

Bioforsk Rapport

Bioforsk Report

Vol. 8 Nr. 89 2013

Kløvertretthet - et problem i økologisk engdyrking?

Grete Lene Serikstad, Anne de Boer og Christer Magnusson

Bioforsk Økologisk

www.bioforsk.no



Tittel/Title:

Kløvertretthet - et problem i økologisk engdyrking?

Forfatter(e)/Author(s):

Grete Lene Serikstad¹, Anne de Boer¹ og Christer Magnusson²,
¹Bioforsk Økologisk, ²Bioforsk Plantehelset

<i>Dato/Date:</i> 2.9.2013	<i>Tilgjengelighet/Availability:</i> Åpen	<i>Prosjekt nr./Project No.:</i> 20217	<i>Saksnr./Archive No.:</i> Arkivnr
<i>Rapport nr./Report No.:</i> 89/2013	<i>ISBN-nr./ISBN-no:</i> 978-82-17-01110-1	<i>Antall sider/Number of pages:</i> 27	<i>Antall vedlegg/Number of appendices:</i>

<i>Oppdragsgiver/Employer:</i> Bioforsk	<i>Kontaktperson/Contact person:</i> Grete Lene Serikstad
--	--

<i>Stikkord/Keywords:</i> Kløvertretthet, plantepatogene nematoder, økologisk landbruk, engdyrking, vekstskifte Clover fatigue, nematodes, organic farming, crop rotation	<i>Fagområde/Field of work:</i> Sett inn fagområde Insert field of work
---	---

<i>Sammendrag:</i> Sammendrag (på norsk obligatorisk hvis åpen rapport på engelsk)

<i>Summary:</i> Both nematodes and fungi can cause clover fatigue. Intensive use of clover in organic farming can increase problems with clover fatigue. Climate changes, with warmer winter and longer growing season, can also increase the problems. Knowledge is spare about the problem in Norway. A small literature survey about clover fatigue in neighboring countries was carried out in the project. At least 1 year free of clover are recommended to avoid clover fatigue. Samples of soil and clover plants from organic farms in Norway where analyzed for plant pathogenic nematodes in the project. Nine different nematodes were found, some in very high numbers. On one farm 7 different nematodes were observed. There where little correlation between nematodes found and clover damage. More knowledge about clover fatigue in Norway is needed. Crop rotation and clover resistance are important to avoid crop failure. Weed control, soil treatment and early sowing can be useful to prevent damage caused by nematodes. The effects of natural enemies and biofumigation on plant pathogenic nematodes must be studied further.

Land/Country:	Norge
Fylke/County:	Møre og Romsdal
Kommune/Municipality:	Tingvoll
Sted/Lokalitet:	Tingvoll

Godkjent/Approved



Atle Wibe

Prosjektleder/Project leader



Grete Lene Serikstad

Innhold

1. Sammendrag	3
2. Innledning	4
3. Hva skyldes kløvertretthet?	5
3.1 Nematoder	5
3.2 Sopp.....	8
3.3 Samspill mellom nematoder og sopp.....	9
4. Status i andre land.....	10
4.1 Danmark.....	10
4.2 Sverige.....	11
4.3 Nederland.....	12
5. Nematodeanalyser	13
5.1 Metode	13
5.2 Resultater.....	13
5.3 Tolkning av resultatene	16
6. Aktuelle tiltak	18
6.1 Vekstskifte.....	18
6.2 Foredling og resistens	18
6.3 Andre agronomiske tiltak	19
6.4 Forhindre spredning.....	19
6.5 Naturlige fiender	19
7. Oppsummering og forslag til videre arbeid.....	20
8. Referanser.....	21

1. Sammendrag

Kløvertretthet er en fellesbetegnelse på sykdom og misvekst hos kløver. Det kan være flere årsaker til kløvertretthet, blant annet angrep av ulike nematoder og råtesopper. Intensiv engdyrking med kløver og bruk av kløver som underkultur og grønn gjødsel i andre kulturer i økologisk drift vil gi et stort innslag av kløver i vekstskiftet, noe som vil øke faren for problemer med kløvertretthet. Det fins lite kunnskap om omfanget av problemene i Norge.

I prosjektet er det utført en enkel kartlegging av status for situasjonen i Sverige, Danmark og Nederland. I Sverige legges det vekt på rotråte som årsak til problemene. I Danmark og Nederland anbefales vekstskifte for å unngå avlingsskader på grunn av nematoder. For å kartlegge situasjonen i Norge ble jord og kløverplanter fra ulike steder i landet analysert. Mange ulike nematoder ble påvist, noen i stort antall. Analyseresultatene gir begrenset kunnskap om disse forekomstene gir skade på avling.

Tiltak for å unngå kløvertretthet er blant annet vekstskifte og resistensforedling. Andre agronomiske tiltak som tidlig såing, ugrasregulering og jordarbeiding kan også være aktuelt. Effekten av naturlige fiender og biofumigasjon bør undersøkes nærmere. Det trengs mer kunnskap om status for omfang av og årsak til kløvertretthet i Norge og hvilke tiltak som i tilfelle er nødvendig for å unngå problemer i tida framover.

2. Innledning

Kløvertretthet er en fellesbetegnelse på sykdom og misvekst hos kløver. Kløvertretthet kan føre til dårlig etablering av kløver, flekkvis eller i hele åkeren, reduksjon i kløverbstanden og nedsatt avling, og i verste fall til at kløveren forsvinner helt. Betegnelsen sier imidlertid ingenting om årsakene til symptomene.

Begrepet «kløvertretthet» ble brukt allerede på 1800-tallet, for å beskrive vekst- og avlingsproblemer som kunne oppstå med intensiv dyrking av kløver. Da det ble vanlig å bruke kunstgjødsel ble det mindre vanlig å dyrke kløverrik eng, og dermed forsvant problemene med kløvertretthet.

I litteraturen fra ulike land blir det lagt vekt på forskjellige organismer som årsak til kløvertretthet. I Danmark og Nederland er det særlig ulike nematoder som blir omtalt som årsak, mens det i Sverige særlig legges vekt på stengel-nematode (Bingefors m.fl. 1971) og sopper.

Interessen for bruk av kløver og andre belgvekster både i økologisk og konvensjonelt landbruk har økt de siste årene, og i de fleste økologiske vekstskifter er det mange år med kløver. Med økt intensivering i økologisk mjølkeproduksjon de siste 15-20 årene, mer ensidig dyrking av kløverrik eng og omfattende bruk av kløver som underkultur i korn, blir det lagt til rette for flere av skadegjørerne som forårsaker kløvertretthet.

Problemer med plantepatogene nematoder kan også oppstå ved intensiv dyrking av andre kulturer i økologisk landbruk. Hallmann m.fl. (2007) undersøkte forekomsten av plantepatogene nematoder på økologiske gårder i Tyskland. De undersøkte særlig gårder med grønnsaks- og kornproduksjon og fant blant annet rotsårnematode (*Pratylenchus penetrans*) i mer enn 90 % av prøvene. På mange av gårdene startet problemene med nematoder 5-10 år etter omlegging til økologisk drift.

Omfanget av kløvertretthet nå for tida er ikke kjent i Norge. I andre land, som for eksempel Danmark og Nederland, har en hatt problemer med kløvertretthet i flere år. Det er derfor grunn til å anta at kløvertretthet forekommer også i Norge.

3. Hva skyldes kløvertretthet?

Kløvertretthet er en samlebetegnelse på skadesymptomer som kan oppstå på kløver. Symptomer på dårlig vekst kan oppstå både ved etablering av ny eng og i etablert eng. Normalt opptrer problemene flekkvis, men det kan også medføre mislykket vekst på hele arealet ved nyetablering.

