

DE INFECTIE VAN OPGESLAGEN AARDAPPELKNOLLEN DOOR PHYTOPHTHORA INFESTANS (MONT.) DE BY.

With a summary: The infection of stored potatoes with late blight

DOOR

J. VAN DER SPEK

Voor consumptie- en pootaardappelen, die voor export over zee bestemd zijn, wordt al naar de omstandigheden in het begin van het seizoen een quarantaine verplicht gesteld. Het doel van deze quarantaine is er voor zorg te dragen, dat een product wordt uitgevoerd, dat in voldoende mate vrij is van *Phytophthora*. Zij bestaat in het opslaan van een partij gedurende een bepaalde tijd en op een wijze, dat al de door *Phytophthora infestans* aangetaste knollen een voor de praktijk voldoende zichtbaar symptoom vertonen, zodat zij bij het sorteren verwijderd kunnen worden.

Uit proeven, die door de Plantenziektenkundige Dienst te velde zijn verricht, is gebleken, dat de duur en het resultaat van de quarantaine sterk worden beïnvloed door de wijze van opslaan. In kisten in een schuur (snelle droging) bleek een termijn van 14 dagen voldoende te zijn, in kuilen (hoge luchtvochtigheid, langzame droging) was 20 dagen nog niet voldoende, terwijl het aantal aangetaste knollen aanzienlijk hoger was dan in het geval van bewaring in kisten.¹⁾ Het vermoeden ligt voor de hand, dat de sporangiën, die zich in de aan de knollen gehechte klei bevinden, bij het opslaan in kuilen in staat zijn een infectie te weeg te brengen. Om dit na te gaan werd de volgende proef genomen, die werd uitgevoerd op de afdeling Diagnostiek van bovengenoemde Dienst.²⁾

Vochtige gestoomde kleigrond, die met sporangiën besmet was, werd gedurende 14 dagen in een gesloten petrischaal bij $\pm 16^\circ\text{C}$ geplaatst, gedurende welke tijd de grond steeds vochtig bleef. Vervolgens werden 10 gezonde aardappelknollen van het ras Bintje in een glazen doos in innig contact met deze grond gebracht, en wel zodanig dat de grond de knollen zo goed mogelijk omhulde. De glazen doos werd daarna bij $\pm 16,5^\circ\text{C}$ geplaatst.

Nadat de kleigrond besmet was, was hij dermate vochtig, dat hij glom. Na het in contact brengen met de knollen was hij nog behoorlijk vochtig, maar had een dof uiterlijk. In de glazen doos heerste een vrij hoge vochtigheidsgraad.

Na 9 dagen waren op de aangehechte kleigrond van al de 10 knollen schimmelplukjes te zien. De schimmel, die zich hier ontwikkeld had, bleek *Phytophthora* te zijn, welke krachtig fructificeerde.

Aangezien de sporangiëndragers alleen op de kleigrond om de knollen gevonden werden en niet op de kleigrond tegen de wand der glasdoos moest worden aangenomen, dat de aardappelknollen bij genoemde schimmelontwikkeling een rol hadden gespeeld. Na verwijdering van de kleigrond rondom enige schimmelplukjes bij één der knollen viel echter nog geen zichtbare aantasting waar te nemen; 3 dagen later was dit zeer duidelijk wel het geval, terwijl de

¹⁾ Zie Verslagen en Mededelingen van de Plantenziektenkundige Dienst no 118 (1951) p. 26.

²⁾ Ik wil niet nalaten hier Mejuffrouw Dr A. JAARVELD en Ir H. M. FLIK te danken voor hun leiding bij dit onderzoek.



FIG. 1. Aardappelknol (Bintje) met aanhangende klei, waarop sporulaties van *Phytophthora infestans*, 10 dagen na het contact der knol met besmette vochtige grond, die 14 dagen bij $\pm 16^\circ\text{C}$ heeft gestaan.

*Var. Bintje. Tuber with sporulating growth of *Phytophthora infestans* on the adhering clay, 10 days after having been in contact with infected wet soil that had been stored during a fortnight at a temperature of about 16°C .*

(Foto Plantenziektenkundige Dienst)

FIG. 2. De Kunstmatige Kuil.

The Artificial Clamp.

