



NaturErhvervstyrelsen

Redegørelse om ”Anbefalinger vedrørende bekæmpelsesstrategi i marker med angreb af kartoffelcystenematoder”

Susanne Elmholt

Koordinator for
myndighedsrådgivning

Dato: 06. december 2011

Direkte tlf.: 8715 7685
E-mail:
Susanne.Elmholt@agrsci.dk

Afs. CVR-nr.: 57607556

Side 1/1

DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug har den 30. august modtaget en bestilling fra Plantedirektoratet (i dag NaturErhvervstyrelsen), hvori man beder om faglige anbefalinger til elementer i et forebyggelses- og bekæmpelsesprogram for karantæneskadegøreren kartoffelcystenematod.

Frist for aflevering ved udgangen af 2011.

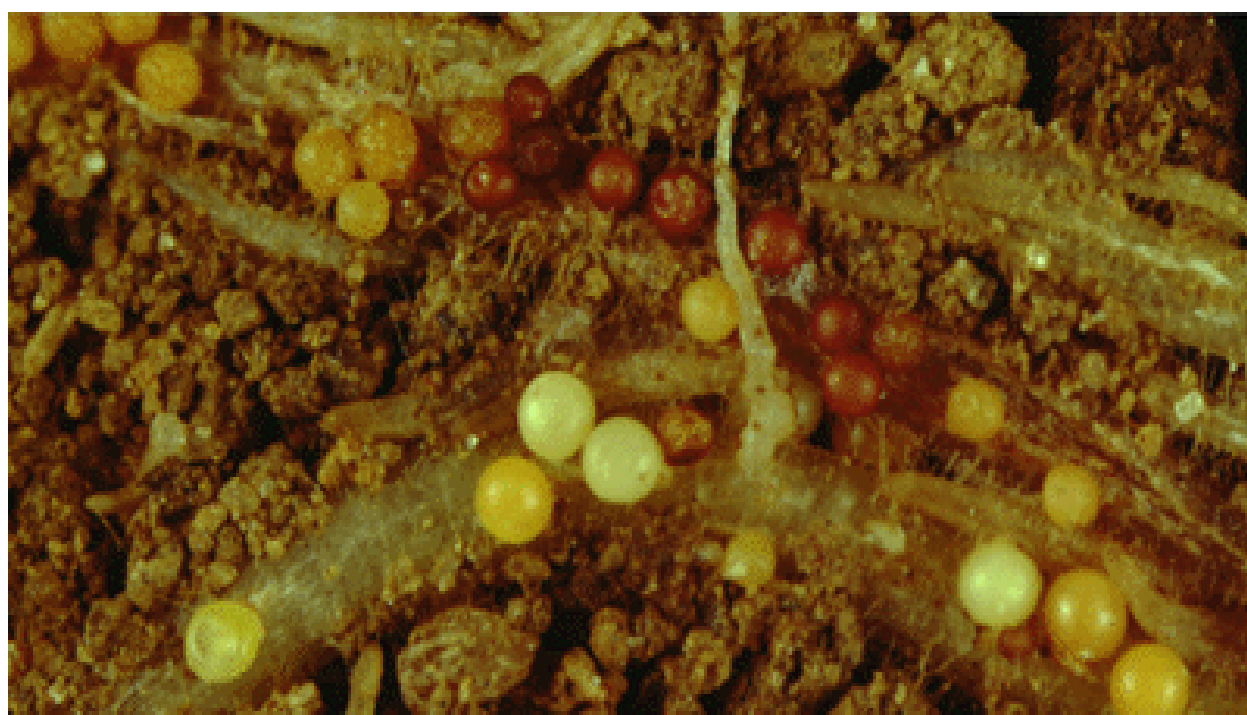
Nedenstående redegørelse er udarbejdet af seniorforsker Lars Monrad Hansen, Institut for Agroøkologi.

Med venlig hilsen

Susanne Elmholt
Seniorforsker, koordinator for myndighedsrådgivning
DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Anbefalinger vedrørende bekæmpelsesstrategi i marker med angreb af kartoffelcystenematoder

**Seniorforsker Lars Monrad Hansen
Institut for Agroøkologi
Science and Technology, Aarhus Universitet**



November 2011

Indholdsfortegnelse

I	Indledning	3
II	Baggrund	3
III	Biologi	4
	A. Patotyper	5
	B. Populationsdynamik	5
IV	Jordprøver.....	7
V	Scenarier	9
VI	Nuværende praksis	9
VII	Relation til direktiv 2007/33/EF.....	12
VIII	Forebyggelse af infektion.....	13
IX	Optimalt sortsvalg	14
X	Litteratur	15

I. Indledning

NaturErhvervsstyrelsen har i august 2011 bedt Institut for Agroøkologi ved Aarhus Universitet udarbejde en rapport omhandlende "Anbefalinger vedrørende bekæmpelsesstrategi i marker med angreb af kartoffelcystenematoder".