Det er mange faktorer som kan forårsake mangelfull etablering av kløveren eller at kløveren forsvinner fra enga. Dårlig etablering av kløver kan skyldes for kraftig gjødsling eller for dyp såing. Sopp som sprer seg med frøet kan også sørge for dårlig etablering (Lager 2002). Skygge fra dekkveksten kan redusere kløverspirenes vekst betydelig. Forsommertørke kan tørke ut småplanter som ikke har rukket å utvikle rotsystemet. Jordpakking, mangelfull drenering, tråkk, intensiv beiting og slått på ugunstig tidspunkt kan også svekke kløverplantene. Frysing og tining kan ødelegge røttene, særlig er rød- og hvitkløverens pålerot utsatt.

Dårlig næringstilgang på grunn av lav pH, dårlig næringsforsyning, pakket og våt jord vil begrense planteveksten. Mye nitrogen i jorda vil gi gras bedre vekstvilkår og kan utkonkurrere kløveren i enga. Omsetningsprodukter fra nylig ompløyd eng og organisk gjødsel kan også virke veksthemmende på kløver.

Det er et stort antall jordboende organismer som kan leve på kløveren. Når de blir for mange vil plantene bli svekket, og til slutt bukke under. Nematoder, sopp, bakterier og virus er slike organismer. I dette kapitlet er det gitt en oversikt over de viktigste organismene som kan gi kløvertretthet.

3.1 Nematoder

Nematoder er del av mesofaunaen i jorda. De lever i vannfilmen som omgir jordpartiklene. Nematodene er både arts- og tallrike. Det kan være millioner individer per kvadratmeter landbruksjord (Holgado & Magnusson 2005). Nematoder er viktige for næringsomsetningen i jorda og blir gruppert etter hva de spiser. Jordboende, plantespisende nematoder lever på planterøtter, og kan gjøre skade i kulturvekster når de blir for tallrike. Ulike skader kan oppstå, blant annet vevskader, og dårlig utvikling av rotsystemet fører til redusert vann- og næringsopptak og redusert fotosyntese. Nematodeangrep kan åpne for infeksjon av sopp og bakterier og overføring av plantevirus.

Noen plantearter, særlig mange ugras, er vertsplanter for nematodearter uten selv å bli skadet. Disse bidrar til å opprettholde nematodebestanden i jorda. Under nordiske forhold er det kanskje rundt 30 arter som er skadelige for planter.

Nematodepopulasjoner har en aggregert forekomst i felt, som bl.a. er avhengig av jordtype. På skiftebasis kan man si at nematodene opptrer flekkvis med en eller flere tetthetsmaksima i hver flekk (Goodell & Ferris 1990), hvilket fører til at skader også opptrer i flekker som er ovale og utstrakt i retningen av jordbearbeidingen (Magnusson 2013). Holgado & Magnusson (2005) nevner fire nematodearter som kan gjøre skade i kløver.

Kløvercystenematode (*Heterodera trifolii* Goffart)

Kløvercystenematoder angriper først og fremst rød- og hvitkløver, men kan også overleve på noen ugrasarter. Juvenilene går gjennom fire utviklingsstadier før det voksne og reproduktive stadiet. I cysten utvikler eggene seg til det første og andre juvenilstadiet. Nematodene i en cyste kan klekke suksessivt i flere år. Nematodenes klekking er

synkronisert med starten av kløverplantenes rotutvikling og stimuleres av roteksudat og jordfuktighet (CAB 1974). Infeksjonen skjer ved at det andre juvenilstadiet trenger inn i rota og søker opp en celle i tilknytning til karstrengen, hvor de injiserer signalstoffer som gjør at flere celler begynner å smelte sammen til et såkalt synchytium (Mankau & Linford 1960). Synchytiet har flere kjerner og forsyner nematoden med næring slik at den kan fullføre sin livssyklus. Hanner er meget sjeldne, og hunnene danner vanligvis egg ved partenogenese (ukjønnnet formering). Hunnen sveller opp til en hvit sekk som i juni/juli kommer til syne på rotoverflaten. Når hunnen dør, blir den til en cyste med egg. Hver cyste inneholder ca. 4 200 egg. Der det ikke dyrkes kløver kan cystene ligge i jorda i mer enn 3 år uten at juvenilene klekkes (Yeates & Visser 1979). Kløvercystenematoder trenger 534 døgngader per generasjon (Treonis m.fl. 2006). I år med varme somre kan nematodene gjennomføre to generasjoner (Hansen & Søegaard 2009).

I et dansk forsøk for å undersøke kløvertretthet vokste hvitkløverplanter i pottene normalt fram til 5-7 uker etter såing. Etter hvert fikk noen av plantene misfarging av spadeblad og de første varige bladene. Alle plantene stoppet opp i veksten, og en stor del av plantene døde. Plantene som overlevde, hadde svært redusert vekst resten av vekstsesongen. Det ble påvist signifikant flere kløvercystenematoder i pottene med kløvertrett jord sammenlignet med jorda i de andre pottene (Søegaard m.fl. 2004).

Angrep av kløvercystenematode gir avlingsnedgang og lav proteinprosent i avlingen (Colon 2006).

Stengel nemmatode (*Ditylenchus dipsaci*)

Stengel nematoder er endoparasitter, dvs. at de lever inne i verten sin. De legger eggene sine inne i planten. Juvenilstadium 4 er det infektive stadiet. Dette stadiet overlever tørke ved at mange individ pakker seg sammen i plantevevet til en hvit ull - såkalt "nematodeull". Nematodene kan derfor påtreffes i og spres med visnede plantedeler, samt med frø.

Når angrepet plantevev råtner vandrer nematodene ned i jorden og infekterer unge, voksende plantedeler og frøplanter allerede under jordoverflaten (CAB 1972). I plantevevet skiller de ut enzymer som gjør at plantecellene løsner fra hverandre, slik at nematodelarvene kan bevege seg fritt mellom cellene. Angrepne planter blir forkrøpelt, misdannet og nederste del av stengelen svulmer opp.

Stengel nematoder er meget bevegelige og eksperiment har indikert at de kan migrere vertikalt i jordprofilen som svar på endringer i fuktighet og tilstedeværelse av vertsplanter. Det er sannsynlig at nematodene kan bevege seg opp på jordoverflaten ved regn, hvor de kan spre seg med overflatevannet (Wallace 1962). Aktive nematoder kan sannsynligvis overleve i fuktig jord i 1 år. Hvis forholdene blir ugunstige kan nematodene gå i dvale, og overleve i jorda i minst 2 år (Lewis & Mai 1960). I tørket tilstand har nematodene overlevd i 23 år (CAB 1972). Stengel nematoden har minst 450 vertsplanter. På 40- og 50-tallet oppsto omfattende problemer med stengel nematoder i kløverdyrking i Norden og et stort foredlingsarbeid resulterte i resistente kløversorter (Bingefors 1957, Bingefors m.fl. 1971). Det er i dag lite fokus på dette området, men stengel nematoder er vanlig i hele landet.

Rotsår nematode (*Pratylenchus spp.*)

De mest vanlige rotsår nematodene i Norge er *P. crenatus*, *P. fallax* og *P. penetrans*. De to første er funnet i hele landet, *P. penetrans* er funnet nord til Bodø. Rotsår nematoder er frittlevende, og kan legge egg i både røtter og jord. De trives best i fuktig jord. Larvene klekkes når de er i stadium to, og infekterer røttene. De spiser innholdet i cellene rundt seg, noe som gir langsgående nekrotiske flekker på røttene.

Angrep gir flekkvis dårlig vekst i felt. Plantene blir små og bladene kan bli blekgroen og klorotiske, og infiserte planter kan dø tidlig. Rotsår nematoder har ca. 400 vertsplanter,

mange av disse er viktige kulturplanter. Når de får sjansen til å oppformere seg på kløver kan de gjøre stor skade, ikke bare i eng, men også på åkervekster årene etter. Spredning skjer hovedsakelig med infisert plantemateriale, men også med infisert jord og dreneringsvann.

