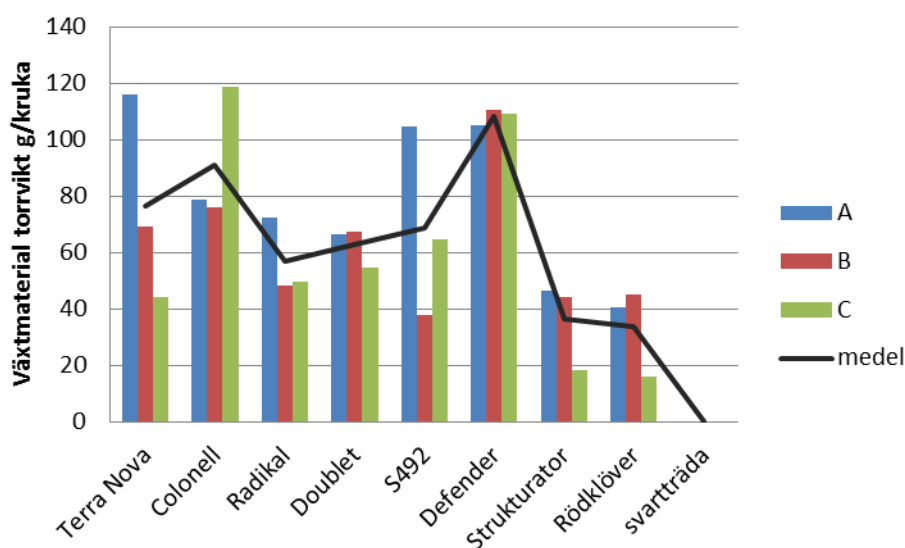
Figur 11. Antal stubbrotsnematoder/250 g jord (medel + SE) i A vid försökets slut. Initialpopulationen vid start är markerad med en röd linje



Figur 12. Antal stubbrotsnematoder/250 g jord (medel + SE) i jord B vid försökets slut. Initialpopulationen vid start är markerad med en röd linje P=0,4174



Figur 13. Antal stubbrotsnematoder/250 g jord (medel + SE) i jord C vid försökets slut. Inga stubbrotsnematoder konstaterades i provet vid försökets start



Figur 14. Växtmaterial torrvekt för alla grödor och alla jordar samt medeltal för varje gröda $P_{\text{sort}} < 0,0001$, $P_{\text{jord}} = 0,0167$ och $P_{\text{sort} \times \text{jord}} = 0,0394$

Diskussion

Juveniler av rotgallnematod tillsattes till jorden i samband med sådd av de olika grödorna. Då fanns det inget för dem att äta och de kan därför ha dött innan plantorna hann börja växa. Att nematodförekomsten var högst i block 4 kan innebära att nematoderna har gynnats av att komma ut i fältet där jorden genomfuktades ordentligt av ett kraftigt regn. Att rödklöver skulle ha den högsta population av de olika grödorna var ett förväntat resultat eftersom rödklöver anses som en god värdväxt för rotgallnematod (<http://www.aaltjesschema.nl/Schema.aspx>). Men att populationen var så låg trots tillsats av nematoder innebär att etableringen av de tillsatta rotgallnematoderna

fungerade mycket dåligt. Att det återfanns lika många rotgallnematoder i jordprovet från Terra Nova odlingen som från odlingen av rödklöver i block 4 var förvånande. I tidigare fältförsök minskade förekomsten av rotgallnematod vid odling av oljerättikasorten Terra Nova (Albertson Juhlin, 2011)

I jord A konstaterades något högre förekomst av stubbrotsnematod efter odlingssäsongen i svartträdan medan alla andra grödor hade en lägre population. Det kan bero på att populationen var så låg från början att enstaka ogräs i svartträdan kan ha varit tillräckligt för att stubbrotsnematoder skulle överleva.

Resultaten från försöket med rotsårsnematod visar att de oljerättikasorter och den rödklöver som odlats var lika bra på att reducera antalet rotsårsnematoder som svartträda medan maträttikasorten Strukturator uppförökade rotsårsnematod i de jordar där antalet rotsårsnematoder var måttligt till högt.

Slutsatser och rekommendationer

Försöket visar att det är olämpligt att odla maträttikan Strukturator om det förekommer rotsårsnematoder i jorden. En förädling av maträttika med avseende på resistens mot rotgallnematod vore önskvärt. Rotgallnematoder bör tillsättas i ett senare stadiet i liknade studier för att säkerställa etableringen.

