

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

Nordic Beet Research 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

Anne Lisbet Hansen, alh@nbrf.nu; Otto Nielsen, on@nbrf.nu

Konklusion

På 23 lokaliteter i 2023 og 24 lokaliteter i 2024 er der udtaget jordprøver og opgravet roer med formålet at undersøge udbredelsen af jordbårne svampe samt fritlevende nematoder.

Der er i 18 af prøverne i 2023 og i 15 af prøverne fra 2024 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*) og stubrodnematoder (*Trichodoorous* spp., *Paratrichodorus* spp.).

Conclusion

At 23 locations in 2023 and 24 locations in 2024, soil samples were taken, and beets were dug up with the aim of investigating the spread of soil-borne fungi and free-living nematodes.

In 18 of the samples in 2023 and in 15 of the samples from 2024, a medium or high risk of damping off caused by *Aphanomyces* and/or *Pythium* was found. This indicates that the soil-borne fungi are relatively widespread in the growing area. Damping off can cause up to 10 percent yield loss (found in previous trials at NBR). The problem of damping off can today largely be solved by effective seed treatment with fungicide.

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

Formål

Formålet er at undersøge forekomst og udbredelse samt kvantificere infektionsniveauer af jordbårne svampe og fritlevende nematoder i dyrkningsområdet for sukkerroer i Danmark.

Baggrund

Angreb af jordbårne svampe og fritlevende nematoder kan i sukkerroedyrkning medføre dårlig fremspiring og langvarige udbyttetab i marken samt forringe sukkerudvinding på sukkerfabrikken. Nedenfor gives en introduktion til de to grupper af organismer.

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 rodbrand 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.

Jordbårne svampe

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 rodrand på de fremspirende planter. Senere i vækstsæsonen kan de jordbårne svampe være med til at forårsage rodråd. Rodrand 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 dipscasi*, *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). Igen i 2024, hvor roerne generelt blev sået meget sent, har der været et større antal marker med udbredt rodråd hovedsagelig forårsaget af *Aphanomyces*, foto 1. NBR har derfor igangsat en undersøgelse af betydning af rodråd i forhold til lagring i kuler, hvis en stor andel af roerne har større eller mindre skader fra rodråd. Afrapportering af dette vil komme på et senere tidspunkt, da vi i skrivende stund afventer de sidste resultater fra lagringsforsøgene.

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, vejrtilstande 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



Foto 1. I 2024 kunne der i flere marker fra september og frem til optagning ses roer med angreb af *Aphanomyces*.

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 værtsplantens 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 pct. af markerne havde forekomst af stubrodnematoder (*Trichodoorous* spp., *Paratrachodoros* spp.), mens nålnematoden (*Longidorous* spp.) blev fundet i 31 pct. af markerne (Ref. 4). I NBR-projektet "5T" i 2017 blev der på opgravede 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).

Metode

Projektet er foreløbigt gennemført i 2023-2024 og med økonomisk støtte fra Sukkerroefgiftsfonden (SRAF). I projektet undersøges omfanget af marker, der er inficeret med jordbårne svampe og/eller fritlevende nematoder.

Procedure for bestemmelse af rodbrandindeks

Sukkerroefrø sås i potter med jord fra prøverne i drivhus under forhold, der er gunstige for infektioner. Hver uge vurderes frøplanter for symptomer på rodbrand. Ud fra antal angrebne planter beregnes et rodbrandindeks (Ref. 10):

Indeks = $(3 \times af7 + 3 \times (af14 - af7) + (af21$

$- af14) + 0,5 \times (af28 - af21))/3$, 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

Tabel 1. Gruppering af rodbrandindeks.

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

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

Forekomst af fritlevende nematoder

På hver lokalitet blev der indsamlet 1,5 kg repræsentativ jord, hvorefter jorden blev undersøgt for indhold af fritlevende nematoder (Baermann-metoden med efterfølgende mikroskopi).

