

Forekomst af jordbårne svampe og fritlevende nematoder i danske roemarker

Occurrence of soil-borne fungi and free-living nematodes in Danish beet fields

RAPPORT MED FORSØGSDATA OG RESULTATTABELLER
REPORT WITH TRIAL DATA AND TABLES OF RESULT



Anne Lisbet Hansen
alh@nbrf.nu
+45 21 68 95 88

Mikkel Nilars
mn@nbrf.nu
+45 42 61 66 74

Nordic Beet Reseach Foundation (Fond)
DK: Højbygårdvej 14, DK-4960 Holeby
SE: Borgeby Slottsväg 11, SE-237 91 Bjärred
Phone: +45 54 69 14 40

www.nordicbeet.nu

Forekomst af jordbårne svampe og fritlevende nematoder i danske roemarker

Mikkel Nilars, mn@nbrf.nu, Lars Persson, Åsa Olsson, Anne Lisbet Hansen, alh@nbrf.nu

Konklusion

På 24 lokaliteter er der i oktober udtaget jordprøver og opgravet roer med formålet at undersøge udbredelsen af jordbårne svampe samt fritlevende nematoder.

Der er i 18 af prøverne fundet middel eller høj risiko for angreb af rodbrand forårsaget af *Aphanomyces* og/eller *Pythium*. Dette tyder på, at rodbrandsvampene er forholdsvis vidt udbredt i dyrkningsområdet. Rodbrand kan give op til 10 pct. udbyttetab (fundet i tidligere forsøg hos NBR). Problemet med rodbrand kan i dag stort set løses med effektiv bejdsning af roefrøene med fungicid.

Der er i jordprøverne fundet seks forskellige arter af fritlevende nematoder, hvoriblandt de oftest forekommende er rodsårnematoder (*Pratylenchus neglectus*, *P. thorni*), stubrodnematoder (*Trichodoorous spp.*, *Paratrichodorus spp.*).

Undersøgelsen fortsættes i 2024 med et lignende antal prøver.

Conclusion

At 24 locations, soil samples were taken, and beets dug up in October with the aim of investigating the distribution of soil-borne fungi and free-living nematodes.

In 18 of the samples, a medium or high risk of damping off caused by *Aphanomyces* and/or *Pythium* was found. This suggests that the soil borne fungi are relatively widespread in the cultivation area. Damping off can cause up to 10 per cent yield loss (found in previous trials at NBR). Today, the problem of damping off can largely be solved by effectively by using seed treatments with fungicide.

Six different species of free-living nematodes have been found in the soil samples, of which the most frequently occurring are root lesion nematodes (*Pratylenchus neglectus*, *P. thorni*) and stubby rot nematodes (*Trichodoorous spp.*, *Paratrichodorus spp.*).

The study will be continued in 2024 with a similar number of samples.

Formål

Angreb af jordbårne svampe og fritlevende nematoder kan i sukkerroedyrkning medføre dårlig fremspiring og langvarige udbyttetab i marken samt forringe sukkerudvinding på sukkerfabrikken.

Jordbårne svampe (f.eks. *Rhizoctonia solani*, *Aphanomyces coclioides*, *Pythium spp.*, *Fusarium spp.*) påvirker roerne på to forskellige vækststadier. Straks efter såning under fremspiringen kan de jordbårne svampe forårsage rodbrand på de fremspirende planter. Senere i vækstsæsonen kan de jordbårne svampe være med til at forårsage rodråd. Rodbrand har i forsøg vist sig at kunne give helt op til 10 pct. tab i relativt sukkerudbytte som følge af dårlig fremspiring med mange manglende planter (Ref. 1). Rodråd skader roerne senere i vækstforløbet og resulterer i tab af udbytte og dårlig kvalitet af roerne. Skaderne fra rodråd kan give øget respiration i kulerne samt forringet sukkerudvinding på fabrikken.

