

## Titel

Resistens mod **brok** (*Synchytrium endobioticum*).

## Ansøger og projektansvarlig

- a. Landbrugets Kartoffelfond  
Grindstedvej 55  
7184 Vandel
- b. CVR-nummer: 3722 0213
- c. [www.danespo.com](http://www.danespo.com)
- d. Projektleder: Jens Kr. Ege Olsen, [jko@lkfvandel.dk](mailto:jko@lkfvandel.dk)

Arbejdet er overgået fra Landbrugets Kartoffelfond til:  
Danespo A/S  
Dyrskuevej 15  
7323 Give  
CVR-nummer: 10440831  
[www.danespo.com](http://www.danespo.com)  
Projektleder: Hanne Grethe Kirk, [hgk@danespo.com](mailto:hgk@danespo.com)

Slutrapport

## Resume

Projektet er en del af et større projekt, der udføres i samarbejde med universitet i Wageningen, samt firmaerne SAKA (DE), Meijer (NL), Teagasc (IPM, Irland), BNA/Europlant (DE), HZPC (NL) og Averis (NL). Projektet er bevilget af "Topsektor, Tuinbouw/Uitgagsmaterialen".

Projektet har 2 hovedelementer:

- 1) Karakterisering af *Synchytrium endobioticum* på dna niveau, identifikation af avr-faktorer, samt mulig udvikling af diagnostik værktøj på dna niveau til identifikation af pathotype.
- 2) Markører: DNA-analyse af spaltende populationer af kartofler med henblik på at udvikle brugbare markører til brug i forædlingen til helt eller delvis erstatning af dyre og tidskrævende sygdomsresistentest.

LKFs del af projektet har været at stille to krydsningspopulationer til rådighed for analyse og opformere knolde af disse populationer, samt at betale en del af forskningsarbejdet i Wageningen. Som resultat af arbejdet i Wageningen er der fundet markører for et betydende resistensgen i hver af tre krydsningspopulationer. Markørerne er testet i brokresistent materiale i Vandel, og alle tre gener er fundet. Der er dog også brokresistente sorter, der ikke har et af disse gener, så der findes endnu flere brokresistensgener i kartofler.

## Projektets faglige forløb

Resultater vedr. pkt.1:

Der er analyseret et større antal brokisolater henført til forskellige pathotyper. En pathotype er generelt karakteriseret ved en mutation i et bestemt avr-gen. Denne mutation gør pathotypen i stand til at undgå at blive genkendt af plantens resistensgen og dermed angribe planten.

Det viser sig, at samme pathotype kan bestå af genetisk ret forskellige linjer med forskellige mutationer i det samme avr-gen. Det har betydning for udfaldet af resistenstests, da de forskellige linjer vil have forskelle i andre gener med betydning for resistensreaktioner.

Resultater vedrørende pkt 2:

Der er testet for pathotype 1, 2, 6 og 18 i fem forskellige krydsninger med fire forskellige resistensdonorer, Aventura (2 populationer, LKF), Axion, Kuba og Transit. Aventura og Axion har en fælles stamfar, Kuba og Transit ligeledes. Resultaterne for type 1 bekræfter, at det allerede kendte gen Sen1 på kromosom 11 er den væsentligste resistensfaktor. Sen1 betyder ikke noget for de øvrige typer. Resistens mod type 2, 6 og 18 overlapper delvis, så nogle gener giver øget resistens mod alle typer, men andre gener kun virker mod en eller to typer. Ingen gener giver fuld resistens, det er nødvendigt at samle flere gener i en sort for at få en god resistens.

Biologiske tests for brokresistens er vanskelige, og afprøvningerne skal gentages over flere år, før resultaterne er robuste. Det viser sig bl.a. ved, at nogle kromosområder med betydning for resistens ikke kan genfindes hvert år. Det gør arbejdet med at identificere gener meget besværligt. Spieckermann-testen med tørrede vintersporangier, der foretages hos HLB i Holland, er mere variabel og mildere end Glynne-Lemmerzahn-testen med friske sommersporangier, der foretages hos IHAR i Polen.

I projektet er der udviklet flankerende KASPmarkører for hovedresistensgenerne fundet for de tre resistensskilder Aventura, Axion og Kuba. Generne sidder forskellige steder på kromosomerne og har til dels forskellig virkning: Axion-genet virker mod race 6 og 18, de to øvrige også mod race 2. Ingen af dem giver fuld resistens.

De fundne markører blev afprøvet i Wageneingen på en række brokresistente sorter.

