

Kartoffelcystenematoder - Udbredelse og bekæmpelsesmuligheder i dansk kartoffelavl



Kandidatopgave (30 ECTS)

Mads Bendix, LDZ262
Agriculture – Production and Environment

Vejleder:
Professor Peter Esbjerg – Københavns Universitet

Medvejleder:
Landskonsulent Lars Bødker – Videncentret For Landbrug

Frederiksberg Campus
31. oktober 2014

Forsidefotos af Mads Bendix

Øverst: Kartoffelmark i vækst, juli 2011

Nederst: Kartoffeloptagning under våde forhold, september 2011

Mads Bendix
Flakholmen 10, 1. tv.
2720 Vanløse
Mail: mbx@jbx.dk
Tlf.: +45 24266501

Resumé

I Danmark dyrkes der kartofler på ca. 40.000 hektar (ha) årligt. Det svarer til cirka 1,57 % af det samlede danske landbrugsareal. Det er en udfordring, at kartoffelavlens ofte er koncentreret i bestemte geografiske områder i stedet for at være jævnt fordelt ud over hele landbrugsarealet. Dette medfører typisk et intensivt sædskifte med få kartoffelfrie år mellem kartoffelafgrøderne, som øger risikoen for inficering med og opformering af kartoffelcystenematoder (KCN). KCN er en fællesbetegnelse for to forskellige arter henholdsvis *Globodera rostochiensis* (*G. rostochiensis*) og *Globodera pallida* (*G. pallida*). KCN kan kun udvikle og opformere sig på værtsplanter af natskyggefamilien (*Solanaceae*). Angreb af KCN medfører, at rodsystemet bliver dårligt udviklet, hvorved plantens optag af vand og næringsstoffer begrænses med udbyttenedgang til følge. Biologien gør, at KCN kan overleve i jorden i over tyve år, selvom der ikke er nogen værtsplante tilstede og efter denne periode stadig være i stand til at formere sig, såfremt der dyrkes en værtsplante. KCN er omfattet af europæisk og national plantesundhedslovgivning.

Et sundt sædskifte er en af de vigtigste dyrkningstekniske foranstaltninger både til forebyggelse og bekæmpelse af angreb af KCN. Ligesom anvendelsen af kartoffelsorter, som er resistente overfor KCN, er et vigtigt element i sædskiftet.

Datagrundlaget i indeværende projekt bygger på analyser af tyve jordprøver udtaget i områder med begrundet mistanke om kraftige angreb af KCN. Jordprøverne er undersøgt med henblik på at udføre en arts- og patotypebestemmelse af KCN. Artsbestemmelsen er udført ved hjælp af PCR-teknik. Patotypebestemmelsen er udført ved hjælp af en såkaldt sortstest, hvor der dyrkes forskellige kartoffelsorter, der er valgt ud fra deres resistensegenskaber overfor forskellige patotyper af KCN. Alle eksperimentelle analyser af jordprøver er udført i Holland af HLB – Hilbrands laboratorium for jordsygdomme.

Der er fundet KCN i nitten af tyve jordprøver, hvilket svarer til et areal på cirka 164 ha. For én af de nitten prøver er artsbestemmelse ikke mulig. Ud af de resterende atten prøver, hvor det er muligt at udføre artsbestemmelse, indeholder fjorten af dem *G. pallida*. Heraf indeholder otte prøver udelukkende *G. pallida*, mens fire prøver udelukkende indeholder *G. rostochiensis*. De resterende seks prøver indeholder både *G. rostochiensis* og *G. pallida*. Den efterfølgende sortstest bygger på sytten jordprøver, idet en af de atten ikke indeholder larver nok til at udføre undersøgelsen. Resultatet viser, at de to hyppigst forekomne patotyper med overvejende sandsynlighed er henholdsvis *G. rostochiensis* race 1 (Ro1) og *G. pallida* race 2 (Pa2). Disse fund indikerer, at Dansk kartoffelavl står overfor en reel udfordring i forbindelse med bekæmpelse af KCN.

Abstract

Every year approximately 40.000 hectares of potatoes are grown in Danish fields. This corresponds to approximately 1.57 % of the Danish arable land. It is a challenge that the growing of potatoes is not evenly distributed throughout all of the arable area but instead placed in specific geographical areas of the country. This leads to the fact that the crop rotations often become intensive and with few years between potato crops. This increases the risk of infestation with, and propagation of, potato cyst nematodes (PCN) in these areas. PCN is the common name for two different species called *Globodera rostochiensis* (*G. rostochiensis*) and *Globodera pallida* (*G. pallida*) respectively. PCN can only develop and reproduce on host plants in the *Solanaceae* family. Infestation with PCN causes poor development of the root system of the potato plant. This results in reduced uptake of water and nutrients and reduces crop yield.

The special biology of PCN makes it possible for the pest to survive in the soil for more than 20 years without a host plant. Even after this amount of time PCN will be able to reproduce if a host plant is grown. Based on this, PCN is covered by European and national plant health legislation. A healthy crop rotation is a main tool, both to prevent and control infestations of PCN.

The data used in this project is based on analysis of 20 soil samples taken in areas with reasonable suspicion of severe infestation with PCN. The soil samples were studied in order to determine species and pathotype of PCN. Species determination was carried out by using PCR. The determinations of pathotypes were done by using a so-called variety test. In such a test different potato varieties are grown. The varieties have different resistance to different pathotypes. By looking at the development of PCN at the different varieties it is possible to tell which pathotypes are present in the soil sample. All experimental analyzes were conducted in the Netherlands by HLB, Hilbrands laboratory for soil diseases.

PCN was found in 19 out of 20 soil samples. In one out of 19 samples species determination was not possible. The findings, corresponding to an area of 164.4 hectares, would be registered as an area infected with PCN if NaturErhvervstyrelsen had taken the samples.

Out of the 18 samples, in which it has been possible to determine the species, 14 of the samples contained *G. pallida*. 8 of the samples contained only *G. pallida*. 4 of the samples contained only *G. rostochiensis*. 6 of the samples contained both *G. rostochiensis* and *G. pallida*. The variety test showed that the two most common pathotypes in the soil samples most likely were *G. rostochiensis* race 1 (Ro1) and *G. pallida* race 2 (Pa2). These findings indicate that Danish potato production is facing a real challenge in the fight against PCN.

Forord

Denne kandidatopgave er udarbejdet i forbindelse med gennemførslen af kandidatuddannelsen Agriculture – Production and Environment på Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, den tidligere Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Hensigten med denne rapport er at give et indblik i udbredelsen af kartoffelcystenematoder i dansk kartoffelavl samt at undersøge hvilke arter og racer, der findes i de undersøgte arealer.

Målgruppen for dette projekt er personer med et vidensniveau, som svarer til det, der opnås ved gennemførslen af kandidatuddannelsen Agriculture – Production and Environment samt personer med interesse for dansk landbrug og dansk kartoffelproduktion i særdeleshed.

Jeg vil gerne benytte dette forord til at takke min vejleder, Peter Esbjerg, for hans vejledning og idéer til projektets udførsel og for at have svaret på mine spørgsmål gennem projektarbejdsfasen.

En lang række andre personer er også af stor betydning for dette projekt. Jeg vil i særdeleshed gerne takke Lars Bødker, Videncentret For Landbrug, for udarbejdelse af projektansøgning til Kartoffelafgiftsfonden og for stor faglig sparring i forbindelse med tolkning af resultater. Herudover takkes Jens Marius Thomsen, Heden & Fjorden i Herning, for at have skabt mange kontakter til relevante personer indenfor kartoffelerhvervet. Ligeledes vil jeg gerne takke de avlere, der medvirker i projektet, for at have givet tilladelse til udtagelsen af jordprøver på deres areal, idet jordprøverne udgør datagrundlaget for den eksperimentelle del af projektet. Ligeledes ønsker jeg at takke de virksomheder, der har bidraget til projektet.

Slutteligt skal der lyde en særlig tak til Eva Jaffke for korrekturlæsning af kandidatopgaven.

Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet, Frederiksberg.

Den 31. oktober 2014

Mads Bendix LDZ262

31/10 - 2014
Mads Bendix

Indhold

Resumé.....	3
Abstract	4
Forord.....	5
1. Indledning	8
1.1 Det danske kartoffelareal	8
1.2 Kartoffelcystenematoders taksonomi.....	10
1.3 Kartoffelcystenematoders omkostninger	11
1.4 Kartoffelcystenematodens udbredelse i Danmark	12
1.5 Problemformulering	14
1.6 Afgrænsning.....	15
1.7 Metode	15
2. Om kartoffelcystenematoder	16
2.1 Lovgivning omkring kartoffelcystenematoder.....	16
2.2 Detektering.....	17
2.2.1. NaturErhvervstyrelsens jordprøveudtagning	17
2.2.2 Visuelle observationer	18
2.3 Kartoffelcystenematoders livscyklus	19
2.4 Kartoffelcystenematoders morfologi og artsforskelle.....	23
2.5 Patotyper	28
2.6 Betydning af nematodepopulationens størrelse	29
2.7 Jordforholdenes indflydelse på angreb af kartoffelcystenematoder.....	31
2.8 Bekæmpelsesmuligheder	33
2.8.1 Forebyggelse af angreb.....	33
2.8.2 Sædskifte	34
2.8.3 Resistente sorter.....	35
2.8.4 Biologisk bekæmpelse	36
2.8.5 Tidlig høst.....	37
2.8.6 Nematicider.....	37
3. Undersøgelse af forekomst af kartoffelcystenematoder	38
3.1 Udtagning af jordprøver.....	38
3.2 Undersøgelse af jordprøver for arter og antal cyster.....	39

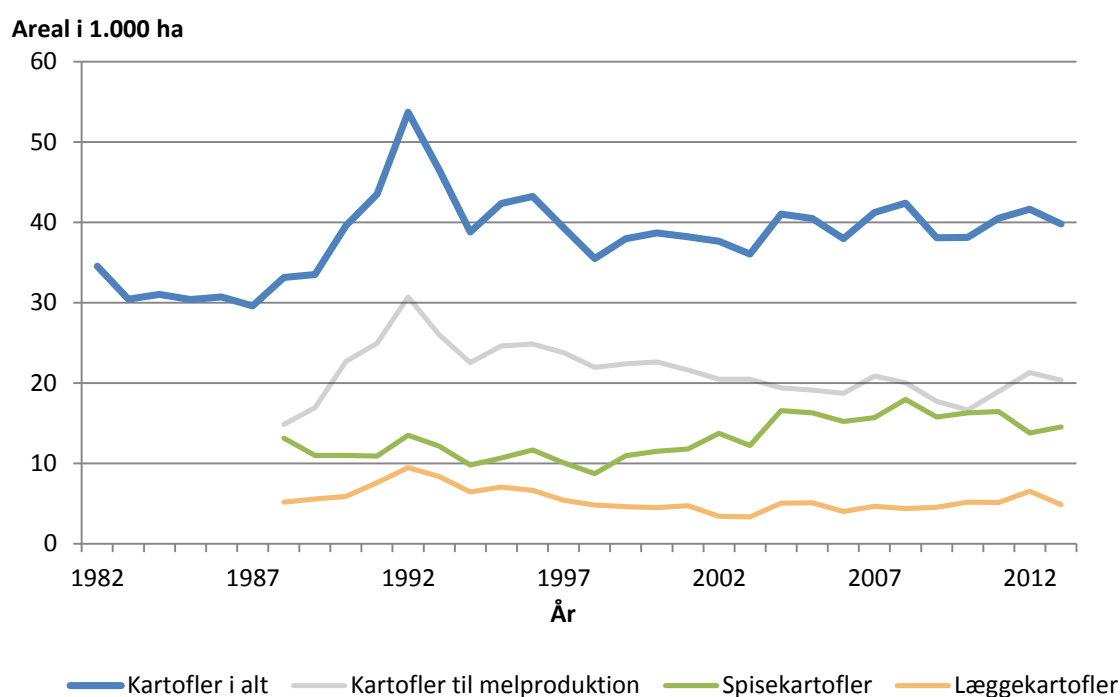
3.3 Sortsvalg og sortstest	41
3.3.1 Sortsvalg	41
3.3.2 Sortstest	45
4. Resultater	46
4.1 Udtagning af jordprøver	47
4.2 Undersøgelse af jordprøver for arter og antal cyster	50
4.3 Sortsvalg og sortstest	51
4.3.1 Tolkning af sortstest	51
5. Diskussion	57
5.1 Udtagning af jordprøver	57
5.2 Undersøgelse af jordprøver for arter og antal cyster	58
5.2.1 Artsfordeling og udbredelse	58
5.2.2 Sædskiftets betydning	61
5.3 Sortsvalg og sortstest	62
5.3.1 Sortsvalg	62
5.3.2 Sortstest	63
6. Konklusion	66
7. Perspektivering	67
8. Litteraturliste	69
A. Appendiks 1	76
Sortstest jordprøve 1	77
Sortstest jordprøve 2	79
Sortstest jordprøve 3	81
Sortstest jordprøve 4	83
Sortstest jordprøve 6	85
Sortstest jordprøve 7	86
Sortstest jordprøve 8	88
Sortstest jordprøve 9	90
Sortstest jordprøve 10	91
Sortstest jordprøve 11	93
Sortstest jordprøve 14	95
Sortstest jordprøve 15	97
Sortstest jordprøve 16	99
Sortstest jordprøve 17	101
Sortstest jordprøve 18	103
Sortstest jordprøve 19	105
Sortstest jordprøve 20	106

1. Indledning

I denne sektion belyses fordelingen af det danske areal dyrket med kartofler (*Solanum tuberosum*). I det efterfølgende omtalt som kartoffel. Der gives i det følgende afsnit en kort beskrivelse af kartoffelcystenematoder (KCN), deres udbredelse og deres konsekvenser for dansk kartoffelavl.

1.1 Det danske kartoffelareal

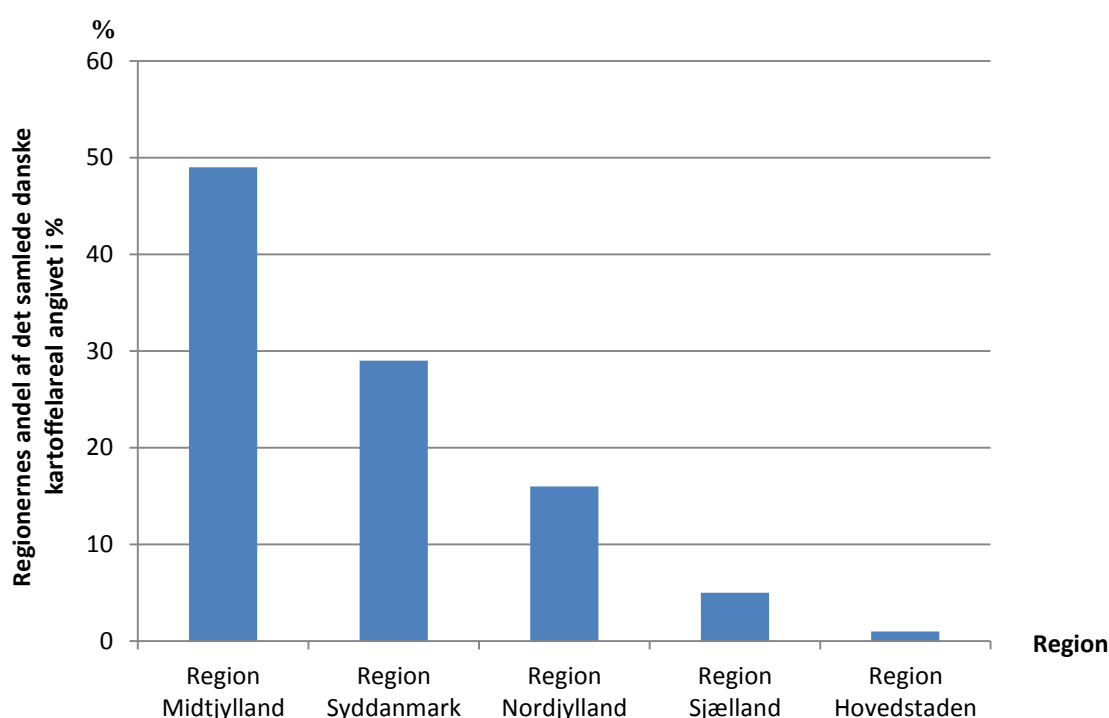
Det danske kartoffelareal har i perioden fra 1982 til 2013 udgjort mellem 29.604 hektar (ha) og 53.682 ha. I perioden fra 1994 til 2013 har det samlede kartoffelareal ligget relativt stabilt på omkring 40.000 ha. Se figur 1.1.1.



Figur 1.1.1. Udvikling i det danske kartoffelareal angivet i 1.000 ha i perioden fra 1982 til 2013 opdelt efter produktionstype (Danmarks Statistik, 2014).

På grund af manglende data for fordelingen mellem de forskellige produktionstyper i 1995 er der angivet den samme procentvise fordeling som i 1994. Det ses af figur 1.1.1, at grafen for arealet med spisekartofler er svagt stigende i perioden fra 1988 til 2013, mens den for læggekartofler er svagt faldende. Fra 1992 og frem ses det ligeledes, at grafen for arealet med kartofler til melproduktion er faldende. Det høje arealniveau af kartofler til melproduktion omkring 1992 virker ikke sandsynligt, og det kan heller ikke umiddelbart forklares, hvilket indikerer, at der kan være tale om usikkerheder i forbindelse med dataindberetningen (Thomsen, 2014).

I 2012 var kartoffelarealet på 41.622 ha (Danmarks Statistik, 2014). Det samlede dyrkede danske landbrugsareal i 2012 var 2.644.631 ha (Danmarks Statistik, 2014a). På baggrund af disse oplysninger kan det beregnes, at kartoffelarealet i Danmark i 2012 udgjorde cirka 1,57 % af det samlede dyrkede areal. Selvom kartoffelproduktionen arealmæssigt ikke udgør en stor del af det danske landbrugsareal, har produktionen af kartofler væsentlig betydning for hovedparten af kartoffelavlernes økonomi. Det skyldes, at kartofflen kan betegnes som en højværdiafgrøde, der kræver et stort input, men som også kan give et stort output. Dyrkningen af kartofler er ikke jævnt fordelt, idet kartoffelavlens ofte er koncentreret omkring bestemte geografiske områder, hvor intensiteten til gengæld er høj. Fordelingen af kartoffelarealet for perioden 2006 til 2014 fremgår af figur 1.1.2, hvor arealet er fordelt på regioner angivet som gennemsnit.



Figur 1.1.2. De enkelte regioners andel af det samlede danske kartoffelareal som gennemsnit over perioden 2006 til 2014 (Danmarks Statistik, 2014).

Fordelingen mellem regionerne er gennemsnitstal udregnet på baggrund af tal fra perioden 2006 til 2014. Af figur 1.1.2 fremgår det, at Region Midtjylland har det største dyrkede kartoffelareal med næsten halvdelen af det samlede areal. Herefter følger Region Syddanmark, hvor cirka 25 % af kartoffelarealet findes. De resterende tre regioner udgør de sidste knap 25 % af arealet.

1.2 Kartoffelcystenematoders taksonomi

KCN er en fællesbetegnelse for to forskellige kartoffelcystenematodearter, henholdsvis *Globodera rostochiensis*, i det følgende kaldet *G. rostochiensis*, og *Globodera pallida*, i det følgende *G. pallida*. KCN har tidligere været omtalt som kartoffelål, dog er termen mindre anvendt i dag. Indtil 1973, hvor en ny art, *Heterodera pallida*, af KCN blev opdaget, kendte man kun til *Heterodera rostochiensis*, hvorfor KCN kun betegnede denne (Stone, 1973). Dette understreger European and Mediterranean Plant Protection Organization forkortet EPPO, at det er nødvendigt at være opmærksom på, idet det ikke altid er muligt at skelne mellem, hvilke arter der bliver omtalt i tidlige publikationer (EPPO, 1997).

Taksonomien er en videnskabelig klassifikation, der indenfor det biologiske område anvendes til at gruppere forskellige arter af organismer. Klassifikationen er derfor en stor hjælp til at få et overblik over, hvor i dyre- eller planteriget en given art befinder sig, og hvilke arter, der er beslægtet med hinanden. I tabel 1.2.1 ses det, hvorledes KCN er klassificeret taksonomisk, herunder at nematoder er rundorme, Nematoda.

Tabel 1.2.1. Kartoffelcystenematoders taksonomi med klassificering til artsniveau (Mod. e. Turner og Rowe, 2006).

Kartoffelcystenematoders taksonomi	
Rige	Animalia
Række	Nematoda
Klasse	Chromadorea
Subklasse	Chromadoria
Orden	Rhabditida
Suborden	Tylenchina
Infraorden	Tylenchomorpha
Superfamilie	Tylenchoidea
Familie	Hoplolaimidae
Subfamilie	Heteroderinae
Slægt	<i>Globodera</i>
Art	<i>G. rostochiensis</i> <i>G. pallida</i>

Af ovenstående tabel fremgår det, at der findes to arter af KCN. Hvad, der ikke fremgår af tabellen, er, at indenfor hver art findes der en række patotyper, også kaldet racer. Disse beskrives nærmere i afsnit 2.5.

1.3 Kartoffelcystenematoders omkostninger

Generelt set er nematoder skadedyr, der er vidt udbredte og har stor påvirkning på afgrødeproduktionen på globalt plan. Planteparasitiske nematoder medfører ifølge Whitehead (1998) en nedgang i afgrødeproduktionen på op til 10 % på globalt niveau. Tal fra 1977 for Storbritannien indikerer, at 9 % af den daværende potentielle årlige kartoffelproduktion gik tabt som følge af angreb af KCN (Evans og Stone, 1977). Denne vurdering underbygges yderligere af Lane og Trudgill (1999), som vurderer, at der årligt er tale om et økonomisk tab på 50 mio. £ i Storbritannien som følge af angreb af KCN. Det svarer til ca. 10 % af den totale afgrødeværdi indenfor kartoffelavl.

Et entydigt estimat for udbyttenedgangen som følge af angreb af KCN, er dog svært at give. Det skyldes, at en eventuel udbyttenedgang er afhængig af flere faktorer. Udbyttenedgangen afhænger blandt andet af valg af kartoffelsort, infektionstrykket af KCN i et givent areal, samspillet med forskellige mikroorganismer (Trudgill, 1986), jordtype og jordpakning (Van Oijen *et al.*, 1995). Dog vurderer Whitehead (1998), at et gennemsnitligt årligt udbyttetab på omkring 10 % på globalt plan virker plausibelt, selvom det er behæftet med nogen usikkerhed. Usikkerheden skyldes, at udbyttenedgangen i kartoffelafgrøden kan variere fra et næsten totalt udbyttetab i de hårdest ramte dele af marken til en knap målbar udbyttenedgang i dele af marken, hvor kun svage angreb forekommer. Det skyldes, at udbyttenedgangen er tæt korreleret med antallet af cyster og deres indhold af levedygtige æg i jorden ved kartoffellægningstidspunktet (Evans, 1993; Seinhorst, 1982). Angreb af KCN medfører, at rodsystemet bliver dårligt udviklet, hvorved der opstår begrænset effektivitet i forbindelse med plantens optag af vand og næringsstoffer (Whitehead, 1998; Hansen, 2010). Optaget af næringsstoffer er blandt andet undersøgt af Trudgill (1980), og resultaterne viser, at kartoffelplanter inficeret med KCN total set indeholder mindre nitrogen (N), fosfor (P) og kalium (K) end kartoffelplanter, som ikke er inficeret med KCN. Dette skyldes hovedsagligt, at de inficerede planter er mindre, men det skyldes delvist også en mindre koncentration af næringsstoffer i planterne (Trudgill, 1980). Det underbygger således teorien om forringet næringsstofoptag hos angrebne planter. Den forringede rodeffektivitet forårsaget af KCN gør, at vejret kan have stor påvirkning på, hvordan en udbyttenedgang udvikler sig (Hansen, 2010). Som følge heraf må den største udbyttenedgang forventes at ses under tørre forhold.

1.4 Kartoffelcystenematodens udbredelse i Danmark

KCN er omfattet af europæisk plantesundhedslovgivning i form af Rådets direktiv 2007/33/EF af 11. juni 2007 om bekæmpelse af KCN. Ligeledes er KCN omfattet af national plantesundhedslovgivning blandt andet i form af bekendtgørelse nr. 1033 af 26. september 2014 kaldet bekendtgørelse om planteskadegørere samt bekendtgørelse nr. 452 af 16. maj 2011 om bekæmpelse af KCN. Dette betyder, hvis NaturErhvervstyrelsen konstaterer KCN i et areal, bliver arealet optaget i en officiel fortegnelse for lokaliteter med KCN. Ydermere pålægges arealet en række restriktioner, ligesom der stilles krav til, at der igangsættes en strategi for bekæmpelse af skadedyret. Lovgivningen indenfor området behandles yderligere i afsnit 2.1.

Ved udtagelsen af jordprøver for KCN skelnes der mellem arealer med læggekartoffelavl og konsumavl. Ved konsumavl forstås avl af kartofler til anden brug end til læggekartofler. Indenfor konsumavlen er det et krav, at der udtages jordprøver på minimum 0,5 % af arealet hvert år i forbindelse med overvågning af udbredelsen af KCN. Ligesom der indenfor læggekartoffelavl udtages jordprøver på samtlige anmeldte arealer. Se mere herom i afsnit 2.2.

Gennem de seneste år er der sket en udvikling i antallet af fund af KCN i Danmark. I tabel 1.4.1 og tabel 1.4.2 fremgår NaturErhvervstyrelsens registrerede fund i løbet af de seneste tre år.

Tabel 1.4.1. NaturErhvervstyrelsens opgørelse af fund af kartoffelcystenematoder i perioden 2011 til 2013 i arealer anmeldt i forbindelse med avl af læggekartofler. Det samlede prøveudtagningsareal og det inficerede areal er angivet. Ligeledes er det for hvert år angivet hvor stor en procentdel af prøveudtagningsarealet, der er registreret som inficeret. (Jørgensen, 2014).

År	Registreret inficeret areal (ha)	Prøveudtagnings - areal (ha)	% inficeret
2011	77,5	5242,0	1,5
2012	64,1	4798,0	1,3
2013	137,8	4565,0	3,0
I alt	279,4	14605,0	

Af tabel 1.4.1 fremgår det, at i år 2013 blev 137,8 ha registreret som inficeret med KCN ved undersøgelse af arealer anmeldt i forbindelse med avl af læggekartofler. Ydermere giver Jørgensen (2014) følgende oplysninger angående de 279,4 ha som i alt er registrerede:

- 44 ha er registreret med både *G. rostochiensis* og *G. pallida*.
- 235,4 ha er registreret med *G. rostochiensis* alene.
- 0 ha er registreret med *G. pallida* alene.

I tabel 1.4.2 ses fund af KCN, som er sket i forbindelse med overvågning af udbredelsen af KCN indenfor konsumavl.

Tabel 1.4.2. NaturErhvervstyrelsens opgørelse af fund af kartoffelcystenematoder i jordprøver i perioden 2011 til 2013 i arealer undersøgt i forbindelse med overvågning af konsumavl. Det samlede prøveudtagningsareal og det inficerede areal er angivet. Ligeledes er det for hvert år angivet hvor stor en procentdel af prøveudtagningsarealet, som er registreret som inficeret (Jørgensen, 2014).

År	Registreret inficeret areal (ha)	Prøveudtagningsareal (ha)	% inficeret
2011	94,9	200*	47,5
2012	86,7	200,0	43,4
2013	56,7	237,0	23,9
I alt	238,3	637,0	

*Det præcise areal kendes ikke, men prøveudtagningsarealet er minimum 200 ha

Det fremgår af tabel 1.4.2, at der i år 2013 blev registreret 56,7 ha som inficeret med KCN ved undersøgelse af arealer undersøgt i forbindelse med overvågning af udbredelse af KCN indenfor konsumavl. Ydermere giver Jørgensen (2014) følgende oplysninger angående de 238,3 ha, som i alt er registrerede:

- 60 ha er registreret med *G. pallida* alene - 6 marker - 4 adresser.
- 178 ha er registreret med *G. rostochiensis* eller ikke artsbestemt.

Som det ses af bemærkningerne i forbindelse med tabel 1.4.1 og tabel 1.4.2 fremgår det, at i alt (60 ha + 44 ha) 104 ha er registreret som inficeret med *G. pallida*. Som det fremgår ved sammenligning af tabel 1.4.1 og tabel 1.4.2, findes KCN i en langt større andel af jordprøverne udtaget i konsumavl sammenlignet med læggekartoffelavl. For arealet, der er undersøgt i forbindelse med læggekartoffelavl, er der i 2013 fundet KCN i tre procent af det undersøgte areal, mens der i konsumavl er konstateret KCN i 23,9 % af det undersøgte areal. Den væsentligt lavere andel skyldes formodentlig kravet til tvungen jordprøveudtagning og et sædskifte på minimum tre kartoffelfrie år ved dyrkning af læggekartofler.

I jordprøverne i 2011 og 2012 blev der konstateret KCN i cirka 45 % af det undersøgte areal for konsumavl. En sådan udbredelse af KCN ses desuden i undersøgelser fra Storbritannien, hvor Lane og Trudgill (1999) beskriver, at mindst 50 % af arealet med kartofler er inficeret med KCN. Dette forstærkes yderligere af nyere tal af Kerry *et al.* (2009), som vurderer, at omkring 64 % af arealet med kartofler i England og Wales er inficeret med KCN, og at udbredelsen er stadigt voksende.

En væsentlig forskel mellem observationerne i tabel 1.4.1 og tabel 1.4.2. er, at der for arealerne, som er anmeldt i forbindelse med læggekartoffelavl, tabel 1.4.1, ikke er konstateret arealer, hvor der

udelukkende forekommer *G. pallida*. Dette er derimod tilfældet for prøver, der er udtaget i forbindelse med overvågningen af konsumavl, tabel 1.4.2.

For år tilbage var der kun konstateret ét fund af *G. pallida*, som lå langt tilbage i tiden (Hansen og Jakobsen, 2001). På baggrund af bemærkningerne til tabel 1.4.1 og 1.4.2 om fundene af *G. pallida* kan det ses, at der er sket en stigning af udbredelsen af *G. pallida* i Danmark. Denne stigning kan på sigt have store konsekvenser for dansk kartoffelavl, idet væsentligt færre kartoffelsorter er resistente overfor *G. pallida*, end det er tilfældet for *G. rostochiensis* jævnfør NaturErhvervstyrelsens liste over kartoffelsorter avlet i Danmark. NaturErhvervstyrelsens liste er i det følgende benævnt (NaturErhvervstyrelsen, 2013).

En opformering af KCN kan mindske fremtidige generationers muligheder for at producere kartofler med det samme udbyttelniveau, som det er tilfældet i dag, blandt andet som følge af at muligheden for at dyrke ikke-resistente kartoffelsorter kraftigt begrænses. Dette bryder med bæredygtighedsprincippet, som karakteriseres ved, at vores generation får opfyldt vores behov, uden at fremtidige generationer forhindres i at få opfyldt deres behov (Brundtlandkommissionen, 1987).