II. Baggrund

Ny EU-lovgivning pr. 1. juli 2010 indskærper medlemslandenes pligt til at formulere et officielt udryddelsesprogram for marker angrebet af kartoffelcystenematoder. NaturErhvervsstyrelsen ønsker derfor en opdatering af det danske program for forebyggelse og bekæmpelse af kartoffelcystenematoder.

NaturErhvervsstyrelsen ønsker følgende punkter behandlet:

1. Evaluering af effekten af den nuværende praksis
2. Anbefaling af en eller flere bekæmpelsesstrategier for marker med forekomst af kartoffelcystenematoder, set i relation til direktiv 2007/33/EF
3. Anbefalinger til forebyggelse af infektion af arealer med kartoffelcystenematoder
4. Anbefalinger om optimalt sortsvalg under danske forhold, bl.a. i form af en liste med sorter, som egner sig bedst til bekæmpelse under danske forhold og som dyrkes kommercielt i Danmark.

III. Biologi

Kartoffelcystenematoden består i realiteten af to arter nemlig den gule kartoffelcystenematode (*Globodera rostochiensis*) og den hvide kartoffelcystenematode (*Globodera pallida*). Morfologisk er de meget ens, hvilket også førte til, at Wollenweber (1923) oprindeligt beskrev dem som én art, *Heterodera rostochiensis*.

Ved hjælp af PCR-teknik er det i dag forholdsvis nemt og hurtigt at bestemme til hvilken art et fund af kartoffelcystenematoder tilhører (Marshall & Crawford, 1987).

De danske navne henviser til, at for den ene nematodarts vedkommende gennemløber hunnerne et stadium, hvor hunnernes bagkrop ændrer farve fra hvid over gul til den brune cyste. Den anden nematodart forbliver hvid, indtil den bliver til en brun cyste. Livscyklus er vist i fig. 1.

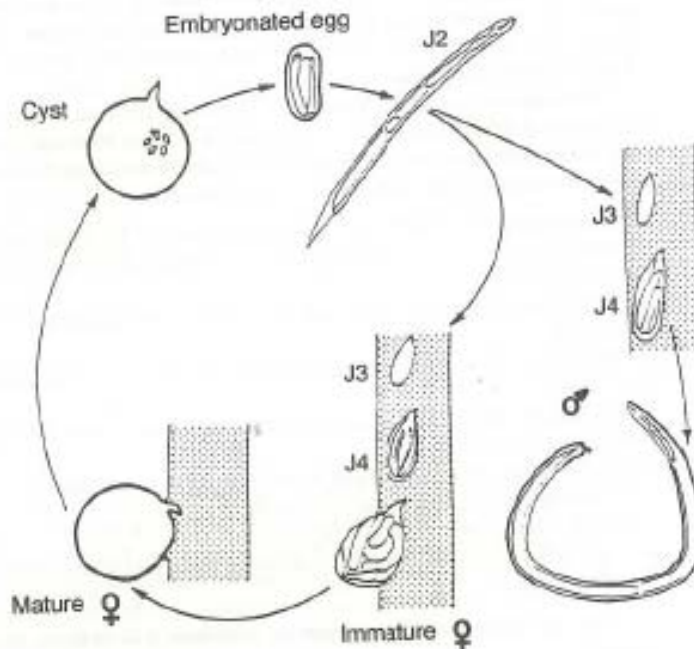


Fig. 1. Livscyklus for kartoffelcystenematoderne *Globodera rostochiensis* og *Globodera pallida* (Evans & Stone, 1977).

Cysterne (cyst i fig. 1) ligger i jorden efter endt vækstsæson. De indeholder æg og nyklækkede larver (larvestadium 1 betegnet J1). Efter at diapausen er afsluttet, vil nogle af cysterne klækkes, når æg og larver alle har udviklet sig til larvestadiet J2, og de rette omstændigheder er til stede. Der dannes både hanner og hunner. Larverne trænger ind i rødderne og udvikler sig her videre til larvestadierne J3 og J4. Hunnerne placerer sig herefter således, at deres bagkrop bryder gennem røddernes epidermis. Hannerne forlader rødderne for at parre sig med hunnerne, hvis kønsåbning sidder på bagkroppen. Herefter dør hannerne. Hunnerne udvikler nu mange æg (i gennemsnit ca. 400 pr. hun), hvorved deres bagkrop bliver større og større. Til sidst

er bagkroppen reduceret til én stor ægbeholder, og hunnen er død. Farven på bagkroppen er skiftet fra hvid til brun, og betegnes nu som en cyste. Cysten falder af roden og ud i jorden. Livscyklus er nu sluttet.