I nogle år observeres der et stigende antal indkomne roelæs til sukkerfabrikkerne med symptomer på rodråd, som er vurderet at have årsag i enten jordbårne svampe eller fritlevende nematoder (fx *Ditylenchus dipsasi*, *Trichodorus spp.* eller andre). Ligeledes er der til NBR indrapporteret et antal marker med områder med rådne roer, der er blevet identificeret med forekomst af jordbårne patogene svampe og/eller fritlevende nematoder. Det er vurderet, at i 2021 har der været 15-20 marker med sådanne rodrådproblemer (Ref. 2)

I dette projekt undersøges omfanget af marker, der er inficeret med jordbårne svampe og/eller fritlevende nematoder. Der findes mange eksempler på marker, hvor roerne har symptomer på angreb fra både jordbårne svampe og nematoder – det giver derfor god mening at kigge på begge problemer samtidigt. Dermed fås kendskab til det potentielle udbyttetab som følge af robrand og det søges at belyse og kortlægge den mere præcise årsag til rodråd gennem identificering af jordbårne svampe og/eller fritlevende nematoder som en "skjult" udbyttereducerende faktor. Dernæst, og i senere projekter, er udfordringen at finde forebyggende bekæmpelsesmetoder.

Projektet forventes at løbe over flere år. 2023 var første år, med prøvetagning i marken. Derfor vil resultaterne i denne rapport primært være en oversigt over prøverne fra 2023. Den endelige konklusion vil først komme senere, når vi har flere prøver at konkludere ud fra. Projektet modtager økonomisk støtte fra Sukkerroeafgiftsfonden (SRAF) i både 2023 og 2024.

Jordbårne svampe

Effektive bejdsemidler er essentielle for at undgå problemer med dårlig fremspiring i roerne. NBR har gennem de sidste 20 år udført forsøg med bejdse mod de mest kendte jordbårne svampe (*Aphanomyces*, *Rhizoctonia* og *Pythium*). I forsøgene har der været særligt fokus på *Aphanomyces* – og de gennemsnitlige udbyttetab over de sidste 20 år vurderes til ca. 2 pct. relativt sukkerudbytte (i ubejdsede parceller). Enkelte år er der dog observeret udbyttetab på helt op til 10 pct. relativt sukkerudbytte (Ref. 1), som følge af dårlig fremspiring (manglende planter). Graden af angreb varierer – og er afhængig af smittetryk i marken, vejrbetingelser det pågældende år, jordbundsforhold (pH, indhold af calcium, fosfor og kalium) og sorterens modtagelighed (Ref. 3). Infektionerne øges ved lav pH-værdi og lavt indhold af næringsstoffer i jorden. Også dårlig afvanding og jævnlig vandmætning af jorden vil øge infektionsniveauet. Dermed vil høje nedbørsmængder på afgrænsede tidspunkter, øge smitten især i lavere liggende områder af marken. Sædskiftet kan også have indflydelse, da andre afgrøder, som f.eks. spinat og rødbeder, også angribes af de samme jordbårne svampe – derfor bør der holdes 4 år mellem disse afgrøder i et godt sædskifte. Anvendelse af tolerante sorter kan være med til at sikre udbyttet trods højt infektionsniveau – men disse sorter vil stadig medvirke til at opformere smitten i jorden.

Vi har i dag kun ét godkendt bejdsemiddel mod *Aphanomyces* og *Pythium* (Tachigaren, med det aktive stof hymexazol) og ét bejdsemiddel mod *Rhizoctonia* og *Phoma* (Rampart, med det aktive stof penthiopyrad. Rampart er pt. ikke godkendt i Danmark, men frø, der er bejdsset hermed, kan importeres). For i fremtiden at kunne få registreret nye midler samt at kunne øge sandsynligheden for at få genregistreret de midler vi har, er det nødvendigt at kende udbredelsen af jordbårne svampe, samt at kunne dokumentere evt. udbyttetab hvis de ikke er til rådighed. Vi har i dag en god og dokumenteret viden om det potentielle tab i marker, hvor smitten er til stede – men vi mangler opdateret viden om, hvor udbredt de forskellige sygdomme er i danske roemarker.

Fritlevende nematoder

De fritlevende nematoder lever i modsætning til de cystedannede nematoder, herunder den velkendte roecystenematod, frit i jorden, og bevæger sig med jordvæsken i en stor del af deres livscyklus. Der findes mange slægter og arter, som har forskellige værtsplanter.

De fritlevende nematoder opdeles i endoparasiter og ektoparasiter. De slægter, som er endoparasiter kan leve inde i deres værtsplantes stængel, blade og rødder. Ektoparasiter nøjes med at suge næring uden på rødderne, hvilket også kan være skadevoldende. Angreb af de fleste arter leder til øget forgrening af roerne. Dette medfører mere spild ved optagning og lavere renhed pga. vedhængende jord. Nematodernes sår på rødderne kan være indfaldsvej for rodråd fra angreb af for eksempel *Fusarium* spp. og *Verticillium* spp. Skaderne er ofte værre i regnfulde forår, hvor nematoderne lettere kan bevæge sig hen til deres værtsplante.