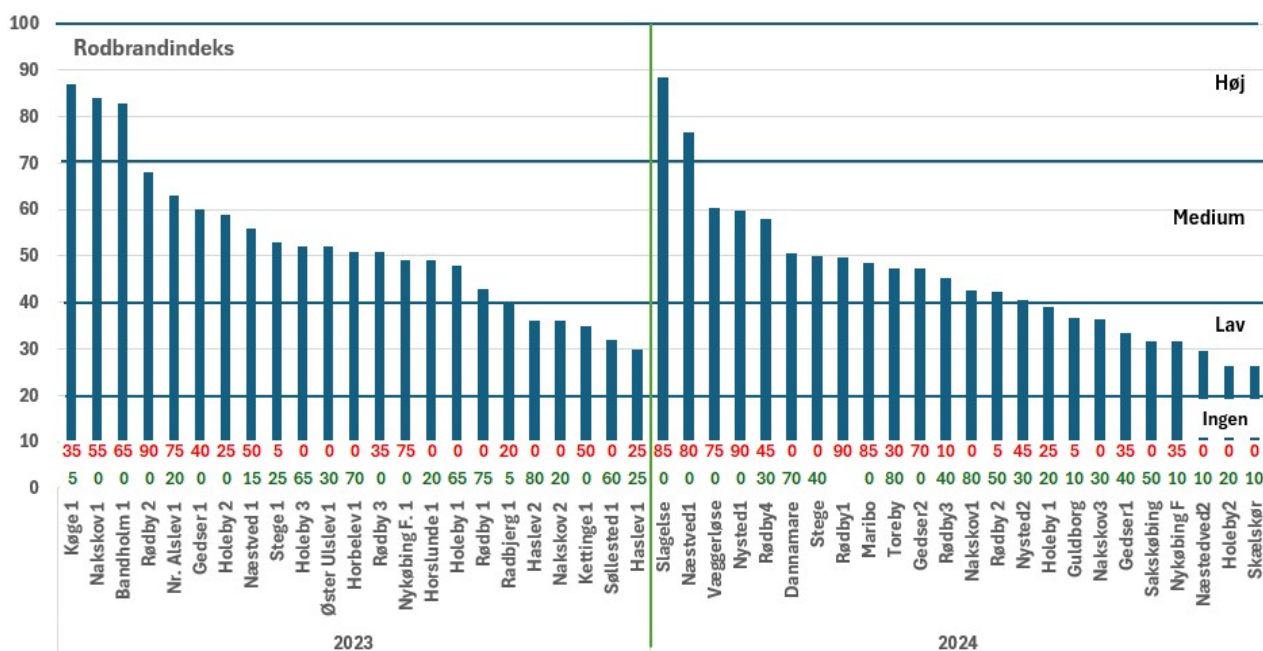
Forgreninger på roelegemet

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, *foto 2*.

Resultater og diskussion

Jordbårne svampe

I begge forsøgsår blev der fundet rodbrandsvampe i omtrent samme omfang (*tabel 2*). Rodbrandindekset – som bestemmes ved dyrkning af roer i pletter med jord fra de enkelte lokaliteter – var en anelse højere i 2023 end i 2024, mens andelen af angrebne planter derimod var en anelse højere i 2024 og særligt for *Aphanomyces*. I *figur 1* er angrebsbilledet vist for samtlige undersøgte lokaliteter i årene 2023-2024, og overordnet set, er resultaterne sammenlignelige for de to år. Dog er der en højere andel af lokaliteter, hvor over 70 pct. af roerne blev angrebet af *Aphanomyces* i 2024 i forhold til 2023. Der er i prøverne ikke fundet forekomst af *Rhizoctonia*. Angreb af *Rhizoctonia* hænger ofte sammen med sædskifte med majs. I begge år kan en overvejende andel af lokaliteter karakteriseres som havende en høj eller medium risiko for rodbrandangreb, og der er ingen pladser, hvor risikoen er nul. Rodbrandindekset er formodentligt relateret til dyrkningshistorien, som vil blive inddraget i en kommende analyse af data.



Figur 1. Rodbrandindeks i 2023 og 2024 for henholdsvis 23 og 24 lokaliteter. Rodbrandindekset fastlægges ved dyrkning af roer i pletter med jord fra den pågældende lokalitet (se metodeafsnit). Værdier i rødt og grønt viser andelen af roer i pletterne, der blev angrebet af *Aphanomyces* (rød tekst) eller *Pythium* (grøn tekst).

