



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Kartlegging av frittlevende nematoder i potet, grønnsaker, jordbær og korn

«FRITTNEMA»

NIBIO RAPPORT | VOL 4 | NR. 42 | 2018



Ricardo Holgado, Christer Magnusson, Irene Rasmussen, Birgit Schaller, Marte Persdatter Tangvik.
Divisjon for Bioteknologi og Plantehelelse

TITTEL/TITLE

Kartlegging av frittlevende nematoder i potet, grønnsaker, jordbær og korn

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Ricardo Holgado, Christer Magnusson, Irene Rasmussen, Birgit Schaller, Marte Persdatter Tangvik.

| | | | | |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------|
| DATO/DATE: | RAPPORT NR./ REPORT NO.: | TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY: | PROSJEKTNR./PROJECT NO.: | SAKSNR./ARCHIVE NO.: |
| 09.04.2018 | 4/42/2018 | Åpen | 10390 | 17/01644 |
| ISBN: | ISSN: | ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES: | ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES: | |
| 978-82-17-02072-1 | 2464-1162 | 24 | 3 | |

OPPDRAAGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruksdirektoratet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Seniorrådgiver Elin Brekke

STIKKORD/KEYWORDS:

Planteparasittære nematoder, forekomst, grønnsaker, jordbær, korn, potet

Plant parasitic nematodes, occurrence, vegetables, strawberry, cereals, potato

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Nematologi

Nematology

SAMMENDRAG/SUMMARY:

Free-living plant-parasitic nematodes (free-living PPN) appear to be an increasing problem in Norwegian agriculture and their efficient management is required. Methods of efficient nematode management have been sought for personnel involved in farmer's advisory and among farmers. In order to clarify the nematode situation in different agricultural crops a pilot project for surveying free-living PPN was conducted during the growing seasons 2016 and 2017.

The Norwegian Agricultural Extension Service were involved in selecting major crops and selected representative areas for sampling. Complementary to the survey was that the samples should be collected from crops showing symptoms of nematode damage. Nematode damage occurs where large populations of nematodes are present in fields and shows as patches of poor plant growth.

In total, 100 samples (soil and plant roots) were collected from 14 counties and 46 municipalities. The crops samples were potato (n=12), vegetables (n=37), strawberry (n=14) and cereals (n=37). The samples were brought to the nematode laboratory of NIBIO, and nematodes were extracted by the Seinhorst elutriator (Seinhorst 1988) and mounted on microscope slides for observation.

Many species of free-living PPN were detected in association with damage across a number of crops including potato, vegetables, strawberry and cereals.

Certain nematode groups (stunt-, spiral-, root lesion-, pin nematodes) were present in all crops, while *Longidorids* and *Trichodorids* were present only in potato, vegetables and strawberry. The sheath nematode *Hemicycliophora* occurred only in carrot.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Additional sedentary Root-knot nematodes were found in carrots and wheat, potato cyst nematode were found on one sample, carrot cyst nematodes were found on one sample, cereal cyst nematodes occurred in 13 samples.

Although, there are large differences in the number of samples taken from different localities and crops, the higher nematode diversity in vegetables and potato compared to strawberry and cereals is notable.

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Akershus
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Ås
STED/LOKALITET: Ås

GODKJENT /APPROVED

Hanne Skomedal

NAVN/NAME

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER

Ricardo Holgado

NAVN/NAME



Innholdsfortegnelse

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 1 | Innledning | 5 |
| 2 | Bakgrunn for prosjektet | 6 |
| 3 | Prosjektets Målsetting | 7 |
| 4 | Prosjekt aktiviteter..... | 8 |
| 5 | Prøvetaking Fylker..... | 9 |
| | 5.1 Prøver – totalt..... | 9 |
| 6 | Oversikt over prøver som ble analysert..... | 10 |
| | 6.1 Grønnsaker Prøver | 10 |
| | 6.2 Jordbær Prøver | 11 |
| | 6.3 Korn Prøver..... | 12 |
| | 6.4 Potet prøver..... | 13 |
| 7 | Resultater..... | 14 |
| | 7.1 Nematode Funn | 14 |
| | 7.2 Funn av Sedentære nematoder | 14 |
| | 7.3 Funn av Frittlevende nematoder | 16 |
| 8 | Andre resultater | 21 |
| 9 | Konklusjoner | 22 |
| 10 | Takk | 23 |
| | Referanser | 24 |

1 Innledning

Nematoder er mikroskopiske rundormer som lever i jord, planter og dyr. De fleste er saprophytter, men noen fremkaller alvorlige skader på kulturplantene ved at de suger på røtter, utløpere, knoller og andre plantedeler. Selv om skader i norsk produksjon av potet, grønnsaker, jordbær og korn er godt kjent for cystenematoder (potet og korn) og rotgallnematoder (gulrot, løk og korn) (Magnusson & Hammeraas 2000, Holgado et al. 2009, Holgado & Magnusson 2012), er skader fra frittlevende planteparasittære lite kjent. Flere frittlevende nematodetyper er imidlertid påtruffet i norske grønnsaksfelt (Holgado et al. 2008, Anonym 2008), og enkeltarter er også kjent for å skade flere kulturer (Magnusson & Hammeraas 2005), men skadeomfanget til frittlevende nematodene er dårlig kjent. Undersøkelser i Tyskland har imidlertid vist at frittlevende nematoder kan årsaker store skader i gulrot, selleri og løk (Hallmann 2007). I Norge har forekomsten av frittlevende nematoder i grønnsaker har blitt sporadisk undersøkt.

Det er her til lands konstatert et økende skadeomfang årsaket av frittlevende nematoder i potet, grønnsaker, jordbær og korn, dette bla. i forbindelse med prøver som kommer til Planteklinikken NIBIO, og prøver sendt til andre laboratorier.