1.5 Problemformulering

Der er indikationer af, at udbredelsen af kartoffelcystenematoder i Danmark er steget gennem de seneste år, og der er mistanke om et stigende antal lokaliteter med fund af *G. pallida*. Dette er en trussel mod dansk kartoffelproduktion. For at kunne forebygge en yderligere udbredelse af dette skadedyr, er det vigtigt at kende omfanget af problemet i de nuværende dyrkningssystemer samt at undersøge, hvilke dyrkningsmæssige tiltag som findes og kan anvendes for at begrænse problemets udbredelse.

Formålet med indeværende projekt er at undersøge sammensætningen af arter og patotyper af kartoffelcystenematoder i marker med tydelige indikationer på angreb.

Følgende spørgsmål ønskes belyst og besvaret i dette projekt:

- Hvor udbredte er kartoffelcystenematoder i marker med symptomer på angreb? Hvordan er deres biologi, og er der indikationer af, at der er sket en ændring af artssammensætningen mellem de to arter i et mistankeområde?
- Hvilke dyrkningsmæssige tiltag kan anvendes til bekæmpelse af kartoffelcystenematoder?
- Hvilke patotyper synes at forekomme i de undersøgte arealer?

1.6 Afgrænsning

Denne kandidatopgave omhandler KCN og deres skadelige effekter på kartoffelproduktionen i Danmark. Det faktum, at andre plantearter indenfor natskyggefamilien (*Solanaceae*) kan være værtsplanter for KCN, vil kun blive omtalt perifert. Denne afgrænsning skyldes, at det i natskyggefamilien kun er kartofflen, som dyrkes i væsentlig grad på friland i Danmark. Ligeledes behandles primært dyrkningen af kartoffelsorter til læggekartofler, spisekartofler og melkartofler, mens produktionen af kartofler til pommes frites- og chipsproduktion kun behandles i mindre grad. Fordi der i dette projekt fokuseres på KCN og deres betydning for den danske kartoffelavl, vil angreb af andre nematoder ikke blive behandlet i dette projekt, selvom andre nematodearter også kan påvirke kartoffelproduktionen i et væsentligt omfang.

1.7 Metode

Dette projekt kan opdeles i en teoretisk og en eksperimentel del. Den teoretiske del bygger på et litteraturstudie af foreliggende forskning indenfor området. Som kilder benyttes primært artikler fra egnede tidsskrifter. Kilderne er anvendt, fordi de indeholder viden samt forsøgsresultater, der er relevante for at kunne besvare problemformuleringen. Hovedparten af litteratursøgninger er foretaget ved hjælp af Web of Science, men traditionel søgning efter litteratur på biblioteket er også benyttet.

Datagrundlaget for den eksperimentelle del af projektet udgøres af tyve jordprøver, som er udtaget på lokaliteter, hvor der er begrundet mistanke om kraftige angreb af KCN. Valget af lokaliteter er foretaget i samarbejde med kartoffelavlere, konsulenter og andre relevante personer indenfor kartoffelbranchen for på bedst mulig måde at sikre et tilstrækkeligt antal KCN i jordprøverne. Det undersøges således, hvilke arter af KCN, som er til stede i jordprøverne. Denne undersøgelse udføres ved brug af PCR-teknik. Derudover udføres en sortstest, som har til formål at udføre en patotypebestemmelse af de fundne KCN, hvortil der anvendes udvalgte kartoffelsorter med kendte resistensegenskaber. Det vil sige, at patotypebestemmelsen sker ud fra kendskab til resistensegenskaberne. Ved at analysere hvilke sorter, der angribes af KCN i sortstesten, opnås en indikation af hvilke patotyper, der er til stede i den enkelte jordprøve. Brug af denne metode giver mulighed for at se, hvordan forskellige populationer af KCN reagerer på forskellige kartoffelsorters resistensegenskaber.

For at undersøge indikationen om et stigende antal af lokaliteter med fund af *G. pallida*, er jordprøveudtagningslokaliteterne udvalgt på baggrund af begrundet mistanke om angreb af KCN og i særdeleshed på baggrund af mistanke om angreb af *G. pallida*.

Analyserne af jordprøverne er udført i Holland af HLB – Hilbrands laboratorium for jordsygdomme. Se HLB (2014) for kontaktoplysninger.

2. Om kartoffelcystenematoder

For at kunne begrænse de negative konsekvenser som KCN har på den danske kartoffelavl, er det nødvendigt at have kendskab til biologien hos KCN, ligesom det er nødvendigt med grundlæggende viden omkring lovgivningen indenfor området samt forskellige kartoffelsorters resistens- og toleranceniveau. Disse emner behandles i de følgende afsnit.

2.1 Lovgivning omkring kartoffelcystenematoder

KCN er omfattet af bekendtgørelse nr. 1033 af 26. september 2014, også kaldet bekendtgørelse om planteskadegørere. Bekendtgørelsen har jævnfør § 1 til formål at beskytte mod angreb og spredning af visse planteskadegørere. I henhold til § 9 i bekendtgørelse nr. 197 af 26. februar 2014 om avl m.v. af kartofler skal en læggekartoffelavler hvert år anmelde hvilke arealer, der påtænkes anvendt til avl af læggekartofler med henblik på udtagning af jordprøver for undersøgelse for forekomst af KCN. Dette skal medvirke til at undgå spredning af KCN.

Ud over jordprøveudtagningen på læggekartoffelarealerne foreskriver Rådets direktiv 2007/33/EF af 11. juni 2007 om bekæmpelse af KCN, at der gennemføres en officiel overvågning af marker, der bruges til konsumavl. Denne overvågning har til formål at fastslå udbredelsen af KCN. Jævnfør ovenstående direktiv skal den officielle overvågning gennemføres på mindst 0,5 % af kartoffelarealet det pågældende år.

Fund af KCN fører til restriktioner for den kartoffelavler, hvor fundet er gjort. Disse restriktioner er beskrevet i bekendtgørelse nr. 452 af 16. maj 2011 om bekæmpelse af KCN. Denne bekendtgørelse implementerer ligeledes kravene fra ovennævnte direktiv. En af de restriktioner, som pålægges avleren, er jævnfør § 4 i ovenstående bekendtgørelse, at marker, hvor der er konstateret KCN, skal afgrænses af en effektiv barriere for at forhindre spredning. Ligesom marken ikke må anvendes til dyrkning af kartofler. For at marken atter kan anvendes til kartoffelproduktion eller til produktion af

andre planter omfattet af bekendtgørelsen, kræver det, at betingelserne i § 7 er opfyldt. Dette indebærer, at der skal anvendes en bekæmpelsesstrategi. Det er principielt muligt at vælge mellem to forskellige bekæmpelsesstrategier. Den første er at undlade at dyrke kartofler i den pågældende mark i mindst seks år. Efter en periode på minimum seks vækstår, efter forekomsten af KCN er endeligt bekræftet, eller seks vækstår fra det tidspunkt, hvor der sidst er dyrket kartofler eller andre planter omfattet af bekendtgørelsen, udtages der jordprøver. Jordprøverne undersøges for KCN, og såfremt der ikke konstateres KCN i prøverne ophæves restriktionerne for arealet.

Den anden bekæmpelsesmulighed er beskrevet i bekendtgørelsens § 8, og bekæmpelsen udføres over en treårig periode efter særlige betingelser. Den treårige periode inddeles således, at der skal dyrkes kartofler i to på hinanden følgende år, mens der i et vækstår ikke må dyrkes kartofler. En af betingelserne er, at marken skal dyrkes med godkendte læggekartofler af sorter, som er resistente overfor den eller de typer af KCN, der er konstateret i marken. Det er ligeledes et krav, at der ikke anvendes samme kartoffelsort i begge dyrkningsår. Efter det tredje dyrkningsår udtages der atter jordprøver, og hvis der ikke konstateres KCN, ophæves restriktionerne for arealet.

Som autoriseret læggekartoffelavler er det et krav, at bekæmpelsen af KCN sker efter § 8, jævnfør § 9 i bekendtgørelse nr. 452 af 16. maj 2011 om bekæmpelse af KCN. Desuden gælder der yderligere restriktioner jævnfør § 9 omkring kartoffeloptagningen i marker, der er pålagt restriktioner i forbindelse med bekæmpelse af KCN. Kartoffeloptagningen på disse arealer skal enten afsluttes, inden optagningen af de ikke inficerede kartofler påbegyndes, eller den skal først påbegyndes efter afslutning af optagningen af de ikke inficerede kartofler. Certificerede læggekartofler skal dyrkes i arealer, som ved jordprøveundersøgelser er testet fri for KCN, hvorfor kartoflerne, der er dyrket på arealerne, der indgår i sidstnævnte bekæmpelsesmulighed, kun må sælges til konsum.

Bekendtgørelsen stiller jævnfør § 13 endvidere en række krav til rengøring af materiel, der har været i kontakt med jord og plantemateriale fra en angrebet mark. Baggrunden er at forhindre spredning af KCN.

2.2 Detektering

2.2.1. NaturErhvervstyrelsens jordprøveudtagning

Der er forskel i prøveudtagningsmetoderne, som anvendes ved henholdsvis jordprøveudtagning forud for avl af læggekartofler og i overvågningsprogrammet for konsumavl. Kravene til

jordprøveudtagning beskrives nedenfor. Proceduren for NaturErhvervstyrelsens jordprøveudtagning er fastlagt i bekendtgørelse nr. 197 af 26. februar 2014 om avl m.v. af kartofler.

Ved dyrkning af læggekartofler skal der jævnfør § 9 stk. 3 i ovennævnte bekendtgørelse udtages jordprøver i perioden mellem høst af den sidste kartoffelafgrøde eller høst af andre afgrøder, som er værtsplanter, og lægning af læggekartofler. Ifølge bekendtgørelsens § 9 stk. 4 udgør mængden af jord, som skal udtages pr. hektar, beregningsmæssigt 1500 ml for 8 ha og 400 ml for resterende hektar. Jævnfør § 9 stk. 5 skal der i tilfælde, hvor der er påvist forekomst af KCN i en mark, jævnfør bekendtgørelse om bekæmpelse af KCN, altid udtages en jordmængde på 1500 ml pr. hektar.

I § 10 i bekendtgørelsen er det beskrevet, at mængden af jord, der skal udtages pr. hektar efter § 9 stk. 4, kan reduceres til beregningsmæssigt 400 ml. pr. hektar for 4 ha og 200 ml. for de resterende hektar, såfremt den enkelte avler kan dokumentere en række oplysninger. De nødvendige oplysninger omhandler primært markens undersøgelseshistorik for KCN og dyrkningshistorik for værtsplanter.

Som tidligere nævnt, skal der ifølge Rådets direktiv 33/2007/EF årligt udtages overvågningsprøver for KCN i 0,5 % af arealet for konsumkartofler. Ved udtagning af disse prøver er det fast procedure, at der udtages 400 ml jord pr. hektar.

Såfremt der bliver fundet KCN i jordprøver fra en mark, vil hele markens areal blive registreret som inficeret med KCN uanset antallet af inficerede jordprøver. Avleren har dog jævnfør § 18 i bekendtgørelse om bekæmpelse af KCN af 16. maj 2011 mulighed for at begrænse restriktionerne til en del af marken, såfremt resultatet af nye, efterfølgende jordprøver efter anmodning fra avler eller producent, viser, at en del af marken er fri for KCN. Dog skal yderligere krav i § 18 også være opfyldt.

2.2.2 Visuelle observationer

Ved kraftige angreb af KCN vil symptomerne kunne konstateres visuelt i marken. Ofte vil sådanne kraftige angreb optræde pletvis i marken. Kraftige angreb vil således kunne konstateres som decideret døde pletter, eller som pletter med stærkt reduceret vækst med gulfarvning af kartoffelplanterne. Se figur 2.2.1.



Figur 2.2.1. Reduceret vækst og gulfarvning af kartoffelplanter i sorten Sava som følge af angreb af kartoffelcystenematoder (Foto: Mads Bendix).

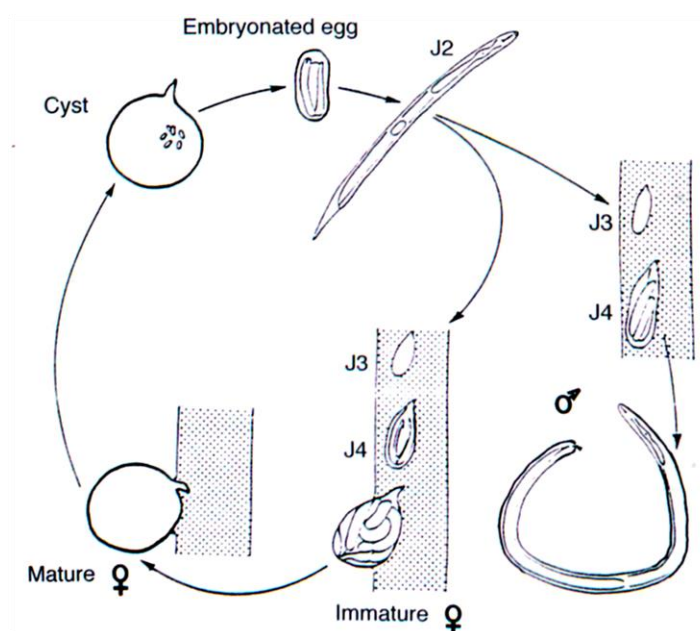
Sådanne pletter vil ofte have en oval udstrækning, der typisk er langstrakt i kørselsretningen, fordi KCN følger jordens bevægelse i forbindelse med jordbearbejdningen. Ved kraftige angreb vil rodsystemet oftest være kort og stærkt forgrenet (Hansen og Jakobsen, 2001). På rødderne vil der kunne konstateres små hvide, gule eller brune cyster med det blotte øje (Hansen og Jakobsen, 2001).

Svage angreb af KCN vil umiddelbart ikke kunne ses på kartoffelplantens top, hvorfor svage angreb kan være svære at konstatere (Holgado og Magnusson, 2012). I sådanne tilfælde, hvor der er mistanke om svage angreb, vil det være nødvendigt med jordprøveudtagning med henblik på analyse. En grundig undersøgelse af kartoffelplantens rødder for eventuelle cyster vil også kunne give en indikation af, om der forekommer KCN.

2.3 Kartoffelcystenematoders livscyklus

KCN er nogle af de mest specialiserede og succesfulde planteparasitiske nematoder i landbrugsafgrøder (Turner og Evans, 1998; Evans og Stone, 1977). Dette skyldes blandt andet deres co-evolution med specifikke værtsplanter samt deres evne til at tilpasse sig en række forskellige klimatiske forhold (Turner og Evans, 1998).

Som tidligere nævnt findes der to forskellige arter af KCN henholdsvis *G. rostochiensis* og *G. pallida*. Den aktive del af livscyklussen for KCN begynder, når den unge nematode (J2) klækkes fra ægget og derefter søger mod værtsplantens rod (Palomares-Rius *et al.*, 2013). Se figur 2.3.1.



Figur 2.3.1. Livscyklus og livsstadier for kartoffelcystenematoder. Livscyklussen begynder, når nematoderne klækkes fra det befrugtede æg. Larven klækkes og vil søge mod værtsplantens rod (J2 i figur). Herefter vil den sætte sig fast og parasitere roden og vokse sig større (J3 og J4 i figur). Efter stadie J4 vil nematodehannerne forlade roden og bevæge sig ud i jorden. Nematodehunnerne vil gennem stadie J3 og J4 vokse sig større på værtsplantens rod. Slutteligt vil de have opnået en størrelse, hvor rodens cortex brister, og hunnematodens bagkrop vil stikke frem fra roden. Hunnen udsender et kønsferomon, som tiltrækker hannen, hvorefter der sker parring. Efter parringen vil æggene udvikles inde i hunnen, som slutteligt dør, hvorefter hendes døde bagkrop danner en beskyttende cyste omkring de befrugtede æg. Cysten brækker af værtsplantens rod og kan herefter ligge i jorden gennem flere år (Evans og Stone, 1977).

Som de fleste andre nematoder har KCN fire ungdomsstadier og et voksent stadie (Turner og Evans, 1998). Invasionen af værtsplanten sker i J2-stadiet, hvor livscyklussen er tæt korreleret med værtsplantens livscyklus. Det skyldes, at KCN kun kan formere sig under forudsætning af, at der er en værtsplante til stede (Perry, 1989). Værtsplanten skal endvidere være i natskyggefamilien (*Solanaceae*).

Klækningen af KCN stimuleres af, at rødderne på værtsplanten udsender roddiffusater, hvorved den største klækning vil ske under tilstedeværelse af disse diffusater (Perry, 1989). Der er indikationer på, at diffusaterne bliver produceret langs hele roden, men cellerne ved rodspidsen synes at producere et mere aktivt diffusat (Rawsthorne og Brodie, 1986). Evans og Haydock (1990) vurderer, at op til 70 % af en population af æg fra KCN vil klække under tilstedeværelse af en

værtsplante. Æggene vil klække, men de vil ikke være i stand til at formere sig, såfremt værtsplanten er resistent overfor den givne art og race af KCN.

Klækning uden tilstedeværelse af en værtsplante kaldes en spontan klækning, og andelen af spontane klækninger hos de to arter er forskellige, hvilket behandles yderligere i afsnit 2.4. Selv uden tilstedeværelse af en værtsplante vil der ske reduktion i populationen af æg fra KCN. Dette underbygges af Jones (1966), som mener, at der gennemsnitligt vil forsvinde op til 32 % af en population af æg fra KCN i marken i løbet af et år under fravær af en værtsplante under britiske forhold. Denne reduktion i populationen skyldes til dels, at nogle æg vil dø, mens andre vil klække spontant, hvorved de vil gå til grunde (Evans og Haydock, 1990). Æg af KCN behøver kun at være udsat for eksponering fra roddiffusaterne i fem minutter, før det udløser en klækning af *G. rostochiensis* (Perry og Beane, 1982) og *G. pallida* (Forrest og Perry, 1980).

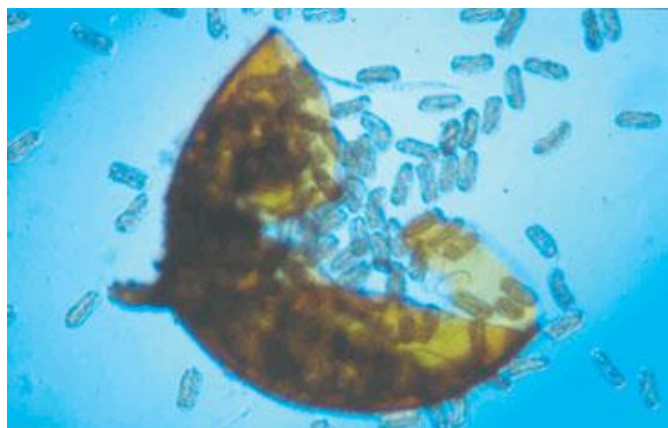
Æggeskallen samt cysten er af afgørende betydning for, hvor længe KCN kan overleve. Når klækningen er sket, er J2 generationen følsom overfor det omkringværende miljø, ligesom nematoderne vil begynde at tære på deres energireserver (Perry, 1998). For J2 generationen af både *G. rostochiensis* og *G. pallida* er det nødvendigt at finde frem til værtsplantens rødder relativt hurtigt efter klækningen, fordi den periode, hvori nematoderne kan inficerer planten, varer henholdsvis seks til elleve dage for *G. rostochiensis* og ni til atten dage for *G. pallida* under optimale mobilitetsforhold (Robinson *et al.*, 1987). Dette stemmer godt overens med observationer gjort af Evans (1970), der mener, at voksne hannematoder kan overleve cirka ti dage i jorden. Forskellen i tidsintervallet mellem de to arter skyldes, at *G. rostochiensis* bruger sine lipidreserver hurtigere end *G. pallida* (Robinson *et al.*, 1987).

Den frie J2 generations larver er tiltrukket af roddiffusaterne. Fordi disse synes at være stærkere ved rodspidsen, tiltrækkes larverne hertil, hvor de invaderer roden (Turner og Evans, 1998). Selve invasionen forgår oftest ved vækstpunktet nær rodspidsen eller ved forgreninger af roden (Evans og Stone, 1977). J2 generationens larver kan maksimalt bevæge sig en meter i jorden (EPPO, 2009). Selve invasionen af planteroden foregår ved, at nematoderne bruger den såkaldte stilet. Denne er formet som en kanyale og bruges til at gennemtrænge cellevæggen (Evans og Stone, 1977). Stiletten punkterer cellen, og nematodernes spyt injiceres i cellen, således at cellens indhold trækkes tilbage (Evans og Stone, 1977). Dette fører til en forstørrelse af cellen og en nedbrydning af cellevæggen. Spyttet fører derved til dannelse af en stor overførselscelle med tæt granulært cytoplasma (Evans og Stone, 1977). Overførselscellen udvikler en indgroning til det omkringliggende ledende plantevæv, hvorved der kan ske næringsstoftransport fra plante til nematode (Turner og Evans, 1998).

Nematoderne vil ifølge Evans og Stone (1977) leve af næringsstofferne fra planten, indtil de er fuldt udviklede, hvilket kan tage op til tre måneder.

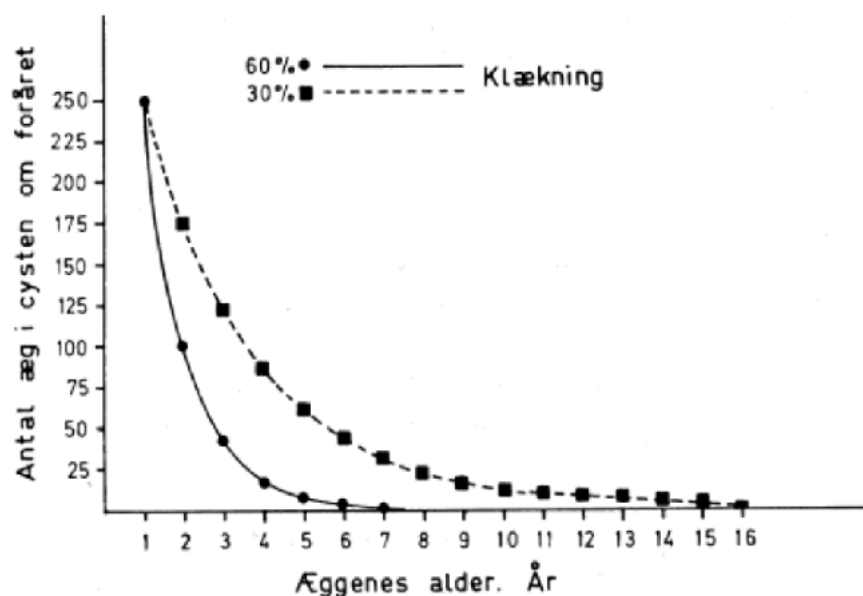
De nu stillesiddende unge nematoder gennemgår stadie J3 og J4 i denne position, og der udvikles både hunner og hanner (Turner og Evans, 1998). Ifølge Trudgill (1967) er der indikationer på, at nematoders køn bestemmes af næringsstofforsyningen fra værtsplanten. Hunnerne dannes ved en høj næringsstoftilgængelighed (Trudgill, 1967). Trudgill (1967) indikerer ligeledes, at nematoder, som invaderer de laterale rødder, hovedsageligt udvikler sig til hanner.

I stadie J4 forbliver hannerne oprullede inde i den sæklignende kutikula fra J3 stadiet og forlader først roden, når den overgår til stadie J5, som er voksenstadiet. Hannerne tager ikke føde til sig efter stadie J3 (Turner og Evans, 1998), og de kræver mindre end en hundrededel af den føde, som hunnen kræver, for at gennemgå sin udvikling (Evans og Stone, 1977). I J3 stadiet begynder hunnen at blive sækformet, hvilket bliver mere udtalt i stadie J4 (Turner og Evans, 1998). Se figur 2.3.1. Hunnens kønskitler vokser, hvilket fører til, at rodens cortex brister, således at hunnens bagkrop stikker frem fra roden, mens halsen sidder fast, og den derved holder sig fast på stænglen (Evans og Stone, 1977). Hunner, som er klar til parring, udsender et kønsferomon (Greet *et al.*, 1968), som tiltrækker hannerne i jorden, hvorefter de parrer sig gentagne gange (Green *et al.*, 1970). Efter parringen dør hannerne (Hansen, 2011). Den nye nematode udvikler sig inde i ægget, til den når J2 stadiet. Dette sker, mens ægget stadig er inde i hunnens krop (Evans og Stone, 1977). Slutteligt dør hunnen, og hunnens kutikula danner en hård beskyttende cyste, som indeholder 200 til 500 befrugtede æg (Turner og Evans, 1998). Efterhånden som værtsplanten dør, vil cysterne falde af rødderne og ligge som frie cyster i jorden. Cysterne kan ligge i jorden i mere end 20 år (Grainger, 1964) før cysterne brister, og der frigives æg og larver, hvorved en ny livscyklus kan begynde. Se figur 2.3.2.



Figur 2.3.2. Bristet cyste indeholdende æg fra *G. pallida* (EPPO, 2009).

Antallet af levedygtige æg i cysterne vil dog mindskes over tid. Princippet for dette henfald ses af figur 2.3.3.



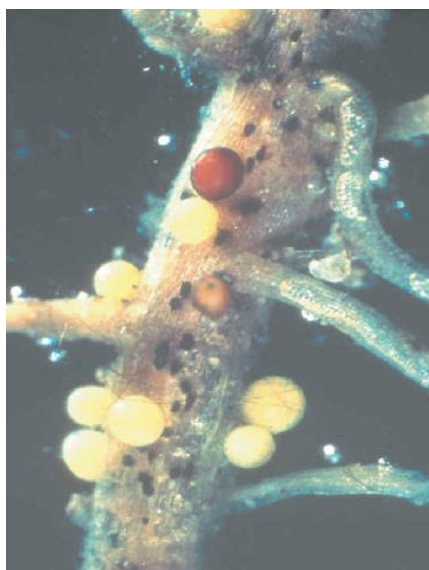
Figur 2.3.3. Principskitse for sammenhængen mellem levedygtige æg i cyster som funktion af æggens alder i år. Der er angivet en klækingsrate på henholdsvis 60 % (cirkel) og 30 % (kvadrat) (Anonym, u.å).

Som det fremgår af figur 2.3.3, vil antallet af æg i cysten være større, jo yngre æggene er. Det betyder, at infektionstrykket fra æg og cyster vil være mindre, jo længere tid der går, før æggene klækkes. Ældre cyster vil således indeholde væsentligt færre æg, end det er tilfældet for nydannede cyster.

2.4 Kartoffelcystenematoders morfologi og artsforskelle

Der er forskelle i morfologien blandt de to arter af KCN. Forskellene mellem dem er små, og kan ofte kun kendes i mikroskop. Forskellene mellem de to arter *G. rostochiensis* og *G. pallida* vil blive beskrevet i det følgende afsnit.

Cyster af slægten *Globodera* er generelt runde, hvorved de kan adskilles fra andre nematodecyster (EPPO, 2009). Farven på cyster af KCN kan bruges som indikation på, hvilken art der er tale om. Hunnen hos *G. rostochiensis* skifter farve, efterhånden som den udvikler sig. Den går fra at være hvid til gul, hvorefter farven slutteligt skifter til at være brun, når hunnens bagkrop er reduceret til en cyste (EPPO, 2009). Se figur 2.4.1.



Figur 2.4.1. Kartoffelrod inficeret af *G. rostochiensis*, hvor der er udviklet cyste (EPPO, 2009).

På figur 2.4.1 ses både hvide og brune cyste. De hvide cyste er de yngste, mens de brune cyste er ældre, og på stadiet på billedet vil hunnen formodentligt være død, hvorved bagkroppen er reduceret til en cyste fuld af æg.

For *G. pallida* gælder det, at cysten ikke opnår den gule farve, idet den skifter direkte fra hvid til brun (EPPO, 2009). Dette er årsagen til, at *G. rostochiensis* kendes under navnet gule KCN, mens *G. pallida* kendes under navnet hvide KCN.

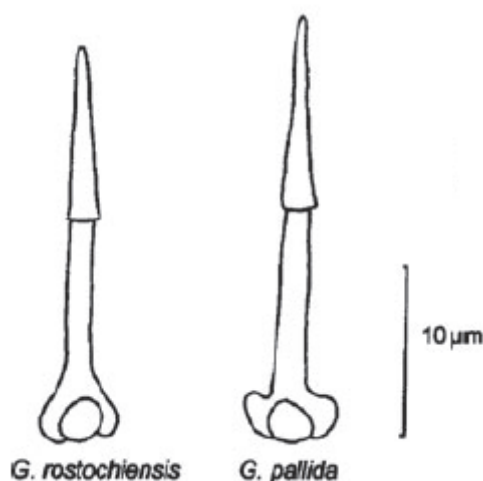
I tabel 2.4.1 er der angivet en række væsentlige fysiske parametre for de to forskellige arter af KCN. Disse parametre er væsentlige for artsbestemmelsen på baggrund af morfologi.

Tabel 2.4.1. Interval og middelværdi for værdier af vigtige fysiske karakteristika for henholdsvis *G. rostochiensis* og *G. pallida*. Der er angivet følgende væsentlige parametre for kendetegn i J2 stadiet: længden af larven i μm , bredden af knopperne på stiletten i μm , formen af stiletten samt længden af stiletten. Følgende parametre er angivet for cyste: Antallet af kutikulære kamme mellem anus og vulva (EPPO, 2009).

Species	J2 Body length μm	J2 stylet			Cyst measurements
		Stylet knob width (μm)	Shape of stylet knobs	Length (μm)	Number of cuticular ridges* between anus and vulval basin
<i>G. rostochiensis</i>	468 (425–505)	3.2–4.0	Anteriorly flattened to rounded, without forward projections	19–23 (21.8)	16–31 (>14)
<i>G. pallida</i>	484 (440–525)	4–5	Forward projections	22–24 (23.8)	8–20 (<14)

Af tabel 2.4.1 fremgår det, at længden af larven i J2 stadiet for *G. rostochiensis* i gennemsnit er cirka 16 μm mindre end for *G. pallida*. Bredden på knopperne på stiletten er generelt lidt mindre for

G. rostochiensis end for *G. pallida*. Ligeledes er stiletten generelt kortere for *G. rostochiensis* end for *G. pallida*. Et af de morfologiske kendetegn, der benyttes til at skelne de to arter af KCN fra hinanden, er en undersøgelse af udformningen af J2 stadiets stiletter. Længden af stiletten er en af de mest pålidelige karakterer, der kan anvendes til adskillelse af de to forskellige arter (Fleming og Powers, 1998). Figur 2.4.2 viser forskellen mellem stiletterne for de to arter.