Tidligere NBR-undersøgelser 2012-2013 af forekomst af fritlevende nematoder på 26 roemarker på Lolland og Falster viste forekomst af fritlevende nematoder: Alle marker havde forekomst af de såkaldte rodsårnematoder (*Pratylenchus* spp), over 60 procent af markerne havde forekomst af stubrodnematoder (*Trichodoorous* spp., *Paratrichodorus* spp.) mens nålnematoden (*Longidorous* spp.) blev fundet i 31 pct. af markerne (Ref. 4). I NBR-projektet "5T" i 2017 blev der på opgravne roer ofte fundet tydelige symptomer på fritlevende nematoder i flere marker (Ref. 5).

Udfordringen med forekomst af fritlevende nematoder er, at de har mange forskellige værtsplanter, hvor nye efterafgrødeblandinger kan medføre både øgning, men også mulighed for sanering af nematoderne. Deres opformeringsrate afhænger desuden af jordtype, reaktionstal, jordfugtighed og temperatur (Ref. 6). Der findes ingen direkte bekæmpelsesmuligheder, men det kan blive vigtigt med forebyggende foranstaltninger gennem sædskiftet inklusiv sanerende efterafgrøder, effektiv ukrudtsbekæmpelse, hygiejne omkring spredning af jord med maskiner, og dyrkning af tolerante sukkerroesorter, som der arbejdes med blandt andet i Tyskland (Ref. 7). Skadetærskler for forekomst af de forskellige arter af fritlevende nematoder er under udvikling for sukkerroer, idet NBR i svenske undersøgelser måler antal individer per kg jord og relaterer variation i angreb til sukkerudbytte (Ref. 8 og 9).

Resultater

Jordbårne svampe

Sukkerroefrø sås i potter med jord fra prøverne i drivhus under forhold, der er gunstige for infektioner. Hver uge vurderes frøplanter for symptomer på rodrand. Ud fra antal angrebne planter beregnes et rodrandindeks (Ref. 10): $\text{Indeks} = (3 \times \text{af7} + 3 \times (\text{af14} - \text{af7}) + (\text{af21} - \text{af14}) + 0,5 \times (\text{af28} - \text{af21}))/3$, hvor "af" = procent af angrebne frøplanter efter 7, 14, 21 og 28 dage. I metoden kommer infektioner i løbet af de første to uger med højere vægt end senere infektioner, da senere infektioner anses for at være mindre vigtige, da planterne ofte overlever.

Planterne undersøges efterfølgende for forekomst af de enkelte rodrandpatogener, og der angives et tal for, i hvor stor en andel af de angrebne planter det enkelte patogen er fundet.

Tabel 1. Gruppering af rodrandindex

Index	Risiko	Beskrivelse
0-20	Ingen risiko	-
20-40	Lav	Normalt ikke problemer med rodrand
40-70	Medium	Rodbrand kan opstå
70-100	Høj	Høj risiko for problemer med rodrand

I tabel 1 ses en opdeling af rodrandindexet i, hvor stor risiko for angreb af rodrand der vil være i den pågældende mark.

Tabel 2. Prøveresultater fra jordprøver analyseret for jordbårne svampe

Forsøgsnr.	Sted	Index	Rodbrandrisiko	Fremspiringsprocent	<i>Aphanomyces</i>	<i>Pythium</i>	<i>Rhizoctonia</i>
964	Holeby 1	48	Medium	95	0	65	0
965	Holeby 2	59	Medium	100	25	0	0
966	Øster Ulslev 1	52	Medium	80	0	30	0
967	Stege 1	53	Medium	100	5	25	0
968	Næstved 1	56	Medium	95	50	15	0
969	Horslunde 1	49	Medium	95	0	20	0
970	Rødby 1	43	Medium	95	0	75	0
971	Nr. Alslev 1	63	Medium	95	75	20	0
972	Gedser 1	60	Medium	100	40	0	0
973	Bandholm 1	83	Høj	85	65	0	0
974	Horbelev 1	51	Medium	95	0	70	0
975	Rødby 2	68	Medium	95	90	0	0
976	Kettinge 1	35	Lav	95	50	0	0
977	Rødby 3	51	Medium	95	35	0	0
978	Holeby 3	52	Medium	80	0	65	0
979	Nykøbing F. 1	49	Medium	95	75	0	0
980	Nakskov 1	84	Høj	95	55	0	0
981	Kettinge 2	-	-	-	-	-	-
982	Søllested 1	32	Lav	95	0	60	0
983	Køge 1	87	Høj	95	35	5	0
984	Nakskov 2	36	Lav	95	0	20	0
985	Radbjerg 1	40	Medium	75	20	5	0
986	Haslev 1	30	Lav	90	25	25	0
987	Haslev 2	36	Lav	95	0	80	0