2 Bakgrunn for prosjektet

Nematoder er mikroskopiske rundormer som lever i jord, planter og dyr. De fleste er saprophytter, men noen fremkaller alvorlige skader på kulturplantene ved at de suger på røtter, utløpere, knoller og andre plantedeler. Selv om skader i norsk produksjon av potet, grønnsaker, jordbær og korn er godt kjent for cystenematoder (potet og korn) og rotgallnematoder (gulrot, løk og korn) (Magnusson & Hammeraas 2000, Holgado et al. 2008, 2009; Holgado & Magnusson 2012),

Det er her til lands konstatert et økende skadeomfang årsaket av frittlevende nematoder i potet, grønnsaker, jordbær og korn, dette bla. i forbindelse med prøver som kommer til Planteklinikken NIBIO, og prøver sendt til andre laboratorier. Nematodeangrep har vist seg kunne gi avlingstap med opptil 50 % eller mer i flere kulturer. Grunnet økende avlingstap er det nå stort behov for å kartlegge av forekomsten i felt til de mest problematiske nematodeartene. Nematoder er også et stadig økende problem i økologisk dyrking, særlig på rotgrønnsaker.

3 Prosjektets Målsetting

Hovedmål:

Å kartlegge forekomsten av frittlevende planteparasittære nematoder koblet til skader i potet, grønnsaker, jordbær og korn.

Prosjektperioden:

Prosjektet ble gjennomført i perioden 01.06.2016 – 31.12.2017

Samarbeidspartnere:

Norsk Landbruksrådgiving ved fagkoordinator i potet, fagkoordinator i grønnsaker fag koordinator i Jordbær og fagkoordinator i korn. Regionale enheter Norsk Landbruksrådgiving

NMBU/IPV ved en Masterstudent.

Analysene ble utført ved NIBIO sitt nematodelaboratorium. Prøver ble tatt i forbindelse med skader i felt.

Prosjektet ble gjennomført i samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving.

Prøvetakingen ble gjennomført av NLR enheter i de viktigste grønnsakdistriktene som Oslofjordområdet, Mjøs-området, Rogaland, Trøndelag (potet, gulrot, rotvekster, løkvekster, salat og jordbær) og i Vestfold (korn).

4 Prosjekt aktiviteter

Prosjektet har hatt følgende aktiviteter som vises i tabell 1.

Prosjektet hadde start møte med fokus om planteparasittær nematoder, og skader som årsaker.

Det ble ening om: tidspunkt for prøvetaking i felt, metodikk – prøvetetthet og prøvevolum (2 liter), Jordprøven legges i plastpose merket med prøvetakeradresse, dato og prøvenummer, merkingen skal være i overensstemmelse med rekvisisjonsskjemaet. Prøvene sendes NIBIO, Planteklinikken, Høgskoleveien 7, 1433 Ås.

Resultater fra prosjekt ble presentert i 4 møter (Tabell 1). Alle presentasjoner er tilgjengelig disse ble publisert i www.potet.no og i grønnsaker, Bær og korn i NLR web sider.

Tabell 1. Aktiviteter i prosjekt

| Aktivitet | Emne | Dato | Deltagelse |
|--------------------------------------|--|--------------------------------|---|
| Planleggings / Start møtet | «Nematodedag» | Ås 4. juli 2016 | NLR, rådgivere og NLR tekniske personale som involvert i prøvetaking (30 deltagere) |
| Evalueringsmøtet | «Oppsummering av foreløpig resultater» | Ås 8. desember 2016 | Deltagelse av NLR, rådgivere og NLR tekniske personale som involvert i prøvetaking (20 deltagere) |
| Avlutingsmøtet | Presentasjon av prosjektets resultater | Ås 28. november 2017. | Rådgivere og NLR tekniske personale som involvert i prøvetaking (22 deltagere). |
| Nordisk kartoffelworkshop(*) | Presentasjon av prosjektets resultater | Århus 4. desember 2017 Danmark | Rådgivere fra Sverige, Danmark og Norge. Lyckebystärkelsen og Hushållningssällskapet (Sverige), AKV Langholt og KMC (stivelsesfabrikker i DK) og SEGES (tidligere Videncentret for Landbrug i Danmark). |
| Advances in Nematology | Presentasjon av prosjektets resultater | London 13. desember 2017 UK | Master og PhD. Studenter- Forsker som har nematologi som fag felt (25 deltagere) |
| Bransjemøte i Fagforum Potet. | Presentasjon av prosjektets resultater | Gardermoen 18. Januar. 2018 | NLR rådgivere, Potet produsenter, potetindustrien (30 deltagere) |

(*) resultater presentert av samarbeidspartner Borghild Glorgvigen, Fagkoordinator i potet, Norsk Landbruksrådgiving.

Masteroppgave: NMBU student Marte Persdatter Tangvik skrevet mater oppgave «Frittlevende Nematoder i Gulrot» oppgave ble levert i august 2017.

5 Prøvetaking Fylker

Prøvene ble tatt av NLR fra 14 fylker og sendt til NIBIO. Fig 1. viser de fylker, hvor prøvene ble tatt.

5.1 Prøver – totalt

Det ble mottatt totalt 100 prøver fra juni 2016 til september 2017, tabell 2 viser vekster og fordeling av prøver.

Tabell 2. Fordeling av prøver per vekst

| Grønnsaker | Jordbær | Korn | Potet | Totalt |
|------------|---------|------|-------|--------|
| 37 | 14 | 37 | 12 | 100 |



Figur 1. Fylker hvor prøver er tatt.

6 Oversikt over prøver som ble analysert

6.1 Grønnsaker Prøver

Det ble mottatt 37 grønnsak prøver, fra bønner, pastinakk, rødbeter, purre, løk, gulrot, isbergsalat og knollselleri. Det flest prøver ble tatt fra gulrotfelt, tabell 3 viser grønnsak, sorter fylke og kommune hvor prøvene ble tatt.