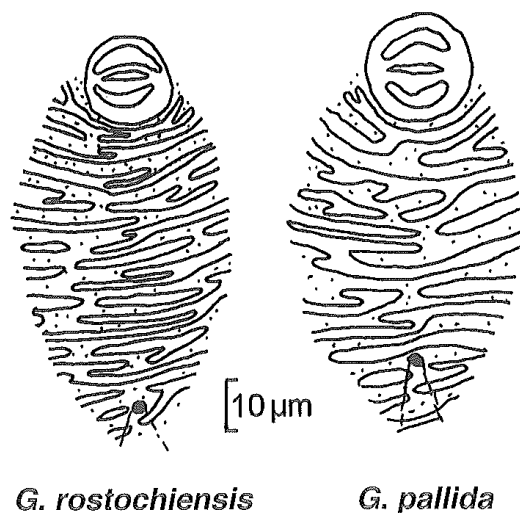


Figur 2.4.2. Stiletter fra henholdsvis *G. rostochiensis* og *G. pallida* (Mod. e. Fleming og Powers, 1998).

Figur 2.4.2 viser, at knopperne ved basis af stiletten er mindre og mere afrundede for *G. rostochiensis*, end det er tilfældet for *G. pallida*, som generelt har mere kantede og robuste knopper (Fleming og Powers, 1998).

En identifikation af slægten *Globodera* helt til artsniveau ved hjælp af morfologiske kendetegn er kompliceret. Dette skyldes især, at der er overlap mellem størrelsen på de forskellige karakteristika mellem de to arter (EPPO, 2009). Derfor er en kombination af cyster og J2 stadiets larver de mest anvendelige kendetegn til brug ved morfologisk identifikation (EPPO, 2009).

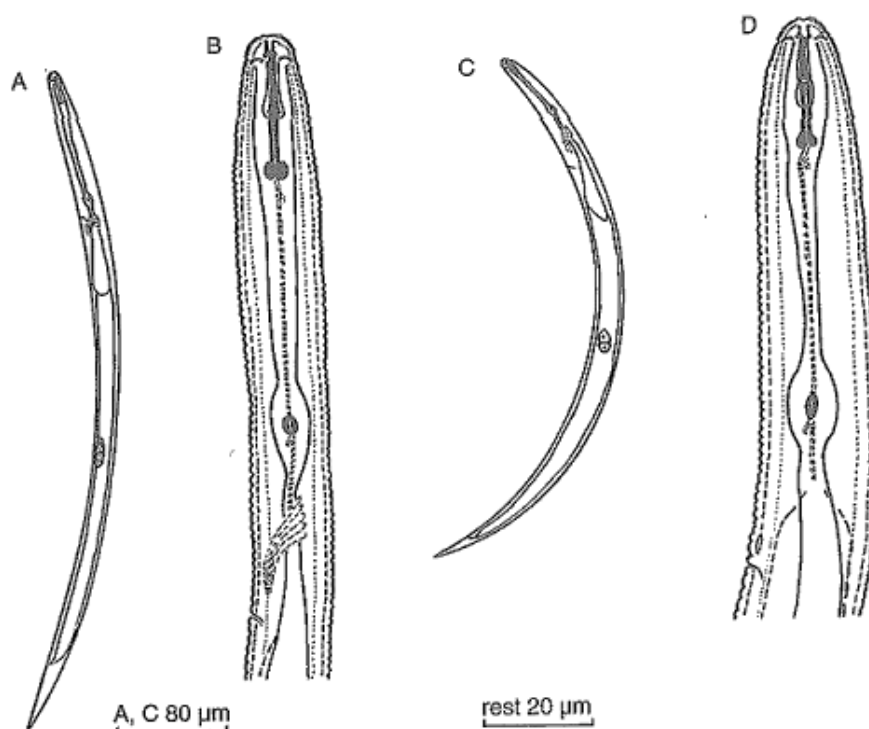
Antallet af kutikulære kamme mellem anus og vulva på cysten kan også anvendes i forbindelse med artsidentifikation. På figur 2.4.3 ses forskellen i antal kamme mellem anus og vulva mellem de to arter af KCN.



Figur 2.4.3. Morfologiske forskelle mellem anus og vulva hos kartoffelcystenematoder (Mod. e. Fleming og Powers, 1998).

Af figur 2.4.3 ses det, at *G. rostochiensis* har væsentligt flere kamme i bækkenregionen, end det er tilfældet for *G. pallida*. Som hovedregel har *G. rostochiensis* flere end fjorten kamme, hvorimod *G. pallida* har færre end fjorten kamme.

Figur 2.4.4 viser de morfologiske forskelle mellem *G. rostochiensis* og *G. pallida* i J2 stadiet.



Figur 2.4.4. Skitse af henholdsvis *G. pallida* (A) og *G. rostochiensis* (C) i J2 stadiet. B og D viser hovedet af henholdsvis *G. pallida* og *G. rostochiensis*. Læg også mærke til forskellen på formen af stilletetterne (Mod. e. Whitehead, 1998).

Af figur 2.4.4 fremgår det, at de to arter er meget ens morfologisk set. Dog kendes arterne fra hinanden på formen af stiletten. *G. rostochiensis* er ligeledes generelt mindre end *G. pallida*.

Der er ydermere indikationer på, at der forskel på, hvordan jordtemperaturen påvirker *G. pallida* og *G. rostochiensis* i forbindelse med klækningen. Franco (1979) beskriver, at jordtemperaturen, der er optimal i forbindelse med klækning af *G. pallida*, er lavere end den optimale jordtemperatur for *G. rostochiensis*. Se tabel 2.4.2.

Tabel 2.4.2. Procentandel af indholdet af fulde cyster af henholdsvis *G. rostochiensis* og *G. pallida*, som klækkes ved seks forskellige jordtemperaturer over en otte ugers periode. Den anvendte kartoffelsort var Arran Banner. 200 fulde cyster blev anvendt ved hver enkelt temperaturbehandling for hver art (Franco, 1979).

	Temperature (°C)					
	5	10	15	20	25	30
<i>G. rostochiensis</i>	0	15	21	27	6	0
<i>G. pallida</i>	0	40	35	38	1	0

Tabel 2.4.2 viser, at der klækkes en større procentdel af *G. rostochiensis* ved højere jordtemperaturer (25 °C) end for *G. pallida*. Ved jordtemperaturer på henholdsvis 5 °C og 30 °C klækkes ingen af arterne. Det vurderes ud fra tabel 2.4.2, at flest cyster klækkes ved jordtemperaturer på mellem 10 °C og 20 °C.

Fysiologisk tid er et vigtigt begreb i forbindelse med udviklingen af KCN. Fysiologisk tid angives ofte i graddage og er et mål for mængden af energi, som over tid er nødvendigt for organismens udvikling. Dette er enten for hver enkelt fase eller for den samlede livscyklus. Antallet af graddage kan bestemmes ud fra følgende formel 2.4 angivet i Mogensen og Jensen, (2001):

$$D = \sum_{t_1}^{t_2} (T_m - T_b); \text{ for } T_b < T_m < T_o \quad (2.4)$$

Hvor:

- D = graddage
- t_1 og t_2 = tidspunkterne for summeringens begyndelse og afslutning i dage
- T_m = døgnets middeltemperatur i °C
- T_b = basistemperatur i °C, hvorunder der ikke sker udvikling
- T_o = optimumstemperatur

Basistemperaturen for *G. rostochiensis* og *G. pallida* er forskellig. Mugniery (1978) har bestemt basistemperaturen for *G. rostochiensis* til at være 6,2 °C, mens basistemperaturen for *G. pallida* er bestemt til at være 3,9 °C.

Lane og Trudgill (1999) beskriver, at en hunnematode af *G. pallida* behøver cirka 300 graddage over basistemperaturen, før ægproduktionen begynder. Undersøgelser har vist, at det for *G. pallida* er nødvendigt med cirka 600 graddage over basistemperaturen på 3,9 °C, for at denne art kan gennemgå hele dens livscyklus (Halford *et al.*, 1999). Dette er i nogenlunde overensstemmelse med Alonso *et al.* (2011), som ved undersøgelser er nået frem til, at udvikling af *G. pallida* til et stadie, hvor cyster er synlige på rødderne, kræver op til 548 graddage. Der er dog væsentligt forskel på antallet af graddage, som er nødvendige for, at *G. pallida* kan gennemføre sin livscyklus, mellem de afprøvede sorter.

Greco *et al.* (1988) beskriver ved undersøgelser i et område med tempereret klima, at det nødvendige antal graddage for *G. rostochiensis* til at gennemgå sin livscyklus er 450 graddage. Dog anvendes her en basistemperatur på 10 °C. Der er således uoverensstemmelser i litteraturen, idet Webley og Jones (1981) antyder, at *G. pallida* kræver færre graddage til at gennemgå dens livscyklus, end det er tilfældet for *G. rostochiensis*.

Evans (1993) beskriver, at der er forskel mellem andelen af *G. rostochiensis* og *G. pallida*, som klækkes pr. år uden tilstedeværelse af en værtsplante. For *G. rostochiensis* vil cirka 32 % klække (Jones, 1966), mens kun cirka 20 % vil klække under fravær af en værtsplante for *G. pallida* (Evans, 1993). Dette er dog gennemsnitsværdier, og Jones (1966) samt Turner og Evans (1998) omtaler, hvordan forskellen i jordtemperaturer kan påvirke klækningen.

2.5 Patotyper

Efter der er udviklet kartoffelsorter med resistens overfor KCN, er det klart, at der eksisterer genetiske variationer indenfor forskellige populationer af KCN (Kort *et al.*, 1977). Nogle grupper af KCN indenfor en population vil kunne modstå resistensen (Kort *et al.*, 1977). En sådan gruppe kaldes en virulent population (Turner og Rowe, 2006). Virulens hos en population er et mål for en populations evne til at reproducere sig på en plante. Begrebet bruges således ofte ved sammenligning mellem populationers evne til at reproducere sig på en resistent eller delvis resistent plante (Perry og Moens, 2006).

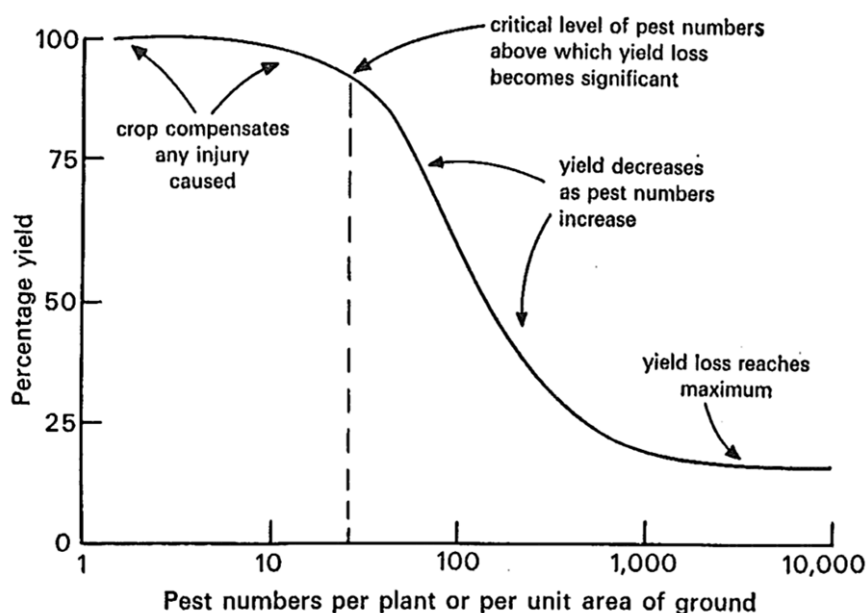
Både indenfor *G. rostochiensis* og *G. pallida* findes flere forskellige patotyper også kaldet racer (Kort, 1974). En patotype er defineret som en gruppe af individuelle nematoder med fælles gener

for en type virulens. Gruppen adskiller sig ved ét gen eller genkombinationer fra andre grupper indenfor arten (Perry og Moens, 2006). Disse forskelle mellem grupper ses ved deres forskellige evne til at parasitere en specifik sort (Perry og Moens, 2006). Det er årsagen til, at forskellige patotyper af KCN kan identificeres ved, at en given patotype ikke kan opformeres på en given kartoffelsort (EPPO, 1997). Når en kartoffelsorts resistens kendes, kan disse oplysninger anvendes til at karakterisere hvilken patotype, der er tale om.

Der er kendskab til fem forskellige patotyper indenfor *G. rostochiensis*. Disse benævnes henholdsvis fra Ro1 til Ro5. Indenfor *G. pallida* kendes der til tre forskellige patotyper. Disse benævnes fra Pa1 til Pa3 (Kort *et al.*, 1977).

2.6 Betydning af nematodepopulationens størrelse

Som tidligere nævnt, har størrelsen af populationen af KCN betydning for, i hvor høj grad udbyttet af kartoffelafrøden påvirkes (Evans, 1993). Udbyttet af kartoffelafrøden er afhængig af antallet af æg af KCN i jorden ved kartoffellægningstidspunktet (Evans, 1993; Seinhorst, 1982). Figur 2.6.1 viser en principskitse for, hvorledes udbyttet er korreleret med populationsstørrelsen af KCN.



Figur 2.6.1. Principskitse for forholdet mellem udbytte og antallet af kartoffelcystenematoder. Første del af kurven viser, at afgrøden vil være i stand til at kompensere for skader påført af kartoffelcystenematoder. Den lodrette stiplede linje angiver det kritiske niveau, hvor yderligere stigning i antallet af kartoffelcystenematoder vil medføre et betydeligt udbyttetab. Til højre for den stiplede linje vil udbyttet reduceres ved yderligere stigning i antallet af kartoffelcystenematoder i jorden (Jones, 1966).

Bemærk at antallet af KCN er plottet på en logaritmisk skala.

Som det ses af figur 2.6.1 vil angreb forårsaget af mange KCN reducere udbyttet kraftigt. Det skal dog huskes, at der er væsentlig forskel på, hvor kraftigt forskellige kartoffelsorter reagerer på angrebet og deres evne til at kompensere for angrebet.

KCN ødelægger kartoffelplantens rodsystem. Ved lave tætheder af KCN kan de fleste planter tolerere invasionen på grund af kompensationsvækst, og den skade, som opstår på rodsystemet, vil ikke påvirke udbyttet væsentligt. En mulig type af kompensationsvækst kan være dannelsen af flere laterale rødder, hvorved der kan opnås en bedre optagelse af vand og næringsstoffer. Derfor vil lave tætheder af KCN ikke i væsentlig grad påvirke kartoffelplantens udvikling (Evans, 1993; Hansen, 2010). Når angrebet af KCN eskalere, er kartoffelplanten ikke længere i stand til at kompensere tilstrækkeligt for de negative påvirkninger af rodsystemet (Evans, 1993). Tærsklen, som er angivet med den stiplede linje på figur 2.6.1 og indikerer, hvor planten ikke længere kan kompensere for angrebet, varierer alt afhængig af sortsvalg (Evans, 1993).

Skadetærsklen er således afhængig af den enkelte kartoffelsorts tolerance. Begrebet tolerant kartoffelsort dækker over sortens evne til at modstå udbyttetab ved angreb af KCN (Evans, 1993), hvilket betyder, at nogle sorter kan være resistente, men samtidigt have et stærkt negativt påvirket udbytte (Landbrugsinfo, 2013). Dette kan også forklares ved hjælp af tabel 2.6.1.

Tabel 2.6.1. Principskitse for uafhængigheden mellem tolerante og resistente kartoffelsorters effekt på henholdsvis reproduktion af kartoffelcystenematoder og plantevækst. Tabellen viser kun yderligheder, hvorfor det skal understreges, at kombinationer af de to karakteristika er mulige (Trudgill, 1991).

	Host growth		
	Good	Good Tolerant/ nonresistant	Poor Intolerant/ nonresistant
<u>Nematode reproduction</u>	Poor	Tolerant/ resistant	Intolerant/ resistant

Kartoffelsorternes egenskaber varierer indenfor de fire parametre, der er angivet i tabel 2.6.1. En sort med gode egenskaber til bekæmpelse af KCN vil både være resistent og tolerant, mens en dårlig sort til bekæmpelse af KCN vil være ikke resistent og intolerant. Det er desværre ofte sværere at finde informationer omkring de enkelte sorters toleranceniveau, end det er at finde oplysninger omkring deres resistensegenskaber. Oplysninger omkring toleranceniveau synes ofte at være erfaringsbaserede.

Lane og Trudgill (1999) beskriver fire kategorier til tolkning af jordprøveresultater, som kan bruges som indikation på, hvor hårdt et givent jordprøveudtagningsområde er inficeret af KCN. Kategorierne ses herunder:

- | | |
|-----------------------|------------------------|
| - Ingen cyster fundet | Intet infektionstryk |
| - 1-10 æg/g jord | Lavt infektionstryk |
| - 11-60 æg/g jord | Moderat infektionstryk |
| - > 60 æg/g jord | Højt infektionstryk |

2.7 Jordforholdenes indflydelse på angreb af kartoffelcystenematoder

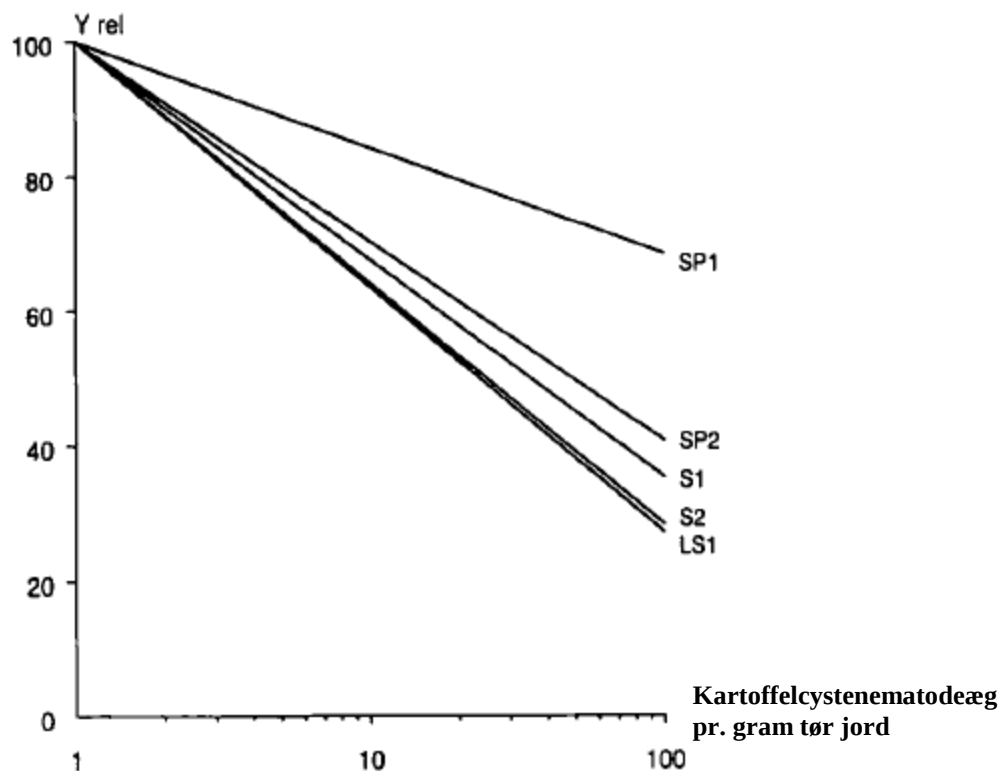
Jordstruktur og jordens fugtighed har indflydelse på aktiviteten af KCN i jord (Jones, 1975). Mulder *et al.* (1997a) beskriver, at jordens vandretention er af stor betydning for kartoflers tolerance overfor angreb af KCN.

Tabel 2.7.1 beskriver de af Mulder *et al.* (1997a) undersøgte jorde.

Tabel 2.7.1. Karakteristika for fem undersøgte jorde med angivelse af jordtype og forkortelser heraf, indhold af organisk materiale, pH, porevolumen og densitet (Mulder *et al.*, 1997a).

Field code	Soil type	omc (%)	pH _{KCL}	Pore vol. (%)	Specific density (g/ml)
LS1	loamy sand	4.4	5.3	45.3	1.56
S1	sand	4.8	5.2	45.9	1.40
S2	sand	7.2	5.1	47.1	1.32
SP1	sandy peat	12.4	5.0	55.1	1.10
SP2	sandy peat	21.9	5.2	63.4	1.08

Oplysningerne omkring de forskellige jordforhold i ovenstående tabel kan benyttes til tolkning af graferne i figur 2.7.1. Jorden som betegnes S1, er den eneste af jorderne, som er inficeret med *G. rostochiensis*, mens de øvrige jorde er inficeret med *G. pallida*.



Figur 2.7.1. Relativt udbytte af kartoffelafgrøde i forskellige jordtyper som funktion af antal kartoffelcystenematodeæg pr. gram tør jord. Bemærk den logaritmiske skala på 1.aksen (Mulder *et al.*, 1997a).

Af tabel 2.7.1 og figur 2.7.1 fremgår det, at der er tendens til, at det højeste relative udbytte af kartoffelafgrøden opnås i jorde med et højt indhold af organisk stof. Det relative udbytte er beregnet ud fra udbyttet i jord, som ikke er inficeret med KCN. Antallet af KCN i jorderne varierede fra tæt ved nul til over 100 æg pr. gram tør jord. Forskelligt antal af KCN i jorden blev opnået ved brug af forskellige doser af nematicider (Mulder *et al.*, 1997a). For jorderne LS1, S1, S2 og SP1 stammer data fra perioden 1973 til 1984, mens data for jorden benævnt SP2 blev undersøgt i perioden fra 1981 til 1984 (Mulder *et al.*, 1997a). Der blev dyrket kartofler i jorden i alle de år, de blev anvendt til forsøgene. Data fra de enkelte marker blev gennem årene opdelt efter antallet af KCN ved kartoffellægningstidspunktet og derefter inddelt i otte kategorier, hvor gennemsnittet af disse blev anvendt i den videre databehandling blandt andet til tegning af regressionslinjerne i figur 2.7.1 (Mulder *et al.*, 1997a).

De forskellige jordes niveau af plantetilgængeligt vand bestemmes af Mulder *et al.* (1997a) til at være omkring 28 mm for SP2, mens de for de øvrige jorde er bestemt til 18 mm. Dette virker som en lille mængde af plantetilgængeligt vand i sammenligning med danske forhold. Mulder *et al.* (1997a) beskriver, at kun SP1 jorden adskiller sig markant fra de andre undersøgte jorde. Denne forskel skyldes formentligt forskelle mellem de anvendte sorter i forsøget (Mulder *et al.*, 1997a).

På baggrund af ovenstående og Mulder *et al.* (1997a) er der således indikationer af, at når udbyttet udtrykkes som relativt udbytte, og et angreb af et givent antal af KCN sammenlignes på tværs af jordtyper, er udbyttereduktionen ikke afhængig af jordtypen.

Der er ydermere undersøgelser, som indikerer, at jordens surhedsgrad, betegnet som enten pH-værdi eller som reaktionstal, har betydning for den påvirkning, som KCN forårsager på kartoffelafgrøden. Haverkort *et al.* (1993) beskriver, at tilstedeværelse af KCN under markforhold forårsager de største skader på kartoffelafgrøden under høje pH-værdier eller reaktionstal. Denne observation underbygges af Mulder *et al.* (1997). Det betyder, at der ses et lavere udbytte ved angreb af KCN ved stigende reaktionstal. Effekten af, hvordan jordens pH-værdi påvirker udbyttet under angreb af KCN, synes dog også i nogen grad at være sortsafhængigt (Mulder *et al.*, 1997).

2.8 Bekæmpelsesmuligheder

Der er flere måder hvorved KCN kan bekæmpes. Blandt de vigtigste er et fornuftigt sædskifte samt brugen af kartoffelsorter, der er resistente overfor KCN. Andre mindre anvendte bekæmpelsesmetoder vil også blive kort omtalt i dette afsnit. Mulighederne for forebyggelse af angreb af KCN beskrives ligeledes.

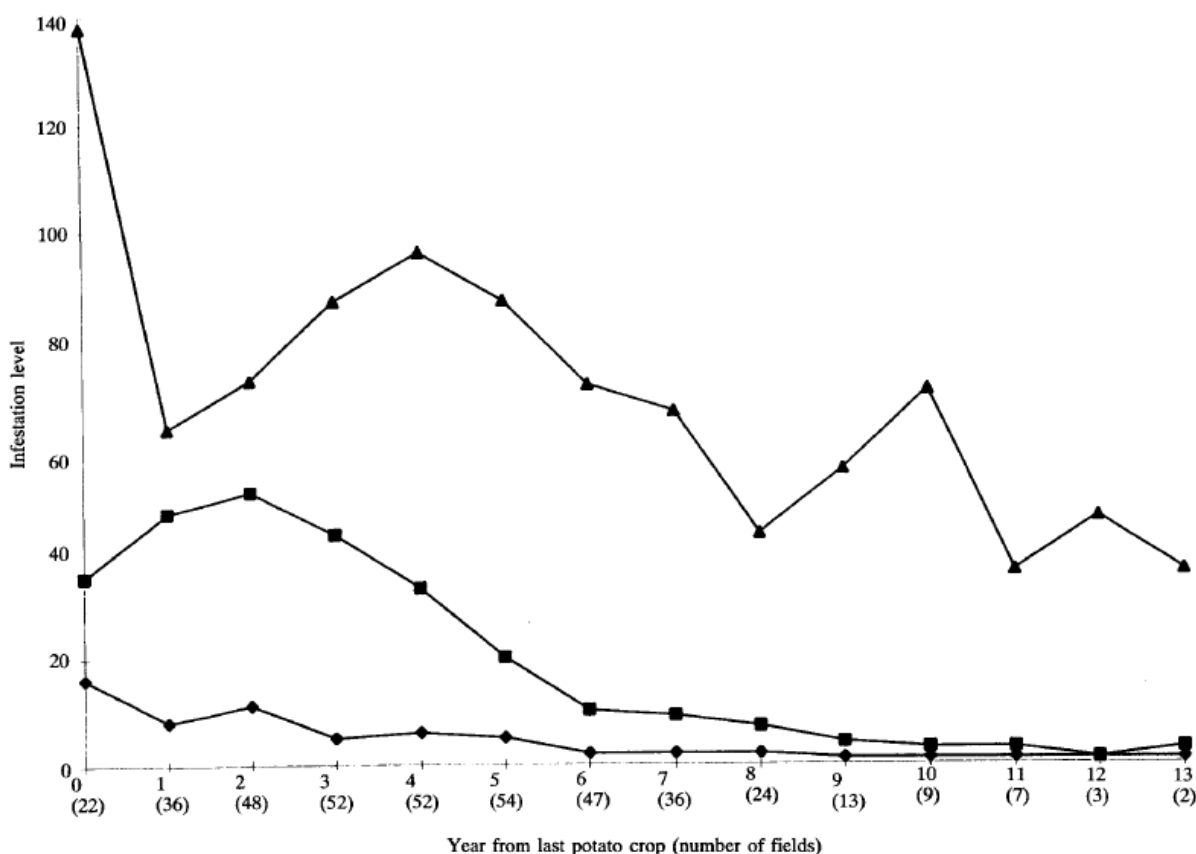
2.8.1 Forebyggelse af angreb

Forebyggelse af angreb af KCN er at foretrække frem for bekæmpelse. For at forebygge angreb er det af stor betydning at anvende læggemateriale, som er fri for KCN. Dette kan gøres gennem anvendelse af certificeret læggemateriale. Egen opformering af læggemateriale kan også anvendes, såfremt det er fri for KCN. Ligeledes er det af stor vigtighed, hvis der er kendskab til KCN i et areal, at dette areal isoleres for at forhindre spredning. Spredning sker ved flytning af jordpartikler ved hjælp af vinderosion, transport af jord på maskiner, transport af jord på plantematerialer, transport af jord på klove eller hove på dyr og vanderosion med videre (Turner og Rowe, 2006). Specielt jord, som transporteres ved flytning af maskiner, udgør en risiko for spredning. Risikoen kan begrænses ved effektiv rengøring. Dette giver dog visse udfordringer i praksis i forbindelse med transport til og fra en eventuel vaskeplads. Foranstaltninger til at begrænse erosion kan også begrænse spredning. Et sædskifte med stor afstand imellem kartoffelafgrøder og brugen af resistente sorter vil ligeledes mindske risikoen for forekomst, opformering og spredning af KCN.

2.8.2 Sædskifte

Et sundt sædskifte er en af de vigtigste dyrkningstekniske foranstaltninger til både at forebygge og bekæmpe KCN (Holgado og Magnusson, 2012). Det skyldes, at KCN kun opformeres på planter af natskyggefamilien og herunder i særlig grad på kartoffel, tomat (*Solanum lycopersicum*) og aubergine (*Solanum melongena*) (Whitehead, 1998). Under danske forhold er det kun kartofler, der dyrkes på friland i arealmæssigt stort omfang.

Den generelle anbefaling for et sædskifte med kartofler er højst at dyrke kartofler hvert fjerde år (Landbrugsinfo, 2013). Ydermere anbefales det at dyrke kartoffelsorter med en bred resistens overfor både *G. rostochiensis* og *G. pallida* mindst hver anden gang, der dyrkes kartofler i et areal (Landbrugsinfo, 2013). Ved bred resistens menes der, at kartoffelsorten er resistent overfor mange patotyper. Flere end de tre kartoffelfrie år, som nævnes i forbindelse med den generelle anbefaling for kartoffeldyrkning, vil være fordelagtigt både i forbindelse med forebyggelse af angreb og en bekæmpelsesstrategi for angreb og opformering af KCN. Se figur 2.8.1.



Figur 2.8.1. Infektionstryk for henholdsvis antal æg pr. gram jord (rombe), cyster pr. prøve (kvadrat) og æg pr. cyste (trekant) som funktion af antal år efter sidste kartoffelafrøede. Prøvestørrelsen var 400 gram jord. Nummeret i parentes beskriver antal undersøgte marker (Turner, 1996).

Figur 2.8.1 viser, at cyster kan befinde sig i jorden i mange år. Ligeledes ses det, at antallet af æg pr. gram jord er højest ved få kartoffelfrie år. Et intensivt sædskifte med få år mellem kartoffelafgrøder vil således øge risikoen for opformering af KCN. Det skyldes den relative hyppige tilstedeværelse af en værtsplante. Det er specielt tilfældet, hvor der ikke anvendes resistente sorter. Dog vil et ensidigt sortsvalg med sorter, som har smal resistens, øge risikoen for opformering af patotyper, som sorten ikke er resistent overfor (Evans og Stone, 1977). På baggrund af en modellering vurderes det, hvis ikke der dyrkes resistente sorter i forbindelse med bekæmpelse af KCN, vil et sædskifte på minimum syv kartoffelfrie år være nødvendigt (Trudgill *et al.*, 2014). Ved kraftige angreb af KCN vil et sædskifte med længere afstand mellem kartoffelafgrøder være nødvendigt.

2.8.3 Resistente sorter

Kendskab til de resistens- og toleranceforskelle, som findes mellem forskellige kartoffelsorter, er af stor betydning. Et sådan kendskab har betydning i forbindelse med udarbejdelse af en bekæmpelsesstrategi. Betegnelsen nematoderesistent kartoffelsort dækker over, at sorten godt kan blive udsat for væsentlige udbyttetab, som følge af angreb af KCN, men at der ikke sker en opformering (Whitehead, 1998). Resistens refererer således til opformering af KCN på en værtsplante. Opformeringsraten, P_f/P_i , for den enkelte sort bestemmes ved hjælp af populationen af KCN efter høst af en given sort, P_f , og populationen af KCN umiddelbart før lægning, P_i , (Mulder og Van der Wal, 1997). Resistente sorter har således en opformeringsrate på under en overfor den givne patotype.