Tabel 2. Forekomst af rodbrandsvampe blev kvantificeret ved at dyrke roer i jord udtaget på henholdsvis 23 og 24 lokaliteter i 2023 og 2024. Tabellen viser den gennemsnitlige andel af planter i potterne, der blev angrebet af den pågældende svamp i de to forsøgsår samt fremspiringsprocent og rodbrandindeks (se metode-afsnit) for roerne i potterne. I figur 1 ses fordeling af rodbrandsvampene på de undersøgte lokaliteter.

Procent planter angrebet i pottforsøg	2023	2024
<i>Aphanomyces</i>	28	34
<i>Pythium</i>	25	27
<i>Rhizoctonia</i>	0	0
Fremspiringsprocent, sukkerroer	93	88
Rodbrandindeks (0-100)	53	46

Fritlevende nematoder

Analyse af jordprøver for fritlevende nematoder viser et nogenlunde ensartet niveau i 2023 og 2024 (tabel 3). Den største forskel mellem årene ses for rodsårnematoder, hvor gennemsnittet er dobbelt så højt i 2024 som i 2023, og for stiftnematoder, hvor prøver i 2023 i gennemsnit for alle lokaliteter havde et markant højere niveau. Forekomst af fritlevende nematoder dækker dog over store lokalitetsmæssige variationer (figur 2) og en kommende analyse af data vil derfor fokusere på, om forskellen mellem lokaliteter kan forklares ud fra dyrkningshistorien. I det følgende kommer vi nærmere ind på betydningen af de enkelte nematodararter.

Rodsårnematoder (*Pratylenchus neglectus*, *P. thorni*) hører til de hyppigst forekommende fritlevende nematoder. Nematoderne går ind i roden og medfører indfaldsveje 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, 40 ud af 47, men ingen er over den angivne skadetærskel på 250 individer pr. 250 g jord.

Tabel 3. Fund af fritlevende nematoder i 2023 og 2024 samt forgreninger observeret på roelegemet. Resultatet er gennemsnit for henholdsvis 23 lokaliteter i 2023 og 24 lokaliteter i 2024. Fordeling af udvalgte fritlevende nematoder på de enkelte lokaliteter fremgår af figur 1.

Nematodart og antal individer / 250 g jord	2023	2024	Skadetærskel	% af marker
Nålnematoder (<i>Longidorus</i> spp.)	3,0	3,8	4	53
Rodgallenematoder (<i>Meloidogyne</i>)	4,4	4,9	~0	38
Rodsårnematoder (<i>Pratylenchus neglectus</i> , <i>P. thorni</i>)	21	44	250	85
Spiralnematoder (<i>Helicotylenchus</i>)	22	16	Fmtl. høj	57
Stiftnematod (<i>Pratylenchus</i>)	119	40	?	91
Stubrodsnematoder (<i>Trichodoorous</i> spp. / <i>Paratrachodorus</i> spp.)	1,9	1,0	30 / 15	32
Forgreninger på opgravede roer (skala 1-9)	2,2	2,4		

Stubrodsnematoden (*Trichodoorous* spp., *Paratrachodorus* 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 *Paratrachodorus* angives til at være henholdsvis 30 og 15 individer pr. 250 g jord. Nematoderne er identificeret på 15 ud af de 47 lokaliteter, men ingen af lokaliteterne har over skadetærsklen.