Tabell 3. Grønnsaker prøver, sort, antall fylke og kommune. (-prøve uten sorts navn)

| Grønnsaker | Sort | Antall prøver | Fylke | Kommune |
|---------------|---|---------------|-----------------|--------------|
| Bønner | Aras | 2 | Vestfold | Larvik |
| | | | | Sandefjord |
| Øko Pastinakk | - | 1 | Vestfold | Horten |
| Rødbeter | Carillion | 1 | Aust Agder | Birkeland |
| | | | Buskerud | Lier |
| Purre | Belton | 4 | Rogaland | Sola |
| | Longton | | | Time |
| | Lexton | | | |
| Løk | Hytech | 3 | Vestfold | Larvik |
| | | | Nord Trøndelag | Frosta |
| Gulrot | Napoli Nelson Jerada Brillyana Øko Gulrot Nominator Yukon Namdal | 21 | Rogaland | Hå, Klepp |
| | | | Vestfold | Larvik |
| | | | | Stokke |
| | | | Hedmark | Kvelde |
| | | | | Horten |
| | | | Møre og Romsdal | Åsnes |
| | | | Aust Agder | Smøla |
| | | | Nord Trøndelag | Arendal |
| | | | Sør Trøndelag | Frosta |
| | | | Buskerud | Ørland |
| | | | | Lier |
| Isbergsalat | - | 3 | Vest Agder | Marnardal |
| | | | | |
| Knollselleri | Yllona | 2 | Vestfold | Stokke |
| | | | Østfold | Rygge |

6.2 Jordbær Prøver

Det ble mottatt 14 jordbær prøver, tabell 4 viser jordbær, sorter fylke og kommune hvor prøvene ble tatt.

Tabell 4. Jordbær prøver, sort, antall fylke og kommune.

| Jordbær Sort | Antall prøver | Fylke | Kommune |
|-----------------|---------------|------------------|------------|
| Korona | | | Agdenes |
| Sonata | | Sør Trøndelag | Trondheim |
| Polka | | Nord Trøndelag | Høylandet |
| Senga sengana | | Buskerud | Lier |
| | | | Krøderen |
| Jordbær/tagetes | 14 | Agder | |
| | | Aust Agder | Grimstad |
| | | Hordaland | Askøy |
| | | Møre og Romsdal | Norddal |
| | | | Stordal |
| | | Sogn og Fjordane | Vik i Sogn |
| | | | Stryn |
| Jordbær/potet | | Vestfold | Larvik |

6.3 Korn Prøver

Det ble mottatt totalt 37 prøver. Fra havre 11, vårhvete 10, høsthvete 8, bygg 8, i tabell 5 viser sorter fylke og kommune hvor prøvene ble tatt.

Tabell 5. Korn prøver, sort, antall fylke og kommune.

| Korn | Sort | Antall prøver | Fylke | Kommune |
|-----------|--|---------------|------------|------------|
| Havre | Belinda Ringsaker Odal Vinger 9 havre + 2 prøver (Det ble dyrket havre i 2016, oljevekster i 2017) | 11 | Akershus | Ullensaker |
| | | | Sør | Brekstad |
| | | | Trøndelag | Ørland |
| | | | Telemark | Nome |
| | | | Østfold | Råde |
| | | | Buskerud | Flesberg |
| | | | Vestfold | Lardal |
| Vårhvete | Zebra Bjarne Kravat Mirakel | 10 | Vestfold | Tønsberg |
| | | | | Sandefjord |
| | | | | Stokke |
| | | | | Larvik |
| | | | | Hof |
| | | | | Re |
| | | | | Lardal |
| Høsthvete | Ellvis Kuban | 8 | Buskerud | Øvre Eiker |
| | | | Østfold | Eidsberg |
| | | | Østfold | Nes |
| | | | | Eidsberg |
| | | | | Sarpsborg |
| Bygg | Fairytale Salome Brage Heder Thermus | 8 | Vestfold | Sandefjord |
| | | | | Rygge |
| | | | Østfold | Spydeberg |
| | | | Aust Agder | Birkeland |
| | | | Vestfold | Hof |
| | | | | Lardal |
| | | | Hedmark | Grue |

6.4 Potet prøver

Det ble mottatt 12 potet prøver. Tabell 6 viser sorter fylke og kommune hvor prøvene ble tatt.

Tabell 6. Potet prøver, sort, antall, fylke og kommune

| Potet Sort | Antall prøver | Fylke | Kommune |
|-------------|---------------|------------|---------------------|
| | | Agder | |
| Fakse | 12 | Rogaland | Hå |
| Folva | | | Karmøy |
| Asteriks | | Vest Agder | Marnardal Songdalen |
| Lady claire | | Vestfold | Larvik |
| | | Buskerud | Krøderen |

7 Resultater

7.1 Nematode Funn

Det ble funnet sedentære og frittlevende nematoder i prøvene. Funn av planteparasittære nematoder i fylkene bekrefter at nematoder er et økende problem i jord- og hagebruk produksjon. Nematode angrep årsaker at produsenter får avlings reduksjon og nedsetting kvalitet i sineprodukter. I flere prøver ble konstater prøver hvor nematode densiteten overskrider de forventede tettheter som fører til skade.

Oversikt over funn art og slekt og prøver med høgt nematode densiteten vises i vedlegg 1, 2, og 3.

7.2 Funn av Sedentære nematoder

Det ble funnet cystenematoder i 35 prøver som representerer 35 % av totalt.

Det mest vanlig funn er korncystenematoder, *Heterodera avenae*, *H. filipjevi*. (Bilde 1)

Det ble funnet PCN i en prøve fra løk felt. Dette funn av kan indikerer at produsenter har vekstskifte og hvor løk inngår i opplegget.

Det ble funnet cystenematoder i en prøve fra purre cystenematode sannsynligvis tilhører gulrotcystenematoder.

Det ble funnet Rotgallnematode (*Meloidogyne* ssp.) i 13 prøver som representerer 13 % av totalt, to arter er funnet *M. hapla* i grønnsaker (bilde 2) og *M. nassi* i vårhvete (bilde 3). I gulrot har det blitt påvist høyst antall av rotgallnematoder (*M. hapla*).