Som nævnt er KCN i stand til at invadere og udvikle sig på resistente planter, men deres reproduktion er påvirket stærkt negativt (Sobczak *et al.*, 2005). De første forskelle mellem responsen hos resistente og ikke resistente værtsplanter observeres efter invasionen af J2 stadiets larve (Sobczak *et al.*, 2005). Den mekanisme, som observeres i resistente planter ved angreb af KCN, kaldes “delayed hypersensitive respons”. Denne respons finder sted efter begyndende dannelsen af overførselscellen og fører til en langsom nedbrydning, eller unormal udvikling, af overførselscellen, hvorfor udviklingen af nematoden går i stå. Den manglende udvikling vil medføre, at nematoden ikke vil være i stand til at formere sig (Sobczak *et al.*, 2005).

Resistensegenskaberne for de i dette projekt undersøgte sorter er angivet nærmere i afsnit 3.3. Ved brug af resistente sorter beskriver Jones (1970), at der kan opnås en reduktion på op til 70 % af populationen af KCN. Dette kræver selvsagt, at den anvendte sort skal være resistent overfor de patotyper, der er til stede i populationen.

Det er således resistensegenskaberne for den enkelte kartoffelsort, som er bestemmende for effektiviteten af bekæmpelsen af KCN. Tolerancen derimod siger ikke noget om, hvor effektivt KCN bekæmpes, men angiver, hvor hårdt kartoffelsorten påvirkes af angrebet. Således er tolerancen i væsentligt grad bestemmende for udbyttet ved dyrkning af kartoffelafgrøder i et areal inficeret med KCN.

NaturErhvervstyrelsen anbefaler, at der ved bekæmpelse af KCN anvendes en sort med så bred resistens som mulig overfor den givne art af KCN (NaturErhvervstyrelsen, 2013). Ligeledes anbefales det som minimum at anvende en kartoffelsort, der er resistent overfor Ro1 (NaturErhvervstyrelsen, 2013).

Som det fremgår af NaturErhvervstyrelsen (2013) og den hollandske sortliste forkortet NVWMEZ (2014) er færre sorter resistente overfor *G. pallida* end overfor *G. rostochiensis*. Det skyldes, at specielt resistens mod *G. pallida* er kontrolleret af ikke bare ét men af flere gener (Hansen, 2011). Dette er også i nogen grad tilfældet hos *G. rostochiensis*. Dette gælder dog ikke for resistens mod patotypen Ro1, som kun er styret af et gen (Hansen, 2011). Det afspejler sig i, at størstedelen af resistente sorter er resistente mod minimum Ro1.

2.8.4 Biologisk bekæmpelse

Biologisk bekæmpelse er defineret ved en helt eller delvis ødelæggelse af patogen- eller skadedyrspopulationer ved hjælp af andre levende organismer (Perry og Moens, 2006).

KCN burde ifølge Riggs og Schuster (1998) være oplagt at bekæmpe ved brug af biologisk bekæmpelse. Det skyldes, at når cysten klækkes, vil æg og larver være modtagelige overfor parasitisme af svampe eller bakterier (Riggs og Schuster, 1998). Flere forskellige svampe er blevet undersøgt for deres evne til at parasitere KCN blandt andre *Paecilomyces lilacinus*, *Plectosphaerella cucumerina* og *Pochonia chlamydosporia* (Jacobs *et al.*, 2003). Yderligere undersøgelser er dog nødvendige for at kunne konkludere, om disse svampe kan bruges som tilstrækkelig effektiv bekæmpelse af KCN i jord (Jacobs *et al.*, 2003).

Det vurderes, at det ikke er økonomisk rentabelt at anvende biologisk bekæmpelse til bekæmpelse af KCN (Riggs og Schuster, 1998). Dette underbygges af Turner og Rowe (2006), som vurderer, at der ikke i kommercielt stor udstrækning benyttes biologisk bekæmpelse af KCN.

2.8.5 Tidlig høst

Der er indikationer af, at tidlig høst af en kartoffelafgrøde kan reducere antallet af KCN i et areal, også selvom den anvendte sort ikke er resistent mod KCN (Halford *et al.*, 1999). Det skyldes, at nematoderne ikke kan nå at gennemgå deres livscyklus, og at de derved ikke er i stand til at reproducere sig. Whitehead (1992) beskriver, hvordan dyrkning af kartofler med en vækstsæson på maksimalt otte uger inden høst eller destruktion kan reducere antallet af KCN i et areal, fordi nematoderne ikke når at gennemgå deres livscyklus.

Brug af tidlig høst af en kartoffelafgrøde som led i bekæmpelse af angreb af KCN bør dog anvendes med forsigtighed. For det første vil det kun være de allertidligste kartoffelsorter, som vil være klar til kommerciel optagning i løbet af otte uger, og derfor med fordel vil kunne anvendes til denne form for bekæmpelse. Ligeledes vil udefrakommende faktorer, som vejrforhold og eventuelt svigtende afsætning i en kortere eller længere periode kunne nødsage avleren til at lade kartoflerne blive i jorden i mere end otte uger. Dette vil således kunne medføre en opformering af populationen af KCN i stedet for en reduktion. Halford *et al.* (1999) understøtter dette, idet de beskriver, at en forlængelse af vækstsæsonen kan nedsætte denne metodes anvendelsesmuligheder i forbindelse med bekæmpelse af KCN. Ydermere er denne metode svær at anvende i praksis, blandt andet fordi antallet af graddage, som er nødvendige for, at KCN kan gennemgå deres livscyklus, ikke kendes i tilstrækkeligt omfang. Ligesom eventuelle sortsforskelle kan have indflydelse på det nødvendige antal graddage jævnfør afsnit 2.4.

2.8.6 Nematicider

Et nematicid er en generel betegnelse for syntetiske pesticider, som anvendes til at bekæmpe planteparasitiske nematoder (Perry og Moens, 2006), herunder KCN. Flere forskellige nematicider har været undersøgt over tid. Blandt de undersøgte nematicider er det kun ganske få, som har vist sig effektive (Hansen, 2010). Over tid er det ligeledes kun få nematicider, som er blevet anvendt kommercielt, primært på grund af prisniveauet og deres toksikologiske effekter (Hansen 2010). Selvom anvendelsen af nematicider kan skabe en reduktion på op til 80 % af populationen af KCN, har en række EU-lande, herunder Danmark, forbudt anvendelsen af nematicider på grund af miljøskadelige effekter (Hansen 2010). Dog anvendes nematicider stadig i lande som Tyskland og Holland (Schepel, 2014).

3. Undersøgelse af forekomst af kartoffelcystenematoder

I det følgende afsnit beskrives den anvendte procedure for jordprøveudtagning for undersøgelse af KCN. Ligeledes beskrives baggrunden for sortsvalget til udførelse af patotypebestemmelse samt metoden for arts- og patotypebestemmelse af KCN.

3.1 Udtagning af jordprøver

Datagrundlaget i dette projekt bygger på analyser af tyve jordprøver. Jordprøverne er udtaget i Region Nordjylland, Region Midtjylland samt Region Syddanmark. Lokalteterne vises ikke grafisk på grund af en aftale med de deltagende avlere om anonymitet i forbindelse med deltagelse i projektet. Udtagningen af jordprøver er foretaget i perioden fra den 27. februar 2014 til den 27. marts 2014. Jordprøverne er udtaget hos forskellige kartoffelavlere i udvalgte dele af bestemte marker, hvor avleren har begrundet mistanke om angreb af KCN. Hvis avleren har haft mistanke om tilstedeværelse af *G. pallida* i et givent areal, er jordprøveudtagningen koncentreret omkring dette område. Jordprøverne er taget hos både spisekartoffelavlere, læggekartoffelavlere samt melkartoffelavlere. Undersøgelsesmaterialet, der er brugt fra de udtagne jordprøver, har en volumen på cirka ti liter pr. prøve. Jordprøveudtagningen er foregået med et såkaldt hollandsk jordbor med en diameter på omkring 60 mm. Se figur 3.1.1.



Figur 3.1.1. Jordboret, som er anvendt i forbindelse med jordprøveudtagning (Foto: Mads Bendix).

Figur 3.1.1 viser jordboret, som er anvendt til udtagning af jordprøver. Spanden fyldes til lidt under kanten, hvilket kræver mere jord end på billedet. Selve prøveudtagningen tager omkring et kvarter pr. prøve. Hertil skal lægges yderligere tid til samtale med avler samt rengøring af udstyr. Alt afhængigt af avlerens snaksalighed samt udtagningsarealets størrelse tager en prøveudtagning fra ankomst til afgang inklusiv rengøring mellem 25 og 50 minutter.

Jordprøverne er udtaget i en dybde, som svarer til pløjelaget, det vil sige en dybde på cirka tyve centimeter. For at opnå den nødvendige volumen på omkring ti liter jord er det nødvendigt med cirka 25 stik pr. prøve. For meget løs jord er det tilstrækkeligt med lidt færre stik, mens det er nødvendigt med lidt flere stik for meget kompakt jord. Den jordvolumen, som udtages, svarer til cirka 0,4 liter pr. stik. Jorden overføres til ti liters plastikspande, som efter endt prøveudtagning forsynes med tætsluttende låg for at forhindre spredning af potentielt forurenede jord. Efter prøveudtagning hos den enkelte avler er udstyr og sko, der havde været i kontakt med jord på den pågældende ejendom, vasket grundigt. Udstyret bliver således rengjort for jord, inden det forlader ejendommen, så der ikke er risiko for spredning af KCN. Efter jordprøveudtagningen er jordprøverne opbevaret på køl ved 5 °C frem til afsendelse, dette gøres for at mindske risikoen for spontan klækning af eventuelle cyster og æg. Jordprøverne er sendt fra Danmark den 23. april 2014 til HLB – Hilbrands laboratorium for jordsygdomme i Holland, hvor udførelsen af arts- og patotypebestemmelse af KCN er foretaget. Patotypebestemmelsen er udført på baggrund af en sortstest, som beskrives senere i dette afsnit.

3.2 Undersøgelse af jordprøver for arter og antal cyster

Fremgangsmåden for undersøgelserne af jordprøverne er beskrevet i EPPO (2009). Adskillelsen af cyster fra jorden foregår ved hjælp af en Schuiling centrifuge. Det er en semiautomatisk ekstraktionsmetode, hvor jordprøven hældes ned i en gennemsigtig, cylindrisk beholder, hovedbeholderen, som hele tiden er halvfylt med vand. Af de indsamlede ti liter jord bruges der 200 ml som jordprøve til at bestemme antallet af cyster. Indholdet i cylinderen bliver hvirvlet rundt med et slags to-armet piskeris ved 450 til 500 omdrejninger pr. minut. På den måde skabes der en hvirvel, hvor cyster og andre flydende partikler i jordprøven presses mod midten, hvor der sidder et cylinderformet trådnæt med en maskestørrelse på 1,5 mm. Det vil sige, at cysterne kan passere trådnettet, uden at andre partikler såsom større stykker plantemateriale følger med. Mens piskeriset kører, tilsættes der hele tiden mere vand til hovedbeholderen, hvorved vandmængden er konstant. Trådnettet er fastgjort i midten af hovedbeholderen. Vandet og de flydende cyster, der løber

igennem trådnettet, løber nedenud af hovedbeholderen til et udløb, hvor cysterne opsamles på filterpapir. Efter omrøringen afdryppes filterpapiret, hvorefter det opsamlede materiale er klar til undersøgelse for eventuelle cyster under mikroskop. Centrifugen rengør sig selv efter hver enkelt prøve. Omrøringstiden bestemmes af jordtypen og indholdet af organisk materiale i den enkelte jordprøve. For eksempel er længere omrøringstider nødvendige for lerjorde, det vil sige jorde med høje JB-numre samt jordprøver med et højt indhold af organisk stof.

Hvis der ved gennemgang af materialet under mikroskop forefindes cyster, udføres der efterfølgende en artsbestemmelse ved hjælp af en teknik, som bygger på polymerase kædereaktion også kaldet PCR.

Den anvendte metode er et real time SYBR-green PCR-assay baseret på large subunit ribosomal DNA (LSU rDNA) sekvenser for *G. pallida* og *G. rostochiensis*. Fremgangsmetoden er beskrevet i (EPPO, 2009). Denne PCR-teknik muliggør påvisningen, af det eftersøgte DNA fra *G. pallida* og *G. rostochiensis*, og muliggør ydermere bestemmelse af mængden af DNA'et i den oprindelige prøve (Madigan, 2014).

Grundprincippet for metoden er at måle den producerede mængde af det eftersøgte DNA via fluorescensmålinger i og med, at fluorescensintensiteten er proportional med mængden af det PCR amplificerede DNA (Madigan, 2014). I dette assay anvendes farvestoffet SYBR-green. SYBR-green er et uspecifikt farvestof, som binder til al dobbelt strengt DNA, og farvestoffet er kun fluorescerende når det er bundet til dobbeltstrengt DNA. Det vil sige, at der kun vil kunne måles ændringer i fluorescensintensiteten, hvis der bliver dannet dobbeltstrengt DNA. Dannelsen af dobbeltstrengt DNA sker ved at primerne, som er enkeltstrengt DNA, binder til deres komplementære enkeltstrengede DNA-sekvenser, og derved producerer dobbeltstrengt DNA (Madigan, 2014).

Der er blevet benyttet både primere for *G. pallida* og *G. rostochiensis*. Disse primere passer kun med LSU rDNA sekvenserne fra henholdsvis *G. pallida* og *G. rostochiensis* (EPPO, 2009). Specificiteten af primerne er testet med DNA fra andre nematodearter. De testede arter er *Globodera tabacum*, *Globodera acihlleae* og *Globodera artemisiae*, og ingen falske positive er observeret for disse arter (EPPO, 2009). Metoden er ligeledes testet med en negativ kontrol, som ikke indeholder DNA fra KCN. Der er ligeledes udført en positiv kontrol, som indeholder DNA fra kendte KCN. Disse kontroller er udført for at sikre, at der ikke forekommer forureninger imellem prøverne og for at sikre, at PCR reaktionen er forløbet korrekt. Detektionsgrænsen for metoden er

én enkelt larve eller ét enkelt æg fra KCN (EPPO, 2009). Det er en nødvendighed, at cysterne er grundigt lyserede forud for PCR-assayet for at sikre frigivelse af DNA'et.

Analyserne, der er udført i forbindelse med dette projekt, er foretaget af det hollandske laboratorium HLB – Hilbrands laboratorium for jordsygdomme. Fremgangsmåden for analysen af jordprøverne er udført i overensstemmelse med ovenstående beskrivelse, og resultaterne følger i kapitel 4.

3.3 Sortsvalg og sortstest

I dette afsnit beskrives baggrunden for sortsvalg for sortstesten, samt hvorledes sortstesten er udført.

3.3.1 Sortsvalg

Kartoffelsorterne, som er anvendt, er udvalgt på baggrund af deres type og deres resistensegenskaber. Sorternes resistensegenskaber overfor KCN ses i tabel 3.3.1.

Tabel 3.3.1. De anvendte kartoffelsorters resistens overfor henholdsvis *G. rostochiensis* og *G. pallida* listet efter forsøgsopsætning hos HLB. Ro1 til Ro5 = specifik patotype for *G. rostochiensis*. Pa1 til Pa3= specifik patotype for *G. pallida*. Tallet ud for patotype og sort angiver resistensniveauet overfor den pågældende patotype indenfor den enkelte sort. 1 = dårligst, 9 = bedst. Resistensniveauer under syv vurderes som værende ikke fuldt ud resistente overfor den givne patotype. Resistensniveauet er angivet, hvor det er muligt, ellers er resistensen angivet som følgende: R = Resistens overfor den givne patotype indenfor den enkelte art. - = ingen resistens. ? = resistensegenskaber ukendt. Til brug ved tolkning af sortstesten anvendes farvekoderne som udtryk for sortens resistensniveau.. Grøn = modtagelig. Rød = resistent. Gul = resistent med niveau 7-8 eller ikke fuld resistens. Hvid = resistensegenskaber ukendt.

Sort	Type	<i>G. rostochiensis</i>					<i>G. pallida</i>			Kilde
		Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5	Pa1	Pa2	Pa3	
Desiree	Spise	-	-	-	-	-	-	-	-	NaturErhvervstyrelsen (2013)
Bintje	Spise	-	-	-	-	-	-	-	-	NaturErhvervstyrelsen (2013)
Innovator	Spise	-	-	-	?	?	?	8	9	NVWMEZ (2014); Schepel (2014)
VTn	?	R	R	R	R	-	R*	R	-	Schepel (2014).
Jelly	Spise	R	-	R	R	R	-	-	-	Europlant (2012)
Eurogrande	Mel	9	9	9	-	-	-	9	7	NVWMEZ (2014)
Energie	Mel	9	-	-	R	-	-	9	9	NVWMEZ (2014); KMC (2014)
Sava	Spise	-	-	-	-	-	-	-	-	NaturErhvervstyrelsen (2013)
Oleva	Mel	9	-	-	-	-	-	-	-	NVWMEZ (2014)
Arielle	Spise	9	-	-	R	-	-	-	-	NaturErhvervstyrelsen (2013); NVWMEZ (2014)
Kuras	Mel	9	-	-	R	-	-	-	-	NaturErhvervstyrelsen (2013); NVWMEZ (2014)
Avenue	Mel	9	9	9	-	-	-	-	-	NVWMEZ (2014)
Seresta	Mel	9	7	7	R	-	-	9	8	NaturErhvervstyrelsen (2013); NVWMEZ (2014)
Aventra	Mel	9	9	9	R	-	-	9	9	NVWMEZ (2014); KMC (2014)
Solist	Spise	9	-	-	R	-	-	-	-	NaturErhvervstyrelsen (2013); NVWMEZ (2014)
Elkana	Mel	9	9	9	R	R	-	4	2	NVWMEZ (2014); Schepel (2014)

*Ikke fuld resistens

Det ses af tabel 3.3.1, at sorternes resistens er mere udbredt overfor *G. rostochiensis* end overfor *G. pallida*. Det ses, at især indenfor spisesorter er resistens overfor *G. pallida* manglende. Ligeledes ses det, at hovedparten af de udvalgte sorter har resistens overfor Ro1. Sorternes resistensegenskaber er beskrevet ud fra oplysningerne angivet i NaturErhvervstyrelsen (2013), som er opdateret den 19. juli 2013. I tilfælde hvor oplysningerne ikke er tilgængelige i denne liste, er

resistensegenskaberne primært indhentet i den hollandske sortsliste NVWMEZ (2014), ligesom enkelte andre kilder også er anvendt.

Tabel 3.3.2 angiver en række øvrige karakteristika for de anvendte sorter. Disse informationer beskriver blandt andet kartoflernes dyrkningsegenskaber og bør således også inddrages i forbindelse med en avlers sortsvalg.

Tabel 3.3.2. Karakteristika for de i projektet anvendte kartoffelsorter. Tidlighed angiver, hvornår den givne sort er klar til høst. Lagring angiver, om sorten egner sig til længere tids lagring. Brokresistens angiver, hvilke typer af brok sorten er resistent overfor. Modtageligheden overfor kartoffelskimmel er angivet for top og knold. Hvor det er muligt, er sortens tolerance overfor angreb af kartoffelcystenematoder angivet, ligesom øvrige bemærkninger til sorten fremgår. Tegnet – angiver at det ikke har været muligt at finde relevante oplysninger omkring den givne egenskab.

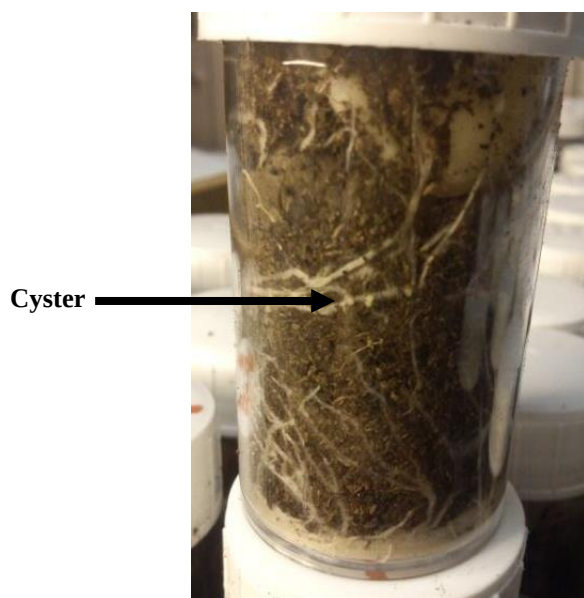
Sort	Tidlighed	Lagring	Brok-resistens Type	Skimmel-modtagelighed Top	Skimmel-modtagelighed Knold	KCN-tolerance	Bemærkninger	Kilde
Desiree	Middel/sen	Egnet	1	Middel	Lav	-	Meget modtagelig for virus Y, skurv, bladrullevirus	Møller (2004)
Bintje	Middel	Moderat	Ingen	Høj	Høj	-	Meget modtagelig for virus Y og skurv. Lille modtagelighed for rust.	Møller (2004)
Innovator	Tidlig	-	1	Meget lav	Lav	-	Lille modtagelighed for skurv	ECPD (2014)
VTn	-	-	-	-	-	-	-	-
Jelly	Middel/sen	Velegnet	1	Lav	Lav	-	Lille modtagelighed for virus Y, sortben og skurv	Europlant (2012)
Eurogrande	Middel/sen	Egnet	1,8	Lav	Lav	God	-	KMC (2014)
Energie	Middel	Egnet	1,2	Lidt modtagelig	Lav	-	Til tidlig levering	KMC (2014)
Sava	Sen	Velegnet	1	Lav	Meget lav	-	God resistens overfor skurv og virus Y	Møller (2004)
Oleva	Middel/sen	Egnet	1	Modtagelig	Lav	-	Spirevillig, lav stivelsesprocent	KMC (2014)
Arielle	Tidlig	-	1,2/6	Middel	Middel	God	God resistens mod bladrullevirus	Agrico (2009)
Kuras	Sen	Velegnet	1	Meget lav	Meget lav	-	Robust, stabil sort	KMC (2014)
Avenue	Middel/sen		1	Lav	Lav	-	God resistens mod virus Y	KMC (2014)
Seresta	Middel/sen	Egnet	1,2/6,8,18	Middel	Lav	Svag	Spirevillig, høj stivelsesprocent	KMC(2014)
Aventra	Middel/sen	Egnet	2/6,8,18	Lav	Lav	God	Spirevillig	KMC (2014)
Solist	Meget tidlig	-	1	Modtagelig	Lav	-	-	Møllerhagen (2014)
Elkana	Middel/sen	-	1	Middel	Lav	-	Lidt modtagelig for virus Y og skurv. Modtagelig for bladrullevirus. Lang spirehvile	Møller (2004)

Kartoflerne, der er anvendt i sortstesten, er indsamlet hos danske certificerede læggekartoffelavlere. Kartofflerne er i størrelsen 28 til 35 mm, og der er brugt 160 knolde pr. sort til analyserne. For at sikre et repræsentativt grundlag for analysen er der indsamlet minimum 170 knolde pr. sort, hvilket giver mulighed for at kassere enkelte eventuelle dårlige knolde om nødvendigt. Kartofflerne er indsamlet i perioden fra 20. marts 2014 til 15. april 2014. Efter afhentning hos avlerne er kartoflerne opbevaret i mørke og på køl ved 4 °C, indtil afsendelse til Holland den 23. april 2014. Denne form for opbevaring er valgt for at reducere spiring.

Sorterne Desiree, Bintje, Innovator og Elkana samt forædlingslinjen VTn er anvendt, idet disse sorter indgår som standardsorter i en sorttest hos HLB. I disse sorter er læggematerialet af hollandsk oprindelse og er derfor ikke indsamlet hos danske læggekartoffelavlere af undertegnede.

3.3.2 Sortstest

Sortstesten er udført ved dyrkning af de indsamlede kartofler i lukkede, gennemsigtige, cylindriske plastikbeholdere, der indeholder 55 ml. Se figur 3.3.1.



Figur 3.3.1. Gennemsigtig plastikcylinder indeholdende kartoffel. Læg mærke til kartoffelplantens hvide rødder og de små hvide cyster, som kan anes på dem (Foto: Mads Bendix).

Dyrkningen foregår ved, at en 55 ml beholder fyldes halvt op med varmebehandlet jord. Ved brug af varmebehandlet jord sikres det, at jorden er fri for jordbårne sygdomme og skadedyr. Den anvendte jordtype er JB1. Herefter inficeres jorden med KCN fra populationen i den enkelte jordprøve. Der tilføres omkring 300 levende larver til hver beholder. For at få det rette antal levende larver er cysterne fra jordprøverne separeret fra jorden, som beskrevet i afsnit 3.2. Herefter er

cysterne overført til vand, hvor de knuses ved brug af en disperser. På den måde simuleres en klækning, som resulterer i, at de levende larver er frie i den vandige opløsning. Efterfølgende bliver 1 ml af den vandige opløsning undersøgt under mikroskop med henblik på optælling af antal levende larver pr ml opløsning. Det er nu muligt at beregne hvor mange ml opløsning, der skal til for at opnå de cirka 300 levende larver pr. beholder. Denne fremgangsmåde benyttes ved samtlige jordprøver.

Efter larverne er tilsat beholderen, bliver kartofflen lagt i, og beholderen forsynes med et låg. Låget beskytter mod fordampning, men er perforeret for at opnå et vist luftskifte.

Ved de udtagne jordprøver, der indeholder et tilstrækkeligt antal levende larver, er der udført otte gentagelser af hver sort for hver jordprøve. Sortstesten til brug for patotypebestemmelse er igangsat i perioden 2. til 6. juni 2014. Efter en otte til ni ugers dyrkningsperiode er det opgjort, hvor mange cyster, der befinder sig på hver af de otte gentagelser af hver sort. Opgørelsen sker ved optælling af antallet af cyster, der kan ses på rødderne gennem den gennemsigtige beholder. Resultaterne af sortstesten er opgjort i perioden 4. til 9. august 2014. Under dyrkningsperioden opbevares beholderne i mørke og ved maksimalt 20 °C.

Ud fra sortsvalget og referencesorten Desiree, som ikke har resistens overfor KCN, vurderes angrebet af KCN til at være 100 %. I projektet anvendes ligeledes sorterne Sava og Bintje som kontrolsorter, fordi de ingen resistens har, men beregningen af det relative angreb beregnes kun ud fra sorten Desiree. Ud fra denne sort vurderes det, hvor kraftigt angrebet øvrige sorter er.

Patotypebestemmelsen foregår således ud fra kendskab til de enkelte sorters resistensegenskaber og en vurdering af hvilke sorter, der bliver angrebet. Det giver et billede af, hvilke patotyper af KCN, der angriber hvilken sort.

4. Resultater

I dette afsnit præsenteres resultaterne, som er opnået på baggrund af analyse af jordprøverne. Ligeledes præsenteres baggrundsoplysninger om lokaliteterne, hvor jordprøverne er udtaget. Resultaterne præsenteres både for undersøgelsen af jordprøver for arter og antal cyster samt for sortstesten, som bruges til patotypebestemmelsen.

4.1 Udtagning af jordprøver

I tabellerne på de følgende sider ses viden omkring lokaliteterne, hvor jordprøverne er udtaget samt resultatet af undersøgelserne.

Tabel 4.1.1. Informationer omkring sædskifte fra 2007 til 2013 samt angivelse af arter og antal cyster af kartoffelcystenematoder fundet i jordprøverne. ID refererer til jordprøven. Kolonnen under det enkelte årstal angiver afgrøden det givne år. Tegnet – betyder, at afgrøden det givne år er ukendt. Anvendte sorter i marken beskriver benyttede sorter, hvor sorter markeret med fed udtrykker den senest anvendte sort. Typen af kartoffelsorter er angivet. Det estimerede prøveudtagningsareal beskriver udstrækningen i hektar af det område, hvor jordprøven er udtaget. Markareal beskriver arealet i hektar af hele marken, hvor jordprøven er udtaget. Antal cyster i jord angiver hvor mange cyster, der er fundet i 200 ml ud af den ti liter store jordprøve. Type angiver hvilken art af KCN (Ro = *G. rostochiensis*; Pa = *G. pallida*), som er fundet i den enkelte prøve. Antal kartoffelfrie år angiver intervallet af antal frie år mellem to kartoffelafrøder. Alle jordprøver er udtaget på jordtyper af JB1.

ID	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Anvendte sorter i marken	Sortstype	Estimeret prøveudtagningsareal (ha)	Markareal (ha)	Antal cyster i 200 ml jord	Type	Antal kartoffelfrie år
1	-	Sava	Vårbyg	Vårbyg	Vårbyg	Vårbyg	Ballerina	Ballerina , Sava	Spise	1,00	11,20	67	Pa/Ro	4
2	Sava	-	Vårbyg	Vårbyg	Sava, Bintje, Kuras, Solist, Hansa, Salome	Rug	Vårbyg	Sava, Bintje, Kuras, Solist, Hansa, Salome	Spise Mel	0,75	7,70	22	Ro	3
3	-	-	Sava	Vårbyg	Vårbyg	Vårbyg	Vårbyg	Sava , Folva	Spise	5,00	20,00	8	Pa/Ro	4
4	Kuras	Vårbyg	Vårbyg	Oleva	Vårbyg	Vårbyg	Seresta	Seresta , Oleva, Kuras	Mel	0,05	12,00	86	Pa	2
5	-	-	Kuras	Vårbyg	Vårbyg	Vårbyg	Vårbyg	Kuras , Folva,	Mel Spise	1,50	14,80	5	?	4
6	-	-	Kuras, Kardal	Vårbyg	Kuras, Kardal	Vårbyg	Kuras	Kuras , Kardal	Mel	2,30	16,00	21	Pa	1
7	-	-	Kuras	Vårbyg	Kuras	Vårbyg	Kuras	Kuras	Mel	0,60	2,90	288	Pa	1
8	-	-	Vårbyg	Vårbyg	Alm. Rajgræs	Kuras	Kardal	Kardal , Kuras	Mel	0,05	7,00	175	Pa	0-3
9	-	-	-	-	-	-	Majs	-	Mel	0,30	10,80	342	Pa	-
10	-	-	Kartoffel	Vårbyg	Albatros	Vårbyg	Seresta, Kuras	Seresta, Kuras , Albatros	Mel	0,20	13,70	217	Pa	1
11	-	-	Vårbyg	Kuras	Kuras	Vårbyg	Vårbyg	Kuras , Oleva	Mel	7,00	7,00	118	Pa	0-2
12	-	Kuras	Vårbyg	Vinterbyg Olieræddike	Kuras	Kuras	Vårbyg	Kuras	Mel	0,30	3,30	0		0-2
13	-	Vårbyg	Vårbyg	Kuras	Vårbyg	Vinterhvede Olieræddike	Kuras	Kuras	Mel	2,00	11,80	4	Pa	2
14	-	Vårbyg	Vårbyg	kartoffel	Vårbyg	Vårbyg	Sava	Sava	Spise	3,00	10,00	64	Ro	2
15	-	-	-	-	-	Agata	Folva	Folva , Agata,	Spise	0,16	3,00	218	Pa/Ro	0
16	-	-	-	-	-	Arielle	Arielle	Arielle	Spise	0,05	4,00	548	Pa/Ro	0
17	-	-	-	-	-	-	Folva	Folva	Spise	0,02	2,00	177	Pa/Ro	-
18	-	-	-	-	-	-	Folva	Folva	Spise	0,08	5,00	495	Pa/Ro	-
19	-	-	-	-	-	Arielle	Vinterrug	Arielle	Spise	4,00	4,00	100	Ro	1
20	-	-	-	-	-	-	Solist, Vårbyg	Solist	Spise	0,30	2,00	87	Ro	-

Tabel 4.1.2. Yderligere informationer omkring prøveudtagningslokaliteterne. ID refererer til prøven fra den enkelte avler. Tabellen angiver dato for jordprøveudtagning hvis kendt, afgrøde i 2014 og topografien i prøveudtagningsområdet. Bemærkninger til de enkelte jordprøver er angivet med særlig fokus på markens dyrkningshistorik over tid. Hvor angreb er observeret, er det af avler set som symptomer på kartoffeltoppen.