Rotgallnematode (*Meloidogyne spp.*)

Rotgallnematoden har fått sitt navn pga. at nematodeangrepet fører til dannelse av et gall som beskytter nematodene. Vertsplantenes rotteksudater eller vann stimulerer larvene til å klekke. De trenger inn like bak rotspissen, hvor de injiserer signalstoffer i noen celler i tilslutning til karstrengen, slik at disse forstørres til såkalte kjempeceller. Dette kan ved sterke angrep forstyrre plantens vannforsyning. Hver nematode spiser fra flere slike celler som forsyner dem med næring. Hunnene legger sine egg i en gelatinøs eggsekk som beskytter eggene, og noen arter også kan regulere klekkingen slik at eggene kan overvintre. Nematodeangrepet kan også forstyrre nitrogenfikseringen (Colon 2006; Magnusson 2013).

Rotgallnematoder er kjent som de mest skadelige nematodene for landbruksvekster globalt. Tjue arter er funnet i Europa, flere av disse også i Norge (Holgado m.fl. 2009). Den nordlige rotgallnematoden *Meloidogyne hapla* er den viktigste arten som skader kløver. I motsetning til belgvekstenes rotknoller med nitrogenfikserende *Rhizobium*-bakterier, vokser det små røtter ut av rotgallene, slik at det er lett å skille disse fra hverandre. Nematoden har mange tofrøblada vekster som vertsplanter, inkludert forskjellige ugrasarter. De kan ikke formere seg på de fleste kornslag. Larvene går ikke i dvale, og det gjør at brakking er en effektiv måte å bli kvitt rotgallnematoder på.

I tillegg til nematodene nevnt ovenfor har følgende nematoder blitt påvist i en eller flere av prøvene som ble analysert i prosjektet:

Nålnematode (*Longidorus elongatus*) er vanlig i hele landet nord til Dyrøy og har mange kulturvekster som vertsplanter. Nematoden er særlig alvorlig i jordbær dyrking. Flere arter av gras, samt rødkløver, regnes som gode vertsplanter (Magnusson & Hammeraas 2005).

Stuntnematode (*Tylenchorhynchus dubius*) er kanskje den vanligste arten i denne slekten i Norge. I litteraturen oppgis det at denne nematoden kan forårsake problemer i mange vekster, blant annet soyabønner, havre, luserne og salat. Angrep av disse gir små planter. Denne nematoden er påvist i hele landet.

Spiralnematode (*Helicotylenchus spp.* og *Rotylenchus spp.*) kan gi skade i flere ulike kulturer. Nematodene lever fritt i jord, men kan også trenge inn i røtter hvor de tar næring fra flere nærliggende celler (Krall 1985). De har blitt vanligere de siste årene og påtreffes her til lands i eng og korn, samt på bærbusker, frukt- og skogtrær (Magnusson & Hammeraas 2003). Allment forekommende arter er *H. canadensis* og *H. pseudorobustus*. Kløver kan opprettholde bestanden i jorda og kan skades ved høye nematodetettheter. Spiralnematoder kan per i dag være undervurdert som planteskadegjørere (Krall 1985).

Stubbrottnematode (*Paratrichodorus pachydermus*) angriper røttens apikale meristem, noe som medfører at planta stadig danner nye røtter slik at rotsystemet blir «stubbet». Denne nematoden er kjent nord til Vesterålen.

Pin-nematode (bla. *Paratylenchus sp.*). I litteraturen er det oppgitt at disse nematodene sjelden gir skade på plantene, bare hvis de opptrer i svært stort antall. I en undersøkelse hos grønnsaksprodusenter i Lier i 2006 ble det funnet pin-nematoder i 30 % av prøvene (Holgado m. fl. 2008). En fryktet art er *P. bukowinensis* som gir alvorlig skade på gulrot og persillerot.

Ringnematode (familien *Criconematidae*). I følge Magnusson & Hammeraas (2003) kan denne nematoden opptre på frukttrær i Norge. I annen litteratur oppgis også at den kan finnes i stort antall i mynte. Slekten *Cricomenoides* forekommer også i plen og eng.

Siden midten av 1960-tallet har det ikke blitt utført systematisk kartlegging i Norge av nematoder som kan gjøre skade på belgvekster (Brandsæter m.fl. 2006).

3.2 Sopp

Kløverråde (*Sclerotinia trifoliorum*)

Kløverråde er vanlig på en lang rekke belgvekster og har vært sett på som den mest alvorlige kløversjukdommen i Europa (Lager 2002). Størst problem gir kløverråde på rødkløver (Marum, Graminor, pers. med. 10.2.2012). Hvitkløver har stoloner som kan dekke hullene i plantedekket etter planter som har gått ut pga. kløverråde (Öhberg 2004).

Kløverråde er den viktigste årsaken til at rødkløver som regel går ut etter to-tre år i eng (Lunnan, pers. med. 30.1.2012). Angrepene starter om høsten. Små brune bladflekker er det første symptomet og etter hvert får bladene et «kokt» utseende. Skadene synes best om våren. Det sikreste symptomet er sklerotiene, overvintringsorganene til soppen, som ser ut som svarte, avlange klumper. Sklerotiene ligger vanligvis i hvile over sommeren, og danner fruktlegemer på høsten. Disse sprer store mengder sporer som spres med vinden og infiserer bladverket til friske planter.

Soppen kan være latent i planten til forholdene blir gunstige, for eksempel ved høy luftfuktighet. Da kan den spre seg raskt gjennom hele planten. Kløverrådesoppen kan også vokse fra plante til plante, og på den måten drepe kløverplanter flekkvis i enga. Kløverråde utvikles særlig i fuktige perioder på ettersommeren og høsten. Sklerotiene kan holde seg spiredyktig i jorda i 7-8 år (Tronsmo m.fl. 1994). Angrepsomfanget bestemmes av værforholdene, noe som gir store årsvariasjoner (Öhberg 2008). En tørr sommer fremmer overlevelsen av sklerotier, uansett temperatur, mens en fuktig sommer vil redusere antallet kraftig (Öhberg 2004). Det anbefales et vekstskifte med 4-5 års mellom kløverårene for å kontrollere kløverråde (Lager 2002).

Tetraploide rødkløversorter har noe resistens mot kløverråde.

Rotråde (*Fusarium avenaceum*, *Fusarium sp.*, *Phoma sp.*, *Cylindrocarpon sp.*, *Verticillium sp.*)

Rotråde er et kompleks av forskjellige jordlevende sopper (Lager 2002). De kommer inn i plantene gjennom sår, enten i den overjordiske delen (f.eks. sår etter slått og beiting) eller i rota (f.eks. frostsprekker og insekt- eller nematodeangrep) (Ibid.). Soppen sprer seg både opp- og nedover. Et tegn på angrep av rotråde er at plantene lager få overjordiske skudd, og har råde i kronen. Rota blir etter hvert brun inni. Rotrådesoppene er oftest svake parasitter, og angriper derfor særlig planter som er svake fra før. Eldre planter og planter i kjørespor er spesielt utsatt (Öhberg 2008).

3.3 Samspill mellom nematoder og sopp

Rotsystemet er plantens største kontaktflate med omgivelsene. Rotsystemet er en viktig næringsressurs for mange jordboende dyr og for mikroorganismer. Skader på røtter, f.eks. sårskader forårsaket av rotsårnematoder, stuntnematoder, spiralnematoder eller invasjon av cystenematodenes juveniler kan åpne veien for infeksjoner av mikroorganismer. Undersøkelser i Danmark har påvist høye antall av rotsårnematoder i røtter i sterkt kløvertrøtt jord, og man mener her at bla. kløverråte kan trenge inn i røttene via sårene og bidra til at plantene svekkes (Hansen & Søegaard 2009).