Oversikt over funn av cystenematoder og rotgallnematoder viser i vedlegg 1 og vedlegg 2.



Bilde 1. Felt med Korncystenematoder

Foto: Anna Katarina Berg, Norsk Landbruksrådgiving Øst



Bilde 2. Rotgallnematoder i Gulrot

Foto: NIBIO- Birgit Schaller



Bilde 3. Rotgallnematoder i vårhvete

Foto: NIBIO- Erling Fløistad

7.3 Funn av Frittlevende nematoder

Det ble funnet Stubbrottnematoder i 28 prøver fordelt i *Trichodorus* 14 prøver som representerer 14 % og *Paratrichodorus* i 14 prøver som representerer 14 % av totalen. Stubbrottnematoder er kjent for årsake gulrot med flere rot kallet finger gulrot (bilde 4). Stubbrottnematoder er kjent som virus vektorer av Tobacco Ratle Virus i potet (TRV) som årsaker rustflekksjuka i potetknoller

Stubbrottnematoder gjør skader i potet underjordiske deler (bilde 5)

Det ble gjort funn av Nålnermatoder (*Longidorus* spp.) i 11 prøver som representerer 11 %. Nålnermatoder er kjent for skader jordbær, purre, gulrot (bilde 6 og 7).

Dolknematoder (*Xiphinema* spp.) ble funnet i 2 prøver som representerer 2 %. Det ble funnet i gulrot og isbergsalat.

Rotsårnematoder (*Pratylenchus* spp.) ble funnet i 94 prøver som representere 94 % av totalen. Rotsårnematode ble funnet i alle vekster. Rotsårnematoder er kjent for angripe mer enn 400 plante familier (bilde 8).

Stuntnermatoder (*Tylenchorhynchus* spp.) ble funnet i 79 %, av det totale antall prøver. Det ble funnet Stuntnermatoder i alle fra potet, havre (bilde 9) og vår hvete prøver.

Spiralnermatode ble funnet i 49 prøver som representert 49 %

Pin-nermatoder (*Paratylenchus* spp.) ble funnet i 13 prøver som representerer 13 % av prøvene. Pin-nermatoder er kjent for angripe knollselleri og gulrot (bilde 10 og 11).

Oversikt over funn av Stubbrottnematoder, Nålnermatoder, Dolknematoder, Rotsårnematode Stuntnermatoder Spiralnermatode og Pin-nermatoder viser i vedlegg 1 og oversikt over Slekt og arter av plante parasittære nematoder som ble funnet i prosjektet vises i vedlegg 2.



Bilde 4. Finger gulrot årsaket av Stubbrottnematoder

Foto: NIBIO Bonsak Hammeraas



Bilde 5. Potet Vorteskurv Karmøy Rogaland og *Paratrichodorus pachydermus*

Foto: NIBIO Chister Magnusson



Bilde 6. Gulrot angrepet av Nålnematoder
Foto: NIBIO- Birgit Schaller



Bilde 7. Purre angrepet av Nålnematoder
Foto: NIBIO- Kari Ørstad



Bilde 8. Rotsårnematoder i bygg
Foto: Stine Marie Vandsemb NLR Romerike



Bilde 9. Skader av Stuntnematoder i havre
Foto: NIBIO Bonsak Hammeraas



Bilde 10. Knollselleri med hårete røtter Rygge i Østfold, Stuntnematoder, rotsårnematoder og pin nematoder er funnet, det ble også funnet *Agrobacterium*

Foto: NIBIO- Christer Magnusson



Bilde 11. Gulrot med pin-nematoder Gulrot Nominator Sør Trøndelag Ørland

Foto: NIBIO- Birgit Schaller

8 Andre resultater

Resultater fra prosjektet ble benyttet for å skrive følgende artikler

- Patch dynamics for studies on nematode pathogenicity and reproductive rates using UAVs in Norway “Aspects of Applied Biology 135, 2017, pgs. 65 – 71. Precision systems in agricultural and horticultural production
- Surveying free-living Nematoder on Potatoes, Vegetables, Strawberries, and Cereals in Southern and Central Norway Advances in Nematology at Linnean Society of London, Piccadilly, London, UK.

9 Konklusjoner

- Det ble bekreftet at planteparaistærer er et økende problem i jord-og hagebruk produksjon i Norge
- Rotsårnematoder og Stuntnematoder var representert med det høyeste antall i prøvene, *Pratylenchus* (Rotsårnematoder) i 93 %, *Tylenchorhynchus* (Stuntnematoder) i 79 %.
- Spiral i 49 %, Stubbrottnematoder (*Trichodorus*) i 14 %, (*Paratrichodorus*) i 14 % *Longidorus* (Nålnematoder) i 11 %, *Paratylenchus* (Pin-nematoder) i 13 % og *Xiphinema* (Dolknematoder) 2 %.
- På grunn av klima endring skader fra rotsårnematoder, stuntnematoder, rotgallnematoder, stubbrottnematoder, nålnematoder og dolknematoder forventes å øke i tiden fremover.
- Det ble funnet også sedentære nematoder Cyster i 35 % og Rotgallnematoder i 13 %.
- Rotgallnematoder ble funnet i gulrot og hvete, det er viktig at man håndterer ut fra kunnskap mellom vert/parasitt relasjonen.
- Prosjekt har gitt grunnlag til prosjektet «Patchdynamics».

10 Takk

Vi vil gjerne takke til: Forskningsmidlene for jordbruk- og matindustri Landbruksdirektoratet for økonomiske støtte.

Takk til NLR rådgiverne for innsatten med prøvetaking og innsending.

