

Forsøg og undersøgelser med isolater af kartoffelnetskurv (*Streptomyces sp.*)

Af H. Mygind og J. W. Begtrup

I. Indledning

I 1959-1964 er der udført forsøg og undersøgelser vedrørende årsager til en særlig type kartoffel-skurv kaldet »netskurv«, *Streptomyces sp.*, og der henvises til 712. beretning i Tidsskrift for Planteavl 69: 47-66, 1965.

Med nærværende arbejde har man forsøgt at uddybe undersøgelserne yderligere. Der er under afsnit II foretaget inokulationsforsøg på rødder af tomatplanter for at forsøge på at fremkalde samme rodsymptomer som på kartoffelplantens rødder.

Under afsnit III er omtalt dyrkning på forskellige substrater samt mikroskopering af luftmyceliet hos netskurvorganismen og sammenlignet med myceliet hos alm. skurv (*Streptomyces scabies*) for om muligt at nå frem til en artsbestemmelse. Undersøgelserne blev yderligere støttet af et arbejde med organismens identifikation foretaget af Centraalbureau voor Schimmelcultures, Baarn, med vore isolater af *Streptomyces sp.*

J. W. Begtrup har foretaget en serie undersøgelser ved hjælp af elektronmikroskopi, og resultaterne fremgår af afhandlingens afsnit IV.

Den specielle type skurv kaldet »netskurv« (*Streptomyces sp.*) angriber de underjordiske organer af kartoffelsorten Bintje (i udlandet er der fundet angreb af »russet scab« på andre sorter, der almindeligvis ikke dyrkes i Danmark). Det er naturligvis særligt symptomer på knoldene, der har interesse, men også angreb på stoloner og rødder hører med i sygdomsbilledet, og angrebsgraden på sidstnævnte følger angrebet på knolden i intensitet. I alle tilfælde fremkalder organismen en forkorkning af overhuden på planternes underjordiske dele.

Forsøgene tjente til at belyse, hvorvidt den nært beslægtede tomatplantens rødder kan angribes af netskurvorganismen og fremkalde symptomer på korkrødder (»brune rødder«) hos driv-

hustomat, et sygdomsbillede, der i øvrigt kan have forskellig årsager, der ikke alle er helt klarlagt.

II. Inokulationsforsøg med isolater af netskurv (*Streptomyces sp.*) på rødder af tomat (*Solanum esculentum*) og kartoffel (*Solanum tuberosum*)

1. Fremgangsmåde

I maj 1965 igangsattes et forsøg i drivhus med 3 gængse sorter af hustomat: GrowersPride, Revermun og Selandia. Til kontrol og sammenligning anvendtes kartoffelplanter af sorten Bintje.

Til forberedelse af forsøget såedes tomatfrø d. 15. maj i sand; potning d. 2. juni i jiffy-potter i sandblandet tørvemel (2:1); der vandedes med næringsopløsning.

Fem virulente netskurv-isolater af *Streptomyces sp.* blev i 500 ml kolber podet d. 21. maj på den i 712. beretning nævnte »modificerede« Czapek-agar tilsat »Perlite«. Hele massen blev før podningen revet op og findelt så meget som muligt under aseptiske forhold for at opnå så stor en vækstoverflade på substratet som muligt og øget tilgang af luft, hvilket Perliten også medvirker til.

Forsøget i drivhus blev anlagt d. 25. juni som et pottforsøg (18 cm potter).

Forsøgsplan:

Voksemedium »Perlite«, 5 planter af hver af de 3 tomat sorter, blev inokuleret med hver sit isolat, 5 potter til hvert forsøgsled, i alt 75 potter + 15 kontrolpotter uden tilsætning af smitstof.

Desuden lagdes der en kartoffelknold af sorten Bintje i yderligere 25 potter med 5 isolater + 5 kontrolpotter.

En kolbe af hver renkultur blandedes grundigt op med den fornødne portion »Perlite« til 5 potter (flamberede), i hvilke henholdsvis tomatplanterne pottedes og kartofler blev lagt.

