



FOREBYGGELSE AF KARTOFFELCYSTENEMATODER

STØTTET AF

Kartoffelafgiftsfonden

Forebyggelse af kartoffelcystenematoder indeholder en strategi som bygger på løbende anvendelse af jordprøver og resistente sorter.

Den gule kartoffelcystenematode, *Globodera rostochiensis* (GR) har i mange år været udbredt i Danmark. Den hvide kartoffelcystenematode, *G. pallida* (GP) blev første gang observeret i en sønderjysk have i 1980'erne og først konstateret i Danmark i 2011 på to bedrifter. *G. pallida* er nu almindelig udbredt i brugsmarker og på grund af begrænset udbredelse af resistente sorter i specielt spisesorter og stor risiko for selektion af nye virulente typer (resistensbryder) i specielt stivelsesavlens med tættere sædskifte, er det afgørende med en aktiv forebyggelsesstrategi indeholdende brug af resistente sorter og egen jordprøvetagning.

UDBREDELSE AF KARTOFFELCYSTENEMATODER (KCN)

Kartoffelcystenematoder eller kartoffelål består af henholdsvis den gule (*Globodera rostochiensis* - GR) og hvide (*Globodera pallida* - GP) kartoffelcystenematode. Begge arter har hvide cyster, som ender brune. De danske navne henviser til, at den gule cystenematode ændrer cystens farve fra hvid over gul til kastanjebrun, hvorimod den hvide cystenematode forbliver hvid, indtil den bliver brun.

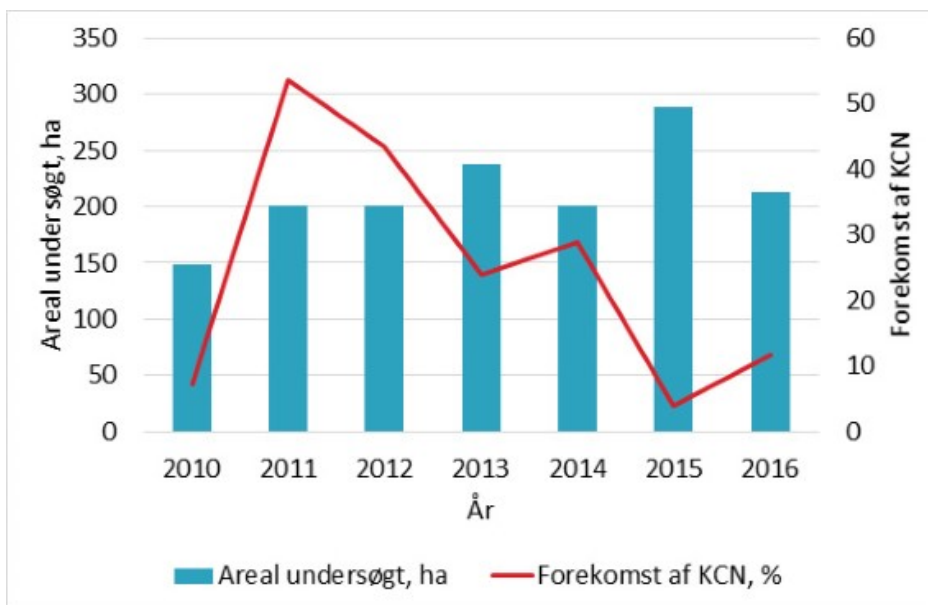
I Danmark fører Landbrugsstyrelsen statistik over udbredelsen af KCN. For alle arealer, der

påtænkes anvendt til avl af læggekartofler, skal der udtages jordprøver for KCN. På arealer med brugskartofler udtages jordprøver fra 0,5 pct. af brugsarealet. KCN bestemmes til artsniveau, men der foretages ikke bestemmelse for patotyper.

Forekomsten af KCN i de danske jordprøver er vist i figur 1 og 2. I brugsmarkerne forekom KCN i 2011 på lidt over halvdelen af det undersøgte areal (figur 1). Omfanget er siden faldet, og ved seneste undersøgelser i 2016 havde ca. 12 pct. af brugsmarkerne forekomst af KCN.