ID	Dato for prøveudtagning	Afgrøde 2014	Topografi i prøveudtagningsområdet	Bemærkning
1	27-02-2014	Vinterhvede	Flad mark	Prøveudtagningsområdet har over tid været dyrket intensivt med kartofler med to frie år i mellem. Primært spisekartofler.
2	27-02-2014	Græs	Flad mark	Ingen synlige angreb observeret i 2011. Prøveudtagningsområdet består af relativ let jord og er historisk intensivt dyrket med kartofler, nærmere bestemt Sava og Bintje.
3	27-02-2014	Vårbyg	Svagt hældende mod sydvest	Ikke intensiv kartoffelproduktion, og ingen synlige pletter observeret. Kartoffelcystenematoder fundet i jordprøver.
4	27-02-2014	Vårbyg	Flad mark	Prøveudtagningsområdet kan ligge i skygge fra lavt skovbryn. Prøveudtagningsområdet er nypløjet samme dag som udtagning. Kraftige angreb er observeret i 2013.
5	03-03-2014	Vårbyg	Flad mark	Ingen synlige angreb, men kartoffelcystenematoder fundet i jordprøver. I perioden 1987 til 1996 dyrket med kartofler hvert andet år (melsorter). I perioden fra 2000 til 2001 bekæmpelse af kartoffelcystenematoder med blandt andet Folva.
6	03-03-2014	Seresta	Flad mark	Pletvis kraftige angreb observeret i udtagelsesområdet. Generelt dyrket med kartofler hvert andet år gennem mange år.
7	03-03-2014	Vårbyg	Flad mark	Pletvis angreb observeret i ovale striber i prøveudtagningsområdet. Prøveudtagningsområdet omgivet af skov mod vest samt læhegn mod øst. Smal mark på cirka 30m. Mulig skyggepåvirkning fra skov og hegn.
8	04-03-2014	Seresta	Flad mark	Kraftige angreb i prøveudtagningsområdet observeret i 2013. Eventuel skyggepåvirkning fra læhegn placeret umiddelbart syd for prøveudtagningsområdet. Udbytte for hele marken i 2013 omkring 57 t/ha. Traditionelt dyrket ved et femårigt system, herunder tre år med korn eller frø efterfulgt af to år med kartofler.
9	04-03-2014		Flad mark	Prøveudtagningsområdet visuelt observeret med kraftige angreb.
10	04-03-2014	Vårbyg	Svagt hældende mod syd	Intensivt dyrket kartoffeljord med kartofler omkring hvert andet år. Tidligere brugt til læggekartofler.
11	05-03-2014	Vårbyg	Flad mark	Ingen synlige pletter observeret. Gennemsnitligt udbytte for marken med cirka 50t/ha. Generelt kartofler hvert tredje år siden slutningen af 1970'erne.
12	05-03-2014	Vinterbyg Olieræddike	Flad mark	Gylle udbragt samme dag som prøveudtagning. Gennemsnitligt udbytte for sidste kartoffeldyrkning på cirka 50t/ha.
13	05-03-2014	Vårbyg	Flad mark	Traditionelt dyrket med kartofler cirka hvert tredje år. Primært med stivelsessorter.
14	20-03-2014	Vårbyg	Flad mark	Gylle nedfældet den 19/3 2014, det vil sige dagen før prøveudtagning. Kartofler hvert tredje år igennem 30 år. Både mel- og spisesorter.
15	-	Vinterrug	Flad mark	Intensivt kartoffelsædskifte med blandt andet spisekartofler.
16	-	Arielle	Flad mark	Intensivt kartoffelsædskifte.
17	-	Vårbyg	Flad mark	Intensivt kartoffelsædskifte.
18	-	Vinterrug	Svagt hældende mod sydvest	Pletter med synlige angreb i prøveudtagningsområdet i 2013. Intensivt kartoffelsædskifte med blandt andet spisekartofler.
19	-	Vinterrug	Flad mark	Intensivt kartoffelsædskifte med blandt andet spisekartofler.
20	-	Vårbyg	Flad mark	Meget let jord. Intensivt kartoffelsædskifte med blandt andet spisekartofler.

4.2 Undersøgelse af jordprøver for arter og antal cyster

I tabel 4.2.1 ses en opgørelse over hvilke arter samt antal cyster, der er fundet i de enkelte jordprøver.

Tabel 4.2.1. Fund af antal cyster i 200 ml jord samt procentvis fordeling mellem de to arter af kartoffelcystenematoder i tyve jordprøver (HLB, 2014). ID refererer til den enkelte jordprøve. For hver prøve er antallet af cyster opgjort. Ligeledes vises den procentvise fordeling mellem *G. pallida* og *G. rostochiensis*. Tegnet – angiver, at der ikke er levende larver tilstede i prøven. Antal cyster pr. gram jord samt antal æg pr. gram jord er beregnet. Kolonnen, antal kartoffelfrie år, angiver det interval af antal frie år mellem to kartoffelafgrøder.

ID	Antal cyster	<i>G. pallida</i> (%)	<i>G. rostochiensis</i> (%)	Beregnet antal cyster/g jord	Beregnet antal æg/g jord	Antal kartoffelfrie år
1	67	50	50	0,26	13	4
2	22		100	0,08	4	3
3	8	10	90	0,03	2	4
4	86	100		0,33	17	2
5	5	-	-	0,02	7	4
6	21	100		0,08	4	1
7	288	100		1,11	55	1
8	175	100		0,67	34	0-3
9	342	100		1,32	66	-
10	217	100		0,83	42	1
11	118	100		0,45	23	0-2
12	0	-	-	0,00	0	0-2
13	4	100		0,02	1	2
14	64		100	0,25	12	2
15	218	5	95	0,84	42	0
16	548	10	90	2,11	105	0
17	177	20	80	0,68	34	-
18	495	10	90	1,90	95	-
19	100		100	0,38	19	1
20	87		100	0,33	17	-

Antal cyster/g jord i tabel 4.2.1 er beregnet under antagelse af, at jordens gennemsnitlige volumenvægt er 1,3g/cm³ jævnfør Jensen og Jensen (2001). Den undersøgte mængde jord er 200 ml. pr. prøve. Det antages, at æg og cyster er tre år gamle, og at klækningsraten har været 60 %. Af figur 2.2.3 kan det aflæses, at hver cyste vil indeholde cirka 50 æg, hvorefter antal æg/g jord kan beregnes. Antagelsen om, at cysterne er tre år gamle, underbygges af observationerne i tabel 4.2.1 omkring antal kartoffelfrie år, da der ved dyrkning af ikke resistente kartoffelsorter i jord inficeret med KCN vil ske en opformering med dannelse af nye cyster til følge.

Som det fremgår af tabel 4.2.1, er der fundet KCN i nitten ud af tyve jordprøver. I én prøve var det ikke muligt at lave artsbestemmelse. Fundene svarer til, at et areal på 164,4 ha ville blive registreret

som lokalitet med KCN, hvis NaturErhvervstyrelsen havde udtaget prøverne. Herunder vil de 126,4 ha blive registreret som inficeret med *G. pallida*. Antallet af inficerede hektar beregnes på baggrund af summering af arealet af marker, hvor der i jordprøver er konstateret KCN.

Antallet af cyster, der er fundet i de undersøgte 200 ml jord for hver af prøverne, varierer fra 4 til 548 cyster. Ud af de atten prøver, hvor det har været muligt at udføre artsbestemmelse, indeholder fjorten prøver *G. pallida*, heraf indeholder otte af prøverne udelukkende *G. pallida*, mens seks prøver indeholder en blanding af både *G. rostochiensis* og *G. pallida*. De resterende fire prøver indeholder udelukkende *G. rostochiensis*. I prøverne, hvor begge arter findes, udgør *G. rostochiensis* i gennemsnit 82,5 % af de fundne KCN.

Af tabel 4.2.1 fremgår der også det beregnede antal æg/g jord. I de nitten prøver, som indeholder KCN, varierer det beregnede infektionstryk mellem 1 æg/g jord op til 105 æg/g jord under forudsætning af, at jordens volumenvægt er $1,3\text{g/cm}^3$, og at hver cyste indeholder 50 æg.

Ud af de nitten prøver, hvori der er konstateret KCN, indeholder fem prøver mellem 1 til 10 æg/g jord, hvilket svarer til et lavt infektionstryk. Elleve prøver indeholder mellem 11 til 60 æg/g jord, hvilket svarer til et moderat infektionstryk, mens tre prøver indeholder over 60 æg/g jord, hvilket svarer til et højt infektionstryk.

4.3 Sortsvalg og sortstest

I dette afsnit gennemgås resultaterne og fortolkningen af sortstesten for jordprøve 1. Resultater og fortolkning for alle jordprøver kan ses i appendiks 1.

4.3.1 Tolkning af sortstest

Tabel 4.3.1 angiver kolonner navngivet Mulig *G. rostochiensis* race samt Mulig *G. pallida* race. Disse kolonner angiver, hvis markeret med bogstaverne a, b eller c hvilke patotyper, der potentielt kan være i jordprøven baseret på hver enkelt af de seksten sorter.

Markeringen er placeret under antagelse af, at resistensen for de enkelte sorter virker, som den skal. Fremgangsmåden, der benyttes til patotypebestemmelsen, er således en udelukkelsesmetode. Det betyder, hvis der observeres angreb på en resistent sort, må angrebet skyldes en anden patotype end den eller de typer, som sorten er resistent overfor.

Afmærkningen med bogstaverne er foretaget på følgende måde:

- Hvis sorten er angrebet og er modtagelig afmærkes den med bogstavet a ved de patotyper, hvor den er modtagelig.

- Hvis sorten ikke er angrebet, men resistent afmærkes den med bogstavet b ved de patotyper, hvor den er resistent.
- Hvis sorten enten er resistent med resistensniveau 7 til 8, eller ikke har fuld resistens, eller hvis resistensegenskaberne ikke kendes, markeres der, uanset angreb eller ej, altid med bogstavet c.

Indeholder afmærkningen bogstaverne a, b, eller c, angiver det baseret på den enkelte sort, hvilke patotyper, der med sandsynlighed, findes i den enkelte jordprøve. Sorternes resistensegenskaber angives med forskellige farver. Se tabel 4.3.1.

Hvis sorten er angrebet, udtrykker felter uden afmærkning, at de cyster som ses på planten for den givne sort, ikke kan stamme fra den givne patotype. Dette vil fremstå som røde felter uden bogstavsafmærkning.

Grønne felter uden afmærkning angiver, at sorten er modtagelig overfor den givne patotype, men at den ikke er angrebet. Felterne indikerer således, at den givne patotype ikke kommer til udtryk i jordprøven eller, at det ikke har været muligt at udføre patotypebestemmelse på baggrund af resultaterne.

Et eksempel på dette kan således være, hvis en modtagelig sort ikke angribes, selvom den i teorien burde være det på baggrund af den art af KCN, der er konstateret i den givne jordprøve. Et andet eksempel kan være, hvis en resistent sort angribes af KCN, selvom sorten er klassificeret som værende resistent.

Ud fra ovenstående vurderinger vil det være muligt at danne et overblik over hvilke patotyper, der med overvejende sandsynlighed findes i den enkelte jordprøve.

Antallet af afmærkninger med bogstaverne a, b eller c er angivet som Score i tabel 4.3.1 under den enkelte patotype og underbygger således sandsynligheden for, at der er tale om en given patotype. Jo flere markeringer, der findes ved den enkelte patotype, jo større er sandsynligheden for, at patotypen findes i jordprøven. Antallet af afmærkninger tillægges ikke samme vægt som gennemgangen af de kendte resistensegenskaber, men bruges som underbygning af konklusionerne for den enkelte jordprøve.

I tabel 4.3.1 ses resultatet af sortstesten til brug for patotypebestemmelse for jordprøve 1.

Tabel 4.3.1. Resultat af sortstest for jordprøve 1 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 50 % *G. rostochiensis* og 50 % *G. pallida*. Mulig *G. rostochiensis* race og mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. rostochiensis</i> race					Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	40		25	15	31	0			22	100,0%	a	a	a	a	a	a	a	a
Bintje	22	4	0	10					9	40,5%	a	a	a	a	a	a	a	a
Innovator	40	12	5	0	19	4			13	60,1%	a	a	a	c	c	c	c	
VTn	0	0	0	0	0	0			0	0,0%	b	b	b	b		c	b	
Jelly		0			0	0			0	0,0%	b		b	b	b			
Eurogrande	0	0	0		0	0			0	0,0%	b	b	b				b	c
Energie	0	0	0		0	0			0	0,0%	b			b			b	b
Sava	4	30	1		5				10	45,0%	a	a	a	a	a	a	a	a
Oleva	0	0	0	0	0				0	0,0%	b							
Arielle	0		0	0	0				0	0,0%	b			b				
Kuras	0	0	0	0	0				0	0,0%	b			b				
Avenue	0	0	0	0					0	0,0%	b	b	b					
Seresta	0		0		0				0	0,0%	b	c	c	b			b	c
Aventra	0	0			0				0	0,0%	b	b	b	b			b	b
Solist	0	0		0	0				0	0,0%	b			b				
Elkana	0	0	0	0					0	0,0%	b	b	b	b	b			
Score											16	10	11	13	6	5	9	7

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 1:

Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1: 50 % *G. rostochiensis* og 50 % *G. pallida*.

Ro1-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro1-population. For sorter med resistens mod Ro1 angribes ikke, og eftersom sorterne Eurogrande, Oleva og Avenue ikke er angrebne, er der ikke tale om Ro4. Alle sorter uden Ro1 resistens angribes. Ligeledes er der ikke tegn på Ro2, Ro3 og Ro5, da flere sorter, herunder Energie, Oleva, Arielle, Kuras og Solist, burde være angrebet af disse patotyper.

Pa2-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa2-population. Det skyldes, at sorter med stærk resistens mod Pa2 ikke angribes. Sorten Innovator, der har stærkere resistens for Pa3 end for Pa2, angribes. Det kan dog også være et tegn på angreb af *G. rostochiensis*. Eftersom VTn ikke angribes, og idet den er modtagelig overfor Pa3, indikerer dette Pa2. Desuden er der ikke tegn på Pa1.

Fundet af disse populationer stemmer overens med sædskiftet angivet i tabel 4.1.1, hvori det fremgår, at de seneste to anvendte sorter er henholdsvis Ballerina og Sava. Disse sorter er ikke resistente overfor hverken Ro1 eller Pa2. Det vil sige, at sorter med resistens mod minimum Ro1 og Pa2 bør benyttes i et fremadrettet sædskifte.

På baggrund af artsfordelingen i jordprøven burde Pa-populationen kunne ses mere tydeligt.

I tabel 4.3.1 ses det, at for mange af sortstestens gentagelser er der ikke angivet nogen værdi for antal cyster pr. plante. De manglende værdier skyldes enten råd i læggekartofflen, dårlig eller utilstrækkelig rodudvikling eller et utilstrækkeligt antal levende larver af KCN. Se mere herom i afsnit 5.3.2.

En gennemgang efter samme fremgangsmåde er udført for alle sytten jordprøver, hvor der er udført sortstest. Resultaterne af samtlige jordprøver kan ses i Appendiks 1.

I tabel 4.3.2 gives der et overblik over patotypebestemmelserne for samtlige jordprøver. I tabellen er der kun medtaget jordprøver for hvilke, det har været muligt at foretage en patotypebestemmelse. Det vil sige, at sytten jordprøver er repræsenterede, idet en af de tyve jordprøver ikke indeholdte KCN, mens der i to ikke var et tilstrækkeligt antal larver til at udføre sortstesten.

Tabel 4.3.2. Patotyper fundet i de sytten jordprøver, hvor det har været muligt at udføre patotypebestemmelse. ID angiver jordprøvens nummer. Ro1 til Ro5 = specifik patotype for *G. rostochiensis*. Pa1 til Pa3 = specifik patotype for *G. pallida*. Bogstavet x angiver, at der er overvejende sandsynlighed for tilstedeværelse af den givne patotype i den givne jordprøve. Tegnet – angiver, at den givne patotype med overvejende sandsynlighed ikke findes i den givne jordprøve. Tegnet (x) angiver, at den givne patotype muligvis forekommer i den givne jordprøve.

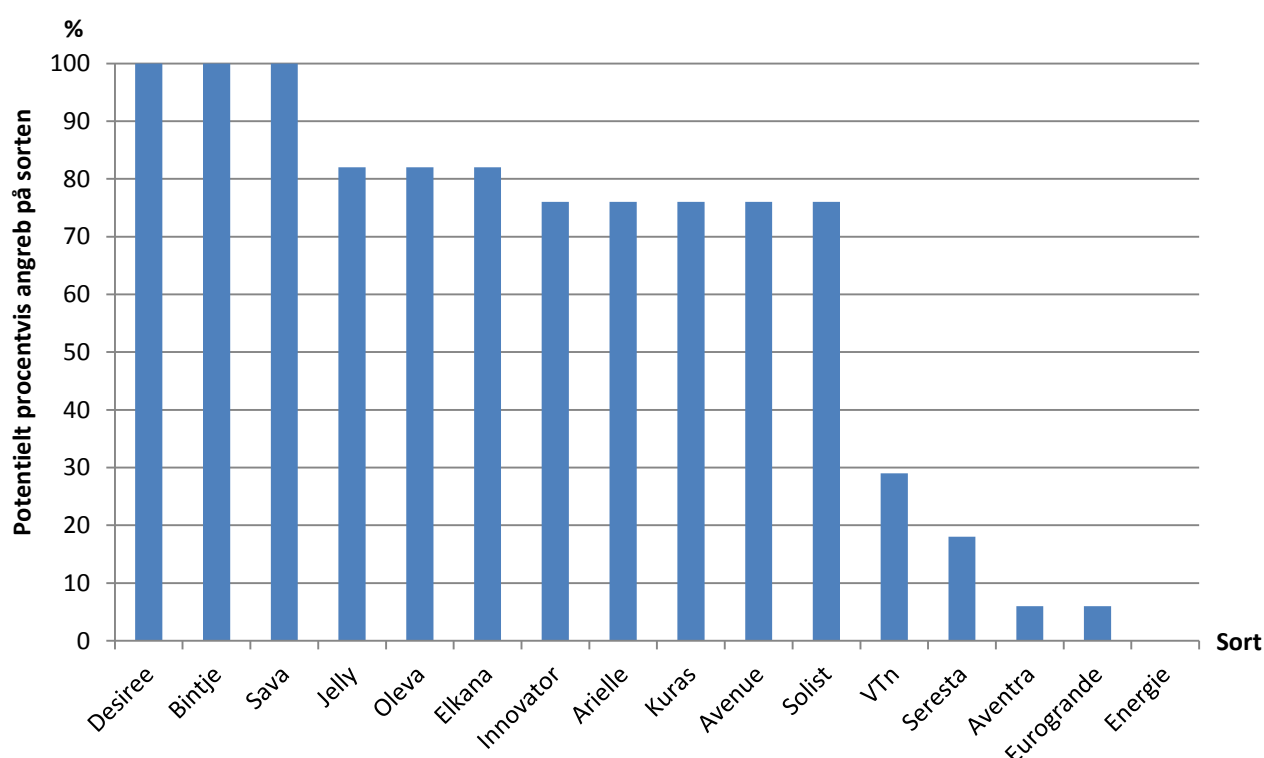
ID	<i>G. rostochiensis</i>					<i>G. pallida</i>		
	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5	Pa1	Pa2	Pa3
1	x	-	-	-	-	-	x	-
2	x	-	-	-	-	-	-	-
3	x	-	-	-	-	-	x	-
4	-	-	-	-	-	-	x	-
6	-	-	-	-	-	-	x	-
7	-	-	-	-	-	-	(x)	x
8	-	-	-	-	-	-	(x)	x
9	-	-	-	-	-	-	x	(x)
10	-	-	-	-	-	-	x	x
11	-	-	-	-	-	-	(x)	x
14	x	x	-	-	-	-	-	-
15	x	(x)	(x)	-	-	-	x	-
16	x	-	-	-	-	-	(x)	(x)
17	x	(x)	(x)	(x)	-	-	x	-
18	x	-	-	-	-	-	x	-
19	x	-	-	-	-	-	-	-
20	x	-	-	-	-	-	-	-

Af tabel 4.3.2 fremgår det, at Ro1 med overvejende sandsynlighed forekommer i ti ud af de sytten jordprøver. Det fremgår ligeledes, at Pa2 med overvejende sandsynlighed forekommer i mindst ni ud af de sytten undersøgte prøver. Der er med overvejende sandsynlighed fundet Pa3 i mindst fire jordprøver, mens der med overvejende sandsynlighed forekommer Ro2 i én jordprøve. Ro3 og Ro4 forekommer muligvis i henholdsvis to jordprøver og én jordprøve. Ro5 samt Pa1 er således de patotyper, der med overvejende sandsynlighed ikke er konstateret i nogle af de sytten undersøgte jordprøver.

På denne baggrund synes Ro1 at være hyppigst forekommende i de sytten undersøgte jordprøver efterfulgt af Pa2 og herefter Pa3.

Figur 4.3.1 viser den enkelte sorts potentielle angreb angivet i procent. Et potentielt angreb betegner, at der er taget højde for sorterens resistensegenskaber i forhold til, om sorterne er angrebne eller ej. Det betyder, hvis der eksempelvis er tale om en prøve, hvor der både er konstateret *G. rostochiensis* og *G. pallida*, vil en sort, som ikke er resistent overfor *G. pallida*,

stadig tælle med som angrebet, selvom den ikke nødvendigvis er angrebet i den givne jordprøve. Baggrunden for dette er, at når sorten ikke er klassificeret som resistent overfor den givne art, kan det ikke anbefales at anvende den i forbindelse med bekæmpelse af KCN, selvom der ikke bliver observeret angreb på sorten i sortstesten. For prøver, hvori kun den ene art forekommer, er resultatet af sortstesten og sortens resistensegenskaber overfor den givne art anvendt i forbindelse med bedømmelse af, om sorten potentielt kan angribes. Såfremt en sort med resistens overfor den givne art ikke angribes, vurderes den som værende egnet til bekæmpelse af KCN. Figur 4.3.1 giver således et billede af, hvor kraftigt angrebet den enkelte sort er, baseret på de sytten jordprøver.



Figur 4.3.1. Potentielt procentvis angreb af kartoffelcystenematoder fordelt på sorter anvendt i sortstesten. Diagrammet ovenfor er baseret på resultatet af sortstesten fra de sytten jordprøver.

Som det fremgår af figur 4.3.1, er det potentielle procentvise angreb på sorterne Desiree, Bintje og Sava 100 %. Det betyder, at disse sorter ikke vil kunne dyrkes i de arealer, hvor jordprøverne er udtaget, uden at der vil være risiko for opformering af KCN. Kun sorten Energie har ikke været udsat for angreb i de sytten undersøgte jordprøver. De fire sorter, som har de laveste potentielle procentvise angreb, er Energie, Eurogrande, Aventura og Seresta. Det er ligeledes disse sorter, som har den bredeste resistens.

5. Diskussion

I dette afsnit diskuteres der på de opnåede resultater, ligesom resultaternes betydning belyses.

5.1 Udtagning af jordprøver

Lokaliteterne for jordprøveudtagningen er udvalgt på baggrund af begrundet mistanke om kraftige angreb af KCN. Dette valg er truffet, fordi en stor forekomst af KCN i jordprøverne er en nødvendighed i forbindelse med udførelsen af sortstesten. På den baggrund skal det derfor overvejes, at antallet af prøver, der indeholder KCN, ikke nødvendigvis vil give et retvisende indtryk af udbredelsen af KCN indenfor dansk kartoffelavl som helhed. Dette skyldes de valgte kriterier, som medfører en tendens til overeksponering af forekomsten af KCN. Samtidig skal det understreges, at eftersom der er konstateret KCN i nitten ud af de tyve undersøgte jordprøver, bør forekomsten af KCN anses som en reel problemstilling og udfordring for dansk kartoffelavl.

Selve jordprøveudtagningsmetoden er valgt på baggrund af flere aspekter. Eftersom målet med jordprøverne er at skaffe en mængde kraftigt inficeret jord svarende til ti liter pr. jordprøve, har det været nødvendigt at lavet et kompromis mellem antallet af stik med jordboret og dækning af det inficerede areal. Ved et mindre jordbor end det valgte, ville jordprøverne bestå af flere stik, hvorved prøven kunne dække et større areal. En vigtig årsag til, at det netop var det pågældende jordbor som beskrevet i afsnit 3.1, der blev valgt, er følgende. Med et mindre jordbor ville det være en tidsmæssig stor opgave at udtage jordprøverne, der principielt ville give det samme resultat, idet jordprøverne er taget i kraftigt inficeret jord, hvorfor det ikke er nødvendigt at indsamle jord fra et større areal. Ligesom avlerne generelt har udvist stort kendskab til inficerede områder på deres arealer.

Den gennemsnitlige størrelse af prøveudtagningsarealet er cirka 1,4 ha, men varierer mellem cirka 0,02 ha og cirka 7 ha alt efter avlerens evne til at udpege det inficerede område. Beregningen af størrelsen af gennemsnitsarealet er foretaget på baggrund af oplysninger i tabel 4.1.1. Af tabellen fremgår det endvidere, at der er en tendens til, at prøver fra prøveudtagningsarealer, som ligger over gennemsnitsstørrelsen på cirka 1,4 ha, generelt indeholder færre cyster end arealer, der ligger under det gennemsnitlige prøveudtagningsareal. Dette er dog ikke tilfældet for prøve 11, hvor prøveudtagningsarealet er på omkring 7 ha, idet der ikke desto mindre findes 118 cyster i den undersøgte delprøve på 200 ml. At prøven har et relativt stort indhold af cyster, selvom prøven stammer fra et stort areal, tyder på, at hele arealet er kraftigt inficeret med KCN.

Der er forskel på mængden af jord i jordprøver, som er undersøgt i dette projekt, og mængden af jord i jordprøver, som udtages af NaturErhvervstyrelsen. For prøver udtaget af NaturErhvervstyrelsen varierer jordmængden af en jordprøve mellem henholdsvis 200 ml, 400 ml eller 1500 ml, ligesom stikkene med jordboret er ligeligt fordelt over arealet. Størrelsen af den jordprøve, som er undersøgt i indeværende projekt, er på 200 ml. Dette kan betyde, at der principielt findes færre cyster i prøverne, som er undersøgt i dette projekt, end i prøver, som NaturErhvervstyrelsen har undersøgt. Dog skal det huskes, at prøverne til dette projekt hovedsageligt er udtaget i områder med kraftige angreb af KCN eller med mistanke herom i modsætning til NaturErhvervstyrelsens prøver. På den baggrund kan antallet af cyster, som findes i jordprøverne, der er udtaget til dette projekt, forventes højere end det antal, som findes i NaturErhvervstyrelsens prøver. På denne baggrund kan der argumenteres for, at mængden af jord i jordprøven kun i begrænset omfang har indflydelse på, om der findes KCN i den enkelte prøve.

Alle jordprøver er udtaget på jordtyper af JB1, idet alle jordprøveudtagningsarealerne tilfældigvis har været klassificeret som JB1. Det kunne have været interessant, hvis prøver fra andre jordtyper havde været repræsenterede i indeværende projekt, hvilket kunne have givet et bredere billede af forekomsten af KCN i dansk kartoffelavl.

5.2 Undersøgelse af jordprøver for arter og antal cyster

I dette afsnit diskuteres artsfordelingen og udbredelsen af KCN, ligesom det er tilfældet med sædskiftets betydning.

5.2.1 Artsfordeling og udbredelse

Af tabel 4.2.1 fremgår det, at der er fundet KCN i nitten ud af tyve prøver. Dette bør i sig selv give anledning til en overvejelse af, om den dyrkningspraksis, der anvendes på de undersøgte arealer på lang sigt, er bæredygtig. Ydermere er der konstateret *G. pallida* i fjorten ud af tyve prøver, hvoraf de otte prøver udelukkende indeholder *G. pallida*. Fundene af *G. pallida* på de 126,4 ha er således fordelt på et større areal end de 104 ha, som er registreret af NaturErhvervstyrelsen jævnfør bemærkningerne til tabel 1.4.1 og tabel 1.4.2. Alle prøver er udtaget på forskellige lokaliteter. Der er således tegn på, at der findes væsentligt flere arealer inficeret med *G. pallida*, end de arealer NaturErhvervstyrelsen har registreret. Dette underbygger mistanken om, at *G. pallida* over de seneste fire år er blevet mere udbredt i den danske kartoffelavl og måske specielt indenfor konsumavl. Denne ændring i udbredelse af *G. pallida* bør tages alvorligt, fordi tilstedeværelsen af denne art

udgør en trussel mod kartoffelavlens generelt og i særdeleshed spisekartoffelavlens grundet meget få eller ingen resistente sorter.

Ligeledes er det også nødvendigt at understrege, at fjorten prøver indeholder over 11æg/g jord, hvilket betyder, at disse jordprøver er inficeret med, hvad der kan kategoriseres som et moderat eller højt infektionstryk, som defineret af Lane og Trudgill (1999). Dette er under antagelse af, at jordens gennemsnitlige volumenvægt er $1,3\text{g/cm}^3$, og at én cyste indeholder 50 æg. Forudsætningerne er valgt efter forsigtighedsprincippet, hvorfor det infektionstryk, der kan konstateres i jordprøveudtagningsarealet potentielt set, kan være højere.

Det faktum, at fjorten prøver indeholder KCN på et niveau, der kan karakteriseres som et moderat eller højt infektionstryk, bevirker, at der er tale om en vedvarende udfordring. Det er særligt en udfordring, når det haves i mente, at der for *G. rostochiensis* vil klække cirka 32 % under fravær af en værtsplante (Jones, 1966), mens kun omkring 20 % vil klække under fravær af en værtsplante for *G. pallida* (Evans, 1993), ligesom det beskrives i afsnit 2.4.