I tillegg til sårskader kan angrep fra planteparasittære nematoder sterkt forandre plantenes struktur, og forstyrre metabolisme og tilvekstregulering. Dette vil åpne for involvering av nematoder i sykdomskompleks (Magnusson 1986). Ved angrep av betecystenematode (*Heterodera schachtii*) i røtter av *Arabidopsis thaliana* transporteres sukrose til syncytiet, som ved dette får en forhøyet konsentrasjon av sukker (Hofmann m.fl. 2007). Dette kan mistenkes å være tilfellet også i andre cystenematode-/planterelasjoner. Dette betyr at vevsforandringer som forårsakes av cystenematoder og rotgallnematoder kan fungere som et næringsrikt substrat for mikroorganismer som f.eks. sopp.

Rotsårnematoder, cystenematoder og rotgallnematoder har ofte blitt rapportert å delta i og forsterke plantesykdommer. I engbelgvekster er slike samspill mest hyppig rapportert fra luserne, men det finnes grunn til å anta at liknende samspill også forekommer på kløver. Kløvercystenematode er f.eks. kjent for å delta i råteutvikling forårsaket av *Fusarium oxysporum* og *F. avenaceum* på jordkløver *Trifolium subterraneum* (Tronsmo m.fl. 1994). Det er sannsynlig at dette også gjelder andre arter av kløver og andre arter av sopper. Særlig er nematodeangrep kjent for å predisponere plantene for angrep også av svakt patogene sopper. Spiralnematoder kan være involvert i rotråte på flere kulturplanter (Krall 1985).

Den danske forskningen omkring årsakene til kløvertretthet konkluderer med at plantepatogene nematoder antakelig er hovedårsaken, men at jordboende sopper også kan ha betydning. De danske forskerne antyder blant annet at slike sopper kan bidra til å «vekke til live» cyster tidlig i sesongen, noe som muliggjør et tidlig angrep av kløvercystenematoder på kimplantene av kløver (Møller & Søegaard 2004).

4. Status i andre land

4.1 Danmark

I Danmark har det vært observert økende problemer med etablering av kløver i eng. Dette gjelder særlig på store mjølkeproduksjonsgårder med økologisk drift, hvor eng med høyt innhold av kløver er en viktig del av vekstskiftet. Det har særlig vært fokusert på problemer med hvitkløver ved etablering av ny eng.

En stor undersøkelse på 1940-tallet viste at kløvertretthet skyldtes stengel-nematoder. Nyere forskning har bekreftet at det er nematoder som er hovedproblemet. Men det er andre arter som blir observert nå, særlig er det rotsårnematode og kløvecystenematode som har vist seg å gi skade. Ved angrep av nematoder oppstår det sår på røttene hvor plantepatogene sopper og bakterier kan trenge inn og forsterke skadene på plantene (Anon. 2011). Kløverråte (*Sclerotinia trifoliorum*) kan være en av disse soppene (Hansen & Søgaard 2009).

Bruk av ulike engbelgvekster har blitt prøvd ut på arealer med høy forekomst av kløvecystenematoder. Disse belgvekstene kunne deles i to grupper ut fra resultatene. Rødkløver, alsikekløver, hvitkløver og luserne hadde middels til høyt nematodeangrep og antall nematoder per rot. Alle bidro til å oppformere antallet nematoder, og avlingene ble redusert på arealer med mye nematoder. Tiriltunge, sneglebelg og blodkløver ble lite angrepet av nematoder, det var få nematoder per rot og avlingene ble ikke redusert der det var mye nematoder. Bare ett funn av voksne nematoder i denne plantegruppen tyder på at de både var mer motstandsdyktige mot nematodeangrep og at de i liten grad bidro til oppformering av nematodene (Søgaard & Møller 2006).

I Danmark er det utført sammenlignende karforsøk med spirende hvitkløver, på jord fra 14 ulike dyrkere der det var dyrket hvitkløver i de siste 5-7 årene. Dette ble sammenlignet med jord der kløver ikke var dyrket på 20 år. Kløveren spirte normalt i alle karene, men etter 5-7 uker stagnerte veksten. Noen planter fikk misfargete spadeblader. Veksten stoppet opp for de fleste av plantene, og noen av plantene døde. Der plantene overlevde, var veksten svært redusert (Søgaard m.fl. 2004). Søgaard anbefaler å gjøre enkle spireforsøk for å kunne påvise evt. symptomer på kløvertretthet (Søgaard pers. med. 20.9.2012).

I rådgivningen til produsenter er det en klar oppfordring om å ha minst ett kløverfritt år mellom pløying av eng og anlegg av ny eng.

Det krever en stor innsats for å oppnå ny kunnskap gjennom forskning. Muligens er det en «trigger»-faktor som bestemmer angrepsgraden, i større grad enn tettheten av nematoder i jorda. I 2013 vil det bli arbeidet med kløvertretthet gjennom et samarbeid mellom Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet og Landsforsøgene. På gårder med problem vil det bli prøvd ut ulike vekstskifter, bruk av andre belgvekster osv. På mange gårder er det ikke nok med ett kløverfritt år for å unngå problemer (Søgaard, pers. med. 20.9.2012).

4.2 Sverige

I Sverige har det særlig vært arbeidet med effekter av sopp på rødkløver. Kløverråte har vært et kjent problem lenge og Öhberg (2004) hevder den er den mest alvorlige sykdommen hos kløver i Sverige, og at rødkløver er spesielt mottakelig. Imidlertid reduseres skaden i viktige rødkløversorter ved hjelp av resistens.

Rotråte var nærmest ukjent fram til 1970-tallet, men antas nå å være hovedårsaken til at kløver går ut etter 2. engår. Rotråte skyldes ulike jordbundne patogene organismer, hvor *Fusarium avenaceum* regnes som den viktigste. Mange av soppene som infiserer rødkløverrøttene er regnet som svake, men angrepene kan likevel bli alvorlige ved påvirkning av sykdomsfremmende abiotiske faktorer eller ved hyppig slått.

Forekomsten av rotråte i rødkløver ble undersøkt på fem ulike steder i Sverige. Alvorlige angrep ble påvist på alle stedene og i alle fem sortene. Den nordlige sorten Nordi hadde signifikant mindre angrep enn flere av de andre sortene. De tetraploide sortene var mer angrepet enn de diploide sortene (Öhberg & Bång 2003).

Undersøkelser flere steder i Sverige viste at skader forårsaket av rotråte er vidt utbredt på økologiske gårder i Sør- og Mellom-Sverige. I forsøk ble rødkløveren angrepet om høsten i innsåingsåret, og etter to år var alle undersøkte planter smittet. Sju ulike sorter ble testet, men i dette forsøket var det ingen forskjell i angrepsnivå mellom sortene. Angrepsnivået var signifikant lavere i hvitkløver (Wallenhammar 2010).

I et svensk forsøk viste rødkløver symptom på skade allerede i etableringsåret. Det vanligste problemet er imidlertid at rødkløveren forsvinner fra eng etter andre engår. Dette problemet forsterkes ofte av overvintringsskade (Wallenhammar 2010).

Mangel på mikronæringsstoffer kan øke graden av soppinfeksjoner i rødkløverrøttene. Dette ble undersøkt på fire engarealer i nærheten av hverandre, men med ulik engalder. Rotråteangrepene økte med avtakende innhold av kalium (K), mangan (Mn), sink (Zn) og kobber (Cu) i røttene. Tilsvarende resultater var det for aluminium (Al) og jern (Fe), men innholdet i plantene var så høyt at mangel var lite sannsynlig. Innholdet av bor (B) var lavt, men det var ingen sammenheng mellom konsentrasjon og angrepsgrad. For andre plantearter kan lavt innhold av B gi rotsykdommer. Forskerne er forsiktige med å konkludere, og legger vekt på behov for mer forskning på området (Stoltz & Wallenhammar 2010).