KASPmarkørerne er testet på brokresistent materiale fra forædlingsstationen med forskellig afstamning, dels af sorter med resistensgener fundet i Wageneingen, dels af materiale, hvor oprindelsen af brokresistensen er ukendt. Markører for alle tre gener blev fundet, i en del tilfælde var dog kun den ene af de to flankerende markører for et gen positiv. Det kan skyldes, at markørerne er for langt fra genet, så der er sket overkrydsninger. En anden mulighed er, at den SNP, KASPmarkøren detekterer, findes i flere haplotyper, og at det kun er den haplotype, der også har den flankerende SNP, der indeholder resistensgenet.

Der er lavet krydsninger for at kombinere resistensgenerne og dermed opnå en højere og mere vedvarende resistens.

LKF/Danespo har deltaget i projektmøder i Wageneingen i februar, juni samt november hvert år. Projektet følger den oprindelige plan, aftalen med TKI (Topsektor) i NL lægger op til.

Årsrapporten for Topsektor-projektet er vedlagt.

### **Offentliggørelser vedrørende projektet**

Fra konsortiet har der været følgende eksterne kommunikationer:

Poster præsentation 2017:

B.T.L.H. van de Vossen, M. van Gent-Pelzer, E.G.W.M. Schijlen, S. Warris, H.C. van de Geest, P. Bonants, C.A. Lévesque, J. Cullis, C.T. Lewis, J.T. Chapados, W. McCormick, K. Dadej, Z. Adam, G.J. Bilodeau, M. Gagnon, D.S. Smith, R.F.G. Visser, J.H. Vossen, T.A.J. van der Lee., Unravelling potato wart disease; determination of the draft genome of the obligate biotrophic fungus *Synchytrium endobioticum*, EEC-EPPO Workshop on Euphresco, 26-29-7-2016, Moscow, Russia

Mundtlig præsentation 2017:

B.T.L.H. van de Vossen, H. Nguyen, Z. Adam, L.V. Bakker, G.J. Bilodeau, P. Bonants, J.T. Chapados, J. Cullis, K. Dadej, M. Gagnon, H.C. van de Geest, M. van Gent-Pelzer, C.T. Lewis, W. McCormick, D.S. Smith, R.G.F. Visser, J.H. Vossen, S. Warris, C.A. Lévesque and T.A.J. van der Lee, **Unravelling potato wart disease**; a joint effort of Canadian and Dutch partners, CFIA seminar, Ottawa, Canada

Poster presentation: Charlotte P. M. Prodhomme, M. João Paulo, Peter G. Vos, Richard G. F. Visser, Jack H. Vossen, Herman J. van Eck, 2017. Pitfalls and solutions to develop haplotype specific markers for Wart Disease resistance in potato. SolCuc Conference, Valencia, 2017.

Poster præsentationer 2018:

Bart van de Vossen: "The linear mitochondrial genome of the quarantine pest *Synchytrium endobioticum*; insights in the evolutionary history of an obligate biotroph" Poster: 1233-P @ICPP meeting Boston, August 2018

Charlotte Prodhomme: "Bulk Segregant K-mer Analysis (BSKA): a novel and versatile tool for genetic research" @Sol2018, The 15th Solanaceae Conference. Chiang Mai, Thailand. 30.09 – 04.10 2018:

Mundtlige præsentationer 2018:

Bart vd Vossen: The linear mitochondrial genome of the quarantine chytrid *Synchytrium endobioticum* @ EPS Get2Gether, Wageningen, 16 February 2018

Bart vd Vossen: The linear mitochondrial genome of the quarantine chytrid *Synchytrium endobioticum*, EPS meeting Lunteren, 10 April 2018 \* Jack Vossen: AvrSen1 is the first effector from a chytrid pathogen. @ 9th Joint Meeting of the EAPR Section 'Breeding & Varietal Assessment' and EUCARPIA Section Potatoes, Rostock-Warnemuende Germany. 03-06.12.2018

Charlotte Prodhomme: "Bulk Segregant K-mer Analysis (BSKA) Facilitates Mapping a Potato Wart Disease Resistance Gene and Identifies Haplotype Specific SNPs @ 9th Joint Meeting of the EAPR Section 'Breeding & Varietal Assessment' and EUCARPIA Section Potatoes, Rostock-Warnemuende Germany. 03-06.12.2018

Artikler:

Bart vd Vossen og Charlotte Prodhomme har været ansat som Phd'er i projektet. De har skrevet en række artikler, hvoraf ingen dog endnu er færdigpubliceret. Deres Phd afhandlinger bliver offentlige.

Desuden er fænotypedata, molekylære markører, and effector sekvenser blevet delt med konsortiemedlemmerne via en beskyttet hjemmeside.