Når det tages i betragtning, at *G. pallida* klækker spontant i et lavere omfang end *G. rostochiensis*, må det understreges, at det vil tage tid at bekæmpe særligt større populationer af *G. pallida*. Det vil være tilfældet uanset hvilken bekæmpelsesstrategi, der anvendes. Ved brugen af resistente kartoffelsorter til bekæmpelse af KCN vil tilstedeværelsen af en værtsplante få op til 70 til 80 % af en population til at klække (Jones, 1970). Selvom brugen af resistente sorter derved hurtigere vil reducere en population af KCN, end spontane klækninger uden værtsplante, vil det stadig tage år før populationen er nede på et lavt niveau, hvor udbyttet ikke påvirkes.

Spisekartoffelavlere for hvis jorde, der er konstateret forekomst af *G. pallida*, bør således overveje deres situation særligt nøje. Det skyldes, at det på nuværende tidspunkt ikke er muligt at bekæmpe denne art ved hjælp af resistente spisesorter. Derfor bør det overvejes, om det inficerede areal skal tages ud af kartoffelsædskiftet, hvorved der sker en reduktion af populationen med cirka 20 % om året som følge af den spontane klækning (Evans, 1993). Dog vil en sådan reduktion af arealet, hvori der kan dyrkes kartofler oftest være problematisk for den enkelte avler, fordi det således potentielt vil kunne medføre, at det resterende areal dyrkes mere intensivt for at kunne opfylde eventuelle kontrakter. En sådan intensivering af dyrkningen på de resterende arealer vil ligeledes øge risikoen for angreb af KCN på disse arealer, grundet den hyppigere tilstedeværelse af en værtsplante. Det er derfor en ond spiral og ikke anbefalelsesværdigt at begynde at intensivere produktionen yderligere på et mindre areal. En anden mulighed for spisekartoffelavlere er, at de kan udføre en bekæmpelsesstrategi som beskrevet i afsnit 2.1. Dette kan gøres ved at dyrke sorter, som er

resistente overfor den fundne patotype. Da der ikke findes udbredte spisesorter med resistens overfor *G. pallida*, vil det være nødvendigt at anvende sorter, som er mindre egnede til spisebrug i bekæmpelsesstrategien, herunder melsorter. Dyrkningen af melsorter vil ofte forårsage en ændring i dyrkningspraksissen hos den enkelte avler, og det vil kræve, at avleren sætter sig ind i dyrkningsprincipper og især i afsætningsforhold. Ligeledes kan der være logistiske og økonomiske udfordringer forbundet med dette blandt andet i forbindelse med transport af kartoflerne til melfabrikkerne, hvis avleren er placeret langt fra en melfabrik.

For at der kan ske en opformering af KCN i et givent areal, kræver det, at der er KCN tilstede i arealet. Det optimale vil derfor være at sikre, at arealet ikke inficeres. En potentiel risiko for inficering er sålespredning, hvor besøgende kan medbringe KCN på jord, der sidder fast under deres såler. På den måde kan inficeret jord sprede sig fra kartoffelavler til kartoffelavler. En dyrkningsteknisk foranstaltning, der kan være med til at forhindre, at arealet inficeres er anvendelsen af certificerede læggekartofler. De certificerede læggekartofler dyrkes i arealer, som er undersøgt og konstateret fri for KCN. Det bør dog understreges, at selvom læggekartoffelarealerne er testede og ikke inficerede, kan det dog ikke fuldstændigt udelukkes, at der findes enkelte læggekartofler, som kan være inficerede med KCN. Det skyldes, at der ved udtagning af jordprøver på anmeldte læggekartoffelarealer udtages en mængde af jord pr. hektar, som beregningsmæssigt udgør 1500 ml for otte hektar og 400 ml for resterende hektar. At der maksimalt udtages 1500 ml pr. hektar betyder derfor, at der vil være områder af marken, hvori der ikke udtages jordprøver, selvom prøveudtagningen fordeles over arealet. Det betyder igen, at der principielt kan være KCN i arealet uden, at det kan konstateres i den undersøgte jordprøve. Brugen af certificerede læggekartofler kan således, selv om kartoflerne er undersøgt og konstateret fri for KCN, være en kilde til spredning af KCN. Det må dog formodes, at det kun er en ganske lille andel af KCN, som spredes på denne måde. Alligevel er det vigtigt at have in mente, at risikoen er der. For selvom den er meget begrænset, kan det potentielt være måden, hvorpå de første KCN kommer ind på en ejendom. Udfordringen bliver således først for alvor stor, hvis der på ejendommen benyttes et intensivt kartoffelsædskifte med brug af ikke resistente sorter.

NaturErhvervstyrelsen anbefaler at anvende en sort med så bred resistens som mulig mod den fundne art af KCN (NaturErhvervstyrelsen, 2013). Ligeledes nævner NaturErhvervstyrelsen (2013), at der bør anvendes en sort, der som minimum er resistent overfor Ro1. På baggrund af resultaterne i dette projekt, hvor der er gjort fjorten fund af *G. pallida*, bør det overvejes om denne anbefaling, bør udvides til også at gælde for patotyper af *G. pallida* og måske særligt Pa2.

5.2.2 Sædskiftets betydning

En af de vigtigste grunde til, at der er set en stigning i antallet af fund af KCN i indeværende projekt i forhold til tidligere undersøgelser fra NaturErhvervstyrelsen, kan skyldes det sædskifte, der er anvendt på jordprøveudtagningslokaliteterne. Det er kun på maksimalt fem ud af de seksten lokaliteter, hvor dyrkningshistorien kendes, at der over tid har været tre eller flere kartoffelfrie år, se tabel 4.1.1. På de resterende elleve lokaliteter opfyldes den generelle anbefaling beskrevet af Landbrugsinfo (2013) for et kartoffelsædskifte ikke. På disse lokaliteter er der anvendt et sædskifte med to eller færre kartoffelfrie år, hvoraf hovedparten af arealerne er dyrket med ét kartoffelfrit år eller derunder, jævnfør tabel 4.1.1. Det fremgår ligeledes af samme tabel, at der er en tendens til færre cyster i jordprøverne fra arealer, der dyrkes med et sædskifte, der giver flere kartoffelfrie år. Det stemmer overens med, at der flere steder, hvor der er konstateret synlige angreb, findes over 100 cyster i jordprøverne jævnfør tabel 4.1.1 og tabel 4.1.2.

Det er således en udfordring, at hos mere end ti ud af de fjorten avlere, hvor der er konstateret *G. pallida* ikke blev dyrket sorter, som er resistente overfor netop *G. pallida* sidste gang, der blev dyrket kartofler i arealet. Se NaturErhvervstyrelsen (2013) og tabel 4.1.1. At det er et problem, underbygges af Whitehead og Turner (1998), der beskriver, at vedvarende dyrkning af ikke resistente sorter på arealer inficeret med KCN fører til en kraftig opformering.

Ydermere kan ukrudt i natskyggefamilien (*Solanaceae*) (Whitehead og Turner, 1998) samt gengroninger af eventuelle spildkartofler ligeledes være en potentiel risiko for opformering KCN. Under danske forhold er det særligt ukrudt som sort natskygge (*Solanum nigrum*), der kan udgøre en risiko for opformering. Undersøgelser med forskellige populationer af sort natskygge har vist, at sort natskygge stimulerer klækning af KCN (Scholte, 2000). Scholte (2000) beskriver også, at de undersøgte populationer af sort natskygge ikke er fuldt resistente mod *G. pallida*, men der til gengæld er observeret fuld resistens mod de undersøgte *G. rostochiensis* populationer. Når en opformering af KCN på sort natskygge således ikke kan udelukkes, bør det som følge heraf tilstræbes at sørge for effektiv bekæmpelse af sort natskygge også imellem kartoffelafgrøder. Ligeledes bør det tilstræbes at reducere mængden af spildkartofler i marken mest muligt, således at eventuelle gengroninger begrænses til et minimum for at forhindre en eventuel opformering af KCN og sygdomme. Dette kan blandt andet gøres ved at sikre, at der ikke sker væsentligt spild i forbindelse med optagning. Hvis en kartoffelafgrøde efterfølges af en vårafgrøde, kan spildkartofler bekæmpes ved gentagne harvninger i efterårs- og vintersæsonen efter gældende lovgivning. Chancen for, at spildkartoflerne fryser ud gennem frostperioder, vil herved øges. Spildkartofler kan

også bekæmpes kemisk i kornafgrøder før høst ved anvendelse af glyphosat, men en bekæmpelse på dette tidspunkt kan være for sent, idet eventuelle KCN kan have gennemgået deres livscyklus.

På grund af at cyster kan ligge i mere end tyve år i jorden (Grainger, 1964), vil der i sædskifter, hvor der tidligere har været dyrket kartofler og efterfølgende har været en pause i kartoffeldyrkningen, kunne ske en opformering, hvis der atter dyrkes kartofler. Dette forstærkes især, hvis arealet anvendes til intensiv kartoffelproduktion med få kartoffelfrie år til følge. Som følge heraf må det siges, at KCN er en udfordring, der kan begrænses af dyrkningsmæssige tiltag, såsom anvendelsen af et fornuftigt sædskifte samt brugen af resistente sorter. Dette understreges af Hansen (2010).

5.3 Sortsvalg og sortstest

I dette afsnit diskuteres sortsvalget og sortstesten samt deres muligheder og begrænsninger.

5.3.1 Sortsvalg

Sorterne til brug ved sortstesten er udvalgt hovedsageligt på baggrund af deres resistensegenskaber, som ses i tabel 3.3.1. De udvalgte sorter er ligeledes valgt, fordi de generelt er udbredte sorter i den danske kartoffelavl. Specielt gældende for sorten Sava er, at den er valgt som dansk referencesort, fordi den ikke er resistent overfor KCN. Sorten Jelly er udvalgt, fordi det er en relativ ny spisesort, og den ikke er udbredt i den danske kartoffelavl endnu. Den er endvidere interessant, idet den i modsætning til mange andre spisesorter, udviser relativ bred resistens overfor *G. rostochiensis*. Det kunne ligeledes være interessant at have medtaget en spisesort med resistens mod *G. pallida*. Dette har dog ikke været muligt, fordi resistens mod *G. pallida* hos spisesorter er meget begrænset (Landbrugsinfo, 2013).

Det havde været muligt at anvende andre sorter i dette projekt, men de anvendte sorter er benyttet primært, fordi de har forskellige resistens overfor forskellige patotyper af KCN. Andre sorter med samme resistens kunne også have været anvendt, men de fleste andre sorter vil være dyrket i mindre udstrækning i Danmark end dem, som er valgt i dette projekt.

Efter bearbejdelsen af resultaterne af sortstesten, som er angivet i Appendiks 1, blev det klart, at det kunne have været fordelagtigt med en mere regulær udvælgelse af sorter på baggrund af deres resistensegenskaber. Dette skyldes, at det er en udfordring at udføre patotypebestemmelse i jordprøver, hvor begge arter af KCN er til stede. I den forbindelse kunne det have været fordelagtigt

med en kombination af andre sorter, hvorved systematisk udelukkelse af patotyper kunne have været nemmere. Den primære årsag til, at dette ikke blev valgt, er, at sorterne skulle være almindeligt anvendte i den danske kartoffelavl. Baggrunden for dette valg er interessen i at undersøge den nuværende dyrkningspraksis i de undersøgte arealer og sorternes indflydelse herpå. Ydermere blev det under gennemgangen af resultaterne klart, at det på baggrund af de valgte sorter, hvis der blev konstateret Pa3 i en prøve, ikke var muligt at finde ud af, om der reelt også var Pa2 i prøven. Dette skyldes, at en eventuel population af Pa2 vil være i stand til at gemme sig under resistensen af de udvalgte sorter. Se eksempelvis en gennemgang af jordprøve 11 i tabel A.11 i Appendiks 1. I denne jordprøve findes kun *G. pallida*, og det ses, at sorter, der er resistente overfor både Pa2 og Pa3, ikke er angrebet. Sorten VTn, som er modtagelig overfor Pa3, er angrebet, hvilket indikerer tilstedeværelsen af Pa3. Dette udelukker ikke tilstedeværelsen af Pa2, idet en eventuel Pa2 population ikke ville kunne ses som cyster, fordi den ikke vil kunne udvikle sig på VTn. På baggrund heraf kunne det derfor være fordelagtigt at have valgt en sort, som er resistent mod Pa3 men modtagelig for Pa2.

5.3.2 Sortstest

Af tabel 4.3.2 fremgår det, at Ro1 med overvejende sandsynlighed er den hyppigst forekommende patotype efterfulgt af Pa2.

Som det fremgår af figur 4.3.1, er det sorterne Desiree, Bintje og Sava, som bliver hyppigst angrebet af KCN. Dette stemmer godt overens med det faktum, at disse sorter ikke er resistente overfor KCN. Derimod er det sorterne Energie, Eurogrande, Aventura og Seresta, som angribes mindst i de undersøgte jordprøver. Baseret på sortstesten synes disse fire sorter at være de mest effektive til bekæmpelse af KCN. Det skyldes, at det er disse sorter, hvorpå der generelt ses færrest cyster på kartoffelplanterne og derved den laveste opformering. Desuden er det kun sorten Energie, der ikke har været udsat for angreb i de sytten undersøgte jordprøver.

Eftersom hovedparten af sorterne angribes i større eller mindre omfang, understreges det, at der findes stor variation indenfor forskellige patotyper af KCN. Det indikerer, at der indenfor de forskellige patotyper findes individer med forskellige virulensgener (Mugniery *et al.*, 1989). Forskellen i virulensen blandt de undersøgte populationer kan være en af årsagerne til, at sorterne i nogle af sortstestene angribes, mens de i andre af testene ikke angribes, selvom der med overvejende sandsynlighed er tale om den samme patotype.

Det er ligeledes vigtigt at understrege, at sortsvalet ikke kun skal foretages ud fra sortens evne til at bekæmpe KCN. I forbindelse med sortsvalet er det også vigtigt at tage højde for andre dyrkningsegenskaber hos den enkelte sort. Nogle af disse egenskaber er angivet i tabel 3.3.2.

Det faktum, at kun en enkelt sort i alle jordprøver ikke blev angrebet af KCN, betyder, at det ikke kun er denne sort, som skal dyrkes i forbindelse med bekæmpelse af KCN. Det er vigtigt at anvende forskellige sorter hen over tid, som er resistente overfor den eller de patotyper, der findes i det areal, hvor bekæmpelse af KCN ønskes. Det skyldes, at der kan være genetisk variation indenfor den givne patotypopopulation og derved forskel på de enkelte sorters evne til at bekæmpe den (Schouten og Beniers, 1997).

Som det fremgår af resultaterne i Appendiks 1, er der for mange af gentagelserne i sortstesten ikke angivet et antal cyster. Det skyldes den manglende mulighed for at opgøre antallet af cyster på kartoffelplantens rødder. Årsagen hertil skyldes hovedsageligt en for dårlig rodudvikling hos eller decideret råd i den anvendte læggekartoffel, se figur 5.3.1. På samme tid må det forventes, at et veludviklet og stort rodsystem vil give forbedrede muligheder for angreb af KCN. Således kan det formodes, at veludviklede planter med velfungerende rødder vil producere mere diffusat, som kan stimulere angreb af KCN. Det understøttes af Scholte (2000a), som vurderer, at den stimulerende effekt på klækningen blandt andet afhænger af størrelsen af rodsystemet.



Figur 5.3.1. Typisk billede fra sortstesten af en veludviklet kartoffel (til venstre) og rådden kartoffel (til højre) (Foto: Mads Bendix).

Årsagen til den ovennævnte relativt store andel ikke anvendelige resultater skyldes formentlig, at de indsamlede læggekartofler var for store, hvorfor en overskæring af kartoffelknolden var nødvendig for at kunne plante kartoflerne i plasticbeholderne. Ved overskæringen er kartofflen sandsynligvis

blevet mere modtagelig overfor svampe- og bakterieangreb. Dette underbygges af Pedersen (2011), som understreger, at overskæring af læggekartofler altid vil indebære en risiko for spredning af sygdomme. På baggrund heraf vil andelen af anvendelige resultater sandsynligvis kunne øges ved fremtidige tests ved anvendelse af mindre læggekartofler end dem, der blev anvendt i dette projekt. Således vil det være fordelagtigt at anvende kartofler til en fremtidig sortstest som ikke har en størrelse over 28 mm. Dette underbygges af Schepel (2014), som vurderer, at en størrelse på mellem 25 til 28 mm vil være optimal, således at en overskæring undgås.

Til dette projekt har det ikke været muligt at indsamle læggekartofler i denne størrelse. Det skyldes, at mange af læggekartoffelparterne allerede var opsorterede på indsamlingstidspunktet. Ligesom størrelsen 25 til 28 mm typisk betegnes som understørrelse, hvorfor disse var afsat til anden side, hovedsageligt som dyrefoder, eller var opmærket som affald, hvorfor det ikke var muligt at adskille forskellige sorter fra hinanden.

Som det fremgår af resultaterne i Appendiks 1, er der for nogle af prøverne ikke udført otte gentagelser. Årsagen til dette skyldes, at det i disse prøver ikke har været muligt at finde cyster nok, eller ekstrahere nok levende larver til at kunne foretage otte gentagelser. Ved disse prøver er der således foretaget flest mulige gentagelser med det fundne antal larver.

Hvis anvendelsen af sortstest til brug for patotypebestemmelsen skal benyttes i større udstrækning i fremtiden, end det er tilfældet i dag, bør den enkelte avler selv udvælge de sorter, som vedkommende finder relevant i sit dyrkningssystem. I dette projekt er der valgt både spise- og melsorter for at dække alle deltagende avlere. Det har den ulempe, at det ikke vil være alle sorter, der er relevante for alle avlere. Således kunne det være en mulighed i fremtiden at sammensætte en sortstest udelukkende med spisesorter og en anden sortstest udelukkende med melsorter. Således vil relevansen for den enkelte avler stige væsentligt. Samtidig bør der tages højde for, at de anvendte sorter bør have resistens overfor den fundne art af KCN.

Patotypebestemmelsen ud fra sortstesten er i særdeleshed en udfordring at udføre for populationer af KCN, som både består af *G. rostochiensis* og *G. pallida*. Det betyder, at for jordprøver indeholdende begge arter af KCN kan det være vanskeligt at give et entydigt bud på hvilke patotyper, der findes i jordprøven. Det skyldes, hvis en given sort er angrebet, kan det være vanskeligt at adskille hvilken art, der har forårsaget angrebet. Derfor kan det kun sandsynliggøres ud fra det samlede angrebsbillede hvilken patotype, der er tale om. Set i det lys skulle der muligvis være udvalgt andre sorter med andre resistensegenskaber for at lette patotypebestemmelserne for disse prøver.

Hansen (2011) beskriver, at patotypebestemmelse er mulig ved brug af PCR-teknik. Denne metode er dog ikke anvendt til patotypebestemmelse i dette projekt. Det skyldes primært et ønske om at se, hvordan forskellige populationer af KCN reagerer på forskellige kartoffelsorters resistensegenskaber, og at det benyttede hollandske laboratorium ikke som standard tilbyder en sådan metode til bestemmelse. Såfremt metoden havde været benyttet, havde det hverken været nødvendigt at dyrke kartoflerne under sortstesten med en efterfølgende gennemgang og tolkning på resultaterne, hvilket kunne have sparet meget tid.

En årsag til, at der ikke observeres angreb på sorter, hvor det forventes, kan være den måde hvorpå, larverne er separeret fra cysten. Selvom de larver, der tilsættes beholderne, er levende, er det muligt, at de ikke har tilstrækkeligt med energireserver til at inficere planten, eller at de på anden måde er påvirket af separeringsprocessen. Ydermere er det vigtigt at huske, at det kun er hunnerne af drægtige KCN, der vil vise sig som cyster i sortstesten, mens hannerne blot vil gå til grunde efter parring.

6. Konklusion

Der er konstateret KCN i nitten af de tyve jordprøver. Dette svarer til, at der er registreret KCN på 164,4 ha. Fundene af KCN understreger, at KCN fremadrettet bør behandles som en reel udfordring for dansk kartoffelavl, fordi KCN er omfattet af europæisk og national plantesundhedslovgivning, og fordi deres biologi gør KCN i stand til at overleve i jorden i over tyve år.

Ud af de atten undersøgte jordprøver, hvor det har været muligt at udføre artsbestemmelse, indeholder fjorten prøver *G. pallida*. Heraf indeholder otte prøver udelukkende *G. pallida*, mens seks indeholder en blanding af både *G. pallida* og *G. rostochiensis*. De resterende fire prøver indeholder udelukkende *G. rostochiensis*. Dette svarer til, at der er fundet *G. pallida* på et areal svarende til 126,4 ha. Det er væsentligt flere end de i alt 104,0 ha, der er registreret af NaturErhvervstyrelsen. Dette underbygger mistanken om, at *G. pallida* over de seneste år er blevet mere udbredt i den danske kartoffelavl.

Sædskiftet er af afgørende betydning i forbindelse med både forebyggelse og bekæmpelse af angreb af KCN. Det skyldes, at KCN kun opformeres på planter af natskyggefamilien (*Solanaceae*). Forebyggelse af angreb af KCN er at foretrække frem for bekæmpelse, fordi bekæmpelse vil være en langvarig proces. Forebyggelse af angreb sker gennem anvendelse af certificerede læggekartofler samt et højt hygiejneniveau. Ved at følge den generelle anbefaling om højest at dyrke kartofler

hvert fjerde år og at dyrke kartoffelsorter med en bred resistens overfor både *G. rostochiensis* og *G. pallida* mindst hver anden gang, der dyrkes kartofler, mindskes risikoen for angreb af KCN. Ligeledes understreger resultaterne, at særligt intensive sædskifter med hyppig kartoffelavl øger risikoen for opformeringen af KCN, hvorfor det ikke kan anbefales.

På baggrund af den udførte sortstest fremgår det, at der for de sytten jordprøver, hvor det har været muligt at udføre testen, med overvejende sandsynlighed er konstateret Ro1 i ti af prøverne. Der er med overvejende sandsynlighed konstateret Pa2 i mindst ni jordprøver. Ligesom der med overvejende sandsynlighed er fundet Pa3 i mindst fire jordprøver, mens der med overvejende sandsynlighed forekommer Ro2 i én jordprøve. Ro3 og Ro4 forekommer muligvis i henholdsvis to jordprøver og én jordprøve. Ro5 samt Pa1 er således de eneste patotyper, der med overvejende sandsynlighed ikke er konstateret i nogle af de sytten undersøgte jordprøver.

På baggrund af resultaterne anbefales det, at de deltagende avlere gennemgår resultaterne i samarbejde med deres lokale planteavlskonsulent og anvender kartoffelsorter, der er resistente overfor de patotyper, der er konstateret i den enkelte jordprøve.

7. Perspektivering

Fundet af KCN i nitten af tyve jordprøver indikerer, at der foreligger en reel udfordring for dansk kartoffelavl i fremtiden i forbindelse med bekæmpelsen af KCN.

Udfordringen ligger blandet andet i, at sædskifterne dyrkes for intensivt med kartofler, hvor anvendte sorter samtidig ikke bekæmper KCN tilstrækkeligt. Sådanne intensive sædskifter vil ikke alene føre til opformering af KCN, men vil også øge risikoen for infektion af sædskifterelaterede sygdomme som eksempelvis kartoffelbrok.

Det understreges af, at der den 12. september 2014 blev konstateret kartoffelbrok i Danmark for første gang siden 1981 i et særdeles anstrengt kartoffelsædskifte (Bødker, 2014). Set i lyset heraf bør det overvejes, om intensiteten med kartofler som afgrøde i sædskiftet kan minimeres. Konsekvenserne og restriktionerne ved fund af kartoffelbrok er væsentligt mere omfattende, end det er tilfældet for fund af KCN (Bødker, 2014). Fund af kartoffelbrok medfører forbud mod avl af kartofler i det ramte område, krav om avl af resistente sorter samt indførelse af sikkerhedszoner til naboejendomme (Bødker, 2014), hvorfor det kan få vidtrækkende konsekvenser for den enkelte kartoffelavler.

Ligeledes bør det overvejes, om danske kartoffelavlere i større grad skal benytte sig af muligheden for at udtage jordprøver på frivillig basis til undersøgelse for forekomst af KCN. I andre lande som eksempelvis Holland er en intensiv frivillig prøveudtagning udbredt, hvormed der opnås en præcis kortlægning af hvilke arter af KCN, der findes hvor. Kortlægningen gør landmanden i stand til at igangsætte foranstaltninger der, hvor problemet er. Eksempelvis at foretage bekæmpelse tidligt i forløbet, således at populationer af KCN ikke vokser sig så store, at det forårsager væsentlige negative konsekvenser for udbyttet. Hvis der ydermere udføres en sortstest ved brug af den fundne population af KCN, vil det ligeledes give avleren en forbedret mulighed for at vælge sorter, der bekæmper de fundne KCN bedst muligt. Ydermere vil prøveudtagning både før og efter dyrkning af en kartoffelafgrøde kunne give et billede af, hvordan den anvendte sort har påvirket populationen af KCN. Dette kan således anvendes i en evaluering af sortens effekt og kan være med til at præge et fremtidigt sortsvalg.

Udtagning og afsendelse af jordprøver samt behandling af opnåede resultater kunne være en landboforeningsopgave. Landboforeningerne udtager allerede i dag jordprøver hos landmænd i forbindelse med bestemmelse af jordens reaktions-, fosfor-, kalium-, magnesium-, og kobbertal. Når der alligevel udtages jordprøver i forbindelse med bestemmelse af jordens næringsstofindhold, vil det være oplagt at udtage jord til undersøgelse for KCN. Såfremt landmanden ønsker at få foretaget en sortstest, kan landmanden udpege problemområder, hvor tætheden af KCN er høj og angive hvilke sorter, vedkommende ønsker at få undersøgt. Herefter kan landboforeningen stå for det praktiske i forbindelse med kontakt til relevante laboratorier.

Hvis arealer fortsat dyrkes med kartofler i et intensivt sædskifte, og der anvendes sorter, som ikke er resistente overfor den givne population af KCN, vil det kunne føre til opformering af KCN. En opformering af KCN vil ikke kunne betegnes som bæredygtig anvendelse af landbrugsjorden, fordi det vil give begrænsninger for kartoffelavlere i forbindelse med sortsvalg og produktionsarealer. Set i lyset heraf vil fremtidige generationer ikke have de samme muligheder for fødevareproduktion, som vi har i dag.

8. Litteraturliste

- Agrico (2009): *Arielle*. Sortsrepræsentant. [Online] 2009. Agrico UK Ltd. Castleton of Eassie, Glamis, By Forfar, Angus, Scotland, DD8 1SJ. Tlf.: +44 01307840551, Fax: +44 01307840245, E-mail: potatoes@agrico.co.uk. [Citeret 23. september 2014]. Tilgængelig på internet: <http://www.agrico.co.uk/products/varieties/arielle.aspx>
- Alonso, R., Alemany, A. og Andres, F. (2011): Population dynamics of *Globodera pallida* (Nematoda: Heteroderidae) on two potato cultivars in natural field conditions in Balearic Islands, Spain. *Spanish journal of agricultural research*, Vol. 9, Nr. 2, pp. 589-596.
- Anonym (uden år): Figur fra slides. Forelæsning afholdt den 4. april 2013. Fra kurset: Insects in agricultural and horticultural crops. Udbudt af det Natur og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet 2012/2013. Kursusansvarlig, Peter Esbjerg. Thorvaldsensvej 40, 1871 Frederiksberg C, E-mail: pe@plen.ku.dk, Tlf.: +45 35332686.
- Brundtlandkommissionen (1987): *Vor fælles fremtid*. FN-forbundet og Mellemfolkeligt Samvirke. København.
- Bødker, L. (2014): Kartoffelbrok. *Kartoffelnyt*, Dansk Landbrugsrådgivning. Nr. 29, pp. 1.
- Danmarks Statistik (2014): AFG: *Det dyrkede areal fordelt efter område, enhed og afgrøder (AFSLUTTET)* og AFG07: *Det dyrkede areal efter område, enhed og afgrøde*. [online]. Data fra Danmarks Statistik [Citeret 11. marts 2014]. Tilgængelig på internet: <http://statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1680>
- Danmarks Statistik (2014a): AFG07: *Det dyrkede areal efter område, enhed og afgrøde*. [online]. Data fra Danmarks Statistik [Citeret 1. april 2014]. Tilgængelig på internet: <http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1680>
- ECPD (2014) – The European Cultivated Potato Database: *Innovator*. [online]. Scottish Agricultural Science Agency, SASA. Roddinglaw Road, Edinburgh, EH12 9FJ. Tlf.: +44 01312448890, Fax: +44 01312448940, E-mail: info@sasa.gsi.gov.uk. [Citeret 23. september 2014]. Tilgængelig på internet: http://www.europotato.org/display_description.php?variety_name=Innovator
- EPPO (1997) - European and Mediterranean Plant Protection Organization: *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. In: *Quarantine pests for Europe – Data sheets on quarantine pests for the European Union and for the European and Mediterranean Plant Protection Organization*. Second edition, pp. 601-606, CAB International, Wallingford, UK.
- EPPO (2009) - European and Mediterranean Plant Protection Organization: *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. *EPPO Bulletin*, Vol. 39, pp. 354-368.

- Europlant, (2012): *varieties, competence & service – Jelly*. Sortsrepræsentant. [Online]. Europlant Pflanzenzucht GmbH, P. O. Box 1380, D-21303 Lüneburg. Tlf.: +49 4131748005, Fax: +49 41317480580, E-mail: europlant@europlant.biz. [Citeret 5. maj 2014]. Tilgængelig på internet: http://www.europlant.biz/no_cache/en/sortensuche-ergebnis/
- Evans, K. (1970): Longevity of males and fertilisation of females of *Heterodora rostochiensis*. *Nematologica*, Vol. 16, pp. 369-374.
- Evans, K. (1993): New approaches for potato cyst management. *Nematropica*, Vol. 23, Nr. 2, pp. 221-231.
- Evans, K. og Stone, A.R. (1977): A review of the distribution and biology of the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Pest articles and news summaries*, Vol. 23, pp. 178-189.
- Evans, K. og Haydock, P.P.J. (1990): A review of tolerance by potato plants of cyst nematode attack, with consideration of what factors may confer tolerance and methods of assaying and improving it in crops. *Annals of applied biology*, Vol. 117, pp. 703-740.
- Fleming, C.C. og Powers, T.O. (1998): Potato cyst nematodes, species, pathotypes and virulence concepts. In: *Potato cyst nematodes: biology, distribution and control* (Eds. Marks, R.J. og Brodie, B.B.), pp. 51-115. CAB International, Wallingford, UK.
- Forrest, J.M.S. og Perry, R.N. (1980): Hatching of *Globodera pallida* eggs after brief exposures to potato root diffusate. *Nematologica*, Vol. 26, pp. 130-132.
- Franco, J. (1979): Effect of temperature on hatching and multiplication of potato cyst nematodes. *Nematologica*, Vol. 25, pp. 237-244.
- Grainger, J. (1964): Factors affecting the control of eelworm diseases. *Nematologica*, Vol. 10, pp. 5-20.
- Greco, N., Inserra, R.N., Brandonisio, A., Tirro, A. og De Marinis, G. (1988): Life-cycle of *Globodera rostochiensis* on potato in Italy. *Nematologica mediterranea*, Vol 16, pp. 69-73.
- Green, C.D., Greet, D.N. og Jones, F.G.W. (1970): The influence of multiple mating on the reproduction and genetics of *Heterodora rostochiensis* and *H. schachtii*. *Nematologica*, Vol. 16, pp. 309-326.
- Greet, D.N., Green, C.D. og Poulton, M.E. (1968): Extraction, standardization and assessment of the volatility of the sex attractants of *Heterodera rostochiensis* Woll. and *H. schachtii* Schm. *Annals of applied biology*, Vol. 61, pp. 511-519.
- Halford, P.D., Russell, M.D. og Evans, K. (1999): Use of resistant and susceptible potato cultivars in the trap cropping of potato cyst nematodes, *Globodera pallida* and *G. rostochiensis*. *Annals of applied biology*, Vol. 134, pp. 321-327.