Der vandedes ugentlig med en alsidig næringsopløsning (den samme, som anvendtes til sandkulturforsøg, *Anna Weber*, 1959). Temperaturen holdtes gennemsnitligt på ca. 18-20°C om natten, og om dagen på 25-28°C. Kulturen lykkedes godt.

2. Vækstobservationer

Observation den 19. juli: *Tomatplanterne*: Efter ca. en måneds forløb blomstrede 1. klasse, ingen væksthæmninger hos de inokulerede planter. *Kartoffelplanterne*: Udpræget væksthæmning efter de 4 af 5 netskurvisolater:

Forsøgsled	Kartoffelplanterne	Plantehøjde cm
Kontrolplanterne		ca. 40
Isolat 12a-2		25-30
» 12a-3		10-15
» 12a-4 (virulensen synes svækket)		40-45
» 12a-9		10-15
» 12a-13		20-25

Observation den 7. august: Plantehøjden blev målt igen. *Tomatplanterne*: Sorterne Revermun og Growers Pride målte gennemsnitligt i alle forsøgsleddene 70-75 cm, *Selandia* 60-65 cm; der var ingen forskelle mellem de inokulerede planter og de ikke inokulerede planter.

Forsøgsled	Kartoffelplanterne	Plantehøjde cm
Kontrolplanterne		55-60
Isolat 12a-2		50-55
» 12a-3		15-20
» 12a-4 (virulensen stærkt svækket)		60-65
» 12a-9		15-25

Der var altså stadig store forskelle hos kartoffelplanterne, idet især isolaterne 12a-3 og 12a-9 forårsagede kraftig væksthæmning, og denne blev som ventet af stærkere virkning, end man kommer ud for i netskurvmittet markjord, hvilket sandsynligvis skyldes den manglende antagonistiske virkning i ren »Perlite« fra andre jordboende mikroorganismer.

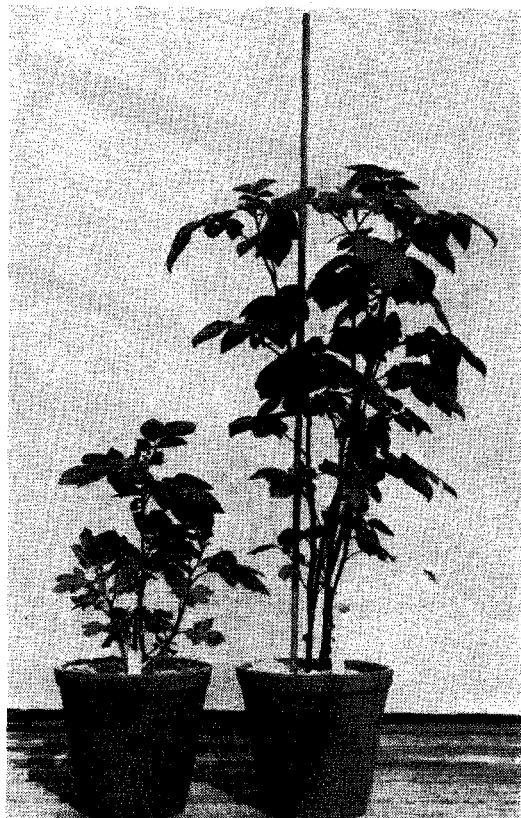


Fig. 1. Væksthæmmende virkning af kartoffelnetskurv (*Streptomyces sp.*) på kartoffelplanten t. v.; sund kontrolplante t. h.

3. Symptomer på rødder

Den 6. september kunne kartoffelplanterne bedømmes for rodangreb samtidig med, at knoldene høstedes. Der blev givet karakter 0-5 for angrebsstyrke.

Forsøgsled	Plantehøjde	Karakter 0-5 for rodangreb*)
12a-2	60-65	4
12a-3	20-25	5
12a-4	65-70	0 (virulensen stærkt svækket)
12a-9	20-35	5
12a-13	55-65	3
kontrolplanter	ca. 65	0

*) 0 = helt fri for symptomer (hvide rødder)

5 = alle hoved- og siderødder brune (forkorkning)

Den lidt forøgede vækst efter isolat 12a-4 sammenlignet med kontrolplanterne må skyldes voksemediet fra kolberne. Hvor der var kraftige rodangreb, var knoldene tilsvarende meget stærkt angrebne.