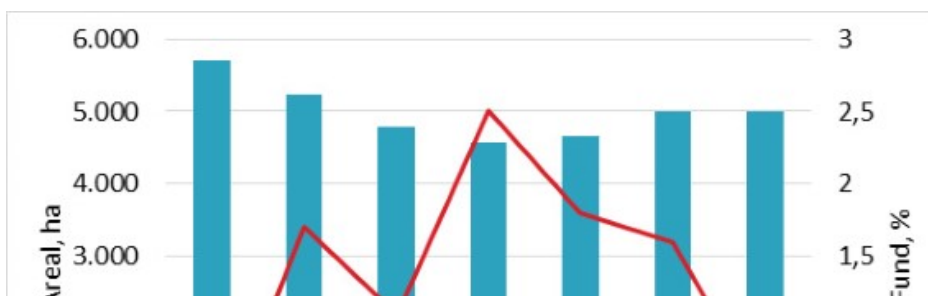
Undersøgelserne skal dog tages med forbehold, idet der i 2010-2012 kun er udtaget prøver af delmarken, hvorved en positiv prøve kan medføre, at hele marken registreres som inficeret. Fra 2013 er der derimod udtaget prøver fra hele marker. Den faldende tendens i KCN-forekomst, der er set de seneste år, kan således være et udtryk for de ændrede metoder for prøveudtagning, men omfanget af KCN i danske brugsmarker er fortsat betydeligt.

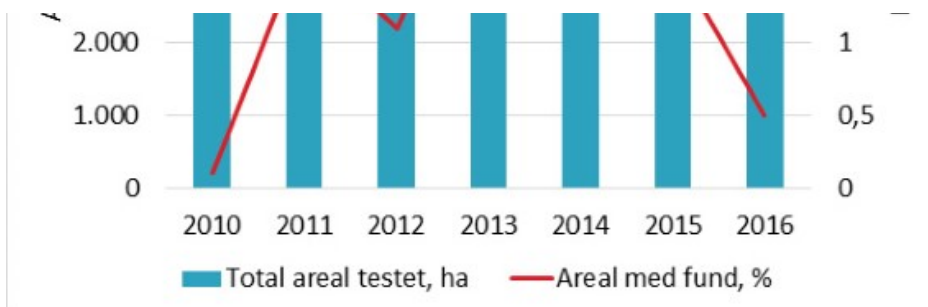
Fra at GP først blev fundet i brugsmarker i 2011, viser undersøgelserne nu en næsten ligelig forekomst af både GR og GP i danske brugsmarker. Forekomst af GP anses i lande med intensiv kartoffelproduktion (f.eks. Danmark, UK, Tyskland og Holland) for at være et stort problem, da udbuddet af resistente sorter er mindre og mulighederne for bekæmpelsen derfor mere begrænset end for GR.



Figur 1. Fund af kartoffelcystenematoder i danske jordprøver fra brugsavlen i perioden 2010-2016.

(Kilde Nielsen og Enkegaard 2017).





Figur 2. Fund af kartoffelcystenematoder i danske jordprøver fra potentielle marker til brug ved dyrkning af læggekartofler i perioden 2010-2016. (Kilde Nielsen og Enkegaard 2017).

I læggekartoflerne er grundlaget bedre for vurdering af forekomsten af KCN, da alle markerne systematisk testes forud for lægning. Omfanget af inficerede arealer er her væsentligt mindre end i brugskartoflerne, hvilket skyldes et bedre sædskifte, brug af jordprøver og certificeret udsæd (figur 2).

PATOTYPER, RESISTENS OG TOLERANCE

PATOTYPER

Internationalt er der beskrevet fem patotyper af den gule kartoffelcystenematode, *Globodera rostochiensis* (GR) (benævnt Ro1-Ro5) og tre patotyper af den hvide kartoffelcystenematode, *G. pallida* (GP) (benævnt Pa1-Pa3), hvoraf primært Ro1 og Pa2 findes i Danmark. Alle sorter angribes af cystenematoder. Sortsresistens kan opdeles i resistens og tolerance.