4.3 Nederland

I Nederland har en utviklet et verktøy for å kontrollere skadelige nematoder (ABS: AaltjesBeheersingsStrategie). Vekstskifte basert på kunnskap om nematodepopulasjonene i jorda, kombinert med tiltak som brakking, riktig rekkefølge av vekster, tilpassede så- og høstetidspunkt, bruk av fangvekster og hygienetiltak blir anbefalt for å holde planteparasitære nematoder under kontroll (Molendijk 2004). Verktøyet er tilgjengelig på nett, og er først og fremst tilpasset åkerdyrking.
(<http://www.aaltjesschema.nl/default.aspx>)

Ifølge Colon (2006) opplever særlig økobønder med sandjord omfattende problemer med nematoder i kløver. Spesielt nematodearter med mange vertsplanter er et problem, fordi de er vanskelig å kontrollere med vekstskifte.

Van Eekeren m.fl. (2004) fant kløvercystenematoder på fem av åtte økologiske gårder med mjølkeproduksjon. Femtiseks prosent av de undersøkte prøvene inneholdt moderate til høye mengder nematoder. Mengden nematoder var ikke relatert til antall år siden omlegging og antall foregående år med kløver. Forsøk med vekstskifte viste at en kunne holde mengden av nematoder på et akseptabelt nivå med et vekstskifte med treårig eng, fulgt av tre år med fôrmais. Økningen i antallet larver og egg i eng-årene var større enn reduksjonen i åker-årene, men bare ett år med åker halverte forekomsten av larver og egg. Forfatterne konkluderer med at forsøket viser at kløvercystenematodeangrep på økologiske mjølkeproduksjonsgårder forårsaker små problemer for kløver i engårene, men kunne være et problem i etableringsåret.

Vi er ikke kjent med at det pågår vitenskapelige prosjekter som spesifikt befatter seg med kløvertretthet i Nederland per i dag, men kløvertretthet inngår som en av faktorene i arbeidet med holdbarhet av kløver i eng (Van Eekeren, pers. med. 4.12.12).

5. Nematodeanalyser

5.1 Metode

For å få en viss innsikt i status for kløvertretthet forårsaket av nematodeangrep i Norge ble det sendt ut forespørsel om prøvetaking til landbruksrådgivere over hele landet. Prøvetaking var mest aktuelt på økologiske bruk med intensiv engdyrking i lang tid.

Aktuelle steder for prøveuttak var på arealer i overgangen mellom god og dårlig kløvervekst. Nematoder spiser på levende planter, og der de har tatt livet av sine verter finner de derfor ikke lenger noe å spise. Høyest tetthet av nematoder finner en på arealer i overgangen mellom god og dårlig kløvervekst. Prøvene ble derfor forsøkt tatt ut i slike områder.

Noen av prøvene ble tatt på jord med godt tilslag av kløver, mens andre prøver ble tatt på jord der det er vanskelig for kløveren å trives.

Prøver fra i alt 6 gårdsbruk ble tatt ut i 2012 og analysert av Bioforsk Plantehelse. Resultatene fra prøver tatt på to gårdsbruk i Midt-Norge i 2011 er også tatt med. Et av disse gårdsbrukene er blant de seks det ble tatt prøver av i 2012, og resultatene for begge årene derfra er derfor presentert i egen tabell. Totalt antall gårder som det er presentert resultater fra, er derfor sju.

5.2 Resultater

Resultater fra analysene er presentert i tabell 1 og 2. I tabell 1 er det også tatt med resultater fra to prøver fra en økologisk drevet gård i Steinkjer kommune, tatt i 2011. Disse to prøvene ble tatt på grunn av dårlig vekst. I prøve av rødkløver fra samme gård ble det ikke påvist nematoder.

Tabell 1. Funn av nematoder i jordprøver tatt 2011 og 2012, fra ulike steder i landet. Antall organismer oppgitt per 250 ml jord.

Kommune	Påviste organismer	Mengde organismer per 250 ml jord	Jordtype	Kløver i forkulturen
Steinkjer	Kløvercystenematode	Ikke tallfestet	Leirjord	2-årig m. kløver, korn m. hvitkløver underkultur, korn med gjenlegg m. kløver
Steinkjer	Rotsårnematode Stuntnematode Spiralnematode	Ikke tallfestet	Leirjord	Som foregående
Skiptvedt	Spiralnematode	1320	Mellomleire	Til -09: korn i 40-50 år I 2009 og -10: gras/kløver -11: Havre m/gjenlegg
Skiptvedt	Stuntnematode Spiralnematode Rotsårnematode Stubbrottnematode	4 106 6 2	Mellomleire	Vekstskifte med korn og gras/kløver de siste 8-10 år, korn i 40-50 år før det
Trøgstad	Spiralnematode Rotsårnematode	265 144	Mellomleire	1.års eng året før, mye gras/kløver de siste årene
Trøgstad	Spiralnematode Rotsårnematode Kløvercystenematode	124 213 4	Mellomleire	Korn/grønnfôr med gj.legg året før, mest korn de siste årene
Aurland	Stuntnematode Rotsårnematode Pin-nematode Nålnematode Stubbrottnematode Kløvercystenematode	13 130 10 10 15 1 cyste	Sandjord	Eng minst 5 år. Før det allsidig vekstskifte med grønnsaker
Aurland	Stuntnematode Rotsårnematode Nålnematode	93 42 6	Sandjord	Gammel eng, så grønnfôr i 2011/12
Aurland	Stuntnematode Rotsårnematode Nålnematode Kløvercystenematode	35 33 8 Ikke analysert	Sandjord	Jevnt med kløver
Aurland	Stuntnematode Rotsårnematode Nålnematode	97 8 3		Gj.legg. Lite kløver, men jevnt fordelt.

	Kløvercystenematode	Ikke analysert	
Marnadal/Mandal,	Stuntnematode Spiralnematode Rotsårnematode Pin-nematode Stubbrotnematode Kløvercystenematode	12 262 50 58 1 16 cyster	5 år økologisk, 2. års eng, kløver gikk ut med en gang. Lave K-verdier
Marnadal/Mandal,	Stuntnematode Spiralnematode Rotsårnematode Pin-nematode	56 5 118 6	Ensidig engdyrking. Gj.legg uten dekkvekst. Mye kløver.
Lyngdal	Stuntnematode Spiralnematode Rotsårnematode Pin-nematode Stubbrotnematode	11 420 27 73 7	Gjenlegg uten dekkvekst. Brukbar med kløver. Øko- drift i 15 år
Lyngdal	Stuntnematode Spiralnematode Rotsårnematode Stubbrotnematode	17 9 20 100	5 års eng, økol. drift i 15 år, kløveren står godt

Tabell 2. Funn av nematoder i jordprøver fra to jordstykker på samme gård i Tingvoll, Møre og Romsdal, i 2011 og 2012. I 2012 ble det tatt to prøver på hvert jordstykke.

Prøvested	Påviste organismer	Antall per 250 ml jord		Jordtype	Antall år med kløver
		2011	2012		
			Prøve1	Prøve2	
Jorde 1, god vekst	Rotsårnematode Spiralnematode Pin-nematode <i>Ditylenchus</i> sp. Kløvercystenematode Stubbrotnematode Ringnematode	22 1 13 2 1	29 3 30 8 8 0	5 57 12 0 2 1	1.års eng i 2011. Mer enn 5 år med eng.
Jorde 1, dårlig vekst	Rotsårnematode Pin-nematode Kløvercystenematode	8 2 5			Siltig mellomsand
Jorde 2, god vekst	Rotsårnematode Kløvercystenematode Spiralnematode Stubbrotnematode Ringnematode	11 3	0 1 cyste 4 0 1	0 1 35 14 0	Gjenlegg i 2011. Mer enn 5 år med eng.
Jorde 2, dårlig vekst	Rotsårnematode Spiralnematode Ringnematode	7 9 1			Siltig mellomsand

I 2011 ble prøvene på gården i Tingvoll tatt på grunn av redusert vekst. I 2012 var veksten jevnt over mye bedre. Det ble derfor tatt ut to prøver fra områder med god vekst. Prøvene fra Steinkjer i 2011 ble tatt i juli. De andre prøvene ble tatt seinhøstes.