Tomatplanterne: Efter at alle tomatfrugter var høstet i løbet af september og første halvdel af oktober, blev tomatplanternes rødder bedømt for rodangreb.

Der blev givet karakter 0-5 for brunfarvning af rødderne efter 5 netskurvisolater.

Tomatsort	Gns. plante højde	Brunfarvning af rødder, kar. 0-5
Revermun	74-77	3,6
Growers Pride	66-71	3,4
Selandia	58-63	3,8
Kontrolplanter	63-68	4,1

Det viste sig, at der makroskopisk tilsyneladende ikke var nogen forskel mellem de inokulerede og de ikke inokulerede planter med hensyn til almindelig brunfarvning af rødderne.

Isolation og rendyrkning blev imidlertid foretaget fra en serie snit af tomatrodprøver fra planter af de tre tomat sorter. Samtlige isolationer fra de inokulerede planters rødder var positive, gav altså vækst af *Streptomyces* sp., identisk med stamkulturerne. Isolationer fra kontrolplanternes rødder gav som ventet i alle tilfælde negativt resultat. Fra kartoffelplanterne blev der ligeledes reisolaret *Streptomyces* sp. fra alle rodsnitserierne undtagen fra kontrolplanterne.

4. Snit af tomatrødder

Indlejret i hyldemarv blev der med barberblad foretaget en række længde- og tværsnit af tomatrødder fra ovennævnte serier. Snittene fra de inokulerede planter viste en fortykkelse eller tilstopning af karstrengene, og tværsnit af rødder viste en sprækning af rodbarken hos rødder fra de smittede planter med fortykkede cellevægge og »uklar« struktur. Rodsnit fra usmittede kontrolplanter var regelmæssigt cirkulære uden sprækker i rodbarken og med tydelig cellestruktur. Noget tyder på, at *Streptomyces* sp. enten forstærker symptomerne på korkrødder hos tomat eller kan forårsage lignende symptomer, men af en anden karakter end den, kontrolplanternes rødder udviste. (Se fig. 3).



Fig. 2. Kartoffelnetskurv (*Streptomyces* sp.) inficeret plante t. v.; usmittet kontrolplante t. h.

5. Høstudbytter af tomatfrugter og kartofler

Tomaterne blev plukket ad 8 gange med op til en uges mellemrum (fra den 9. september til den 13. oktober). Kartofflerne høstes som før nævnt den 6. september. Resultaterne fremgår af tabellen side 4.

6. Konklusion

Det fremgår af tabellen, at der i de smittede planter kun er en lille påvirkning af frugtudbyttet fra sorterne Revermun og Selandia og ingen for Growers Pride. De »brune rødder«, som jo fandtes på alle planterne inklusive kontrolplanterne, må derfor have haft andre, ubekendte årsager ud over netskurvens påvirkning. Mikroskopering af rod-snit viste dog en forstærket beskadigelse eller forkorkning af rødderne hos de inokulerede planter i forhold til kontrolplanterne.

Udbytte af tomater og kartofler fra inokulationsforsøg med netskurvisolater (*Streptomyces* sp.)

Planteart og -sort	Netskurv-inokulationsmateriale, isolaterne:											
	Kontrol		12a-2		12a-3		12a-4		12a-9		12a-13	
	antal	gram	antal	gram	antal	gram	antal	gram	antal	gram	antal	gram
<i>Tomat</i> , Revermun												
Gns. pr. plante.....	14,4	762	12,4	677	14,6	769	13,0	718	15,4	682	14,8	751
Merudbytte.....	÷0,4	11	÷2,4	÷74	÷0,2	18	÷1,8	÷33	0,6	÷69		
<i>Tomat</i> , Growers Pride												
Gns. pr. plante.....	13,0	720	13,6	696	14,0	720	13,8	661	14,2	698	13,6	666
Merudbytte.....	÷0,6	54	0	30	0,4	54	0,2	÷5	0,6	32		
<i>Tomat</i> , Selandia												
Gns. pr. plante.....	12,0	708	11,0	619	12,2	721	11,6	691	12,8	663	14,0	713
Merudbytte.....	÷2,0	÷5	÷0,3	÷94	÷1,8	8	÷2,4	÷22	÷1,2	÷50		
Gns. pr. plante af 3 sorter	13,2	730	12,4	664	13,6	737	12,8	690	14,2	681	14,2	710
Merudbytte.....	÷1,0	20	÷1,8	÷46	÷0,5	27	÷1,3	÷20	0	29		

Isolaterne 12a-3, 12a-9 og 12a-13, gns.