A. Patotyper

Det har imidlertid senere vist sig, at ud over de to arter, som blev dannet for flere millioner år siden, er der opstået flere såkaldte patotyper med forskellig virulens.

De forskellige patotyper opdagede man, da man fandt ud af, at de samme kartoffelcystepopulationer blev opformeret uens på kartoffelsorter med forskellige genotyper (resistensgener). Der blev derfor udarbejdet et internationalt skema til identifikation af de forskellige arter og patotyper (Canto Saenz & de Scurrah, 1977; Kort *et al.*, 1977). Testen består i, at man dyrker de pågældende kartoffelcystenematoder på en lang række kartoffelsorter med forskellige resistensgener. Resultatet fra en sådan testmatrix kan fortælle hvilken patotyper, der med overvejende sandsynlighed er tale om. Et problem er det dog, at kun for en enkelt patotypes vedkommende (RO1) er der tale om en forholdsvis simpel genetik, mens der for de andre patotypes vedkommende er tale om, at resistensen styres af flere gener.

Med den moderne PCR-teknik er det muligt, som tidligere nævnt, ikke alene at adskille de to arter *G. rostochiensis* og *G. pallida* fra hinanden, men også forskellige patotyper (virulensstyper). Det betyder derfor også, at hvad angår virulensstyper, er billedet blevet en del mere "mudret", end da virulensstyperne udelukkende blev bestemt ud fra deres opformeringssegenskaber på forskellige kartoffelsorter. Dette skyldes at specielt resistens mod *G. pallida* er kontrolleret af adskillige gener, hvilket giver mange forskellige resistensniveauer i forbindelse med udvikling af nye sorter. Dette er også delvist tilfældet for *G. rostochiensis* med undtagelsen af patotypen RO-1, som er kontrolleret af kun ét gen.

I Danmark har vi alene fundet den gule kartoffelcystenematod, bortset fra et enkelt eller to isolerede fund af den hvide kartoffelcystenematod tilbage i 80'erne i en Sønderjysk have (Lars Monrad Hansen, Aarhus Universitet, pers. obs). Endvidere er vi i den heldige situation, at vi i Danmark næsten udelukkende har patotypen RO1, hvilket betyder, at vi kan bekæmpe kartoffelcystenematoderne med kartoffelsorter, som er helt resistente over for de forekomne kartoffelcystenematoder (Hansen & Jakobsen, 2001)

B. Populationsdynamik

Kartoffelnematodcysterne vil kunne overleve i jorden i 20-30 år (Turner, 1996). Dette skyldes, at når først 2. stadie larverne har udviklet sig inden i cysten, går de ind i en ekstrem form for dvaletilstand kaldet diapause. I en sådan tilstand kan cysterne ikke stimuleres til at klække, før diapausen er ophørt. Generelt forholder det sig således, at diapausen ophører i god tid inden næste kartoffelafgrøde lægges. Herefter vil de fleste af cysterne klækkes, når de bliver udsat for forskellige kemiske forbindelser (roddiffusat) udskilt af kartoffelrødderne.

Klækkerate

Den del af cysterne, der klækker, varierer meget. I mangel af en værtsafgrøde vil nogle af cysterne klække på bestemte tider af året, når jordtemperatur og –fugtighed er passende. Man regner med, at under europæiske forhold vil omkring 30% af cysterne klække spontant på denne måde (Grainger, 1951). I meget tør jord kan klækningsprocenten komme under 20% og i meget fugtig jord over 50%. I meget kolde jorde kan klækningsprocenten komme helt ned under 4%, som man f. eks. har set det i Norge (Øydvin, 1978).

Er der en værtsafgrøde til stede, vil roddiffusat få i størrelsesordenen 60-80% af cysterne til at klække. Flest vil klækkes i sandjord og lidt færre i lerjord og jord med større organisk indhold (Jones, 1970). Uanset hvor ideelle forholdene er, vil 100% af cysterne aldrig klække. Man kan sige, at populationen har udviklet en overlevelsesstrategi, så uanset om alle klækkede cyster og dermed larver bliver udsat for en katastrofe og dør, vil der altid være 20-40% af populationen tilbage til sikre dens fortsatte eksistens. En sådan katastrofe kunne være dyrkning af en totalt resistent kartoffelsort. Nematoderne klækker i stort tal, men ingen vil kunne gennemføre deres livscyklus.