Som det går fram av tabell 1 og 2 ble det i alt funnet 9 ulike nematodetyper. Rotsårnematoder (*Pratylenchus* spp.) ble funnet på alle gårdene, og de vanligste artene var *P. crenatus* og *P. fallax*. Spiralnematoder (fam. Hoplolaimidae) ble påtruffet på seks gårder. Artene *Helicotylenchus canadensis* og *H. pseudorobustus* ble påvist på 2 gårder hver. *Rotylenchus* sp. forekom også på to gårder. Stuntnematoder (*Tylenchorhynchus* spp.) ble funnet på fem gårder. Blant stuntnematodene finnes slekten *Merlinius* og artene *T. dubius* og *T. maximus*. Stubbrottnematode (fam. Trichodoridae) var også til stede på fem gårder, med bl.a. arten (*Paratrichodorus pachydermus*). Forekomst av kløvercystenematode *Heterodera trifolii* ble også konstatert på fem gårder. Pin-nematoder (*Pratylenchus* spp.) ble oppdaget på fire gårder. På en av gårdene forekom arten *P. bukowinensis*. Nålnematoden *Longidorus elongatus* ble påtruffet på en gård. Ringnematode ble også påvist bare på en gård. På en gård i Østfold inneholdt den ene prøven 1 320 *H. canadensis* per 250 ml jord. Stengel-nematode, som var vanlig tidligere, ble ikke påvist. Derimot ble en annen *Ditylenchus*-art påvist i en prøve fra en av gårdene i 2011.

Kløverrik eng kan være uegnet som forgrøde til andre kulturer da kløver kan være en god vertsplante for nematoder. Rotsårnematoden (*P. penetrans*), nålnematoden (*L. elongatus*) og rotgallnematoden (*M. hapla*) som er oppformert i kløvereng kan skade etterfølgende kulturer av f.eks. jordbær og gulrot.

5.3 Tolkning av resultatene

Rotsårnematoder var til stede i lave eller moderate tettheter på alle gårder som det ble tatt prøver fra. Spiralnematoder og stuntnematoder var også meget vanlig forekommende. Spiralnematoden *H. canadensis* er hyppig forekommende i Norge, og var den nematodeart som ble påtruffet i den høyeste tettheten, og i forbindelse med dårlig kløvertilslag. Den noterte tettheten 1 320 ind./250 ml jord er et høyt tall for norske forhold. Stubbrottnematoder (fam. Trichodoridae) og kløvercystenematoder var også vanlige.

Kløvercystenematode, rotsårnematode (*P. penetrans* og *P. crenatus*), stuntnematode (*T. dubius*) og spiralnematode (*H. canadensis* og *H. digonicus*) har ofte vært assosiert med dårlig vekst i rødkløver i Polen (Kornobis, sitert i Cook & Yeates 1993). Stubbrottnematodenes status som skadegjørere på kløver er foreløpig ukjent.

Direkte bevis for at disse nematodene forårsaker kløvertretthet finnes ikke. I de tilfeller kløvertretthet synkront rammer hele felt er det lite sannsynlig at årsaken skulle være nematoder. Nematodepopulasjoner er sterkt aggregert i felt (Goodell & Ferris 1990) og det er derfor mer sannsynlig at nematoder kan være involvert når symptomene opptrer flekkvis. I det undersøkte materialet er det vanskelig å relatere forekomsten av nematoder til skader, da plantepatogene nematoder ble påvist også der kløveren så ut til å trives godt.

Ved påvisning av plantepatogene nematoder og plantepatogene sopper ved ordinær analyse oppgis enten bare at organismen er påvist eller antall individ. Det er nødvendig med en populasjon av 6 mill. cyster per daa for å kunne påvise cyster i 250 ml med jord (R. Holgado, pers. med. 27.1.2012).

Det har vært forsøkt å fastslå økonomiske skadeterskler for plantepatogene nematoder. Brandsæter m.fl. (2006) oppgir ett egg per ml jord som skadeterskel for kløvercyste-nematode. Van Eekeren m.fl. (2004) refererer Plowright (1985), som oppgir at skade på hvitkløverspirer oppstår ved mer enn 2 000 juveniler og egg per 100 g jord, og at en tetthet på 4 000 juveniler og egg per 100 g jord kan medføre at kløverspirene dør.

Det har vist seg å være vanskelig å kunne angi eksakte tall for slike skadeterskler. Skadeterskelen kan for eksempel variere med naturgitte forhold, blant annet jordart. Magnusson & Hammeraas (2003) angir at skadeterskelen for *P. penetrans* er 63-100 individer per 250 g jord på sandjord, mens den på leirjord er 113-200 individer per 250 g jord. Grunnet mangelfull kunnskap om de fleste nematodearters skadelighet kan analyser av tettheter i dag oftest ikke gi svar på hvor alvorlig angrepet er og dermed hvilke tiltak som er nødvendige.

I et dansk forsøk med kløvertrett jord fra 14 gårder med hvitkløverdyrking ble forekomst av nematoder registrert (Søgaard m.fl. 2004). Antallet cyster i jorda varierte fra 55 til 380 og for fylte cyster fra 0 til 80 per kg jord. For noen av prøvene med jord med kraftige symptom på kløvertretthet var imidlertid antall cyster lavt og nesten så lavt som antallet i referansejorda, uten symptomer på kløvertretthet. Resultatet er vanskelig å bedømme da tettheten til utgangspopulasjonen, dvs. antall egg og juveniler per volumenhet ikke er kjent.

I prosjektet ble det bare tatt ut prøver en gang i sesongen på de ulike prøvestedene. For å få et fullgodt bilde av nematodeforekomsten på et sted bør det tas prøver flere ganger i sesongen. På grunn av nematodenes livssyklus vil antallet på et sted variere gjennom vekstsesongen.

6. Aktuelle tiltak

Det er ingen effektive midler for å redusere skadene av plantepatogene nematoder når angrepet allerede er til stede. Kjemiske midler, nematicider, er ikke godkjent for bruk i Norge. Biofugimasjon, hvor naturlige plantestoff benyttes i form av nedbrytingsgasser fra plantemasse, er et direkte tiltak som nå prøves ut i forsøk, blant annet i Norge. Resultatene fra de norske forsøkene er ikke entydige (Graneng 2013). Forsøk i Tyskland har vist god effekt av biofugimasjon på rotsårnematode, men metoden hadde liten effekt på populasjonen av rotgallnematoder (*M. hapla*) (Hallmann m. fl. 2009).

Forebyggende tiltak som resistente sorter, vekstskifte, hygiene, rent utstyr og friskt plantemateriale for å holde nematodepopulasjonen på et lavt nivå er avgjørende for en effektiv bekjempelse.

6.1 Vekstskifte

Vekstskifte er antatt å være det viktigste tiltaket mot alvorlige, jordboende sykdommer i belgvekster. I Danmark og Nederland er vekstskifte en viktig del av rådene som gis til dyrkerne for å unngå kløvertretthet. Kløvcercystenematoden kan overleve i jord med varierende temperatur og fuktighet i mer enn 3,5 år (Yeates & Visser 1979). For stengelneematode er det angitt at med 3-årig kløvereng er et samlet vekstskifte på 6-8 år ikke nok for å holde angrep nede (Hofsvang 1983).

For å oppnå en tilstrekkelig reduksjon i nematodepopulasjonen er det nødvendig å dyrke vekster som ikke er vertsplanter for den aktuelle nematodeart. Resultater fra flerårige forsøk i Sverige viser at havre var den kulturen som reduserte forekomsten av rotgallnematoden *M. hapla* mest, forutsatt tilnærmet ugrasfri åker. Oljereddik Terranova reduserte også forekomsten, mens ved dyrking av hvitsennepssorten Achilles økte forekomsten av *M. hapla* (Juhlin 2010).