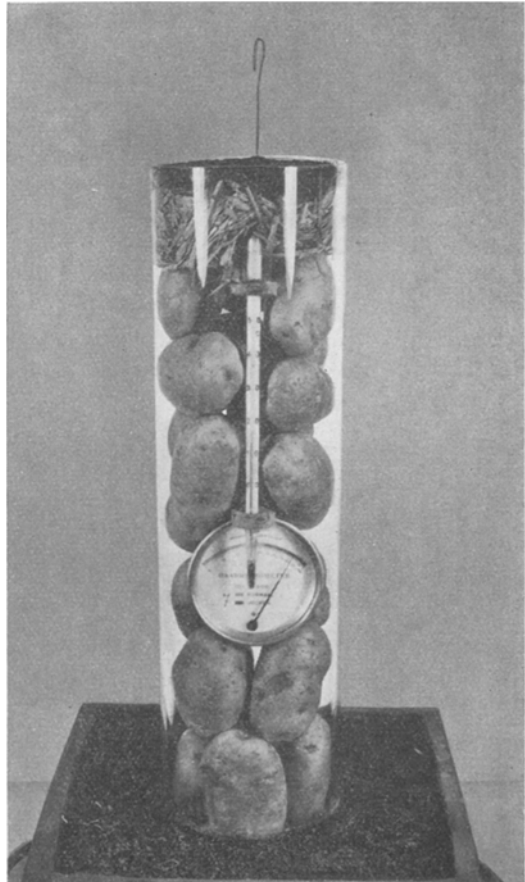
(Foto Plantenziektenkundige Dienst)

schimmelpukjes nog aanzienlijk in omvang waren toegenomen; enkele vertoonden toen enige verontreiniging.

Zeer waarschijnlijk heeft eerst een zeer lichte infectie van de aardappelknol plaats gehad, waarna de schimmel op het buitenoppervlak van de aan de knol gehechte grond is gaan fructificeren. Zelfs indien de dikte van de aanhangende klei vrij aanzienlijk (2–4 mm) was, lukte het de schimmel nog om tot het klei-oppervlak door te dringen en te fructificeren.

21 dagen na het contact van de knollen met de besmette grond waren vele fructificaties dermate met andere schimmels doorgroeid, dat het enig geduld vereiste om de dragers van *Phytophthora* terug te vinden.

Er waren nog zeer veel sporangiën aanwezig; ook werden enige direct kiemende waargenomen (lengte der kiembuizen tot ongeveer $\frac{3}{2} \times$ lengte der sporangiën). Het vochtgehalte



van de klei was nu zodanig, dat zij bij het rollen in de hand uiteenviel.

Uit deze proef blijkt, dat de schimmel in vochtige kleigrond minstens 14 dagen tot infecteren in staat kan blijven en dat tijdens vochtige bewaring (zoals in kuilen voorkomt) van kleiaardappelen, die afkomstig zijn van een door *Phytophthora infestans* aangetast gewas, nieuwe infecties optreden. Hierbij kan tevens fructificatie plaats vinden op het buitenoppervlak van de aan de knol gehechte grond en wel op die plaatsen, waar de schimmel in de knol is binnen gedrongen. Daardoor is het optreden van nieuwe besmetting en nieuwe infecties mogelijk.

In dit verband komt nu de vraag naar voren, of de door *Phytophthora* aangetaste knollen in opgeslagen partijen mogelijk ook een besmettingsbron voor de omgeving kunnen vormen. Om deze te kunnen beantwoorden werden in een zgn. „Kunstmatige Kuil” kunstmatig geïnfecteerde aardappelknollen (24 uur oude infecties) van het ras Bintje, met de infectieplaats naar buiten gekeerd, opgestapeld (zie fig. 2).

Bij 18 van de 23 knollen bleek de infectie te zijn geslaagd.

De temperatuur was gedurende de eerste 22 dagen $\pm 16^{\circ}\text{C}$, veranderde daarna blijvend in $\pm 18,5^{\circ}\text{C}$. De relatieve vochtigheid was $\pm 75\%$.

Na deze 22 dagen moesten de aardappelen afgesproten worden. Op dit ogenblik fructificeerde de schimmel nog op geen enkele wijze.

Nadat de knollen opnieuw waren opgestapeld, liep de relatieve vochtigheid op tot 85% . Op dit tijdstip werd de foto genomen. Zij zakte binnen een dag weer af tot $\pm 75\%$ (dit vond ook plaats toen de kuil voor de eerste maal werd opgezet).