Opformeringsrate

Opformeringsraten af kartoffelcystenematoden på en værtsafgrøde afhænger af begyndelsespopulationen. Der er konkurrence om rødderne, som samtidig har indflydelse på han/hun-forholdet, idet larverne ikke har noget bestemt køn, når de trænger ind i rødderne. De larver, som det lykkes at få placeret sig et sted med mulighed for megen næring, bliver til hunner mens de resterende bliver til hanner (Ross & Trudgill, 1971).

Med en begyndelsespopulation på få æg og larver per gram jord kan opformeringsraten være omkring 60 gange (Winslow & McKenna, 1972). Er begyndelses-

populationen derimod mere end 100 æg og larver per gram jord kan opformeringsraten godt blive negativ. Dette skyldes at rodsystemet hurtigt bliver stærkt angrebet, hvorfor der er mindre plads til den enkelte larves udvikling. I Nordeuropas forholdsvis kolde jorde udvikles der som regel kun én hel generation af kartoffelcystenematoden hvert år (Jones, 1950).

For nemheds skyld regner vi i cyster i denne rapport. Multiplikationsraten kan være på helt op til 60 gange (se ovenfor), men kun for lave tætheder. Hvis vi imidlertid forudsætter en begyndende lav tæthed, hvor de opformede nematoder spredes ud ved den efterfølgende jordbehandling, kan vi med rimelig sandsynlighed regne med en konstant multiplikationsrate på omkring 40. Forestiller vi os derfor den teoretiske situation, at en ha bliver forurenede af en enkelt cyste, vil der efter 4 år være ca. 65.000 pr. ha. og efter 5 år ca. 2.5 mill. cyster pr. ha.

IV. Jordprøver

Kartoffelcystenematoderne er ikke ensartet fordelt i marken. De er normalt koncentreret i pletter med en høj koncentration i midten og aftagende mængder ud mod plettens kanter. Specielt ved lave populationstætheder vil fordelingen være ekstremt uensartet. Lave populationstætheder er netop, hvad man kommer ud for, når der udtages jordprøver til kontrol. Ved en systematisk jordprøvetagning vil man derfor få mange prøver uden cyster overhovedet. Fordelingen følger en negativ binomialfordeling.

Det betyder, at bestemmelse af antal kartoffelnematodcyster baseret på udtagne jordprøver er behæftiget med en vis usikkerhed, da det drejer sig om stikprøver. Udtager man eksempelvis ved hjælp af en række stik med jordbor en 1500 ml prøve på 1 ha, udgør den kun ca. en halvfjerdsindstusindedel ($1/70.000$) af hele jordmængden. Man må derfor lægge nogle usikkerhedsbetragtninger til grund for hvilket niveau, man vil acceptere i sit skøn over antallet af cyster pr. ha.

Hvis man f.eks. udtager 100 stik i 5-10 cm dybde (1500 ml prøve) jævnt hen over én ha og vil have 99% sikkerhed for at man får mindst én cyste i prøven, hvis der er cyster til stede, skal man have et angrebsniveau på ca. 2 millioner cyster/ha. Hvis cysterne var jævnt fordelt ville det give ca. 30 cyster pr. prøve ($2.000.000/70.000$) (gul række i tabel 1.).

Tabel 1. Sandsynligheden for at cyster er til stede i en jordprøve (1500 ml) fra et areal, hvor cyster er til stede.

Sandsynlighed i pct. for at finde mindst én cyste	Det kræver antal cyster pr. ha	Ved jævn fordeling svarer det til antal cyster pr. 1500 ml prøve
1	4.000	0,1
10	40.000	0,6
18	80.000	1,2
50	280.000	4,2
63	400.000	6
85	800.000	12
95	1.200.000	18
98	1.600.000	24
99	2.000.000	30

Modificeret efter Southey (1974)

I fig. 2 er tallene opstillet grafisk, således at man nemt kan interpolere.