6.2 Foredling og resistens

Foredling for resistens hos rødkløver mot stengelneematode (Bingefors 1957) var en viktig grunn til at skadeomfanget av nematoden kunne reduseres. I Sverige var det fram til 1970-tallet et foredlingsprogram for rødkløver som omfattet resistens mot ulike raser av stengelneematode. Slik foredling og testing gjøres ikke lenger, noe som på sikt kan medføre økt skadeomfang, særlig i rødkløver (Brandsæter m.fl. 2006). Bekjempelse ved hjelp av resistens forutsetter god kjennskap til arter og patotyper av nematoder som fins, slik at sorter med riktig resistens kan benyttes. Per i dag er det kun to sorter av rødkløver (Raja og Titus) som er resistente.

6.3 Andre agronomiske tiltak

Jordarbeiding i form av god pløying er viktig for sykdommer som overlever på planterester i jord (Henriksen 2005, Öhberg 2004). I områder med tele og kalde vintre vil høstpløying være særlig effektivt, mange nematoder vil fryse i hjel.

Tidlig såing av eng om våren øker kløverplantenes sjanser til å overleve et angrep av kløverråte. Planter som har hatt en god innvintring har god motstandskraft mot kløverråte. Ugrasregulering er et viktig tiltak mot nematoder. Fjerning av vertsplanter vil redusere smittepresset på kulturplantene. Dette gjelder imidlertid ikke for cystenematoder, som er mer artsspesifikke mht. vertsplanter (Brandsæter m.fl. 2006).

Brakking kan være effektivt mot rotgallnematode, fordi deres livssyklus ikke omfatter noe dvallestadium (Colon 2006). Brakking er imidlertid lite gunstig med tanke på næringshusholdning og fare for næringstap.

Et større mangfold av belgvekster kan bidra til å dempe skadeomfanget av nematoder. I et dansk forsøk ble ulike belgvekster dyrket i jord hvor det var påvist mye kløvercystenematoder. Artene blodkløver, tiriltunge og sneglebelg hadde færre nematoder per rot og lavere angrepsgrad enn alsike-, hvit- og rødkløver. Avlingene av disse tre artene ble heller ikke påvirket av angrepene. Forskerne konkluderte med at de tre belgvekstartene hadde god resistens mot og var i tillegg i liten grad vertsplanter for kløvercystenematode (Søegaard & Møller 2006).

6.4 Forhindre spredning

Nematoder kan spres med infisert plantemateriale (for stengel-nematode også med frø), jord og dreneringsvann. De kan derfor spres med redskap og utstyr som ikke er vasket. Beitende sauer er f.eks. en effektiv spredningsvei for kløvercystenematode i New Zealand (Yeates 1978). Bevissthet omkring spredningsveier kan bidra til å unngå spredning. Desinfeksjon og vask av utstyr kan være aktuelt ved alvorlige angrep.

6.5 Naturlige fiender

Skader på nematoder, i form av blærer, forekommer ofte og tyder på parasittangrep. Flere typer av nematodeparasitter, som *Paecilomyces lilacinus*, *Pochonia clamydosporia* (Holgado & Crump 2003; Holgado m.fl. 2010) og *Pasteuria penetrans* (Bioforsk upubl.), er også kjent for å forekomme og angripe planteparasittære nematoder i Norge. Vi mangler kunnskap om hvilken virkning de har og hva som skal til for at de skal trives.

En studie av frittlevende nematoder på i alt 25 gårder med potetdyrking i Västra Götaland i Sverige fant at det var færre rotsårnematoder og stubbrotnematoder på de økologiske gårdene enn på de konvensjonelle gårdene. På de seks økologiske gårdene var det i snitt 30 stubbrotnematoder og 246 rotsårnematoder per 250 g jord. På de konvensjonelle gårdene var de respektive tallene 40 og 408 individer per 250 g jord. En forklaring kan være det fins flere organismer i jorda på de økologiske gårdene som virker som antagonister og dermed holder populasjonen av de plantepatogene nematodene nede (Andrae 2011). Flere planteparasittære nematoder trives dårlig i jord der det tilføres husdyrgjødsel, fordi det gir et bakterierikt miljø som er ugunstig for dem.

7. Oppsummering og forslag til videre arbeid

Problemer med kløvertretthet er kjent fra flere land i Nord-Europa. Kunnskap om situasjonen i Norge er mangelfull, men noen dyrkere har rapportert om dårlig vekst av kløver, noe som kan skyldes kløvertretthet. Analyseresultatene i dette prosjektet viser at skadeorganismer som kan forårsake kløvertretthet forekommer i norsk dyrkingsjord. Økt bruk av kløver i eng og i andre kulturer, kombinert med et mildere klima, tilsier at det er nødvendig å være oppmerksom på at disse problemene kan bli forsterket i tida framover.

Det trengs en ytterligere kartlegging av situasjonen for kløvertretthet her i landet. Prøver bør tas på flere gårder, og disse prøvene bør tas flere ganger i vekstsesongen på hvert sted.

Det fins per i dag ikke nok kunnskap og godt nok rådgivningsapparat til å kunne hjelpe produsenter som får konstatert kløvertretthet og/eller forekomst av nematoder som gjør skade på kløver. Det trengs mer kunnskap om skadeterskler for ulike skadegjørere som forårsaker dårlig vekst på kløver, for å kunne bestemme når sanerende tiltak er nødvendig.

Kunnskap om det fins naturlige fiender til de plantepatogene nematodene, og hva som kan bidra til å styrke disse, kan bidra til en bedre kontroll av skadegjørerne. Utprøving av ulike forebyggende metoder er viktig for å kunne hjelpe produsenter som har fått påvist kløvertretthet og nematodeangrep. Direkte tiltak som ikke innebærer bruk av kjemiske sprøytemidler bør også prøves ut.

Det er også behov for å styrke nematologi som fag i Norge og i nabolandene. Faget må bli mer synlig og rekruttering er nødvendig for å styrke kompetansen (Gunther 2012). Samarbeid med forskere og rådgivere i andre land er nødvendig for å få ny kunnskap og et bedre erfaringsgrunnlag.

8. Referanser

- Andrae, L. 2011. Förekomsten av frilevande nematoder i Västsvenska jordar och deras inverkan på potatisens kvalitet avseende rost (TRV) och *Rhizoctonia solani*. En förstudie. http://fou.sjv.se/fou/sok_detalj_delredo.lasso?id=6595
- Anon. 2011 Kløvergræs i økologisk kvægbrug (Orggrass) www.icrofs.dk/pdf/2011_FOEJOIIIbog_orggrass.pdf
- Bingefors, S. 1957. Studies on breeding red clover for resistance to stem nematodes. Växtodling 8. Almqvist & Wiksells Boktryckeri AB, Uppsala. 123 s.
- Bingefors, S., Lindhardt, K. & Støen, M. 1971. Nematoder på växter. LT:s Forlag LTK, Centraltrykkeriet Borås. 160 s.
- Brandsæter, L.O., S.M. Birkenes, B. Henriksen, R. Meadow & T. Ruissen 2006. Plantevern og plantehelse i økologisk landbruk. Bind 1: Bakgrunn, biologi og tiltak. Bioforsk og Gan Forlag, 2006. ISBN 10: 82-492-0732-7
- CAB 1972. *Ditylenchus dipsaci*. C.I.H. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes. Set 1, No. 14: 4 s.
- CAB 1974. *Heterodera trifolii*. C.I.H. Descriptions of Plant-parasitic Nematodes. Set4, No. 46.
- Colon, L. 2006. Aaltjesresistentie in klaver. Perspectieven voor aaltjesresistente kløver als stikstofleverancier in biologische teelten. http://biodatabank.be.dotnet35.hostbasket.com/dokumenten/Voeder_groenbemesting_grassen/Grasklaver_BioInfo_Klavers_Voedervikke_Luzerne_NL2006.pdf
- Cook, R. & Yeates, G.W. 1993. Nematode pests of grassland and forage crops. In: Evans, K., Trudgill, D.L. & Webster, J.M. (eds.) Plant parasitic nematodes in temperate agriculture. CAB International, UK: 305-350.
- Eekeren, N. van, L. Bommelé & J.P. Wagenaar 2004. Is clover cyst-nematode a problem for organic dairy farms? In: Frankow-Lindberg m.fl. (ed.) Adaptation and Management of Forage Legumes - Strategies for Improved Reliability in Mixed Swards 2004. <http://www.louisbolk.org/downloads/1445.pdf>
- Eekeren, N. van, E. Heeres & F. Smeding 2003. Leven onder de graszode. Louis Bolk Instituut, Driebergen, Nederland. www.louisbolk.org/downloads/1327.pdf
- Goodell, P. & Ferris, H. 1990. Plant-parasitic Nematode Distributions in an Alfalfa Field. Journal of Nematology 12: 136-141.
- Graneng, M.F. 2013. Sennep mot nematoder. www.lr.no 13.3.2013 <http://sortrondelag.lr.no/media/ring/1228/Rapport%20sennep%20web.pdf>.
- Gunther, M. 2012. Seminar 460 - Past and future in Nordic nematology. www.bioforsk.no 26.11.2012. http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/forside/nyhet?p_document_id=100610