Referenser

<http://www.aaltjesschema.nl/Schema.aspx>, Wageningen

Albertson Juhlin M-L 2011. Olika grödors inverkan på förekomst av rotgallnematod, *Meloidogyne hapla*, och andra frilevande nematoder i ekologisk växtföljd med morötter.
http://fou.sjv.se/fou/sok_detalj.lasso?id=3049.

Brown PD & Morra MJ 1997. Control of soil-borne plant pests using glucosinolate-containing plants. *Advances in Agronomy* 61, 167-231.

De Vries ME, Theelen-Peeten A, Jongenelen PJ & Jordens P 2010. Development of double resistant oilseed radish (*Raphanus sativus* var. *oleiformis*) varieties. Report on the annual meeting of the working group nematology. *Journal of Plant Diseases and Protection* 117, 137.

Fahey JW, Zalcmann AT & Talaly P 2001. The chemical diversity distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry* 56, 5-51.

Hallmann J, Klinger S & Rau F 2005. Bekämpungsstrategien für pflanzenparasitäre Nematoden im ökologischen Landbau. [Control strategies for plant parasitic nematodes in organic farming.] In: Heß J & Rahmann G (Eds.) Ende der Nische, Beiträge zur 8. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, kassel university press GmbH, Kassel.

Hallmann J, Frankenberg A, Paffrath A & Schmidt H S. 2007. Occurrence and Importance of plantparasitic nematodes in organic farming in Germany. *Nematology* 9, 869-879

Karssen G, Bolk RJ, van Aelst AC, van den Beld I, Kox LFF, Korthals G, *et al.* 2004. Description of *Meloidogyne minor* n. sp. (Nematoda: *Meloidogynidae*), a root-knot nematode associated with yellow patch disease in golf courses. *Nematology* 6, 59-72.

Olsson Å 2009. Sanering av betcystnematoder med resistenta mellangrödor 2006–2009. Slutrapport NBR Nordic Beet Research Foundation 409-2006–2009.

Melakeberhan H, Mennan S, Ngouajo M & Dudek T 2008. Effect of *Meloidogyne hapla* on multi-purpose use of oilseed radish (*Raphanus sativus*). *Nematology* 10, 375-379.

Molendijk LPG 2007. The canon of potato science: 16. Free-living nematodes. *Potato Research* 50, 267-269.

Molendijk LPG & Mulder A 1996. The Netherlands, nematodes and potatoes; old problems are here again. *Potato Research* 39, 471-477.

Perry RN & Moens M 2006. *Plant Nematology*. CABI, UK, 447 pp.

Peterka H, Budahn H, Zhang SS & Li JB 2010. Nematode resistance of rape-radish chromosome addition lines. *Nematology* 12, 269-275.

Seinhorst J W 1962. Modifications of the Elutriation Method for Extracting Nematodes From Soil. *Nematologica*. Volym 8, Nummer 2, 117-128

Viaene NM & Abawi GS 1998. Management of *Meloidogyne hapla* on lettuce in organic soil with sudangrass as a cover crop. *Plant Disease* 82, 945-952.

Wesemael WML, Viaene N & Moens M 2011. Root-knot nematodes (*Meloidogyne spp.*) in Europe. *Nematology* 13, 3-16.

Personliga meddelanden

Johan Malmström, Mariannes morötter

Pål Nilsson, Lyckås morötter

Faktaruta

- Projektet är finansierat av Tillväxt Trädgård, Carl Tryggers Stiftelse, Partnerskap Alnarp och Institutionen för ekologi, SLU
- Projektansvarig Anita Gunnarsson, Hushållningssällskapet Kristianstad anita.gunnarsson@hushallningssallskapet.se
- Projektet har i huvudsak initierats, planerats, genomförts och slutrapporterats av Marie-Louise Albertson Juhlin, Hushållningssällskapet Kristianstad med gott stöd av och Maria Viketoft SLU.

Tillväxt Trädgård

Tillväxt Trädgård är ett samarbete mellan akademi och näringsliv med syfte att skapa tillväxt och Tillväxt hållbar utveckling i trädgårdsnäringen. Större parter är SLU, LRF, GRO, HIR och flera Hushållningssällskap. Andra parter är Cascada, Grön Kompetens, Lovang Lantbrukskonsult och Virgo Grön Konsult. Tillväxt Trädgård finansieras även av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling genom Jordbruksverket och Länsstyrelsen i Skåne. www.tillvaxttradgard.se