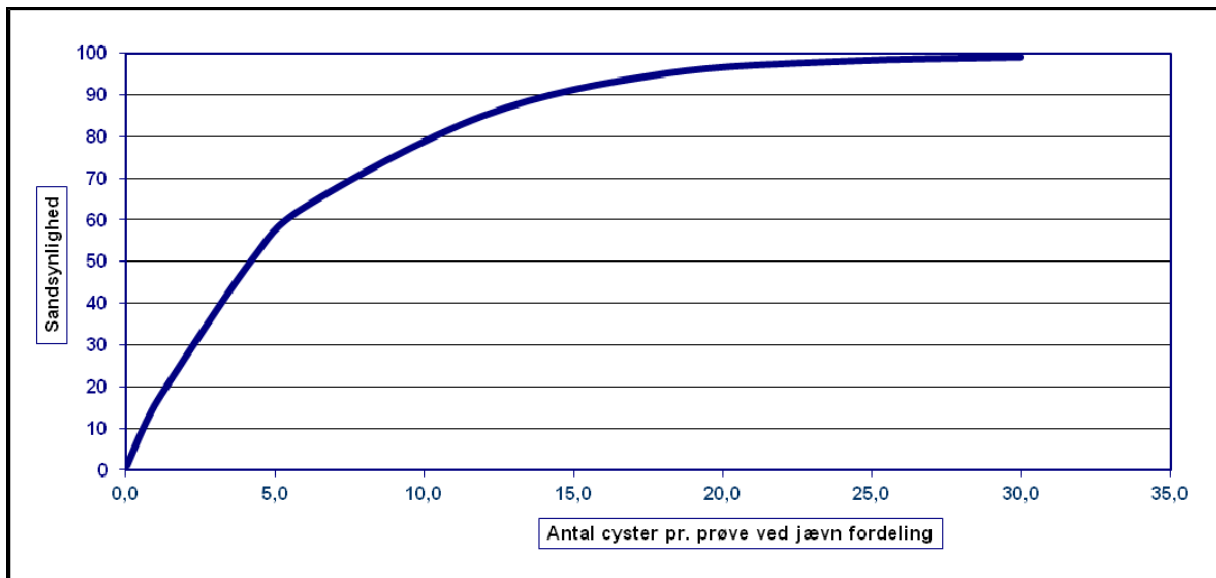


Fig. 2. Sandsynligheden for at cyster er til stede i en jordprøve (1500 ml) fra et areal, hvor cyster er til stede.

Som det fremgår af fig. 2 vil eksempelvis en sikkerhed på 90% for at man finder én cyste kræve at man som gennemsnit finder 15 cyster/prøve, hvis cysterne var jævnt fordelt.

En anden måde at øge sikkerheden på er at øge prøvetagningen, hvilket dog er meget arbejdskrævende og omkostningstungt.

V. Scenarier

En population af kartoffelcystenematoder kan, når der ikke anvendes nematicider, udvikle sig på tre måder:

1. Der dyrkes ikke værtplanter (typisk kartofler) i arealet, hvor kartoffelcystene-matoderne befinder sig. Spontant vil ca. 30% af cysterne klække pr. vækst-sæson. Da der ingen værtsplanter er, vil indholdet af disse cyster gå til grun-de. Variationen i klækningen kan imidlertid være stor, da den går fra 10% til 50%
2. Der dyrkes kartofler i arealet. Vi regner med, at ca. 70% klækkes. Disse nema-toder vil efterfølgende opformere sig på kartoffelplanterne. Opformeringsra-ten overstiger sjældent 50, og antallet af æg/larver sjældent 250/ g jord, sva-rende til ca. 750 cyster pr 1500 ml jordprøve
3. Der dyrkes resistente kartofler i arealet. Her vil ligeledes klække 70% af cy-sterne. Nematoderne invaderer kartoflerne, men de er ikke i stand til at opfor-mere sig, så de går til grunde. Hvis resistensen er total, vil alle 70% gå til grunde, hvis den er mindre vil en del overleve, og man vil derfor kunne se en mindre opformering.

VI. Evalueringen af effekten af nuværende paksis

Som det fremgår ovenfor, vil én cyste pr. ha i løbet af 4 år med dyrkning af kartofler eller andre værtplanter blive til ca. 65.000 cyster pr. ha. Hvis cysterne er jævnt fordelt svarer det til 0,9 (65000/70000) cyster pr. 1500 ml jordprøve. Af fig. 2 kan man se, at fund af mindst én cyste med denne forekomst kun vil finde sted med 12% sandsyn-lighed. Efter 5 år vil antallet af cyster være så stort, at man med 99% sikkerhed vil registrere cyster i prøverne. Er smitten større vil det kunne registreres noget hurtige-re.

Det nuværende danske program for bekæmpelse af kartoffelcystenematoder består af enten:

- seks år med passiv bekæmpelse i form af ingen kartoffeldyrkning i den an-grebne mark eller
- aktiv bekæmpelse med dyrkning af forskellige resistente kartoffelsorter i den angrebne mark i to på hinanden følgende år

Seks år med passiv bekæmpelse i form af ingen kartoffeldyrkning i den angrebne mark.