<i>Tomat</i>	Frugtudbytte	
	antal	gram
Gns. merudbytte af 3 virulente isol.....	÷5,2	÷158,3

<i>Kartoffel</i>	Knoldudbytte											
	antal	gram	antal	gram	antal	gram	antal	gram	antal	gram	antal	gram
Bintje, gns. pr. plante...	4,2	100	2,6	39	8,8	196	2,2	40	4,0	81	10,8	221
Merudbytte.....	6,6	÷121	÷8,2	÷182	÷2,0	÷25	÷8,6	÷181	÷6,8	÷140		

For kartofflernes vedkommende noteredes der store mindreudbytter, endog var der et mindreudbytte efter det relativt svage isolat 12a-4.

III. Fortsatte undersøgelser af netskurvorganismer

Der gøres i det følgende rede for resultater fra det fortsatte arbejde med identifikation af netskurv-organismen (*Streptomyces* sp.).

1. Reaktionen på forskellige næringssubstrater

En serie netskurvisolater blev podet på fire forskellige substrater:

- Czapek's agar
- ægalbumin-agar
- stivelsesagar
- gelatine
- tyrosinholdig agar

Dyrkningstemperatur: 26°C.

Substrat a og b tjente til studie af vækst, pigmentdannelse, luftmycelium m.v. Substrat c og d skulle henholdsvis vise en eventuel hydrolytisk eller proteolytisk reaktion; substrat e en evt. tyrosinaseaktivitet. En sammenfatning af resultaterne fra flere eksaminationer af kulturerne, udført med ca. 14 dages mellemrum, viste følgende reaktioner:

- Czapek's agar: God vækst. Relativ kraftig pigmentdannelse af typisk rødbrun farve. Luftmycelium dannedes i mere eller mindre høj grad i alle kulturerne, hvidt-svagt lysegråt.
- Ægalbumin: Svag vækst i alle glas og kun svagt, hvidt luftmycelium. Intet pigment.
- Stivelsesagar: God vækst, hydrolyse. Relativ svag pigmentdannelse. Hvidt luftmycelium i alle kulturerne.
- Gelatine: Smeltning (proteolyse), let pigmentering. Intet luftmycelium.

e. Tyrosinholdig agar: Negativ tyrosinase-reaktion. Kontrolpodninger af *Streptomyces scabies* gav som sædvanlig en meget kraftig tyrosinasereaktion.

2. Mikroskopiundersøgelse af luftmycelium

Nogle fotooptagelser af luftmyceliets struktur og konidiernes dannelse fremgår af fig. 4 og 5.

Streptomyces sp. Konidier dannes i fleksible kæder; kæderne er altså af typen »flexibilis« (F), dannes ikke i spiraler. Konidier forekommer ofte i lange, lige kæder som en lang perlerække, og dette synes at være det almindelige og modsætning til *S. scabies*. Hyfевæggene forekommer at være uregelmæssige og uensartet tykke, dette gælder dog i mindre grad de lange, rette hyfer. Hos *Streptomyces scabies* dannes konidier ofte i spiraler. Myceliet danner ofte lige forgreninger.

3. Organismens identifikation

Waksman (1950) har isoleret flere stammer af *S. scabies* fra kartoffelknolde og anser dem for at

være nært beslægtede. Krasil'nikov (1941) deler »varianter« af *Actinomyces scabies* i 1) stammer, der afgiver pigment til substratet, og 2) stammer, som ikke afgiver pigment. Hütter (1967) nævner bl.a. *S. scabies* under *Streptomyces* med »griseus-luftmycelium« samt under *Streptomyces* med »niveus- eller cinereus-luftmycelium«.