Det ses i tabel 2, at rodbrandindekset er mellem 40 og 84 på 18 ud af de 23 lokaliteter, hvilket angiver middel til høj risiko for angreb af rodbrand forårsaget af *Aphanomyces* og/eller *Pythium* forudsat, at der forekommer optimale forhold for opformering af de jordbårne svampe og frøene ikke er fungicidbejdet. Der er ikke fundet *Rhizoctonia* i nogen af prøverne.

Billede 1. Potter til test af rodbrandindeks. Bejdet til højre og ubejdet til venstre.

Billede 2. Planter med typiske symptomer på *Pythium*angreb.

Fritlevende nematoder

Jordprøverne udtaget i oktober fra 23 lokaliteter er analyseret for forekomst af fritlevende nematoder, og i tabel 3 ses de foreløbige resultater.

Tabel 3. Prøveresultater fra jordprøver analyseret for fritlevende nematoder samt forgrening på 25 roer

Fs. nr.	Sted	Rodsårsnematoder (<i>Pratylenchus neglectus</i> , <i>P. thorni</i>)	Stubrodnematoder (<i>Trichodoorous</i> spp., <i>Paratrichodorus</i> spp.)	Nålnematoder (<i>Longidorus</i> spp.)	Roe cyste nematoder (<i>Heterodera schachtii</i>)	Forgrening Gns. skala 1-9
964	Holeby 1	0	0	0	0	3,3
965	Holeby 2	10	0	0	0	1,7
966	Øster Ulslev 1	30	10	5	0	2,1
967	Stege 1	158	0	10	6,8	2,3
968	Næstved 1	10	0	0	0	2,6
969	Horslunde 1	10	0	3	2,1	1,2
970	Rødby 1	13	0	0	0,6	2,2
971	Nr. Alslev 1	43	0	0	0,06	1,6
972	Gedser 1	0	0	0	0	1,6
973	Bandholm 1	0	0	0	0	2,5
974	Horbelev 1	13	3	10	0	2,1
975	Rødby 2	45	5	15	0	2
976	Kettinge 1	3	0	3	0	1,8
977	Rødby 3	13	0	13	0	-
978	Holeby 3	58	3	0	0,2	2,1
979	Nykøbing F. 1	5	0	0	0	-
980	Nakskov 1	-	-	-	3,1	-
981	Kettinge 2	28	8	0	0	-
982	Søllested 1	0	3	0	0	2,6
983	Køge 1	13	8	5	-	2,1
984	Nakskov 2	28	0	3	-	2,3
985	Radbjerg 1	0	0	3	0	2,5
986	Haslev 1	28	3	0	-	3,1
987	Haslev 2	0	0	0	-	3,0

Rodsårsnematoder (*Pratylenchus neglectus*, *P. thorni*) hører til de hyppigst forekommende fritlevende nematoder. Nematoderne går ind i roden og medfører indfaldsvej for sekundære svampe, der kan ses som mørkfarvede pletter. Nematoderne lever også på korn og græsser. Nematoderne er i undersøgelsen fundet på næsten alle lokaliteter, 17 ud af 23, men ingen er over den angivne skadetærskel på 250 individer pr. 250 g jord.

Stubrodnematoden (*Trichodoorous* spp., *Paratrichodorus* spp.) er almindeligt forekommende især på lettere jordtyper. Nematoderne angriber spidserne af unge rødder tidligt om foråret, og kan give udvikling af mange siderødder især i kolde og våde forår. Påvirkede planter kan blive små og lyse, og en blanding af små og store planter kan nogle gange ses i marken. Skadetærskel for *Trichodoorous* og *Paratrichodorus* angives til at være henholdsvis 30 og 15 individer pr. 250 g jord. Nematoderne er identificeret på 8 ud af de 23 lokaliteter, men ingen af lokaliteterne har over skadetærsklen.