- Hallmann, J., H. Buck, F. Rau, M. Daub, W. Schütze, R. Grosch & M. Schlathölter 2009. Chancen und Grenzen der Biofumigation für die Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden. http://orgprints.org/view/projects/int_conf_2009_wita.html
- Hallmann, J., A. Frankenberg, A. Paffrath & H. Schmidt 2007. Occurrence and importance of plant-parasitic nematodes in organic farming in Germany. *Nematology*, Vol. 9 (6), s. 869-879.
- Hansen, L., & K. Søgaard 2009. Kløvertræthed, er nematoder årsagen? <http://orgprints.org/16173/1/16173.pdf>
- Henriksen, B. 2005. Sjukdommer på belgvekster. *Grønn kunnskap* 9 (2), s. 56-62
- Hofmann, J., Wieczorek, K., Blöchi, A. & Grundler, F.M.W. 2007. Sucrose supply to nematode-induced syncytia depends on the apoplasmic and symplasmic pathways. *Journal of Experimental Botany* 58: 1591-1601.
- Hofsvang, T. 1983. Skadedyr på engvekster, korn og potet. Landbruksbokhandelen
- Holgado, R. & Crump, D.H. 2003. First record on the occurrence of nematofagous fungi parasitising cyst nematodes in Norway. *International Journal of Nematology* 13: 65-71.
- Holgado, R. & C. Magnusson 2005. Importance of Nematodes in Organic Farming. NJF Report 1/1 s. 177-180. [http://www.njf.nu/filebank/files/20101023\\$211643\\$fil\\$52Q9XXi9m0G1OuO7Dm4r.pdf](http://www.njf.nu/filebank/files/20101023$211643$fil$52Q9XXi9m0G1OuO7Dm4r.pdf)
- Holgado, R., Niere, B., Forbord, J.O., Vagle, A. & Magnusson, C. 2010. Resultater fra pilotprosjektstudie om potetcystenematoder. *Bioforsk FOKUS* 5(2): 148-149.
- Holgado, R., A. Stryken, C. Magnusson, I. Rasmussen, K. Strandenæs & B. Hammeraas 2008. Forekomst av planteparasittære nematoder i grønnsaker - preliminare resultater fra prosjekt i Lier område. *Bioforsk FOKUS* 3 (1), s. 14-15
- Holgado, R., J. I. Øverland & B. Hammeraas 2009. Ny rotgallnematode *Meloidogyne naasi* i Vestfold. *Bioforsk FOKUS* 4 (2), s. 246-247
- Juhlin, M.-L. A. 2010. Olika grödors inverkan på förekomst av rotgallnematod, *Meloidogyne hapla*, och andra frilevande nematoder i ekologisk växtföljd med morötter. Slutredovisning, Jordbruksverket FoU. http://fou.sjv.se/fou/sok_detalj_delredo.lasso?id=6595
- Krall, E. L. 1985. Root Parasitic Nematodes, family Hoplolaimidae. Oxonian Press Pvt. Ltd. New Delhi. 580 s.
- Lager, J. 2002. Soil-borne Clover Diseases in Intensive Legume Cropping. *Agraria* 362, SLU, Uppsala
- Lewis, G.D. & Mai, W.F. 1960. Overwintering and migration of *Ditylenchus dipsaci* in organic soils of southern New York: *Phytopathology* 50: 341-343.
- Magnusson, C. 1986. Organism interactions in disease, *Växtskyddsnotiser* 50: 165-167.

Magnusson, C. 2013. Kapittel 11. Nematoder. I: Nilsson, U., Kärnestam, E. & Rämert, B (eds.) Växtskyddets grunder. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för Växtskyddsbiologi, Alnarp (under utgivelse).

Magnusson, C. & B. Hammeraas 2003. Nematoder på frukttrær. Grønn Kunnskap@ 7 (132)

Magnusson, C. & B. Hammeraas 2005. Nålnematoder i jordbær. Grønn Kunnskap 9 (2), s. 550-556

Mankau, R. & Linford, M.B. 1960. Host-Parasite Relationships of the Clover Cyst Nematode *Heterodera trifolii* Goffart. University of Illinois, Agricultural Experiment Station. Bulletin 667. 50 s.

Molendijk, L.P.G. 2004. AaltjesBeheersingsStrategie (ABS); de planmatige aanpak. Gewasbescherming 35:5, s. 250-255

Møller, K. & K. Søgaard 2004. Kløvertræthed er koblet til tidlig nematodeangreb. FØJOenyt nr 6

Plowright, R.A. 1985. The host-parasite relationships in white clovers and the clover cyst nematode (*Heterodera trifolii*). PhD Thesis, University of Wales.

Stoltz, E. & A.-C. Wallenhammar 2010. The incidence of root rot in red clover may be influenced by mineral nutrition. NJF Report, Vol 6, No 3, p. 25-28

Søgaard, K. & K. Møller 2006. Can higher legume diversity reduce clover soil fatigue? <http://orgprints.org/7542>

Søgaard, K., K. Møller, B. Jensen, S. Elmholt & J. B. Kjeldsen 2004. Kløvertræthed. Grøn Viden Markbrug nr. 305. <http://pure.au.dk/portal/files/455845/gvma305.pdf>

Treonis, A., R.Cook, L. Dawson, S.J. Grayston, & T. Mizen 2006. Effects of a Plant Parasitic Nematode (*Heterodera trifolii*) on Clover Roots and Soil Microbial Communities. Biology & Fertility of Soils. 43:541-548.

Tronsmo, A.M., P. Marum & C. Magnusson 1994. «Råteproblemer» i kløver. Kløverråte, rotråte og nematoder. FAGINFO 4, Suppl. 7 s.

Wallace, H.R. 1962. Observations on the behaviour of *Ditylenchus dipsaci* in soil. Nematologica 7: 91-101.

Wallenhammar, A.-C. 2010. Field surveys of *Fusarium* root rot in Swedish organic red clover leys and susceptibility test of Nordic cultivars. NJF Report, Vol 6, No 3, s.41-44

Yeates, G.W. 1978. Reinfestation of small plots by clover cyst nematode - a note. N.Z. Journal of Agricultural Research 21: 147

Yeates G.W. & Visser T.A. 1979. Persistence of *Heterodera trifolii* (Nematoda) cysts in the absence of host plants. N.Z. Journal of Agricultural Research 22: 649-651.

Öhberg, H. 2004. Klöverröta. Faktablad om växtskydd 123J. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala

Öhberg, H. 2008. Studies of the persistence of Red Clover Cultivars in Sweden. With particular reference to *Sclerotinium trifoliorum*. Doc. Thesis SLU, Umeå

Öhberg, H. & U. Bång 2003. Betydelsen av rotträangrepp för bristande uthållighet hos olika rödklöversorter. Slutrapport RJN Dnr 25/200 + 7/2003.
<http://www.rjnsverige.se/slutr/03-7.pdf>