Streptomyces systematik er i øvrigt meget kompliceret og vanskelig, og man skal i nærværende ikke komme nærmere ind på dette spørgsmål, men lade en bestemmelse af netskurvorganismen udmunde i et kort referat af resultaterne fra undersøgelser, som er udført af Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS), Baarn, i 1967 (ved dr. G. A. de Wriies).

CBS's kulturforsøg.

På grundlag af dyrkning på forskellige substrater fandtes nedenstående karakteristika hos den danske netskurv-fremkaldende organisme, *Streptomyces sp.* (isolaterne 12a-2, 12a-3, 12a-13 og reisolatet 12a5-2):

Oprindelse:	Isoleret fra »netskurv« på kartoffelknolde (sorten Bintje), Danmark
Sporoforer:	I klynger, lige - bølgede, meget sjældent med enkelte, løse, uregelmæssige spiraler
Sporer:	Cylindriske - ovale, glatvæggede
Modent mycelium:	Bleggråt luftmycelium
Substrater:	
Jern-pepton-agar:	Melanin negativ
Stivelse:	Hydrolyseres hurtigt
Gelatine:	Langsom smeltning
Nitrit-reaktion:	Positiv for isolat 12a-13 i syntetisk opløsninger med sukrose, stivelse eller glycerin; negativ for 12a5-2, 12a-3.
Mælk:	Peptoniseres, intet opløseligt pigment
Syntetiske opløsninger med sukrose, stivelse eller glycerin (12 dage):	God overfladevækst, mindre god i opløsningen; luftmycelium hvis dette findes: hvidt-flødefarvet; substratmycelium hvidt-brunliggult; opløseligt pigment: intet eller blegbrunt.
Havremelagar (26 dage):	God vækst; substratmycelium sprækket, grålig-hvidt-gråligbrunt; luftmycelium hvidt-gullighvidt; opløseligt pigment: gulligbrunt, rødbrunt eller brunt.
Glycerin asparagin-agar:	God vækst; substratmycelium sprækket, grålig-hvidt, gulligråt-brunliggult, rødbrunt; luftmycelium: fløjsagtig hvidt.
Ca-malatar:	God vækst; substratmycelium brunt; luftmycelium: fløjsagtigt bleggråt; opløseligt pigment: brunt.
Kartoffelstykker:	God vækst, hævet, rynket: substratmycelium sprækket, kanelbrunt; luftmycelium: hvidt, fløjsagtigt; opløseligt pigment: rødbrunt.
Kød-pepton-agar:	Langsom vækst, begrænset, hævet; substratmycelium sprækket, gråliggult; luftmycelium: fløjsagtigt hvidt; opløseligt pigment: intet.

Oversigt: CBS, Baarn, har foretaget sammenlignende kulturforsøg med *S. clavifer*, *S. craterifer*, *S. cylindrosporus* og *S. fimbriatus*, og man fandt bl.a. følgende:

- 1) fire undersøgte, danske stammer af *Streptomyces sp.* hører til samme art.
- 2) En sammenligning viser, at Harrison's stamme (Harrison 1962) adskiller sig fra den danske ved at vokse under overfladen i glycerol-syntetisk opløsning og ved fraværelse af opløseligt pigment i syntetisk agar. Samtidig udelukkes de af Harrison nævnte mulige arter: *S. tenuis* og *S. marginatus* (af CBS, Baarn).
- 3) Hoffmann's stamme Z 216 af *S. setonii* har mange lighedspunkter med *Streptomyces sp.*
- 4) *S. fimicarius* viste sig at være nært beslægtet med *Streptomyces sp.*, men på sukrose-nitrat-agar havde *S. fimicarius* ikke et »krøllet« mycelium og afgav ikke opløseligt pigment. Sporerne var desuden tykkere hos *S. fimicarius*.

Konklusion: Den danske netskurvstamme er nært beslægtet med *S. fimicarius* Duché og måske identisk med *S. fimicarius* Duché sensu Hoffmann (»strain H 6«) og/eller *S. clavifer* Millard et Burr sensu Waksman. Da imidlertid karakteren »sprækket« (substratmycelium) aldrig er nævnt for ovennævnte arters vedkommende, må man antage, at den danske stamme repræsenterer en ny art i Pridham, Hesseltine & Benedict's rectus-flexibilis serie, »den grå serie«, eller Waksman's »cinereus serie«.