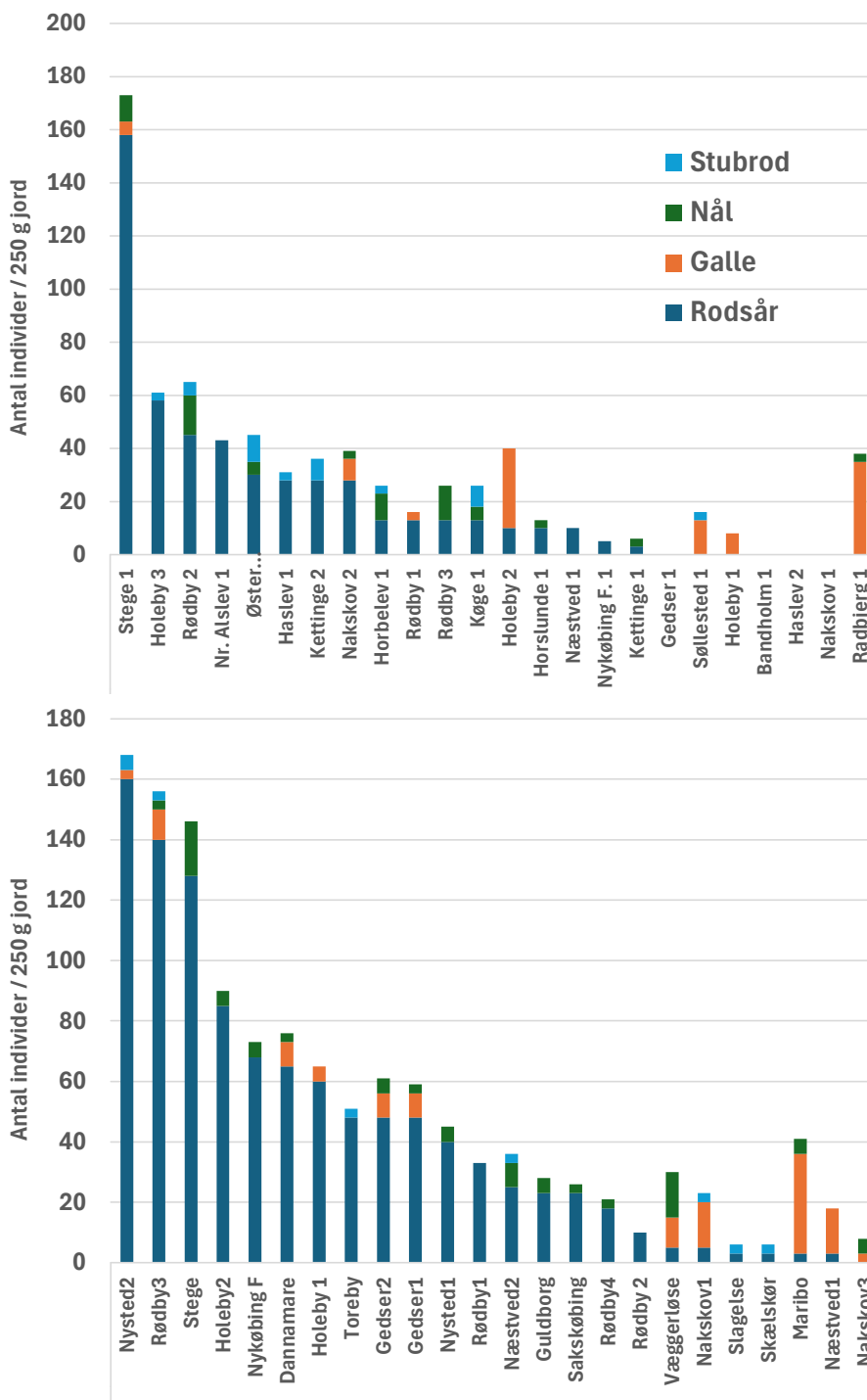
Nålnematoden (*Longidorus* spp.) angriber de dybereliggende rodspidser, hvor der dannes typiske galler og forgreninger. Planterne bliver små og tilvæksten er nedsat. Nematoden har mange værtsplanter, men dårlige værtsplanter angives at være rug, havre og timothe. Nematoden er fundet på 25 ud af de 47 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 27 ud af 47 lokaliteter samt stiftnematoder (*Pratylenchus*) på 43 ud af 47 lokaliteter. Spiralnematoder er meget almindelige og findes i de fleste jorde, men laver sjældent nogen større skade udover ved meget høje tætheder.

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.



Foto 2. 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 f.eks. jordpakning eller sten.



Figur 1. Forekomst af fritlevende nematoder, som vides at være potentielle skadegørere for sukkerroer. Undersøgelsen er udført på 23 lokaliteter i 2023 (øverst) og 24 lokaliteter i 2024. Der blev desuden fundet spiral- og stiftnematoder (tabel 1).

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). Stubbrotsnematoden 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.