Referanser

- Anonym 2008. Forsøksmelding Lier og omegn forsøksring GA-FA Vestfold Nr. 6 Virksomheten i 2008.
- Holgado, R., Stryken A., Magnusson, C., Rasmussen, I., Strandenæs, K-A & Hammeraas, B. 2008. Forekomst av planteparasittære nematoder i grønnsaker - preliminære resultater fra prosjekt i Lier område. Bioforsk FOKUS 3 (1): 14-15.
- Holgado, R., Oppen K.A. & Magnusson, C. 2009: "Field damage in potato by lesion nematode. *Pratylenchus penetrans*, its association with tuber symptoms and its survival in storage". *Nematol. mediterr.* 37: 25-29.
- Holgado, R. & Magnusson, C. 2012. Nematoder as a limiting factor in potato production in Scandinavia. *Potato Research* 55: 269-278.
- Magnusson C. & Hammeraas B. 2000 Rotgallnematoden *Meloidogyne hapla* i gulrot og Kpaløk. *Grønn Forskning* 2/2000: 143-152.
- Magnusson, C. & Hammeraas, B. 2005. Nål nematoder i jordbær. *Grønn Kunnskap* 9: 550-556.

Vedlegg 1. Funn av sedentære og frittlevende nematoder antall per vekst funn fylke og kommune.

Cystenematoder

| Vekst | Prøver med funn | Cystenematoder | Fylke | Kommune (antall prøver med funn) |
|-----------|-----------------|---|----------------|----------------------------------|
| Gulrot | 8 | <i>Heterodera</i> spp. | Vestfold | Larvik 3 |
| | | | Aust Agder | Arendal 2 |
| | | | Nord Trøndelag | Frosta 1 |
| | | | Sør Trøndelag | Ørland (1) |
| | | | Rogaland | Klepp (1) |
| Løk | 2 | Potetcystenematode og 1 <i>Heterodera</i> sp. 1 | Vestfold | Larvik (2) |
| Purre | 3 | <i>Heterodera</i> sp (Sannsynligvis Gulrot cystenematode) | Buskerud | Lier (1) |
| | | <i>Heterodera</i> sp | Rogaland | Sola (2) |
| Havre | 7 | <i>Heterodera avenae</i> , | Akershus | Ullensaker (2) |
| | | | Telemark | Nome (1) |
| | | | Buskerud | Flesberg (2) |
| | | | Sør Trøndelag | Ørland (1) |
| Vårhvete | 4 | <i>H. avenae</i> pathotype «Brekstad» | Vestfold | Lardal (1) |
| | | <i>H. filipjevi</i> | Vestfold | Larvik (1) |
| | | <i>H. avenae</i> | Vestfold | Sandefjord (1) |
| Bygg | 3 | <i>H. avenae</i> | Hedmark | Grue (1) |
| | | | Vestfold | Lardal (2) |
| Høsthvete | 4 | <i>H. avenae</i> | Østfold | Sarpsborg (2) |
| | | | | Halden (2) |
| Jordbær | 1 | <i>Heterodera</i> sp. | Sør Trøndelag | Agdenes |
| Potet | 3 | <i>Heterodera</i> sp. | Agder | (1) |
| | | | Vest Agder | Marnardal (1) Songdalen (1) |

Rotgallnematoder

| Vekst | Prøver med funn | Rotgallnematoder (<i>Meloidogyne</i>) | Fylke | Kommune (antall prøver med funn) |
|---------------|-----------------|---|------------|----------------------------------|
| Øko pastinakk | 1 | <i>Meloidogyne hapla</i> | Vestfold | Horten (1) |
| | | | Vestfold | Larvik (4) Horten (1) |
| Gulrot | 9 | <i>M. hapla</i> | Rogaland | Hå (1) Klepp (1) |
| | | | Aust Agder | Arendal (2) |
| | | | Vestfold | Larvik (1) |
| Løk | 1 | <i>M. hapla</i> | Vestfold | Sandefjord (1) |
| Vårhvete | 2 | <i>M. naasi</i> | Vestfold | Larvik (1) |

Stubbrottnematoder

| Vekst | Prøver med funn | Stubbrottnematoder (<i>Trichodorus</i> og <i>Paratrichodorus</i>) | Fylke | Kommune (antall prøver med funn) |
|-------------|-----------------|---|------------------|----------------------------------|
| Gulrot | 1 | <i>Trichodorus</i> | Rogaland | Hå (1) |
| | | | Agder | (1) |
| | | | Aust Agder | Grimstad (1) |
| Jordbær | 6 | <i>Trichodorus</i> spp | Hordaland | Askøy (1) |
| | | | Møre og Romsdal | Norddal (1) |
| | | | Sogn og Fjordane | Vik i Sogn (1) |
| | | | Vestfold | Larvik (1) |
| | | | Vestfold | Re (1) |
| Vårhvete | 3 | <i>Trichodorus</i> spp. | Vestfold | Lardal (1) |
| | | | Buskerud | Ovre Eiker (1) |
| Havre | 1 | <i>Trichodorus</i> ssp | Vestfold | Sandefjord (1) |
| Høsthvete | 2 | <i>Trichodorus</i> | Østfold | Sarpsborg (2) |
| Potet | 1 | <i>Trichodorus</i> | Vestfold | Larvik (1) |
| Gulrot | 7 | <i>Paratrichodorus</i> spp. | Aust Agder | Arendal (1) |
| | | | Rogaland | Hå(1) |
| | | | Rogaland | Klepp (1) |
| | | | Vestfold | Larvik (3) |
| | | | Sør Trøndelag | Ørland (1) |
| Isbergsalat | 1 | <i>Paratrichodorus</i> spp. | Vest Agder | Marnardal (1) |
| Purre | 1 | <i>Paratrichodorus</i> spp. | Rogaland | Sola (1) |
| Bygg | 1 | <i>Paratrichodorus</i> spp. | Vestfold | Sandefjord |
| Potet | 4 | <i>Paratrichodorus</i> spp. | Rogaland | Hå kommune (2) |
| | | | Agder | (1) |
| | | | Vestfold | Larvik(1) |