En nærmere definition var ikke mulig, da CBS, Baarn, desværre ikke var i besiddelse af »strain H 6« (*S. fimicarius* og »type-strain« af *S. clavifer*); men meget tyder altså på, at den danske netskurv forårsages af sin egen »nye art«. Man skal dog indtil videre afstå fra at opstille en sådan.

IV. Elektronmikroskopering af sporer og luftmycelium

1. Materialer og metoder

Kulturer af *Streptomyces sp.* (kartoffel-netskurv) og *S. scabies* (alm. kartoffelskurv) fra petriskåle og rørglas med skræstivnet agar har været anvendt som udgangsmateriale. En opslemning i dobbelt

destilleret vand med efterfølgende centrifugering og farvning (staining) med 2 pct. fosforwolfram-syre (PTA) gav dårlige resultater.

En metode med forsigtigt at berøre luftmyceliet med en carbonforstærket formvargrid (præparat-holder) gav mange gode optagelser, også uden kontrastforstærkning, men bevirkede at den naturlige placering af sporer og mycelium imidlertid ofte blev forstyrret.

Ved at anvende »dråbe-metoden« (Hütter 1966) og forsigtigt berøre luftmyceliet, bibeholdtes ofte karakteristiske spiraler og sammenhængende sporekæder, som kan give værdifulde oplysninger ved identifikationen.

Præparaterne er, måske unødigt, kontrastforstærket med 0,7 pct. fosforwolframsyre i 30 sekunder på bestrålede grid; men hensigten har været at opnå en vis skygevirkning; der kunne være tale om at forsøge med replicateknik for eventuelt at få oplysninger om enkeltheder i sporeoverfladerne. Dette er imidlertid endnu ikke forsøgt.

Optagelserne er udført på et Philips EM. 100. B., med en primær forstørrelse på 2300x og 5500x. Elektronmikroskopet har arbejdet med 60 kW og en objektiv apertur på 25.

Der er anvendt Kodak »fine grain safety« positiv film P 426 og forstørrelser på op til 15 x.

2. Resultater

Det kan ikke på det foreliggende materiale klart gøres op, hvilke forskelle der er på sporer af *Streptomyces sp.* og *Streptomyces scabies*. Der synes at være en tendens til, at *Streptomyces sp.* ikke fører mycelresterne med sig efter løsrivelse fra sporekæderne. Som det kan iagttages på fig. 6 og 7, har *Streptomyces sp.* glatte, udvendige sporevægge, medens *Streptomyces scabies* meget ofte har vedhængende luftmycelrester på sporesiderne, se fig. 8 og 9. Signifikant forskel i sporemål kunne ikke påvises ved denne undersøgelse. Afvigelser i sporemål på de elektronmikroskopiske optagelser skyldes en forskellig rumlig placering, således at forstå, at de meget korte, ofte næsten cirkulært udseende sporer, må antages at stå lodret, andre skræstillede og igen andre vandret liggende. En opmåling af et større antal sporer med udeladelse

