



Phytophthora växtförstöraren

Christina Dixelius, professor i genetik och växtförädling, Sveriges Lantbruksuniversitet SLU.
Populärvetenskaplig sammanfattning Från KVA:s symposium: Ja eller nej till genmodifierade växter – vad säger forskarna? 20 mars 2012.

Bladmögel och brunröta orsakar stora problem för potatisodlare. Utan besprutning skulle stora delar av skörden förstöras. I den här texten kan du läsa om vad som orsakar problemen och vad modern växtförädling kan göra för nytta.

Phytophthora betyder växtförstörare på grekiska. Det finns tusentals arter inom släktet *Phytophthora*. Den art som orsakar problem i våra potatisodlingar är *Phytophthora infestans*. Organismen ser ut som en svamp men är taxonomiskt¹ en oomycet (algvamp). Den kan attackera blast och knölar på potatis men kan även angripa andra växter, till exempel tomat. När *P. infestans* angriper bladen på potatis heter sjukdomen bladmögel och när den angriper själva potatisknölen kallas det för brunröta.

Potatis började odlas på Irland i slutet av 1500-talet efter att spanska kolonisationer tagit med sig den nya grödan från Sydamerika där det fortfarande finns många vilda potatisarter. Potatisen och *P. infestans* har gjort samma resa, från Sydamerika via Nordamerika till Europa. *P. infestans* orsakade hungerkatastrofen på Irland under 1800-talet. År 1842 upptäcktes första angreppet i Europa. Första rapporten från Irland kom 1845. 1846 slog potatisskörden fel, och 1847 var svälten mest akut. Det var de allra fattigaste som odlade potatis och bladmögel/brunröta slog hårt mot befolkningen. År 1850 hade Irlands befolkning minskat från 8 till 5 miljoner, varav drygt 1 miljon hade emigrerat till USA.

1. Taxonomi = biologisk klassificering av organismer.



Bladen på potatisplantan är angripna av *Phytophthora infestans*. Foto: Rasbak/Wikimedia Commons.

Idag odlas potatis på 1 procent av jordbruksarealen i Sverige. 50-70 procent av alla fungicider² som används är medel mot *P. infestans*. De kemiska bekämpningsmedlen används i förebyggande syfte för att förhindra att bladmögel utvecklas och sprider sig till knölnarna. Utan bekämpningsmedel skulle vi få ett skördebortfall på mer än 80 procent. Är det riktigt illa måste bekämpningsmedlen användas en gång i veckan. Det finns också risk att *P. infestans* utvecklar resistens³ mot bekämpningsmedlen.

En lösning på problemet är att få fram en potatissort med inbyggd motståndskraft mot *P. infestans*. Hur ser möjligheterna ut för detta?

2. Fungicider = medel för bekämpning av svampar.

3. Resistens = motståndskraft, till exempel ett ogräs motståndskraft mot bekämpningsmedel eller en växts motståndskraft mot en sjukdom.

Det tar mycket lång tid att förädla potatis då den har en komplicerad genetik medan *P. infestans* förändrar sig otroligt snabbt. Potatis har fyra uppsättningar gener (tetraploid), är extremt heterozygot⁴ och ger dåliga avkommor när man låter den befrukta sig själv (självbefruktningen ger så kallad inavelsdepression). För att få potatisen resistent mot *P. infestans* måste man hitta resistent potatissorter eller vilda släktingar och korsa in önskade egenskaper.

Men det är svårt att korsa in resistensgener från en annan art i potatis och samtidigt behålla många av potatisens kvalitetsegenskaper, så att de smakar som gamla sorter och går att koka och göra chips, strips och andra potatisprodukter. Detta tillsammans gör det svårt att använda klassisk växtförädling för att ta fram en potatissort med motståndskraft för *P. infestans*. Med traditionell teknik tog det forskare 46 år att ta fram en resistent sort, Toluca, men den har dåliga kvalitetsegenskaper och mognar väldigt sent. Kunskaper om potatisens arvsmassa och gentekniska verktyg öppnar dock upp nya möjligheter.

Potatisens genom⁵ publicerades 2011. Arvsmassan innehåller ungefär 39 000 olika gener. Av dessa gener är ungefär 1600 inblandade i växtens försvar mot olika angrepp. Dessa sk. resistensgener ligger ordnade i grupper eller "kluster" i arvsmassan. Alla resistensgener ger inte resistens mot just *P. infestans*.