- Hansen, L.M. (2010): *Status på kartoffelcystenematoden - Overlevelsesrate, bekæmpelseseffektivitet og nuværende bekæmpelsespraksis i EPPO-regionen*. Institut for Plantebeskyttelse og Skadedyr. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet.
- Hansen, L.M. (2011): *Anbefalinger vedrørende bekæmpelsesstrategi i marker med angreb af kartoffelcystenematoder*, Institut for Agroøkologi, Science and Technology, Aarhus Universitet.
- Hansen, L.M. og Jakobsen, J. (2001): Kartoffelcystenematoder, *Grøn Viden, Markbrug*, nr. 240. Danmarks jordbrugsforskning, Flakkebjerg.
- Haverkort, A.J., Mulder, A. og Van de Waart, M. (1993): The effect of soil pH on yield losses caused by the potato cyst nematode *Globodera pallida*. *Potato research*, Vol. 36, pp. 219-226.
- HLB (2014): Hilbrands laboratorium for jordsygdomme. Resultat af jordprøveanalyser. Kampsveg 27, NL – 9418 PD Wijster, Holland. Tlf.: +31 0593582828, E-mail: info@hlbbv.nl, www.hlbbv.nl.
- Holgado, R. og Magnusson, C. (2012): Nematodes as a limiting factor in potato production in Scandinavian. *Potato research*, Vol. 55, pp. 269-278.
- Jacobs, H., Gray, S.N. og Crump, D.H. (2003): Interactions between nematophagous fungi and consequences for their potential as biological agents for the control of potato cyst nematodes. *Mycological research*, Vol. 107, Nr. 1, pp. 47-56.
- Jensen, H.E. og Jensen, S.E. (2001): *Jordfysik og jordbrugsmeteorologi. Det fysiske miljø for plantevækst*. 2. Udgave. DSR Forlag. Frederiksberg.
- Jones, F.G.W. (1966): The population dynamics and population genetics of the potato cyst-nematode *Heterodera rostochiensis* Woll. on susceptible and resistant potatoes. *Report of Rothamsted Experimental Station for 1965*, pp. 301-316.
- Jones, F.G.W. (1970): The control of the potato cyst-nematode. *Journal of the royal society of arts*, Vol. 118, Nr. 5164, pp. 179-199.
- Jones, F.G.W. (1975): The soil as an environment for plant parasitic nematodes. *Annals of applied biology*, Vol. 79, pp. 113-139.
- Jørgensen, T.W. (2014): Personlig meddelelse, Akademisk medarbejder, Planter, Center for Jordbrug, Direkte tlf.: +45 45263794, E-mail: tvj@naturerhverv.dk, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. NaturErhvervstyrelsen, Nyropsgade 30, 1780 København V, Tlf.: +45 33958000, E-mail: mail@naturerhverv.dk, www.naturerhverv.dk.
- Kerry, B., Davies, K. og Esteves, I. (2009): *Managing potato cyst nematode through maximising natural decline and population suppression*. Agriculture and Horticulture Development Board. Rothamsted Research. Project Report 2009/12.

- KMC (2014): - KartoffelMelCentralen A.m.b.A.: *Oversigt over de almindeligste sorter mht. bl.a. tidlighed, lagring, nematode- og skimmelresistens, udbytte og stivelsesprocent*. [online]. 28. januar 2014. KMC, Herningvej 60, DK-7330 Brande, Danmark. Tlf.: +45 96425555, Fax: +45 96425500, E-mail: kmc@kmc.dk. [Citeret 5. maj 2014]. Tilgængelig på internet: <http://www.avlerinfo.dk/avlsnyt/sortsskema.aspx>
- Kort, J. (1974): Identification of pathotypes of the potato cyst nematode. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, Vol. 4, pp. 511-518.
- Kort, J., Ross, H., Rumpenhurst, H.J. og Stone, A.R. (1977): An international scheme for the identification of pathotypes of potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Nematologica*, Vol. 23, pp. 333-339.
- Landbrugsinfo (2013): *Kartoffelcystenematoder* [online] 5. maj 2013. Videncentret for Landbrug P/S, Agro Food Park 15, 8200 Aarhus N. Tlf.: +45 87405000, Fax: +45 87405010, E-mail: vfl@vfl.dk. [Citeret 2. april 2014]. Tilgængelig på internet: <https://www.landbrugsinfo.dk/planteavl/afgroeder/kartofler/sider/Kartoffelcystenematoder.aspx>
- Lane, A. og Trudgill, D. (1999): *Potato Cyst Nematode: A management guide*. Ministry of Agriculture Fisheries and Food, MAFF Publications, London.
- Madigan, M.T., Martinko, J.M., Bender, K.S., Buckley, D.H. og Stahl, D.A. (2014): *Brock biology of microorganisms*. Chapter 27 – *Diagnostic Microbiology*. 14. Udgave. Pearson Education Limited
- Mogensen, V.O. og Jensen, C.R. (2001): *Markafgrøder, Klima, Vandforsyning*. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Jordbrugsvidenskab, Laboratoriet for Agrohydrologi og Bioklimatologi, København.
- Mugniery, D. (1978): Vitesse de developpement, en fonction de la temperature, de *Globodera rostochiensis* et *G. pallida* (Nematoda: Heteroderidae). *Revue de nématologie*, Vol. 1, pp. 3-12.
- Mugniery, D., Phillips, M.S., Rumpenhursts, H.J., Stone, A.R., Treurt, A. og Trudgill, D.L. (1989): Assessment of partial resistance of potato to, and pathotype and virulence differences in, potato cyst nematodes. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin*, Vol. 19, pp. 7-25.
- Mulder, A. og Van der Wal, A.F. (1997): Relationship between potato cyst nematodes and their principal host. I. A literature review. *Potato research*, Vol. 40, pp. 317-326.
- Mulder, A., Van der Wal, A.F., Velema, R.A.J. og Roosjen, J.S. (1997): Effects of soil characteristics on the relationship between potato cyst nematodes and yield. II. Acidity (soil pH). *Potato research*, Vol. 40, pp. 375-381.
- Mulder, A., Van der Wal, A.F. og Velema, R.A.J. (1997a): Effects of soil characteristics on the relationship between potato cyst nematodes and yield. I. Water retention. *Potato Research*, Vol. 40, pp. 367-374.
- Møller, L. (2004): Beskrivelser af kartoffelsorter. *Kartoffelnyt*, Vol. 50.

- Møllerhagen, P.J. (2014): Sorter og sortsprøving i potet 2013. *Bioforsk fokus*. Vol. 9, Nr.1, pp. 291-310.
- NaturErhvervstyrelsen (2013): *Liste over kartoffelsorter avlet i Danmark med angivelse af eventuel resistens overfor kartoffelcystenematoder*. Opdateret d. 19/7 2013. Dansk sortsliste. Liste tilsendes avlere som har fået konstateret angreb af kartoffelcystenematoder. Udleveret af avler.
- NVWMEZ (2014): - Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit Ministerie van Economische Zaken: *Lijst van in Nederland beschikbare aardappelrassen met bijbehorende resistentieniveaus voor aardappelmoetheid*. Hollandsk sortsliste. NVWA Divisie Landbouw en Natuur, Februar 2014.
- Palomares-Rius, J.E., Jones, J.T., Cock, P.J., Castillo, P. og Blok, V.C. (2013): Activation of hatching in diapaused and quiescent *Globodera pallida*. *Parasitology*, Vol. 140, pp. 445-454.
- Pedersen, H. (2011): Overskæring af læggekartofler. *Sammendrag af indlæg fra Plantekongres 2011*. Videncentret for Landbrug P/S, Agro Food Park 15, 8200 Aarhus N. Tlf.: +45 87405000, Fax: +45 87405010, E-mail: vfl@vfl.dk.
- Perry, R.N. (1989): Dormancy and hatching of nematode eggs. *Parasitology today*, Vol. 5, pp. 377-383.
- Perry, R.N. (1998): The physiology and sensory perception of cyst nematodes, *Globodera* species. In: *Potato cyst nematodes: biology, distribution and control* (Eds. Marks, R.J. og Brodie, B.B.), CAB International, Wallingford, UK, pp. 27-51.
- Perry, R.N. og Beane, J. (1982): The effect of brief exposures to potato root diffusate on the hatching of *Globodera rostochiensis*. *Revue de nématologie*, Vol. 5, pp. 221-224.
- Perry, R.N. og Moens, M. (2006): Glossary. *Plant nematology*. CAB International, Wallingford, UK.
- Rawsthorne, D. og Brodie, B.B. (1986): Relationship between root growth of potato, root diffusate production, and hatching of *Globodera rostochiensis*. *Journal of nematology*, Vol. 18, pp. 379-384.
- Riggs, R.D. og Schuster, R.P. (1998): Management. In: *The cyst nematodes* (Ed. Sharma, S.B.). Kluwer academic publishers, Dordrecht, the Netherlands, pp. 388-416.
- Robinson, M.P., Atkinson, H.J. og Perry, R.N. (1987): The influence of soil moisture and storage time on the motility, infectivity and lipid utilization of second stage juveniles of the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Revue de nématologie*, Vol. 10, pp. 343-348.

- Schepel, E. (2014): Personlig meddelelse. Forsker, Hilbrands laboratorium for jordsygdomme. Kampsveg 27, NL – 9418 PD Wijster, Holland. Tlf.: +31 0651982680, E-mail: schepel@hlbbv.nl
- Scholte, K. (2000): Screening of non-tuber bearing *Solanaceae* for resistance to and induction of juvenile hatch of potato cyst nematodes and their potential for trap cropping. *Annals of applied biology*, Vol. 136, pp. 239-246.
- Scholte, K. (2000a): Growth and development of plants with potential for use as trap crops for potato cyst nematodes and their effects on the numbers of juveniles in cysts. *Annals of applied biology*, Vol. 137, pp. 31-42.
- Schouten, H.J. og Beniers, J.E. (1997): Durability of resistance to *Globodera pallida* 1. Changes in pathogenicity, virulence and aggressiveness during reproduction on partially resistant potato cultivars. *Phytopathology*, Vol. 87, pp. 862-867.
- Seinhorst, J. W. (1982): The relationship in field experiments between population density of *Globodera rostochiensis* before planting potatoes and yield of potato tubers. *Nematologica*, Vol. 28, pp. 277-284.
- Sobczak, M., Avrova, A., Jupowicz, J., Phillips, M.S., Ernst, K. og Kumar, A. (2005): Characterization of susceptibility and resistance responses to potato cyst nematode (*Globodera spp.*) infection of tomato lines in the absence and presence of the broad-spectrum nematode resistance Hero gene. *Molecular plant-microbe interactions*, Vol. 18, Nr. 2, pp. 158-168.
- Stone, A.R. (1973): *Heterodera pallida* N. SP. (Nematoda: Heteroderidae), A second species of potato cyst nematode. *Nematologica*, Vol. 18, pp. 591-606.
- Thomsen, J.M. (2014): Personlig meddelelse. Kartoffelrådgiver hos rådgivningscenteret Heden & Fjorden. Birk Centerpark 24, 7400 Herning, Tlf.: +45 20249993, E-mail: jmt@hflc.dk
- Trudgill, D.L. (1967): Effect of environment on sex determination in *Heterodera rostochiensis*. *Nematologica*, Vol. 13, pp. 263-272.
- Trudgill, D.L. (1980): Effects of *Globodera rostochiensis* and fertilisers on the mineral nutrient content and yield of potato plants. *Nematologica*, Vol. 26, pp. 243-254.
- Trudgill, D.L. (1986): Yield losses caused by potato cyst nematodes: a review of the current position in Britain and prospects for improvements. *Annals of applied biology*, Vol. 108, pp. 181-198.
- Trudgill, D.L. (1991): Resistance to and tolerance of plant parasitic nematodes in plants. *Annual review of phytopathology*, Vol. 29, pp. 167-192.
- Trudgill, D.L., Phillips, M.S. og Elliott, M.J. (2014): Dynamics and management of the white potato cyst nematode *Globodera pallida* in commercial potato crops. *Annals of applied biology*, Vol. 164, pp. 18-34.

- Turner, S.J. (1996): Population decline of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*) in field soils in Northern Ireland. *Annals of applied biology*, Vol. 129, pp. 315-322.
- Turner S.J. og Evans, K. (1998): The origins, global distribution and biology of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis* (Woll.) and *Globodera pallida* Stone). In: *Potato cyst nematodes: biology, distribution and control* (Eds. Marks, R.J. og Brodie, B.B.) CAB International, Wallingford, UK, pp. 7–26.
- Turner, S.J. og Rowe, J.A. (2006): Cyst nematodes. In: *Plant nematology*. (Eds. Perry, R.N. og Moens, M.), CAB International, Wallingford, UK. pp. 91-122.
- Van Oijen, M., De Ruijter, F.J. og Van Haren, R.J.F. (1995): Analyses of the effects of potato cyst nematodes (*Globodera pallida*) on growth, physiology and yield of potato cultivars in field plots at three levels of soil compaction. *Annals of applied biology*, Vol. 127, pp. 499-520.
- Webley, D.P. og Jones, F.G.W. (1981): Observations on *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* on early potatoes. *Plant pathology*, Vol. 30, pp. 217-224.
- Whitehead, A.G. (1992): Emergence of juvenile potato cyst-nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* and the control of *G. pallida*. *Annals of applied biology*, Vol. 120, pp. 471-486.
- Whitehead, A.G. (1998): *Plant nematode control*, CAB International, Wallingford, UK.
- Whitehead, A.G. og Turner, S.J. (1998): Management and control strategies. In: *Potato cyst nematodes: biology, distribution and control* (Eds. Marks, R.J. og Brodie, B.B.) CAB International, Wallingford, UK, pp. 27-51.

A. Appendiks 1

I dette appendiks fremgår resultaterne fra sortstesten til brug for patotypebestemmelse. En af de tyve jordprøver indeholdt ikke KCN, mens yderligere to jordprøver ikke indeholdte tilstrækkeligt antal KCN til at kunne udføre sortstesten. Resultaterne fra de resterende sytten jordprøver er vist på de følgende sider. For en beskrivelse af tolkningen af resultaterne, se afsnit 4.3.

Tabelnummeret på de følgende sider refererer til den enkelte jordprøve, eksempelvis: Tabel A.1 = Jordprøve 1.

Sortstest jordprøve 1

Tabel A.1. Resultat af sortstest for jordprøve 1 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 50 % *G. rostochiensis* og 50 % *G. pallida*. Mulig *G. rostochiensis* race og mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. rostochiensis</i> race					Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	40		25	15	31	0			22	100,0%	a	a	a	a	a	a	a	a
Bintje	22	4	0	10					9	40,5%	a	a	a	a	a	a	a	a
Innovator	40	12	5	0	19	4			13	60,1%	a	a	a	c	c	c	c	
VTn	0	0	0	0	0	0			0	0,0%	b	b	b	b		c	b	
Jelly		0			0	0			0	0,0%	b		b	b	b			
Eurogrande	0	0	0		0	0			0	0,0%	b	b	b				b	c
Energie	0	0	0		0	0			0	0,0%	b			b			b	b
Sava	4	30	1		5				10	45,0%	a	a	a	a	a	a	a	a
Oleva	0	0	0	0	0				0	0,0%	b							
Arielle	0		0	0	0				0	0,0%	b			b				
Kuras	0	0	0	0	0				0	0,0%	b			b				
Avenue	0	0	0	0					0	0,0%	b	b	b					
Seresta	0		0		0				0	0,0%	b	c	c	b			b	c
Aventra	0	0			0				0	0,0%	b	b	b	b			b	b
Solist	0	0		0	0				0	0,0%	b			b				
Elkana	0	0	0	0					0	0,0%	b	b	b	b	b			
Score											16	10	11	13	6	5	9	7

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 1:

Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1: 50 % *G. rostochiensis* og 50 % *G. pallida*.

Ro1-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro1-population. For sorter med resistens mod Ro1 angribes ikke, og eftersom sorterne Eurogrande, Oleva og Avenue ikke er angrebne, er der ikke tale om Ro4. Alle sorter uden Ro1 resistens angribes. Ligeledes er der ikke tegn på Ro2, Ro3 og Ro5, da flere sorter, herunder Energie, Oleva, Arielle, Kuras og Solist, burde være angrebet af disse patotyper.

Pa2-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa2-population. Det skyldes, at sorter med stærk resistens mod Pa2 ikke angribes. Sorten Innovator, der har stærkere resistens for Pa3 end for Pa2, angribes. Det kan dog også være et tegn på angreb af *G. rostochiensis*. Eftersom VTn ikke

angribes, og idet den er modtagelig overfor Pa3, indikerer dette Pa2. Desuden er der ikke tegn på Pa1.

Fundet af disse populationer stemmer overens med sædskiftet angivet i tabel 4.1.1, hvori det fremgår, at de seneste to anvendte sorter er henholdsvis Ballerina og Sava. Disse sorter er ikke resistente overfor hverken Ro1 eller Pa2. Det vil sige, at sorter med resistens mod minimum Ro1 og Pa2 bør benyttes i et fremadrettet sædskifte.

På baggrund af artsfordelingen i jordprøven burde Pa-populationen kunne ses mere tydeligt.

Sortstest jordprøve 2

Tabel A.2. Resultat af sortstest for jordprøve 2 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 100 % *G. rostochiensis*. Mulig *G. rostochiensis* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. rostochiensis</i> race				
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5
Desiree	12	3				6	12		8	100,0%	a	a	a	a	a
Bintje	12	4	0	0					4	48,5%	a	a	a	a	a
Innovator	29			1	34				21	258,6%	a	a	a	c	c
VTn	0			0	0		0		0	0,0%	b	b	b	b	
Jelly	0	0	0					0	0	0,0%	b		b	b	b
Eurogrande	0	0		0	0	0	0	0	0	0,0%	b	b	b		
Energie	0			0	0		0		0	0,0%	b			b	
Sava	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%					
Oleva	0	0	0	0		0		0	0	0,0%	b				
Arielle	0	0	0	0		0	0	0	0	0,0%	b			b	
Kuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	b			b	
Avenue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	b	b	b		
Seresta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	b	c	c	b	
Aventra															
Solist	0	0	0	0		0		0	0	0,0%	b			b	
Elkana	0	0	0	0					0	0,0%	b	b	b	b	b
Score											14	8	9	11	5

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 2:

Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1: 100 % *G. rostochiensis*.

Ro1-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro1-population. Dette skyldes blandt andet, at sorter med resistens mod Ro1 ikke giver cyster. På den baggrund burde der være cyster på sorten, Sava, hvilket ikke er tilfældet. Der er ikke tale om Ro4, da der ikke konstateres cyster på Eurogrande, Oleva og Avenue. Ligeledes er der ikke tegn på Ro2, Ro3 og Ro5, da flere sorter, herunder Energie, Oleva, Arielle, Kuras og Solist, burde være angrebet af disse patotyper.

Fundet af denne population stemmer overens med sædskiftet angivet i tabel 4.1.1. Flere af de seneste anvendte sorter som Sava, Bintje og Hansa er ikke resistente overfor Ro1. I tabel 4.1.2 er

det ligeledes angivet, at området historisk set er dyrket intensivt med Sava og Bintje, som ikke er resistente overfor Ro1.

I et fremadrettet sædskifte bør der som minimum benyttes kartoffelsorter med resistens mod Ro1.

Sortstest jordprøve 3

Tabel A.3. Resultat af sortstest for jordprøve 3 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 90 % *G. rostochiensis* og 10 % *G. pallida*. Mulig *G. rostochiensis* race og mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. rostochiensis</i> race					Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	19	25	19						21	100,0%	a	a	a	a	a	a	a	a
Bintje	12	2							7	33,3%	a	a	a	a	a	a	a	a
Innovator	15	15	8						13	60,3%	a	a	a	c	c	c	c	
VTn	0	0	0						0	0,0%	b	b	b	b		c	b	
Jelly	0	0	0						0	0,0%	b		b	b	b			
Eurogrande	0	0	0						0	0,0%	b	b	b				b	c
Energie	0	0	0						0	0,0%	b			b			b	b
Sava	2	0							1	4,8%	a	a	a	a	a	a	a	a
Oleva	0	0							0	0,0%	b							
Arielle	0	0							0	0,0%	b			b				
Kuras	0	0							0	0,0%	b			b				
Avenue	0								0	0,0%	b	b	b					
Seresta	0	0							0	0,0%	b	c	c	b			b	c
Aventra	0	0							0	0,0%	b	b	b	b			b	b
Solist	0	0							0	0,0%	b			b				
Elkana	0	0							0	0,0%	b	b	b	b	b			
Score											16	10	11	13	6	5	9	7

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 3:

Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1: 90 % *G. rostochiensis* og 10 % *G. pallida*.

Ro1-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro1-population. Sorter uden resistens mod Ro1 angribes. Der er ikke tale om Ro4, da der ikke konstateres cyster på Eurogrande, Oleva og Avenue. Ligeledes er der ikke tegn på Ro2, Ro3 og Ro5, da flere sorter, herunder Energie, Oleva, Arielle, Kuras og Solist, burde være angrebet af disse patotyper.

Pa2-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa2-population, idet sorter med stærk resistens mod Pa2 ikke angribes. De få gentagelser sammenholdt med den lille andel af Pa i jordprøven giver en vis usikkerhed. Sorten Innovator angribes, og den har stærkere resistens for Pa3 end for Pa2.

Angrebet kan også være et tegn på inficering med *G. rostochiensis*. VTn angribes ikke, og eftersom VTn er modtagelig overfor Pa3, indikerer dette Pa2. Slutteligt er der ikke tegn på Pa1.

Fundet af disse populationer stemmer overens med sædskiftet angivet i tabel 4.1.1. Her fremgår det, at den senest anvendte sort er Sava. Denne sort er hverken resistent for Ro1 eller Pa2.

Sorter med resistens mod minimum Ro1 og Pa2 bør benyttes i fremadrettet sædskifte.

Sortstest jordprøve 4

Tabel A.4. Resultat af sortstest for jordprøve 4 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 100 % *G. pallida*. Mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	0	3	11	1	18	10	14	22	10	100,0%	a	a	a
Bintje	9	1	2	6					5	45,6%	a	a	a
Innovator	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3,8%	c	c	
VTn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	c	b	
Jelly	8	13	9	23	19	12	14	5	13	130,4%	a	a	a
Eurogrande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%		b	c
Energie	0	0	0	0			0		0	0,0%		b	b
Sava	0	0	1	10	3	0	1	5	3	25,3%	a	a	a
Oleva	2	4	4	2	0	1	3	0	2	20,3%	a	a	a
Arielle	7	0	1	1	0	2	9		3	28,9%	a	a	a
Kuras	0	0	0	0	0	0	8	8	2	20,3%	a	a	a
Avenue	2	0	0	0				0	0	4,1%	a	a	a
Seresta	0	0		0	0	0	0	0	0	0,0%		b	c
Aventra	0	0	0	0	0	0	0		0	0,0%		b	b
Solist	2	0			2	1		0	1	10,1%	a	a	a
Elkana	0	11		0					4	37,1%	a	a	a
Score											12	16	14

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 4:

Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1: 100 % *G. pallida*.

Pa2-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa2-population, idet sorter med stærk resistens mod Pa2 ikke angribes. Sorten Innovator angribes, og den har stærkere resistens overfor Pa3 end overfor Pa2, hvilket indikerer Pa2. VTn angribes ikke, og eftersom den ikke har resistens overfor Pa3, indikerer dette Pa2. Slutteligt er der ikke nogen indikation af Pa1, da Eurogrande, Energie, Seresta og Aventra ikke angribes.

I tabel 4.1.1 fremgår det, at den senest anvendte sort er Seresta. Seresta er resistent mod Pa2. Seresta angribes ikke i testen ovenfor, hvorfor Seresta kan anvendes som sort til bekæmpelse af populationen. Dog var sorten kraftigt angrebet i 2013 jævnfør tabel 4.1.2. Det kan skyldes sortens

lave tolerance overfor angreb af KCN angivet i tabel 3.3.2. Tidligere er der blandt andet dyrket Kuras og Oleva i arealet, som har kunnet opformere en population af Pa2.

I et fremadrettet sædskifte bør sorter med resistens mod minimum Pa2 benyttes.

Sortstest jordprøve 6

Tabel A.6. Resultat af sortstest for jordprøve 6 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 100 % *G. pallida*. Mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	3	4		22	25	16	13		14	100,0%	a	a	a
Bintje	0	1	1	0					1	3,6%	a	a	a
Innovator	0	2	0	0	0	1	1	0	1	3,6%	c	c	
VTn	0	0				0	0	0	0	0,0%	c	b	
Jelly	2		6	0		1	35	0	7	53,0%	a	a	a
Eurogrande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%		b	c
Energie		0	0	0	0	0		0	0	0,0%		b	b
Sava	3	4	1	0	0	1	0	0	1	8,1%	a	a	a
Oleva	9	6	0	0	0	0	4		3	19,6%	a	a	a
Arielle	49	6	0	0	0	0	0	0	7	49,7%	a	a	a
Kuras	3	0	0	5	0	1	0	0	1	8,1%	a	a	a
Avenue	0	0	0	0	0		0	0	0	0,0%			
Seresta	0	0	0	0	0	0		0	0	0,0%		b	c
Aventra	0						0	0	0	0,0%		b	b
Solist		0	0	0	0	0	0		0	0,0%			
Elkana		13	2	1					5	38,6%	a	a	a
Score											10	14	12

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 6:

Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1: 100 % *G. pallida*.

Pa2-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa2-population, idet sorter med stærk resistens mod Pa2 ikke angribes. Sorten Innovator angribes, og den har stærkere resistens overfor Pa3 end overfor Pa2, hvilket indikerer Pa2. VTn angribes ikke, og eftersom VTn ikke har resistens overfor Pa3, indikerer dette Pa2. Afslutningsvist er der ikke nogen indikation af Pa1, idet Eurogrande, Energie, Seresta og Aventra ikke angribes.

Fundet af denne population stemmer overens med sædskiftet angivet i tabel 4.1.1. De seneste anvendte sorter Kuras og Kardal er ikke resistente overfor Pa2.

Sorter med resistens mod minimum Pa2 bør benyttes i et fremadrettet sædskifte.

Sortstest jordprøve 7

Tabel A.7. Resultat af sortstest for jordprøve 7 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 100 % *G. pallida*. Mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	20	10	4		16	0	26	6	12	100,0%	a	a	a
Bintje	0	2	0	44					12	98,2%	a	a	a
Innovator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	c	c	b
VTn	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2,1%	c		a
Jelly	3	0	9	0	4	0			3	22,8%	a	a	a
Eurogrande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%		b	c
Energie	0	0	0	0					0	0,0%		b	b
Sava	29	0		2	0		0	1	5	45,5%	a	a	a
Oleva	0	0			2	0	0		0	3,4%	a	a	a
Arielle	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1,1%	a	a	a
Kuras	0	0	15	13	0	0	4	0	4	34,1%	a	a	a
Avenue	0	0		1			0	0	0	1,7%	a	a	a
Seresta	0	0		1			0	0	0	1,7%	a		c
Aventra	0		0	0	0			0	0	0,0%		b	b
Solist	0	0		0	0	0	0	0	0	0,0%			
Elkana	0	0							0	0,0%			
Score											11	12	14

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 7:

Artsfordelingen jævnfør tabel: 4.2.1: 100 % *G. pallida*.

Pa3-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa3-population. Seresta angribes, og den har mindre stærk resistens overfor Pa3 end overfor Pa2, hvilket indikerer Pa3. Sorten VTn angribes, og den er resistent overfor Pa2, men ikke Pa3. Eurogrande kunne potentielt været angrebet, fordi den har mere stærk resistens overfor Pa2 end Pa3, men det er den ikke.

Muligvis Pa2 population. Det kan ikke udelukkes, at der findes Pa2 i prøven, idet denne population kan skjule sig bag resistensen grundet de anvendte sorter. Det skyldes, at når VTn er angrebet, er det ikke muligt at se, om der er Pa2 i prøven.

Fundet af Pa3 og muligvis Pa2 stemmer overens med sædskiftet angivet i tabel 4.1.1. De seneste tre gange, der er dyrket kartofler i arealet, har det været Kuras. Kuras er ikke resistent overfor hverken Pa2 eller Pa3, hvorfor en population med disse to patotyper har haft mulighed for at udvikle sig. Sorter med bred resistens mod *G. pallida* bør benyttes i et fremadrettet sædskifte, eftersom der muligvis er flere forskellige patotyper til stede i arealerne, men som minimum bør sorterne være resistent mod Pa3.

Sortstest jordprøve 8

Tabel A.8. Resultat af sortstest for jordprøve 8 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 100 % *G. pallida*. Mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	33	30	30	17	20	2	16	2	19	100,0%	a	a	a
Bintje	21	29	26	8	8	18	11	15	17	90,7%	a	a	a
Innovator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	c	c	b
VTn	0	0	1	3	1	0	1	1	1	4,7%	c		a
Jelly	32	15	6	6	5	22	25	22	17	88,7%	a	a	a
Eurogrande	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,7%	a		c
Energie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%		b	b
Sava	18	10	5	38	0	6	0	0	10	51,3%	a	a	a
Oleva	2	9	8	1	7	2	24	12	8	43,3%	a	a	a
Arielle	4	5		0	0	0	6	0	2	11,4%	a	a	a
Kuras		17	10	4	4	7	11	16	10	52,6%	a	a	a
Avenue	0	3	0	0	0	1	0	2	1	4,0%	a	a	a
Seresta	0	1	0	0	1	0	1	0	0	2,0%	a		c
Aventra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%		b	b
Solist	0	0	1	20		10	2	3	5	27,4%	a	a	a
Elkana	19	12	23	22	10	12	19	21	17	92,0%	a	a	a
Score											14	13	16

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 8:

Artsfordelingen i jordprøve jævnfør tabel 4.2.1: 100 % *G. pallida*.