39 dagen na het begin van de proef vertoonden de aardappelen voor de tweede maal spruitvorming. Op dit ogenblik bleek, dat de schimmel bij verscheidene knollen door lenticellen en wondjes fructificeerde.

De schimmelplukjes waren zeer klein en daardoor pas na een zeer nauwkeurig bekijken der knollen waar te nemen. Gemiddeld bestonden zij uit 10 dragers, die ongeveer $5 \times$ waren doorgegroeid. Slechts 1 plukje was aanzienlijk groter.

Ook werden sporulaties rondom de basis en aan de top van verscheidene spruiten waargenomen. Of de fructificaties aan de basis der spruiten daar aanwezig waren, waar 17 dagen geleden was afgesproten, kon niet worden vastgesteld. Of de schimmel vanuit de knol in de spruiten omhoog is gegroeid en aan de top is gaan fructificeren, of dat hier infectie van buitenaf is opgetreden, valt niet met zekerheid te zeggen. In elk geval gingen de aangetaste spruiten geheel of alleen de top na enige dagen te gronde.

Geen der 5 in de kuil aanwezige gezonde knollen (schimmel na enting niet aangeslagen) vertoonden deze symptomen.

Ook in een vochtige kamer zijn bij dezelfde temperatuur deze verschijnselen waargenomen, en wel 34 dagen na het enten der knollen.

Uit deze proef blijkt, dat aangetaste knollen een besmettingsbron voor haar omgeving kunnen zijn, doordat de schimmel op de schil kan fructificeren door lenticellen, wondjes en misschien ook door de ogen. Dit vindt pas plaats als de knol voor een groot deel is aangetast (bij een temperatuur van 16 à 18°C na ± 30 tot 40 dagen). De relatieve vochtigheid hoeft niet bijzonder hoog te zijn. De ziekte kan dus van een aangetaste op een gezonde knol overgaan. Of de gezonde knollen geïnfecteerd worden, zal van verschillende factoren afhankelijk zijn.

SUMMARY

Wet steamed clay-soil, contaminated with conidia, has been stored during a fortnight in a closed petridish at a temperature of about 16 °C.

Tubers of the variety Bintje were brought into contact with this wet clay in a glass dish and placed at about 16,5 °C.

After 9 days a rich growth of sporulating *Phytophthora* became visible on the clay adhering to the tubers; at that moment tuberlesions were not yet visible, though probably a light infection had taken place; 3 days later the first lesions could be observed.

In a second experiment potatotubers (var. Bintje) were inoculated with *Phytophthora* and one day later brought in an „Artificial Clamp”. The temperature was first about 16 °C, afterwards 18,5 °C, the relative airhumidity was about 75 %.

After 22 days the sprouts of the tubers were to be removed; 17 days later new sprouts had developed. At that moment the fungus sporulated out of several tubers through lenticels and little wounds. The sporulating growths were made up of about 10 conidiophores, which had produced 40 to 50 conidia; only one consisted of a great many conidiophores. Sporulating *Phytophthora* also was visible around the base and at the top of the sprouts.

These experiments have proved that under wet conditions (as it occurs often in potatoclamps) stored potatotubers from a diseased crop are infected with *Phytophthora* by conidia which are present in the adhering clay. The fungus maintains its infectingpower under these conditions for at least a fortnight. At the places, where the fungus invades the tubers, sporulations may appear on the adhering soil, by which new contaminations and new infections may take place. Contaminations also take place with conidia, produced by conidiophores, grown out through lenticels, little wounds and perhaps through the buds from infected tubers. So there may be some spread from infected tubers to sound ones in storage.

NASCHRIFT

Bovengenoemde proeven zijn in de winter van 1951/1952 uitgevoerd. In de zomer van 1952 zijn fructificaties op aanhangende grond en fructificaties uit lenticellen waargenomen bij zieke aardappelknollen van het ras Eigenheimer, die uit de praktijk afkomstig waren. Zij waren bij het rooien reeds flink aangetast. Zij hadden daarna 2 dagen in een zakje in een schuur gestaan.

Tevens vertoonden enige van aanhangende grond ontdane knollen van het ras Bintje, die bij het rooien eveneens flink aangetast waren, na een kort verblijf (± 7 dagen) in een vochtige kamer bij kamertemperatuur goed zichtbare fructificaties uit vele lenticellen.