Nål-nematoder

| Vekst | Prøver med funn | Nål-nematoder (<i>Longidorus</i>) | Fylke | Kommune (antall prøver med funn) |
|-------------|-----------------|-------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| Gulrot | 2 | <i>Longidorus</i> | Aust Agder | Arendal (2) |
| Isbergsalat | 2 | <i>Longidorus</i> | Vest Agder | Marnardal (2) |
| Purre | 1 | <i>Longidorus</i> | Rogaland | Time (1) |
| Jordbær | 3 | <i>Longidorus</i> | Hordaland | Askøy (1) |
| | | | Sogn og Fjordane | Vik i Sogn (2) |
| Vårhvete | 1 | <i>Longidorus</i> | Vestfold | Tønsberg (1) |
| Potet | 2 | <i>Longidorus</i> | Rogaland | Hå (1) |
| | | | Vest Agder | Songdalen (1) |

Dolknematoder

| Vekst | Prøver med funn | Dolknematoder (<i>Xiphinema</i>) | Fylke | Kommune (antall prøver med funn) |
|-------------|-----------------|------------------------------------|------------|----------------------------------|
| Gulrot | 1 | <i>Xiphinema</i> | Aust Agder | Arendal (1) |
| Isbergsalat | 1 | <i>Xiphinema</i> | Vest Agder | Marnardal (1) |

Rotsårnematoder

| Vekst | Prøver med funn | Rotsårnematoder (<i>Pratylenchus</i> spp.) | Fylke | Kommune (antall prøver med funn) |
|---------------|-----------------|---|------------------|----------------------------------|
| Bønner | 2 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Vestfold | Sandefjord (1) |
| | | | | Larvik (1) |
| Øko Pastinakk | 1 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Vestfold | Horten (1) |
| Rødbeter | 1 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Aust Agder | Birkeland (1) |
| | | | | Rogaland |
| | | | Vestfold | Klepp (1) |
| | | | | Larvik (5) |
| | | | | Kvelde (1) |
| | | | | Horten (1) |
| | | | | Stokke (1) |
| | | | | Hedmark |
| | | | Møre og Romsdal | Smøla (1) |
| | | | Aust Agder | Arendal (2) |
| | | | Nord Trøndelag | Frosta (1) |
| | | | Sør Trøndelag | Ørland (2) |
| Isbergsalat | 3 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Vest Agder | Marnardal (2) |
| | | | | Buskerud |
| Knollselleri | 2 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Vestfold | Stokke (1) |
| | | | | Østfold |
| Løk | 3 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Vestfold | Larvik (2) |
| | | | | Nord Trøndelag |
| Purre | 2 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Buskerud | Lier (1) |
| | | | | Rogaland |
| Jordbær | 14 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Sør Trøndelag | Agdenes (1) |
| | | | | Trondheim (1) |
| | | | | Nord Trøndelag |
| | | | Buskerud | Lier (1) |
| | | | | Krøderen (1) |
| | | | Agder | (1) |
| | | | Aust Agder | Grimstad (1) |
| | | | Hordaland | Askøy (1) |
| | | | Møre og Romsdal | Norddal (1) |
| | | | | Stordal (1) |
| | | | Sogn og Fjordane | Vik i Sogn (2) |
| | | | | Stryn (1) |
| | | | Vestfold | Larvik (1) |
| | | | Havre | 11 |
| Brekstad 1 | | | | |
| Sør Trøndelag | Ørland 1 | | | |
| Telemark | Nome 1 | | | |
| Østfold | Råde 1 | | | |
| Buskerud | Flesberg 2 | | | |
| Vestfold | Lardal (1) | | | |

| | | | | |
|------------------|----|--|------------|----------------|
| Vårhvete | 9 | <i>Pratylenchus</i> spp. <i>Pratylenchus</i> spp. | Vestfold | Tønsberg (1) |
| | | | | Sandefjord 2 |
| | | | | Stokke (1) |
| | | | | Larvik (1) |
| | | | | Re (1) |
| | | | | Lardal (1) |
| Høsthvete | 8 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Østfold | Buskerud |
| | | | | Østfold |
| | | | | Akershus |
| | | | | Østfold |
| Bygg | 8 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Vestfold | Eidsberg (1) |
| | | | | Sarpsborg (3) |
| | | | | Halden (2) |
| | | | | Råde (1) |
| | | | | Sandefjord (1) |
| | | | | Hof (1) |
| | | | | Lardal (2) |
| | | | | Aust Agder |
| Hedmark | | | | |
| Potet | 12 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Vestfold | Birkeland (1) |
| | | | | Grue (1) |
| | | | | Rygge (1) |
| | | | | Spydeberg (1) |
| | | | | Agder |
| | | | | Rogaland |
| Potet | 12 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Vest Agder | Hå (3) |
| | | | | Karmøy (1) |
| | | | | Marnardal (1) |
| | | | | Songdalen (1) |
| Potet | 12 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Vestfold | Larvik (3) |
| | | | | Buskerud |
| Potet | 12 | <i>Pratylenchus</i> spp. | Buskerud | Krøderen (1) |