P. infestans har ett extremt stort genom för en växtpatogen⁶. Genomet innehåller ungefär 18 000 gener som utgör ca 25% av hela arvsmassan. *P. infestans* har många så kallade effektorgener, ungefär 1 000 stycken, som utsöndrar proteiner eller andra molekyler som påverkar växternas försvarssystem och underlättar kolonisationen/infektionen av värdväxten. Hälften av genomet består av transposoner⁷ varav många är aktiva. Transposoner är små DNA/RNA-sekvenser som kan flytta sig från en plats i arvsmassan till en annan. Ofta kopieras transposonerna och med tiden kan en arvsmassa innehålla stora mängder av transposonsekvenser.

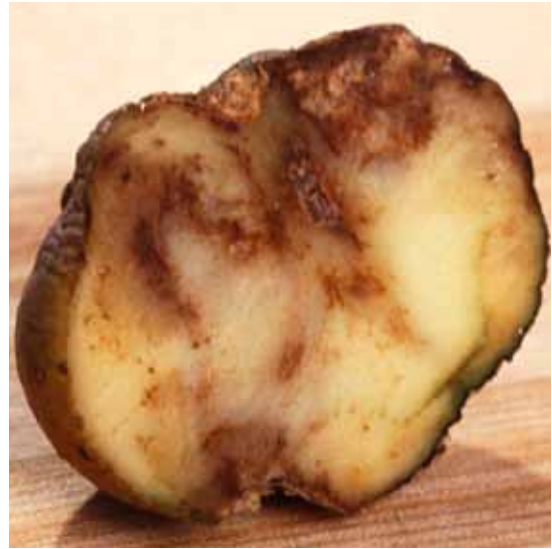
Effektorgenerna återfinns bland alla transposoner. De utgör mera än halva genomet hos *P. infestans*. Man kan säga att då blir då som öar i ett hav av transposoner. Om transposonerna tar plats i gener så orsakar de förändringar, mutationer. Eftersom många av de gener som *P. infestans* använder när den infekterar potatis ligger nära transposoner muteras de lätt och det skapas nya genvarianter. Därmed har *P. infestans*

4. Heterozygot = en individ som har två olika varianter av en gen.

5. Genom = arvsmassa.

6. Patogen = något som framkallar sjukdom.

7. Transposon = hoppande gen, DNA-sekvens som kan flytta till nya platser i arvsmassan.



Brunnröta ger en förstörd potatis. Orsaken är en infektion av algsvampen *Phytophthora infestans*. (Wikimedia Commons)

möjlighet att snabbt anpassa sig till nya hot tex resistent potatissorter eller snabbt utveckla tolerans exempelvis mot ett bekämpningsmedel (fungicidtolerans).

Det vi kan göra är att föra över resistensgener från vilda arter via genteknik. Företaget BASF tog med hjälp av genmodifiering fram sorten Fortuna, men den kommer vi förmodligen aldrig att kunna odla. Företaget ansåg nämligen att det var för osäkert med reglerna kring genmodifierade grödor och för stora risker för förstörda fältförsök för att det skulle vara motiverat med en fortsatt investering i utvecklingen av sorten för europeiska bönder. Så länge vi inte har något alternativ får man fortsätta att använda kemikalier i potatisodlingarna.

I vår forskargrupp på SLU i Uppsala studerar vi genreglering⁸ och kommunikation mellan *P. infestans* och potatis. Vi förändrar gener både i *P. infestans* och potatis för att klargöra olika samband och konsekvenser. Kunskap om basala mekanismer kan tillämpas i potatisförädling för att få bredare och hållbarare resistens.

Potatisodling i utvecklingsländer ökar. Två tredjedelar av produktionen finns i Kina och Indien, och Afrika kommer också starkt, men konsumtionen är högst i Europa och Nordamerika som numera importerar mycket potatis.

När odlingen ökar blir problemen enorma. Det finns tre valmöjligheter för framtiden: att räkna med ett skördebortfall på 80 procent, använda intensiv kemisk bekämpning, eller genmodifiering. Några andra stora möjligheter finns inte.

8 Genreglering = processer i cellen som gör att vissa gener är aktiva, eller påslagna, och andra är passiva, eller avslagna.