RESISTENS

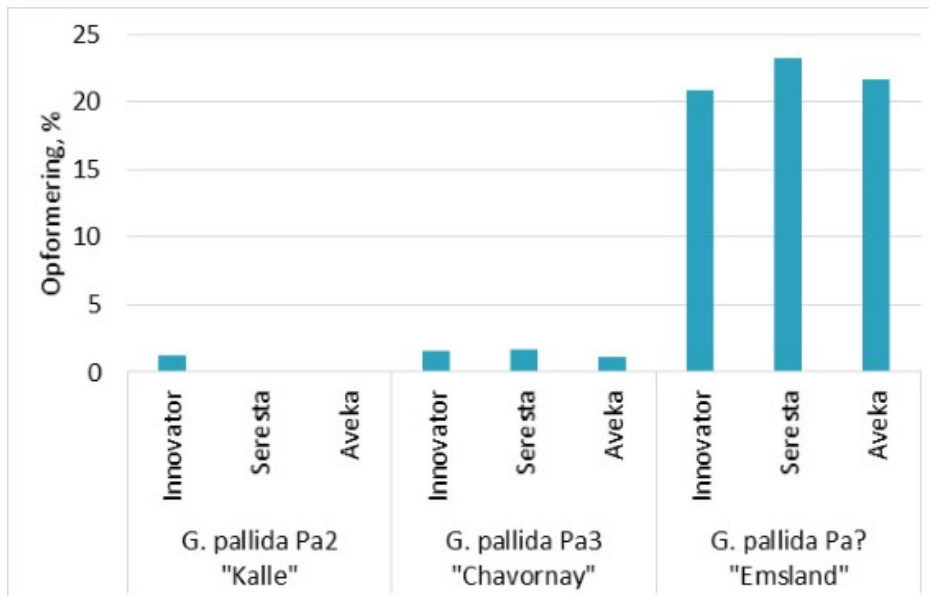
Resistens udtrykker kartoffelsortens evne til at hæmme opformering. For specielt den gule cystenematodes, patotype Ro 1 og Ro4, gælder en såkaldt kvalitativ resistens (få resistensgener). Dette betyder, at resistensen bygger på få gener, og sorten er enten resistent eller modtagelig. Resistensen over for den hvide cystenematode er kvantitativ og bygger på flere resistensgener og kan dermed variere på en skala fra 1-9 ([Se Landbrugsstyrelsens sortsliste over resistente kartoffelsorter](#)). I Tyskland beskriver de sortens resistens ud fra opformeringsraten, som viser forholdet mellem antal æg og larver før og efter dyrkning af en given sort. Hvis opformeringsraten er større end 1, sker der en opformering, og hvis raten er mindre end 1, sker der en reduktion. Meget modtagelige sorter har en opformeringsrate på 20-30. En sort som eksempelvis Festien er meget resistent og har en opformeringsrate på 0,2 (reduktion til kun 20 pct. af det oprindelige antal), hvorimod Eurogrande har en opformeringsrate på 0,93 (kun 7 pct. reduktion). Stort set alle stivelses- og spisesorter som dyrkes i Danmark er resistente (resistens R) mod Ro1, og at 27 stivelses- og industrisorter samt 12 spisesorter har høj resistens (R7 og højere) mod både Ro1, Ro2 og Ro3.

Resistens mod GP bygger derimod på flere gener. Der findes derfor færre resistente sorter, og disse omfatter primært sene stivelsessorter og meget få spisesorter. Ud fra den danske

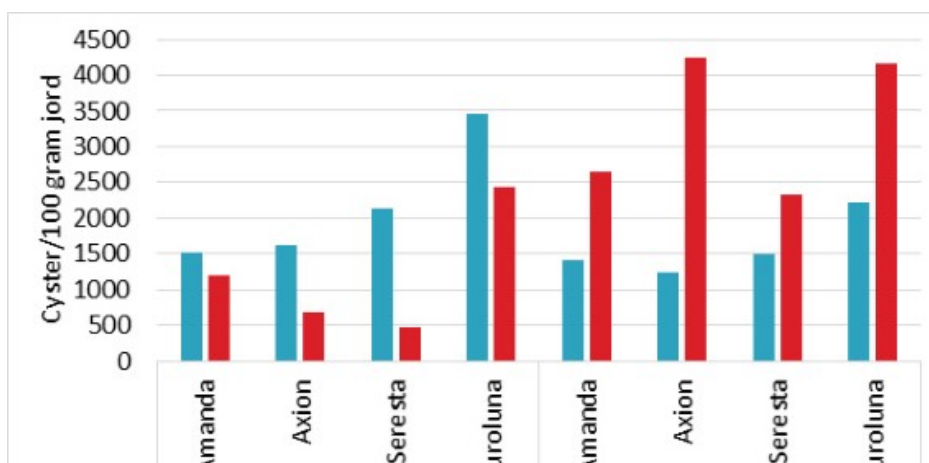
sortliste, som opdateres af Landbrugsstyrelsen, fremgår det i 2016, at 29 ud af 57 stivelses- og industrisorter har høj resistens (R7 og højere) mod både Pa2 og Pa3. Af spisesorterne har derimod kun fire ud af 66 sorter høj resistens mod både Pa2 og Pa3 (R7 og højere).

Gentagen dyrkning af kartofler fører til selektion og opformering af nye patotyper. I Tyskland er der fundet en ny patotype (endnu ikke navngivet til Pa, men kaldes "Emsland") og dermed resistensbryder af GP, som kan opformeres på resistente sorter for både Pa2-Pa3 (figur 3 og 4).