Pa3-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa3-population, idet sorter med svagere resistens end mod Pa3 angribes. Det ses som følge af, at Seresta og Eurogrande angribes. Disse sorter har stærk resistens mod Pa2, men ikke mod Pa3. Sorten Innovator angribes ikke, og eftersom Innovator har stærk resistens overfor Pa3, indikerer dette Pa3. VTn angribes, og den er resistent overfor Pa2, men ikke overfor Pa3. Det indikerer ligeledes Pa3.

Muligvis Pa2 population. Det kan ikke udelukkes, at der findes Pa2 i prøven, idet denne population kan skjule sig bag resistensen grundet de anvendte sorter.

Fundet af Pa3 og muligvis Pa2 stemmer overens med sædskiftet angivet i tabel 4.1.1. De senest dyrkede sorter er Kuras og Kardal. Disse sorter er ikke resistente overfor hverken Pa3 eller Pa2, hvorfor en population af disse to patotyper har haft mulighed for at udvikle sig.

I et fremadrettet sædskifte bør sorter med bred resistens mod *G. pallida* benyttes, eftersom der muligvis er flere forskellige patotyper til stede i arealerne, men som minimum bør sorterne være resistent mod Pa3. Herudover kan nævnes, at populationen virker aggressiv, da alle sorter som ikke er resistente overfor Pa3 angribes.

Sortstest jordprøve 9

Tabel A.9. Resultat af sortstest for jordprøve 9 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 100 % *G. pallida*. Mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	28	25	47	22	17	23	22	17	25	100,0%	a	a	a
Bintje	14	0	1	34					12	48,8%	a	a	a
Innovator	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	c	c	b
VTn	0	0	0				0	0	0	0,0%	c	b	
Jelly	8		30	0	0		1	0	7	25,9%	a	a	a
Eurogrande	0	0	0	0			0	0	0	0,0%		b	c
Energie	0	0	0	0		0			0	0,0%		b	b
Sava	0	0	2	0	3	0	1	0	1	3,0%	a	a	a
Oleva		0	0	2	9	0	1	0	2	6,8%	a	a	a
Arielle		6	0	0	1	1		4	2	8,0%	a	a	a
Kuras	0	15	4	10	10	37		23	14	56,3%	a	a	a
Avenue	0	0		0	0	0	0	0	0	0,0%			
Seresta	1		0	0	0	0	0	0	0	0,6%	a		c
Aventra	0		0			0			0	0,0%		b	b
Solist	0	0	0		0	0	0	0	0	0,0%			
Elkana	8	12	24	5					12	48,8%	a	a	a
Score											11	13	13

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 9:

Artsfordelingen i jordprøve jævnfør tabel 4.2.1: 100 % *G. pallida*.

Pa2-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa2-population. VTn angribes ikke, og den har stærk resistens for Pa2 og er ikke resistent overfor Pa3. Det indikerer en forekomst af Pa2.

Muligvis Pa3-population. Den mulige Pa3-population skyldes, at der ses en enkelt cyste på Seresta. Seresta har stærk resistens mod Pa2, og den er mindre stærk resistent overfor Pa3. Dette indikerer, at der kan være Pa3 i prøven. Dog angribes VTn ikke, selvom den er modtagelig overfor Pa3, men idet der observeres angreb på Seresta, bør Pa3 ikke udelukkes.

Der er ikke indikation af Pa1, idet Eurogrande, Energie, og Aventra ikke angribes.

I et fremadrettet sædskifte bør sorter med stærk resistens mod både Pa2 og Pa3 anvendes.

Sortstest jordprøve 10

Tabel A.10. Resultat af sortstest for jordprøve 10 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 100 % *G. pallida*. Mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	11	14	1	30	12	10	0	32	14	100,0%	a	a	a
Bintje	15	10	2	3					8	54,5%	a	a	a
Innovator	0	1	0	1	1	0	0	0	0	2,7%	c	c	
VTn	4		0		0	0	3	0	1	8,5%	c		a
Jelly	5	0		20	4	1	8		6	46,1%	a	a	a
Eurogrande													
Energie	0	0			0	0	0	0	0	0,0%		b	b
Sava	9	0	0	0		0	0		2	10,9%	a	a	a
Oleva	3	0	0	0	0	0		1	1	4,2%	a	a	a
Arielle	0	0		0		0	0	0	0	0,0%			
Kuras	18	0			5	1	15		8	56,7%	a	a	a
Avenue	5		0	0	0	0	0	0	1	5,2%	a	a	a
Seresta	0	0	0	0	0	0	0		0	0,0%		b	c
Aventra	1			0				0	0	2,4%	a		
Solist	0	0	1	0			0	0	0	1,2%	a	a	a
Elkana	9	9	1	2					5	38,2%	a	a	a
	Score										12	12	12

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 10:

Artsfordelingen i jordprøve jævnfør tabel 4.2.1: 100 % *G. pallida*.

Pa2-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa2-population. Sorten Innovator angribes, og den har stærk resistens for Pa3, men svagere resistens overfor Pa2, hvilket indikerer Pa2.

Pa3-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa3-population. VTn angribes, hvilket indikerer Pa3, idet VTn har stærk resistens overfor Pa2, men er ikke resistent overfor Pa3. Seresta angribes ikke, og sorten har stærkt resistens overfor Pa2 og svagere resistens overfor Pa3. Dette underbygger tilstedeværelsen af Pa2, men udelukker ikke tilstedeværelsen af Pa3. Energie angribes ikke, og eftersom Energie har stærk resistens overfor både Pa2 og Pa3, underbygges sandsynligheden for tilstedeværelse af både Pa2 og Pa3. Der er observeret en enkel cyste på

Aventra. Aventura har stærkt resistens mod både Pa2 og Pa3 og indikerer således tilstedeværelsen af Pa1. Da Energie og Seresta ikke angribes, kan det ikke underbygges, at der findes Pa1 i prøven. Populationen virker aggressiv, da alle sorter undtagen Energie, Arielle og Seresta angribes. Derfor undrer det, at Arielle ikke angribes.

Fundet af disse populationer stemmer overens med sædskiftet angivet i tabel 4.1.1. I 2013 blev der blandt andet dyrket Seresta og Kuras. Arealet har traditionelt været dyrket med kartofler hvert andet år jævnfør tabel 4.1.2. Således har der været stor risiko for opformering af KCN. Jævnfør sortstesten ovenfor er der tegn på, at Seresta bekæmper populationerne effektivt. Sorter med stærk resistens mod både Pa2 og Pa3 bør anvendes i et fremadrettet sædskifte.

Sortstest jordprøve 11

Tabel A.11. Resultat af sortstest for jordprøve 11 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 100 % *G. pallida*. Mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	43	34	41	11	50	23	0		29	100,0%	a	a	a
Bintje	27	8	39	12					22	74,5%	a	a	a
Innovator	0	0	0	0	0	0	0		0	0,0%	c	c	b
VTn	4	0	0	0	2	0	2		1	4,0%	c		a
Jelly	19	0	32	35	24	27	52		27	93,6%	a	a	a
Eurogrande	0	0	0		0	0	0		0	0,0%		b	c
Energie	0	0	0		0	0	0		0	0,0%		b	b
Sava		50		4	0	7	0		12	42,3%	a	a	a
Oleva	0	0	9	4	6	8			5	15,6%	a	a	a
Arielle		28	12	7	6	24	4		14	46,8%	a	a	a
Kuras	13	21	14	12	12	3			13	43,3%	a	a	a
Avenue			0	2	0	0	0		0	1,4%	a	a	a
Seresta	0	0	0	0	0	0	0		0	0,0%		b	c
Aventra	0				0	0			0	0,0%		b	b
Solist	0	0	0	0	0	0	13		2	6,4%	a	a	a
Elkana	0	1							1	1,7%	a	a	a
Score											12	15	16

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 11:

Artsfordelingen i jordprøve jævnfør tabel 4.2.1: 100 % *G. pallida*.

Pa3-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa3-population. VTn angribes, og eftersom VTn er resistent overfor Pa2, men ikke overfor Pa3, indikerer dette tilstedeværelsen af Pa3. Innovator angribes ikke, og sorten er mere resistent overfor Pa3 end overfor Pa2. Dette indikerer Pa3. Der er ikke nogen indikation af Pa1, idet Eurogrande, Energie, Seresta og Aventra ikke angribes.

Muligvis Pa2 population. Det kan ikke udelukkes, at der findes Pa2 i prøven, idet denne population kan skjule sig bag resistensen grundet de anvendte sorter. Det skyldes, at når VTn er angrebet, er det ikke muligt at se, om der er Pa2 i prøven.

Fundet af denne population stemmer overens med sædskiftet angivet i tabel 4.1.1. De seneste gange, der har været dyrket kartofler, har det været Kuras. Kuras er ikke resistent overfor Pa3 eller Pa2, hvorfor disse populationer har haft mulighed for at udvikle sig.

Sorter med bred resistens mod *G. pallida* bør benyttes, eftersom der muligvis er flere forskellige patotyper til stede i arealerne, men som minimum bør sorten være resistent mod Pa3 i et fremadrettet sædskifte.

Sortstest jordprøve 14

Tabel A.14. Resultat af sortstest for jordprøve 14 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 100 % *G. rostochiensis*. Mulig *G. rostochiensis* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. rostochiensis</i> race				
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5
Desiree	50	37	15	6	55	22			31	100,0%	a	a	a	a	a
Bintje	10	35	25	20	5	28			21	66,5%	a	a	a	a	a
Innovator	50	48	41	68			29		47	153,1%	a	a	a	c	c
VTn	0		0	0	0	0			0	0,0%	b	b	b	b	
Jelly	0	0	1	0	1	0			0	1,1%		a			
Eurogrande	0	0	0	0	0	0			0	0,0%	b	b	b		
Energie	0	0	0	0	0	0			0	0,0%	b			b	
Sava	0	0	0		20				5	16,2%	a	a	a	a	a
Oleva	1	4	1	2					2	6,5%		a	a	a	a
Arielle	0	0	0	0	0				0	0,0%	b			b	
Kuras	0	0	0	0	0				0	0,0%	b			b	
Avenue		0		0	0				0	0,0%	b	b	b		
Seresta	0	0	0	0	0				0	0,0%	b	c	c	b	
Aventra		0		0	0				0	0,0%	b	b	b	b	
Solist	0	0	0		0				0	0,0%	b			b	
Elkana	0	0	0	0	0				0	0,0%	b	b	b	b	B
Score											14	12	11	13	6

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 14:

Artsfordelingen i jordprøve jævnfør tabel 4.2.1: 100 % *G. rostochiensis*.

Ro1-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro1-population. Sorter uden resistens mod Ro1 angribes. Sorter som Energie, Arielle, Kuras, og Solist, der er resistente mod Ro1 og Ro4 angribes ikke. Der må nødvendigvis være en patotype mere end Ro1 i prøven, idet Oleva angribes.

Ro2-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro2-population. Jelly angribes, og eftersom Jelly ikke er resistent mod Ro2, men er resistent mod alle andre patotyper af Ro, indikerer dette Ro2. Dog udviser Energie, Arielle, Kuras og Solist ikke tegn på angreb, selvom de ikke er resistente mod Ro2. Angrebet på Oleva indikerer ligeledes forekomst af Ro2.

Der er ikke tegn på Ro3, idet Energie, Arielle, Kuras og Solist ikke angribes, selvom de ikke er resistente mod Ro3. Ligeledes er der ikke entydige indikationer på angreb af Ro3 ved andre sorter.

Der er desuden ikke indikationer af Ro4. Eurogrande og Aventura er ikke angrebet, selvom de er modtagelige overfor Ro4. Oleva er angrebet, men det kan være af Ro2. Der er heller ikke tegn på Ro5, fordi VTn, Seresta, og Aventura ikke angribes.

Fundet af disse populationer stemmer overens med sædskiftet angivet i tabel 4.1.1. Sidst der er dyrket kartofler i arealet, var det kartoffelsorten Sava. Sava er ikke resistent overfor KCN, hvorfor forskellige populationer har haft mulighed for at udvikle sig.

I et fremadrettet sædskifte bør sorter med bred resistens mod Ro-patotyperne anvendes, eftersom der muligvis er flere forskellige patotyper til stede i arealerne, men som minimum bør sorter med resistens mod Ro1 og Ro2 anvendes.

Sortstest jordprøve 15

Tabel A.15. Resultat af sortstest for jordprøve 15 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 95 % *G. rostochiensis* og 5 % *G. pallida*. Mulig *G. rostochiensis* race og mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. rostochiensis</i> race					Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	12	2	0	0	7	0	0	0	3	100,0%	a	a	a	a	a	a	a	a
Bintje	2	1	0	4					2	66,7%	a	a	a	a	a	a	a	a
Innovator	6	9	7	12	3	5	2	5	6	233,3%	a	a	a	c	c	c	c	
VTn	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	b	b	b	b		c	b	
Jelly	0	0	0	0	1	3	1		1	27,2%		a				a	a	a
Eurogrande	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	b	b	b				b	c
Energie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	b			b			b	b
Sava	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%								
Oleva	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	b							
Arielle	0	8	6	0	4	0	0	0	2	85,7%		a	a		a	a	a	a
Kuras	0		0	0	0			0	0	0,0%	b			b				
Avenue	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	b	b	b					
Seresta	0	0	0			0	0	0	0	0,0%	b	b	b	b			b	c
Aventra	0		0						0	0,0%	b	b	b	b			b	b
Solist	6	0	0					0	2	57,1%		a	a		a	a	a	a
Elkana	0	0	0	0					0	0,0%	b	b	b	b	b			
Score											12	12	11	9	6	7	11	9

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 15:

Artsfordelingen i jordprøve jævnfør tabel 4.2.1: 95 % *G. rostochiensis* og 5 % *G. pallida*.

Ro1-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro1-population. Sorter med resistens mod Ro1 angribes ikke. Det gælder for VTn, Eurogrande, Energie, Oleva, Kuras, Avenue, Seresta, Aventra, og Elkana. Dog angribes Jelly, Arielle og Solist, hvilket indikerer, at der findes flere patotyper end Ro1 i jordprøven. Disse angreb kan skyldes Pa2, men fordi der kun findes 5 % *G. pallida* i prøven, skyldes angrebet på disse sorter formentligt angreb fra andre Ro-populationer. Sava er den eneste sort uden resistens mod Ro1, som ikke angribes.

Muligvis Ro2-population. Analysen viser, at der muligvis er tale om en Ro2-population, idet Jelly angribes, fordi Jelly ikke er resistent overfor Ro2. Angrebet på Jelly kan dog være et tegn på Pa-angreb. Energie, Oleva og Kuras angribes ikke, selvom de er modtagelige overfor Ro2.

Muligvis Ro3-population. Muligheden for en Ro3-population skyldes, at Arielle og Solist angribes. Disse to sorter er ikke resistente overfor Ro3. Angrebet kan dog også skyldes Ro2. Sorter som Energie, Oleva og Kuras angribes ikke, selvom de er modtagelige for Ro3. Da Jelly ligeledes angribes, synes sandsynligheden for forekomst af Ro2 at være større end forekomsten af Ro3.

Der er ikke tegn på Ro4, idet Eurogrande, Oleva og Avenue ikke angribes. For disse er modtagelige overfor Ro4.

Der ses ingen indikationer på tilstedeværelse af Ro5, for VTn, Seresta og Aventura angribes ikke, selvom de er modtagelige overfor Ro5.

Pa2 population. Analysen viser, at der er tale om en Pa2-population. VTn angribes ikke, og eftersom VTn ikke er resistent overfor Pa3, men har stærk resistens mod Pa2, indikerer dette Pa2. Ligeledes angribes Eurogrande ikke, og den har stærkere resistens overfor Pa2 end overfor Pa3. Angrebet på Innovator stammer formentligt fra Ro-populationer. Der er ikke indikationer på angreb af Pa1. Sorter med bred resistens mod Ro-populationer bør benyttes i et fremadrettet sædskifte, eftersom der muligvis er flere forskellige patotyper til stede i arealerne, men som minimum bør sorterne have resistens mod Ro1, ligesom de anvendte sorter bør være resistente mod Pa2.

Sortstest jordprøve 16

Tabel A.16. Resultat af sortstest for jordprøve 16 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 90 % *G. rostochiensis* og 10 % *G. pallida*. Mulig *G. rostochiensis* race og mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. rostochiensis</i> race					Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	5	1	3	10	21	0	2		6	100,0%	a	a	a	a	a	a	a	a
Bintje	18	0		4	13	12			9	156,7%	a	a	a	a	a	a	a	a
Innovator	2	0	5	17	20	0	0		6	104,8%	a	a	a	c	c	c	c	
VTn		0	0	0	1	0			0	3,3%					a	c		a
Jelly	0			0	0	0			0	0,0%	b		b	b	b			
Eurogrande		0		0		0	0		0	0,0%	b	b	b				b	c
Energie	0	0	0	0	0	0	0		0	0,0%	b			b			b	b
Sava	0	1	3		0	0	0		1	11,1%	a	a	a	a	a	a	a	a
Oleva				0	0		0		0	0,0%	b							
Arielle	0	0	0		15	0	5		3	55,6%		a	a		a	a	a	a
Kuras	1	0	0		1	1	0		1	8,3%		a	a		a	a	a	a
Avenue	0	0	0	0	0	0	0		0	0,0%	b	b	b					
Seresta	0	0	0				0		0	0,0%	b	c	c	b			b	c
Aventra	0			0			0		0	0,0%	b	b	b	b			b	b
Solist	0	0	0	0			0		0	0,0%	b			b				
Elkana	0	0		1					0	5,6%						a	a	a
Score											12	10	11	9	8	8	11	11

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 16:

Artsfordelingen i jordprøve jævnfør tabel 4.2.1: 90 % *G. rostochiensis* og 10 % *G. pallida*.

Ro1-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro1-population. Alle sorter, der ikke er resistente overfor Ro1, angribes. Der er formentligt ikke tale om Ro2 og Ro3, idet Energi, Oleva og Solist ikke angribes. Jelly angribes ligeledes ikke, hvorfor det forstærker indikationen på, at der ikke forekommer Ro2 i prøven. At Arielle og Kuras angribes, kan skyldes Pa-populationen.

Der er ikke tegn på Ro4, da Eurogrande, Oleva og Avenue ikke angribes. Der er heller ikke tegn på Ro5, da Eurogrande, Energie, Oleva, Avenue, Seresta, Aventra og Solist ikke angribes. Angrebet på VTn skyldes formentligt Pa-populationen.

Muligvis Pa2-population. Den mulige Pa2-populationen, som analysen viser, skyldes, at Innovator angribes. Innovator har svagere resistens overfor Pa2 end Pa3, hvilket kan indikere Pa2, men som også kan skyldes angreb af en Ro-population.

Muligvis Pa3-population. Analysen viser en mulig Pa3-population, idet VTn angribes. VTn er resistent for Pa2, men modtagelig overfor Pa3, hvilket indikerer Pa3. Angrebet ses kun som en enkelt cyste, hvorfor det ikke bør tillægges for meget vægt i forbindelse med patotypebestemmelsen, men det medfører samtidig, at tilstedeværelsen af Pa3 ikke kan udelukkes.

I et fremadrettet sædskifte bør sorter med resistens mod minimum Ro1 benyttes, eftersom der formentlig er flere forskellige patotyper til stede i arealerne, bør sorter med resistens mod Pa2 og Pa3 ligeledes benyttes.

Sortstest jordprøve 17

Tabel A.17. Resultat af sortstest for jordprøve 17 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 80 % *G. rostochiensis* og 20 % *G. pallida*. Mulig *G. rostochiensis* race og mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. rostochiensis</i> race					Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	16	18	13	28	12	0	0	0	12	100,0%	a	a	a	a	a	a	a	a
Bintje	37	25	23	8					23	187,1%	a	a	a	a	a	a	a	a
Innovator	36			33	25		25	36	31	249,4%	a	a	a	c	c	c	c	c
VTn	0				0	0	0	0	0	0,0%	b	b	b	b		c	b	
Jelly	1	3	0	0		0	0		1	5,4%		a				a	a	a
Eurogrande	0	0		0	0	0	0	0	0	0,0%	b	b	b				b	c
Energie	0	0	0	0		0	0	0	0	0,0%	b			b			b	b
Sava	0	0	1	0	0	19	0		3	23,0%	a	a	a	a	a	a	a	a
Oleva	0	1	0		0		0	0	0	1,3%		a	a	a	a	a	a	a
Arielle	0	0	0		0		0	11	2	14,8%		a	a		a	a	a	a
Kuras	0	0			0		0	0	0	0,0%	b			b				
Avenue	0		0	0	2	0	0	0	0	2,3%				a	a	a	a	a
Seresta		0	0				0	0	0	0,0%	b	c	c	b			b	c
Aventra	0			0	0			0	0	0,0%	b	b	b	b			b	b
Solist	0		0		0				0	0,0%	b			b				
Elkana	0	0	1	0					0	2,0%						a	a	a
Score											11	11	10	12	7	10	14	12

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 17:

Artsfordelingen i jordprøve jævnfør tabel 4.21: 80 % *G. rostochiensis* og 20 % *G. pallida*.

Ro1-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro1-population. Alle sorter som ikke er resistente overfor Ro1 angribes.

Muligvis Ro2-population. Analysen viser, at der muligvis er tale om en Ro2-population. Jelly angribes, og eftersom Jelly ikke er resistent overfor Ro2, indikerer dette en forekomst af Ro2. Dog ses der ikke angreb på Energie, Kuras og Solist, selvom disse ikke er resistente overfor Ro2. Oleva og Arielle er angrebet, hvilket kan indikere Ro2, men angrebet kan også være et tegn på angreb af en Pa-population.

Muligvis Ro3-population. At analysen viser en mulig Ro3-population, skyldes, at Oleva og Arielle angribes. Disse sorter er ikke resistente overfor Ro3. Angrebene kan skyldes en Pa-population. Sorterne Energie, Kuras og Solist angribes ikke, selvom de ikke er resistente overfor Ro3.

Muligvis Ro4-population. Analysen viser, at der muligvis er tale om en Ro4-population. Oleva og Avenue angribes, hvilket kan indikere Ro4, men angrebet kan også være et tegn på en Pa-population. Kuras, Solist og Energie angribes ikke. Disse sorter har resistens overfor Ro4. Eurogrande angribes ikke, selvom sorten ikke er resistent overfor Ro4.

Der er ikke noget tegn på Ro5, da VTn, Eurogrande, Energie, Kuras, Seresta, Aventura og Solist ikke angribes.

Pa2-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa2-population, idet VTn ikke angribes. VTn er resistent overfor Pa2, men er modtagelig overfor Pa3. Det indikerer en tilstedeværelse af Pa2. Innovator angribes, og eftersom Innovator har stærkere resistens overfor Pa3 end Pa2, indikerer dette en forekomst af Pa2. Angreb på Innovator kan også skyldes en Ro-population.

Eftersom der formentlig er flere forskellige patotyper til stede i arealerne, bør sorter i et fremtidigt sædskifte have bred resistens mod patotyper indenfor Ro-populationen, og som minimum bør sorterne være resistente mod Ro1 og Pa2.

Sortstest jordprøve 18

Tabel A.18. Resultat af sortstest for jordprøve 18 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 90 % *G. rostochiensis* og 10 % *G. pallida*. Mulig *G. rostochiensis* race og mulig *G. pallida* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. rostochiensis</i> race					Mulig <i>G. pallida</i> race		
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5	Pa1	Pa2	Pa3
Desiree	10	2	0	0					3	100,0%	a	a	a	a	a	a	a	a
Bintje	0	9	0	23					8	266,7%	a	a	a	a	a	a	a	a
Innovator	6	13		0	45				16	533,3%	a	a	a	c	c	c	c	
VTn	0	0	0	0	0				0	0,0%	b	b	b	b		c	b	
Jelly	0	0	1	0	0				0	6,7%		a				a	a	a
Eurogrande	0	0	0	0					0	0,0%	b	b	b				b	c
Energie	0	0	0	0					0	0,0%	b			b			b	b
Sava	0	1	0	8					2	75,0%	a	a	a	a	a	a	a	a
Oleva	0	0	0	0					0	0,0%	b							
Arielle	0	0	1	0					0	8,3%		a	a		a	a	a	a
Kuras	0	0	0	0					0	0,0%	b			b				
Avenue	0	0	0	0					0	0,0%	b	b	b					
Seresta	0	0							0	0,0%	b	c	c	b			b	c
Aventra	0	0	0						0	0,0%	b	b	b	b			b	b
Solist	0	0	0	0					0	0,0%	b			b				
Elkana	0	0							0	0,0%	b	b	b	b	b			
Score											14	12	11	11	6	7	11	9

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 18:

Artsfordelingen i jordprøve jævnfør tabel 4.2.1: 90 % *G. rostochiensis* og 10 % *G. pallida*.

Ro1-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro1-population. Alle sorter uden resistens mod Ro1 angribes. Mens sorter med resistens overfor Ro1 ikke angribes, med undtagelse af Jelly og Arielle. Angreb på disse sorter kan skyldes en Pa-population.

Der er formentligt ikke tale om hverken Ro2 eller Ro3 i prøven. Dette baseres på, at hverken Energie, Oleva, Kuras eller Solist er angrebet. Arielle og Jelly er angrebet, og begge sorter er kun angrebet med en enkelt cyste hver, og dette angreb kan stamme fra en Pa-population. Dette underbygges af, at de fire ovenfor nævnte sorter ikke angribes.

Der er ikke umiddelbart tegn på Ro4. Det indikeres i særlig grad af, at sorterne Eurogrande, Oleva og Avenue, som ikke er resistente mod Ro4, ikke angribes.

Der er ikke tegn på Ro5, idet VTn, Seresta og Aventra er ikke angrebet. For disse sorter er ikke resistente overfor Ro5.

Pa2-population. Analysen viser, at der er tale om en Pa2-population. VTn angribes ikke, og eftersom VTn har stærk resistens overfor Pa2, men ingen resistens overfor Pa3, indikerer dette Pa2. Der ses angreb på Innovator, og sorten er mere resistent overfor Pa3 end overfor Pa2. Angrebet på denne sort kan skyldes en Ro-population.

Dog er det en jordprøve med få gentagelser, hvilket giver en generel usikkerhed.

I et fremadrettet sædskifte bør sorter med resistens mod minimum Ro1 og Pa2 anvendes.

Sortstest jordprøve 19

Tabel A.19. Resultat af sortstest for jordprøve 19 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 100 % *G. rostochiensis*. Mulig *G. rostochiensis* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. rostochiensis</i> race				
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5
Desiree	7	7	7						7	100,0%	a	a	a	a	a
Bintje	16	19	5						13	190,5%	a	a	a	a	a
Innovator	13	6	5						8	114,3%	a	a	a	c	c
VTn	0	0	0						0	0,0%	b	b	b	b	
Jelly	0	0	0						0	0,0%	b		b	b	b
Eurogrande	0	0	0						0	0,0%	b	b	b		
Energie	0	0	0						0	0,0%	b			b	
Sava	0	0	0						0	0,0%					
Oleva	0	0	0						0	0,0%	b				
Arielle	0	0	0						0	0,0%	b			b	
Kuras	0	0	0						0	0,0%	b			b	
Avenue	0	0	0						0	0,0%	b	b	b		
Seresta	0	0	0						0	0,0%	b	c	c	b	
Aventra															
Solist	0	0	0						0	0,0%	b			b	
Elkana	0	0	0						0	0,0%	b	b	b	b	B
Score											14	8	9	11	5

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 19:

Artsfordelingen i jordprøve jævnfør tabel 4.2.1: 100 % *G. rostochiensis*.

Ro1-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro1-population. Alle sorter uden Ro1 resistens angribes med undtagelse af Sava.

Der er ikke tegn på Ro4, da Eurogrande, Oleva og Avenue ikke er angrebet. Ligeledes er der ikke tegn på Ro2, Ro3 og Ro5, da flere sorter skulle være angrebet af disse patotyper.

Dette er en prøve med et lavt antal gentagelser, hvilket giver en generel usikkerhed.

I et fremadrettet sædskifte bør sorter med resistens mod minimum Ro1 benyttes.

Sortstest jordprøve 20

Tabel A.20. Resultat af sortstest for jordprøve 20 (HLB, 2014). Artsfordelingen jævnfør tabel 4.2.1 viser 100 % *G. rostochiensis*. Mulig *G. rostochiensis* race angiver, hvis markeret, at der kan være tale om den givne patotype ved gennemgang af eventuelle angreb på den enkelte sort. Ligeledes fremgår antal cyster pr. plante for hver gentagelse indenfor hver sort samt det gennemsnitlige antal cyster pr. plante (gns.) og den relative grad af angreb af kartoffelcystenematoder i forhold til referencesorten Desiree. Farverne angiver den enkelte sorts resistensegenskaber. Grøn = Modtagelig. Rød = Resistent. Gul = Resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens. Hvid = Resistensegenskaber ukendt. a = Sorten modtagelig og angrebet. b = Sorten resistent og ikke angrebet. c = Sorten resistent med niveau 7 til 8, eller ikke fuld resistens, eller resistensegenskaber ukendt. Der markeres altid med c i gule og hvide felter. Score angiver summen af markeringer med a, b, og c for hver patotype.

Sort	Antal cyster pr plante, maksimalt 8 prøver										Mulig <i>G. rostochiensis</i> race				
	1	2	3	4	5	6	7	8	Gns.	Relativt	Ro1	Ro2	Ro3	Ro4	Ro5
Desiree	0	0	9						3	100,0%	a	a	a	a	a
Bintje	1	12							7	216,7%	a	a	a	a	a
Innovator	24	13							19	616,7%	a	a	a	c	c
VTn	0	0	0						0	0,0%	b	b	b	b	
Jelly	0		0						0	0,0%	b		b	b	b
Eurogrande	0	0							0	0,0%	b	b	b		
Energie	0	0	0						0	0,0%	b			b	
Sava	0	1	6						2	77,8%	a	a	a	a	a
Oleva	0	0	0						0	0,0%	b				
Arielle	0	0	0						0	0,0%	b			b	
Kuras	0	0	0						0	0,0%	b			b	
Avenue	0	0							0	0,0%	b	b	b		
Seresta	0	0							0	0,0%	b	c	c	b	
Aventra	0	0							0	0,0%	b	b	b	b	
Solist	0								0	0,0%	b			b	
Elkana	0	1							1	16,7%					
	Score										15	9	10	12	5

Bemærkninger til fortolkning af jordprøve 20:

Artsfordelingen i jordprøve jævnfør tabel 4.2.1: 100 % *G. rostochiensis*.

Ro1-population. Analysen viser, at der er tale om en Ro1-population. Alle sorter uden Ro1 resistens angribes. Der er ikke tegn på Ro4, idet Eurogrande, Oleva og Avenue ikke er angrebet.

Ligeledes er der ikke tegn på Ro2, Ro3 og Ro5, da flere sorter burde være angrebet af disse patotyper. Dog burde Elkana ikke være angrebet.

Der er tale om en prøve med et meget lavt antal gentagelser, hvilket giver en generel usikkerhed.

Sorter med resistens mod minimum Ro1 bør benyttes i et fremadrettet sædskifte.