Nålnematoden (*Longidorus* spp.) angriber de dybereliggende rodspidser, hvor der dannes typiske galler og forgreninger. Planterne bliver små og tilvæksten er nedsat. Nematoden har mange værtsplanter, men dårlige værtsplanter angives at være rug, havre og timothe. Nematoden er fundet på 10 ud af de 23 lokaliteter, og med en angivet skadetærskel på 8 individer per 250 g jord, er denne i princippet overskreden på 4 lokaliteter.

Ud over de i *tabel 3* nævnte fritlevende nematoder, er der i jordprøverne også fundet spiralnematoder (*Helicotylenchus*) på 12 ud af 23 lokaliteter samt stiftnematoder (*Paratylenchus*) på 19 ud af 23 lokaliteter.

En yderligere fritlevende art af nematoder er stængelnematoder (*Ditylenchus dipsaci*), hvis angreb kan bevirke kraterråd på øverste del af roelegemet. Denne nematod skal identificeres i angrebet rodvæv og ikke ud fra jordprøver. Der var ingen symptomer på stængelnematoder på de undersøgte lokaliteter. I 2022 blev der på en inficeret lokalitet undersøgt tolerance i udvalgte sorter overfor stængelnematoder, se NBR Faglig Beretning 2022.

I nærværende undersøgelse er der på lokaliteterne forud for såning testet for forekomst af roecystenematoder (*Heterodera schachtii*). Cystenematoderne tilhører ikke gruppen af fritlevende nematoder, og kræver en anderledes analyse, når de skal identificeres og tælles. På tre af lokaliteterne ses der at være mere end 2.000 æg + larver pr kg jord (> 3,0 æg + larve pr g jord), hvilket afhængigt af klima og sort kan give udbyttetab som følge af, at nematoderne hæmmer rodvæksten, hvis der dyrkes en ikke nematodtolerant sort (NT). Grundet de sidste 20 års udvikling i forædling af nematodtolerance i sukkerroesorter, yder nye NT-sorter ofte samme høje udbyttensniveau som normale sorter både med og uden forekomst af roecystenematoder.

Flere arter af de fritlevende nematoder kan medføre forgrenede roer. Derfor er der ved jordprøvetagning på lokaliteterne opgravet 25 tilfældigt udvalgte roer, og graden af forgrening er vurderet på skala 1-9, hvor 9 er kraftig forgrening med over 60 pct. af rodens vægt i forgrening, *billede 3-5*. Der er generelt ikke væsentlig kraftig forgrening at observere på de opgravede roer fra lokaliteterne i 2023, *tabel 3*. De meget tørre forhold i maj og juni kan have været medvirkende til mindre problemer i 2023.



Billede 3-5. Eksempler på opgravede roer ved bedømmelse for forgrening, hvor enkelte roer ses at være forgrenet i større eller mindre grad. Forgrening kan skyldes angreb af fritlevende nematoder, men kan også have andre årsager fx jordpakning eller sten.

Referencer:

1. Nilars, M. Bejdsning mod rodbrand i sukkerroer, NBR faglig beretning 2021, 42-44.
2. Finn Sørensen 2022. Stængelnematoder og *aphanomyces*. Præsentation ved Inspirationsmøde NBR, Nordic Sugar, Februar 2022.
3. Olsson, Å., Persson, L., Olsson, S. 2010. Variations in soil characteristics affecting the occurrence of *Aphanomyces* root rot of sugar beet – risk evaluation and disease control. *Soil biology & biochemistry* 43:316-323.
4. Olsson, Å, og A. L. Hansen. Forekomst af fritlevende nematoder. NBR Faglig beretning 2013, 60-66
5. Nielsen, O., Andersen, M. P., Sørensen, F. og Secher, B. 2020. Projekt 5T – Opsummering af resultater og erfaringer 2017-2020 (fase II). NBR Faglig beretning 2020 78-84.
6. Nyström, Å., 2020, Mellangrödor före sockerbeter. *Betodlaren* 2020,2, 56-58.
7. ArgeNord 2021. Beratungshinweise zur Sortenwahl 2022. ArgeNord.
8. Nyström, Å og L. Persson (2019). Var hittar vi frilevande nematoder och varför? *Betodlaren* 2019 2
9. Nyström, Å (2018). Stubbrottsnematoden ger greniga sockerbeter och lägre skörd. *Betodlaren* 2018, 3
10. Ewaldz, T. (1993). Determining the risk of damping-off in sugar beets. *Växtskyddsnotiser* 169-171.