Hvis man beslutter sig for at arbejde med en sandsynlighed på 80% vil der ved fund af mindst én cyste pr. prøve være i gennemsnit ca. 11 cyster/prøve, hvis de var jævnt fordelt. Med en årlig reduktionsfaktor på 0,3 vil der efter 6 år uden en værtsafgrøde være 1,3 cyste/prøve tilbage. Denne populationstæthed vil med 18% sandsynlighed blive fundet ved en jordprøvetagning (fig. 2.). Forskellige scenarier er opstillet i tabel 2.

Tabel 2. Populationsreduktionen for kartoffelcystenematoden efter 6 værtsfrie år udregnet ud fra forskellige valgte sandsynligheder for at finde mindst én cyste ved prøvetagningen			
Sandsynlighed i pct. for at finde mindst én cyste	Ved jævn fordeling svarer det til mindst antal cyster pr. 1500 ml prøve	Mindst antal cyster pr. prøve efter værtsfrie 6 år	Sandsynlighed i pct. for at der findes mindst én cyste efter 6 værtsfrie år
90	15	1,8	25
80	11	1,3	18
70	8	0,9	14
60	5	0,6	10
50	4	0,5	8

Man kan således ikke sige noget om den nuværende praksis er tilstrækkelig, da det afhænger af, hvilket præcisionsniveau man vil arbejde med. Hvis man som nævnt anvender 80%-scenariet vil fund af nogle få cyster betyde, at ca 4 ud af 5 marker vil blive fundet fri for kartoffelcystenematoder efter 6 værtsfrie år, også selv om der er kartoffelcystenematoder til stede. Lægger man 60%-scenariet til grund vil 9 ud af 10 marker blive fundet fri for kartoffelcystenematoder efter 6 værtsfrie år.

Aktiv bekæmpelse med dyrkning af forskellige resistente kartoffelsorter i den angrebne mark i to på hinanden følgende år

Som tidligere nævnt er vi i Danmark i den heldige situation, at vi alene har den gule kartoffelcystenematod (*Globodera rostochiensis*) og stort set kun patotypen RO1. Det stiller os i den heldige situation, at vi kan anvende resistente sorter til forholdsvis effektiv bekæmpelse. Resistens mod RO1 styres af genet H1 fra *Solanum tuberosum* subsp. *andigena*. Dette resistensgen er meget udbredt anvendt som resistensgen i mange forskellige kartoffelsorter (LaMondia & Brodie, 1986). Da der kun er ét gen involveret, er resistensmekanismen forholdsvis simpel og "on/off". Enten er der 100% resistens eller meget tæt på 100%, eller også er der ingen resistens overhovedet (Hanne Grethe Kirk, LKF Vandel, pers. kom.).

Resistensen virker på den måde, at nematoderne trænger ind i kartofflernes rødder, hvor de efterfølgende ikke er i stand til at fuldføre deres udvikling, hvorefter de dør. Resistente sorter kan således godt blive udsat for væsentlige udbyttetab på grund af kraftige angreb fra kartoffelcystenematoder, men de kan ikke opformere nematoderne.

Hvis vi derfor regner med en 100% resistens samt at ca. 70% af cysterne årligt klækker, hvis der er en værtsafgrøde til stede, vil vi årligt få en reduktion på 0,7.

Hvis man igen beslutter sig for at arbejde med en sandsynlighed på 80% vil der ved fund af mindst én cyste pr. prøve være i gennemsnit ca. 11 cyster/prøve, hvis de var jævnt fordelt. Med en årlig reduktionsfaktor på 0,7 vil der efter 2 år med resistente sorter være 1,0 cyste/prøve tilbage. Denne populationstæthed vil med 16% sandsynlighed blive fundet ved en jordprøvetagning. Forskellige scenarier er opstillet i tabel 3.

Tabel 3. Populationsreduktionen for kartoffelcystenematoden efter 2 år med 100% resistente kartoffelsorter udregnet ud fra forskellige valgte sandsynligheder for at finde én eller flere cyster ved prøvetagningen.

Sandsynlighed i pct. for at finde mindst én cyste	Ved jævn fordeling svarer det til mindst antal cyster pr. 1500 ml prøve	Mindst antal cyster pr. prøve efter 2 år med resistente sorter	Sandsynlighed i pct. for at der findes mindst én cyste efter 2 år med resistente sorter
90	15	1,4	20
80	11	1,0	16
70	8	0,7	12
60	5	0,5	8
50	4	0,4	6

Det kan konkluderes at 2 år med resistente sorter er marginalt (ikke signifikant) bedre end 6 år uden en værtsafgrøde.