Stuntnematoder

| Vekst | Prøver med funn | Stuntnematoder <i>Tylenchorhynchus</i> | Fylke | Kommune (antall prøver med funn) |
|--------------|-----------------|---|------------------|---|
| Bønner | 2 | <i>Tylenchorhynchus</i> | Vestfold | Sandefjord (1) Larvik (1) |
| Knollselleri | 2 | <i>Tylenchorhynchus</i> | Vestfold | Stokke (1) |
| | | | Østfold | Rygge (1) |
| | | | Aust Agder | Arendal (2) |
| | | | Sør Trøndelag | Ørland (1) |
| | | | Nord Trøndelag | Frosta (1) |
| | | | Møre og Romsdal | Smola (1) |
| Gulrot | 14 | <i>Tylenchorhynchus</i> | Rogaland | Hå (1) Klepp (1) |
| | | | Hedmark | Åsnes (2) |
| | | | Vestfold | Kvelde (1) Larvik (3) Stokke (1) |
| | | | Buskerud | Lier 1 |
| | | | Rogaland | Sola 1 |
| Purre | 2 | <i>Tylenchorhynchus</i> | Buskerud | Lier 1 |
| Isbergsalat | 1 | <i>Tylenchorhynchus</i> | Buskerud | Lier 1 |
| Løk | 2 | <i>Tylenchorhynchus</i> | Vestfold | Larvik (1) |
| | | | Nord Trøndelag | Frosta (1) |
| | | | Agder | (1) |
| | | | Sør Trøndelag | Agdenes (1) Trondheim (1) |
| Jordbær | 9 | <i>Tylenchorhynchus</i> | Nord Trøndelag | Høylandet (1) |
| | | | Hordaland | Askøy (1) |
| | | | Møre og Romsdal | Stordal (1) |
| | | | Sogn og Fjordane | Vik i Sogn (2) |
| | | | Vestfold | Larvik (1) |
| | | | Akershus | Ullensaker 4 |
| | | | Sør Trøndelag | Brekstad (1) Ørland (1) |
| Havre | 11 | <i>Tylenchorhynchus</i> | Telemark | Nome (1) |
| | | | Buskerud | Flesberg (2) |
| | | | Vestfold | Lardal (1) |
| | | | Østfold | Råde (1) |
| Vårhvete | 10 | <i>Tylenchorhynchus</i> | Vestfold | Tønsberg (1) Sandefjord (2) Stokke (1) Larvik (1) Re (1) Hof (1) Lardal (1) |
| | | | Buskerud | Øvre Eiker (1) |
| | | | Østfold | Eidsberg (1) Eidsberg (1) |
| | | | Østfold | Sarpsborg (3) Halden (2) Råde (1) |
| | | | Hedmark | Grue (1) |
| Bygg | 7 | <i>Tylenchorhynchus</i> | Hedmark | Grue (1) |
| | | | Østfold | Rygge (1) |

| | | | | |
|--------------|----|-------------------------|------------|----------------|
| | | | | Spydeberg (1) |
| | | | | Hof (1) |
| | | | Vestfold | Lardal (2) |
| | | | | Sandefjord (1) |
| | | | Agder | (2) |
| | | | Rogaland | Hå (3) |
| | | | | Karmøy (1) |
| Potet | 12 | <i>Tylenchorhynchus</i> | Vest Agder | Marnardal (1) |
| | | | | Songdalen (1) |
| | | | Vestfold | Larvik (3) |
| | | | Buskerud | Krøderen (1) |

Spiral nematoder

| Vekst | Prøver med funn | Spiral nematoder | Fylke | Kommune (antall prøver med funn) | |
|---------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------------------------|------------------|
| Bønner | 1 | Spiral nematoder | Vestfold | Larvik (1) | |
| | | | Aust Agder | Arendal (1) | |
| Gulrot | 4 | Spiral nematoder | Vestfold | Larvik (2) | |
| | | | Rogaland | Klepp (1) | |
| Isbergssalat | 1 | Spiral nematoder | Buskerud | Lier (1) | |
| Løk | 2 | Spiral nematoder | Vestfold | Larvik (1) | |
| | | | Nord Trøndelag | Frosta (1) | |
| Purre | 1 | Spiral nematoder | Rogaland | Time (1) | |
| | | | Agder | (1) | |
| | | | Sør Trøndelag | Agdenes (1) | |
| | | | | Trondheim (1) | |
| Jordbær | 9 | Spiral nematoder | Buskerud | Lier (1) | |
| | | | | Krøderen (1) | |
| | | | Sogn og Fjordane | Vik i Sogn (2) | |
| | | | | Stryn (1) | |
| | | | | Askøy (1) | |
| | | | Akershus | Ullensaker (3) | |
| | | | | Eidsberg (1) | |
| | | | | Østfold | Spydeberg (1) |
| | | | | | Ørland (1) |
| | | | Havre | 9 | Spiral nematoder |
| Buskerud | Flesberg (1) | | | | |
| Vestfold | Lardal (1) | | | | |
| Larvik (1) | | | | | |
| Stokke (1) | | | | | |
| Vårhvet | 8 | Spiral nematoder | Vestfold | Sandefjord (1) | |
| | | | | Re (1) | |
| | | | | Lardal (2) | |

| | | | | |
|----------------|---|------------------|------------|---------------|
| | | | Østfold | Sarpsborg (1) |
| | | | | Eidsberg (1) |
| | | | | Halden (1) |
| Høstvet | 5 | Spiral nematoder | Østfold | Råde (1) |
| | | | | Spydeberg (1) |
| | | | | Sarpsborg (2) |
| | | | Agder | (1) |
| | | | | Hå (2) |
| | | | Rogaland | Karmøy (1) |
| Potet | 8 | Spiral nematoder | | Marnardal (1) |
| | | | Vest Agder | Songdalen (1) |
| | | | Vestfold | Larvik (1) |
| | | | Buskerud | Krøderen (1) |

Pin-nematoder

| Vekst | Prøver med funn | Pin-nematoder <i>Paratylenchus</i> | Fylke | Kommune (antall prøver med funn) |
|--------------|-----------------|---------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| Løk | 1 | <i>Paratylenchus</i> | Nord Trøndelag | Frosta (1) |
| Purre | 1 | <i>Paratylenchus</i> | Buskerud | Lier (1) |
| Gulrot | 4 | <i>Paratylenchus</i> | Aust Agder | Arendal (1) |
| | | | Vestfold | Horten (1) |
| | | | Sør Trøndelag | Ørland (2) |
| Isbergsalat | 1 | <i>Paratylenchus</i> | Vest Agder | Marnardal (1) |
| Knollselleri | 1 | <i>Paratylenchus</i> | Vestfold | Rygge (1) |
| Jordbær | 2 | <i>Paratylenchus</i> | Agder | (1) |
| | | | Sogn og Fjordane | Vik i Sogn (1) |
| Potet | 3 | <i>Paratylenchus</i> | Rogaland | Hå (3) |

Vedlegg 2. Slekt og arter av plante parasittære nematoder som ble funnet i prosjektet.