I tætte sædskifter er der derfor stor risiko for selektion i retning af nye virulente typer af specielt GP (resistensbryder), hvor der ikke findes sortsresistens.



Figur 3. Den relative modtagelighed hos tre resistente sorter Innovator, Seresta og Aveka ved brug af tre populationer af den hvide kartoffelcystenematode; "Kalle", "Charvornay" og en ny population/ patogtype kaldet "Emsland". Den procentvis opformering af cyster er målt i forhold til den modtagelige sort "Désiree". (Kilde: Niere 2015).





Figur 4. Opformeringen af cyster af henholdsvis patotype Pa 3 og "Emsland" før og efter dyrkning af fire resistente sorter Amanda, Axion, Seresta og Euroluna. (Kilde: Krüssel 2016).

TOLERANCE

Tolerance er sortens evne til at modstå udbyttetab. Nogle sorter kan for eksempel være meget resistente, men samtidig være stærkt påvirket i udbytte. En sort som eksempelvis Seresta er meget resistent (opformeringsfaktor på 0,25) men er samtidig svag tolerant overfor udbyttetab, hvilket betyder cystenematoder kan forårsage et stort udbyttetab ved en høj koncentration af nematoder (tabel 1).

Tabel 1. Skematisk oversigt over betydning for udbytte ved brug af resistente og tolerante sorter.

	Resistent	Modtagelig
Tolerant	Ingen opformering og ingen skade	Opformering men ingen skade
Følsomme	Ingen opformering men skade	Opformering og skade

Omvendt kan en sort som Kuras være meget modtagelig og dermed være årsag til en kraftig opformering af cyster med GP men meget tolerant overfor udbyttetab. Alle nyere sorter er undersøgt for resistens, men ikke alle sorter er testet for tolerance. I tabel 2 er medtaget et udsnit af dyrkede stivelsessorter i Danmark, som er testet for tolerance i Tyskland. Spørg sortsrepræsentanten for information om de sorter, som ikke er på listen.

Tabel 2. Udvalgte kartoffelsorters tolerance overfor angreb af Kartoffelcystenematoder kan inddeles i fire grupper: Følsom, svag tolerance, tolerant og høj tolerance. Kilde Stefan Krüssel 2016.

Sort	Tolerance
Altus	Tolerant
Avarna	Tolerant
Aventra	Høj tolerance
Axion	Høj tolerance
Eurogrande	Tolerant
Festien	Høj tolerance
Novano	Høj tolerance

Saprodi	Høj tolerance
Sarion	Tolerant
Scarlet	Følsom
Seresta	Svag tolerance
Signum	Høj tolerance
Stratos	Høj tolerance
Supporter	Tolerant
Smaragd	Høj tolerance

FOREBYGGELSE

Der er forholdsvis lille udbredelse af KCN i marker til brug for basis-læggekartofler. Dette skyldes, at der holdes minimum tre-fire år mellem kartofler, at der anvendes certificerede læggekartofler og at der anvendes jordprøver til test for forekomst af cyster. For at forebygge opformeringen af nye patotyper, som er resistensbrydere, er det vigtigt, at brugsavlen anvender nogle af de samme forebyggende foranstaltninger som i læggekartoffelavl.

For at opretholde en lav risiko for angreb af KCN anbefales generelt

- Sundt sædskifte (helst tre kartoffelfrie år),
- Anvendelse af sorter med bred resistens hver anden gang, herunder vekslen mellem forskellige resistente sorter; især i tætte sædskifter, også i nye jomfruelige marker.
- Sørg for at indkøbe forskellige sorter på bedriften med forskellige typer af resistens, så det er muligt at foretage en aktiv sanering i marker med KCN
- Brug aktivt jordprøver til at teste
 - for forekomst af KCN i marker med egen opformering
 - for forekomst af KCN i brugsmarker og planlæg anvendelsen af de forskellige sorter, så de mest resistente og tolerante placeres på marker med et højt indhold af KCN
- Brug læggekartofler uden KCN; også egen opformering.
- Maskiner og redskaber skal være rengjort og desinficerede ved kørsel mellem marker med og uden nematoder og altid inden vækstsæsonen
- Undgå sandflugt med læbælter.