Hvis vi forestiller os, at vi skulle bekæmpe den hvide kartoffelcystenematode (*Globodera pallida*) med resistente sorter, bliver vi nødsaget til at anvende sorter, der har et resistensniveau, som ligger en del under 100%, idet genetikken her er forholdsvis kompliceret med flere gener involveret, således at det er svært at opnå høj resistens (Hanne Grethe Kirk, LKF Vandel, pers. kom.). Med et resistensniveau på 50% vil den årlige reduktion være på 0,35, hvilket kun er marginalt bedre en ingen værtsplanter.

Aktiv bekæmpelse med dyrkning af resistente kartoffelsorter i kombination med år uden værtsafgrøder

Hvis man anvender de samme beregningsmetoder som ovenfor, skal der efter ét år med en resistent sort være 3 år med ikke værtsafgrøder, for at opnå samme effekt

som enten 2 resistensår eller 6 værtsfrie år. Der kan således "spares" to år. Gøres det i omvendt rækkefølge, skal der stadig være 3 værtsfri år og ét resistensår.

VII. Anbefaling af en eller flere bekæmpelsesstrategier for marker med forekomst af kartoffelcystenematoder, set i relation til direktiv 2007/33/EF

Et af de væsentligste formål med dette direktiv er at "*sikre, at der ikke forekommer kartoffelcystenematoder i marker, hvor der plantes eller opbevares læggekartofler bestemt til produktion af læggekartofler samt visse planter bestemt til produktion af planter til plantning*".

Det vil i praksis ikke være muligt at nå dette mål. Man kan ikke udtale sig sikkert om forekomsten af antallet af kartoffelnematodcyster i en mark, når man kun udtager en stikprøve på ca. en halvfjerdsindstusindedel (1/70.000) af hele jordmængden. Jævnfør ovenstående beregninger, så kan man udtale sig med forskellige sandsynligheder for, at marken er fri for kartoffelcystenematoder.

De bekæmpelsesforanstaltninger, som allerede i dag anvendes, synes derfor at være tilstrækkelige, da vi kun har behov for bekæmpelse af *Globodera rostochiensis* (RO1).

Hvis der findes få kartoffelnematodcyster i en mark vil marken efter følgende dyrkningsmønster med 80% sikkerhed kunne erklæres fri for kartoffelcystenematoder:

1. 2 år med dyrkning af resistente sorter (varighed i alt 2 år).
2. 1 år med dyrkning af en resistent sort samt 3 år med værtsfri dyrkning (varighed 4 år).
3. 3 år med værtsfri dyrkning samt 1 år med dyrkning af en resistent sort (varighed i alt 4 år).
4. 6 år med værtsfri dyrkning (varighed i alt 6 år).

VIII. Anbefaling til forebyggelse af infektion af arealer med kartoffelcystenematoder

Kartoffelcystenematoden blev første gang konstateret i Danmark i 1928 og er nu udbredt over stort set hele landet.

De infektiøse juvenile nematoder, der lever i jordens vandhinder, vil kun bevæge sig aktivt maksimalt 1 m (ofte langt mindre) i forsøget på at finde en vært.

Den største transport inden for den enkelte mark og markerne imellem sker derfor passivt. Efterfølgende nævnes de mest udbredte veje til smitte med kartoffelcystenematoder er:

1. Smitte med ucertificerede læggekartofler
2. Flytning af landbrugsmaskiner – herunder mekanisk jordprøvetagningsudstyr – hvor cysterne transporteres fra smittede områder på dæk osv. til usmittede områder
3. Flytning af husdyr, hvor cysterne kan transporteres på dyrenes fødder.
4. Bevægelse af personer, som arbejder på landbrugsbedriften, hvor cyster kan transporteres på støvler og sko
5. Introduktion af jord fra smittede områder, eksempelvis i forbindelse med jordsammenlægninger, større byggerier osv
6. Introduktion af forurenede afgrøder til rene områder, eksempelvis flytning af enhver plante med rod til en planteskole. Her vil altid hænge lidt jord vil, som kan være forurenede med kartoffelcystenematoder
7. Kraftig vandafstrømning fra smittede områder
8. Stærk vind kan fra udsatte områder med let sandjord blæse cyster til områder som hidtil ikke har haft kartoffelcystenematoder.