| Nematoder | Vekst | | | |
|----------------------------------|-------|---------|------|------------|
| | Potet | Jordbær | Korn | Grønnsaker |
| Stuntnematoder | x | x | x | x |
| <i>Tylenchorhynchus</i> sp. | x | x | x | x |
| <i>T. dubius</i> | x | x | x | x |
| <i>T. maximus</i> | x | | | x |
| <i>Merlinius</i> sp. | | | | x |
| <i>M. brevidens</i> | | | | x |
| <i>M. nanus</i> | x | | | |
| <i>M. nothus</i> | | | | x |
| Spiralnematoder | x | x | x | x |
| <i>Rotylenchus unisexuus</i> | | | | x |
| <i>Helicotylenchus</i> sp. | | x | | x |
| <i>H. canadiensis</i> | x | | | |
| <i>H. digonicus</i> | | | | x |
| <i>H. lobus</i> | | | | x |
| <i>H. pseudorobustus</i> | x | | | x |
| <i>H. variocaudatus</i> | x | | | |
| Root lesion nematoder | x | x | x | x |
| <i>P. penetrans</i> | | | x | x |
| <i>P. crenatus</i> | x | x | x | x |
| <i>P. pseudofallax</i> | | | | x |
| <i>P. pseudopratensis</i> | x | | | |
| <i>P. fallax</i> | x | x | x | x |
| <i>Paratylenchus</i> sp. | x | x | x | |
| <i>P. italiensis</i> | | | | x |
| Sheath nematoder | | | | x |
| <i>Hemicycliophora</i> sp. | | | | x |
| <i>Longidorids</i> | x | x | x | x |
| <i>Longidorus elongatus</i> | x | x | | x |
| <i>Xiphinema diversicaudatum</i> | | | | x |
| <i>Trichodorids</i> | x | x | | x |
| <i>Trichodorus primitivus</i> | | | | x |
| <i>Paratrichodorus anemones</i> | | | | x |
| <i>P. pachydermus</i> | x | | | x |
| <i>Heteroderidae</i> | x | x | x | x |
| <i>Heterodera</i> sp. | x | x | x | x |
| <i>Heterodera avenae</i> | | | x | |
| <i>Heterodera filipjevi</i> | | | x | |
| <i>Heterodera carotae</i> | | | | x |
| <i>Globodera</i> sp. | x | | | x |
| <i>Globodera rostochiensis</i> | x | | | |
| <i>Meloidogynidae</i> | | | x | x |
| <i>Meloidogyne hapla</i> | | | | x |
| <i>Meloidogyne naasi</i> | | | x | |

Vedlegg 3. Prøver hvor nematode densiteten overskrider de forventede tettheter som fører til skade

| Vekst | Fylke | Kommune | Nematoder | Antall ind. i 250ml jord |
|--------------------|---|----------------|---|---------------------------------|
| Jordbær | Agder | - | Spiral nematoder (<i>Helicotylenchus</i>) | 403 |
| | Aust Agder | Grimstad | Root lesion nematoder (<i>Pratylenchus</i>) | 424 |
| | Buskerud | Krøderen | Root lesion nematoder (<i>Pratylenchus</i>) | 630 |
| | Møre og Romsdal | Stordal | Stuntnematoder (<i>Tylenchorhynchus</i>) | 192 |
| | Nord Trøndelag | Høylandet | Stuntnematoder (<i>Tylenchorhynchus</i>) | 763 |
| | Sør Trøndelag | Trondheim | Spiral nematoder (<i>Helicotylenchus</i>) | 800 |
| | Sogn og Fjordane | Stryn | Spiral nematoder (<i>Helicotylenchus</i>) | 110 |
| Gulrot | Aust Agder | Arendal | Nål-nematoder (<i>Longidorus</i>) Dolknematoder (<i>Xiphinema</i>) | 68 74 |
| | Hedmark | Åsnes | Root lesion nematoder <i>Pratylenchus</i> | 475 |
| | Sør Trøndelag | Ørland | Root lesion nematoder <i>Paratylenchus</i> | 81 |
| Isbergsalat | Vest Agder | Marnardal | Root lesion nematoder <i>Pratylenchus</i> | 585 |
| Potet | Vest Agder | Marnardal | Root lesion nematoder <i>Pratylenchus</i> | 199 |
| | | Songdalen | Root lesion nematoder <i>Pratylenchus</i> | 233 |
| | Buskerud | Krøderen | Root lesion nematoder <i>Pratylenchus</i> | 230 |
| | Rogaland | Hå | Stubbrottnematoder <i>Paratrichodorus</i> | 508 |
| | | Hå | Nål-nematoder (<i>Longidorus</i>) | 124 |
| | | Hå | Root lesion nematoder <i>Pratylenchus</i> | 624 |
| | | Hå | Stuntnematoder <i>Tylenchorhynchus</i> | 2252 |
| Karmøy | Stubbrottnematoder <i>Paratrichodorus</i> | 60 | | |
| Havre | Akershus | Ullensaker | Stuntnematoder <i>Tylenchorhynchus</i> | 756 |
| | Akershus | Ullensaker | Stuntnematoder <i>Tylenchorhynchus</i> | 1220 |
| | Sør Trøndelag | Brekstad | Root lesion nematoder <i>Pratylenchus</i> | 487 |
| Vår Hvete | Buskerud | Øvre Eiker | Stuntnematoder <i>Tylenchorhynchus</i> | 570 |

| | |
|---|--|
| Nøkkelord: | Planteparasittære nematoder, forekomst, grønnsaker, jordbær, korn, potet |
| Key words: | Plant parasitic nematodes, occurrence, vegetables, strawberry, cereals, potato |
| Andre aktuelle publikasjoner fra prosjekt: | <p>Patch dynamics for studies on nematode pathogenicity and reproductive rates using UAVs in Norway “Aspects of Applied Biology 135, 2017, pgs. 65 – 71. Precision systems in agricultural and horticultural production.</p> <p>Surveying free-living Nematodes on Potatoes, Vegetables, Strawberries, and Cereals in Southern and Central Norway Advances in Nematology at Linnean Society of London, Piccadilly, London, UK.</p> |

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.