JORDPRØVER

Jordprøver er det vigtigste redskaber, da analyseresultaterne giver mulighed for at foretage en planlægning af sortsvalget i en given mark. Jordprøverne udtages primært året før, der skal dyrkes kartofler. Hvis der er et indhold af cyster > 500 pr. 200 ml jord, bør man udtage en jordprøve igen i efteråret efter kartoffelavl for at vurdere effekten af den valgte sort på populationen. Ved at indtaste antallet art og antal cyster i et regneark med årstal er det muligt at holde styr på risikoen i hver enkelt mark.

Jordprøverne kan testes både ved Fødevarestyrelsen i Danmark, ved Eurofins og ved HLB i

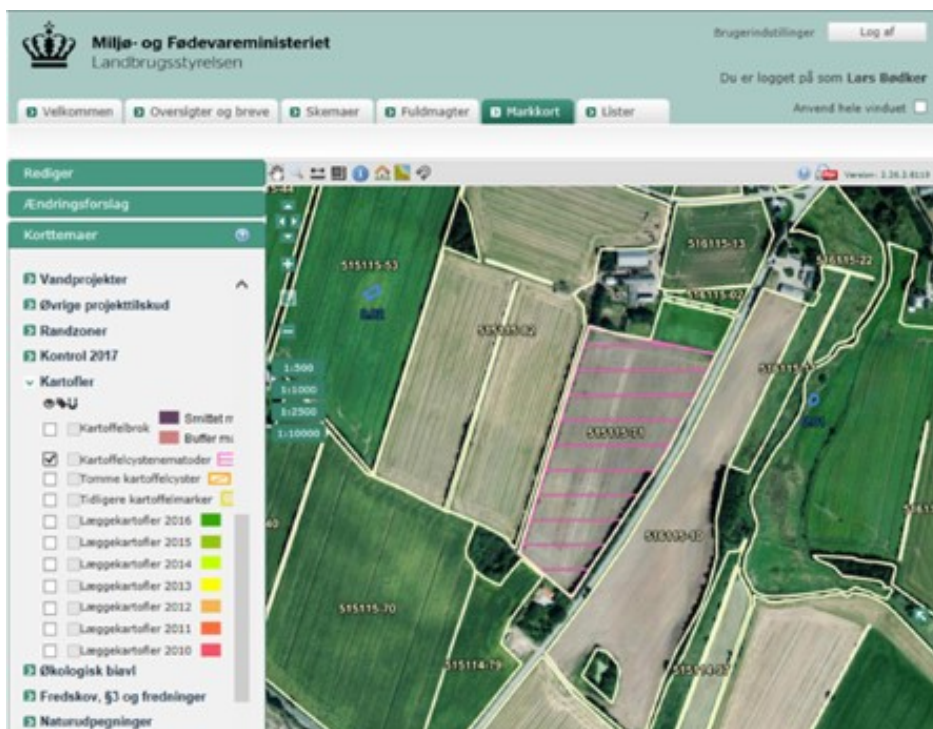
Holland. Ved HLB i Holland (koster det 35 euro/jordprøve for at teste for indhold af cyste og ekstra 50 euro for en artsbestemmelse til GR/GP. Svartid er 4-6 uger. Omkostningerne er ca. 150-175 kr. pr. hektar plus omkostninger til egen udtagning af jordprøver, hvilket er en god investering i forbindelse med planlægningen af sortsvalget. Kontakt eventuelt jeres konsulent vedr. nedenstående procedure for udtagning og forsendelse.

PROCEDURE

- Jordprøven udtages til 25 cm dybde (60 stik) med et jordbor (15 mm i diameter).
- Jordprøver udtages i snævert områder på 1 ha indenfor marken, så man kan følge udviklingen i populationen.
- Der udtages én prøve pr. hektar. I større ensartede marker udtages én prøve pr. 4-5 hektar.
- Markerne opdeles efter historiske forskelle (sædskifte, tidligere symptomer) samt sortsvalg i delmarker

OPLYSNINGSPLIGT

Alle har oplysningspligt overfor Landbrugsstyrelsen (LBST), hvis man er bekendt med, at der findes KCN. Fødevarestyrelsen indrapporterer derfor til LBST, hvis de finder KCN i en jordprøve. Hollandske laboratorier sender testresultatet til avleren, som derefter har pligt til at indrapportere til LBST. LBST registrerer derefter marken i Internet Markkort (IMK), hvor alle kan se, hvor der er fundet KCN (figur 5). Ved fund vil LBST udstede et påbud om bekæmpelse af KCN i henhold til bekendtgørelse om bekæmpelse af cystenematoder. Denne bekendtgørelse er under revision.





Figur 5. Forekomsten af marker med fund af levende og tomme cyster af kartoffelcystenematoder fremgår af IMK Markkort.