Som det fremgår, vil en praksis med høj hygiejne hjælpe meget på at reducere spredning af kartoffelcystenematoder væsentligt. Det er dog usandsynligt, at et område, som er blevet kraftigt angrebet med kartoffelcystenematoder, nogen sinde igen vil blive helt fri for en forekomst. Uanset hvilke bekæmpelsesforanstaltninger man anvender, vil en lille restpopulation altid være tilbage.

IX. Anbefalinger om optimalt sortsvalg under danske forhold, bl.a. i form af en liste med sorter, som egner sig bedst til bekæmpelse under danske forhold og som dyrkes kommercielt i Danmark.

Fra erhvervet lyder det, at nogle resistente kartoffelsorter er bedre end andre til at bekæmpe kartoffelcystenematoder (Bettina Gylden, NaturErhvervsstyrelsen, pers. kom.).

Jeg er ikke i tvivl om, at erfaringen med forskellige kartoffelsorters resistensniveauer er en erfaring, man godt kan gøre sig i praksis. Selv med to forskellige resistente sorter i den samme mark, hvor den ene sort ser ud til at klarer sig bedre end den anden, er det ikke sikkert, at det også er tilfældet. Kartoffelcystenematoderne er så pletvis fordelt, at det er meget vanskeligt at udtale sig om på baggrund enkeltstående observationer.

Det vil derfor efter min mening ikke være videnskabeligt meningsfyldt begrundet, at begynde at skelne mellem de forskellige sorters resistensniveau for så vidt angår RO1. Når man tager hele jordprøvetagningsusikkerheden med i billedet, vil selv forholdsvis store resistensforskelle drukne i usikkerhed.

Herudover er de meget præcise resistensniveauer for de forskellige kartoffelsorter heller ikke tilgængelige, da de ikke måles så præcist, at de giver mening at anvende dem i ovenstående beregninger (Hanne Grethe Kirk, LKF Vandel, pers. kom.).

X. Litteratur

- Canto Saenz, M. & de Scurrah, M. M. (1977). Races of the potato cyst nematode in the Andean region & a new system of classification. *Nematologica* 23, 340-349.
- Evans, K. & Stone, A. R. (1977). A review of the distribution and biology of the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. PANS 23 (2), 178-189.
- Grainger, J. (1951). The golden eelworm. Studies of the ecology and control of the potato root eelworm, *Heterodera rostochiensis*. *Research Bulletin of West of Scotland Agricultural College* 10, 72pp.
- Hansen, L. M. & Jakobsen, J. (2001). Kartoffelcystenematoder. Grøn viden, Markbrug nr. 240, Danmarks jordbrugsforskning, Flakkebjerg, 6 pp.
- Jones, F. G. W. (1950). Observations on the beet eelworm and other cyst forming species of *Heterodera*. *Annals of Applied Biology* 37, 407-440.
- Kort, J., Ross, H., Rumpfenhorst, H. J. & Stone, A. R. (1977). An international scheme for identifying and classifying pathotypes of the potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*. *Nematologica* 23, 323-339.
- LaMondia, J. A. & Brodie, B. B. (1986). Effects of initial nematode density on dynamics of *Globodera rostochiensis* on resistant and susceptible potatoes. *Journal of Nematology* 18 (2), 159-165.
- Marshall, J. W. & Crawford, A. M. (1987). A cloned DNA fragment that can be used as a sensitive probe distinguish *Globodera pallida* from *Globodera rostochiensis*. *Journal of Nematology* 19, 541.
- Ross, G. J. S. & Trudgill, D. L. (1971). The effect of population density on the sex ratio of *Heterodera rostochiensis*: a two dimensional model. *Nematologica* 15, 601-617.
- Southey, J. F. (1974). Methods for Detection of Potato Cyst Nematodes. EOOP Bull. 4 (4), 463-473.
- Turner, S. J. (1996). Population decline of potato cyst nematodes (*Globodera rostochiensis*, *G. pallida*) in field soils in Northern Ireland. *Annals of Applied Biology* 129, 315-322.
- Winslow, R. D. & McKenna, L. A. (1972). Comparative rates of development of strains of potato cyst nematodes, *Heterodera rostochiensis* in outdoor pot experiments. *Record of Agricultural research, Ministry of Agriculture, Northern Ireland* 20, 17-20.
- Wollenweber, H. W. (1923). Krankheiten und Beschädigungen der Kartoffel. *Arbeit der Forschungs Institut Kartoffel Berlin* 7, 1-56.
- Øydvin, J. (1978). Studies on Potato Cyst-Nematodes *Globodera spp.* and the use of Plant resistance against *G. rostochiensis* in Norway. Växtskyddsrapporter, Avhandling nr. 2, Uppsala, Sweden, 37 pp.