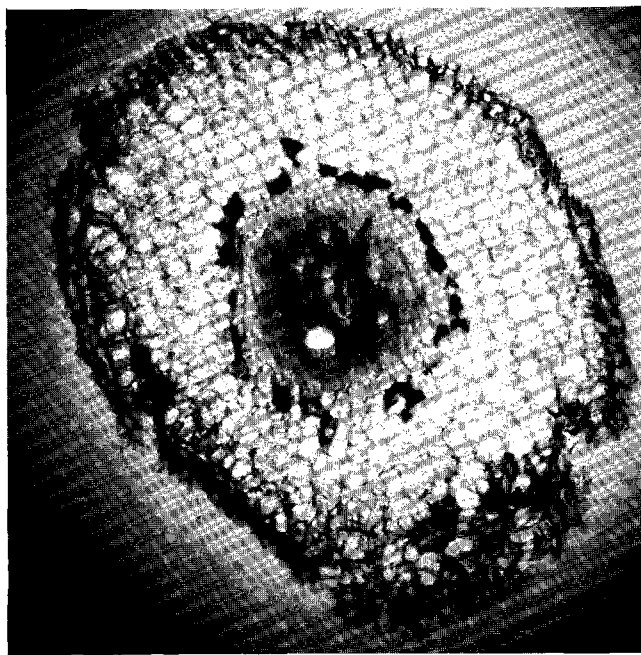
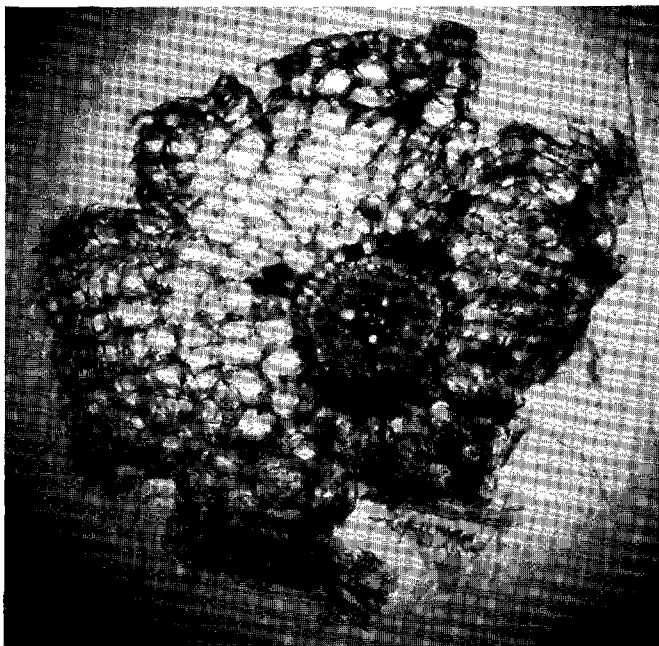


Fig. 3. Rodsnit af tomatrødder (Revermun) inficeret rod øverst, sund rod nederst.

Foto: H. Mygind

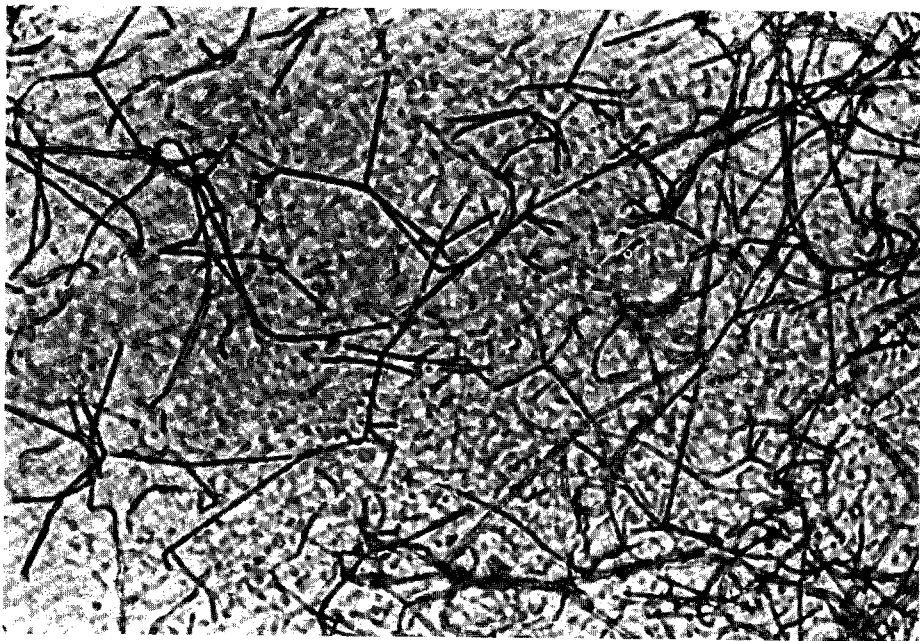


Fig. 4. Luftmycelium af kartoffelnetskurv *Streptomyces* sp.

Foto: H. Mygind

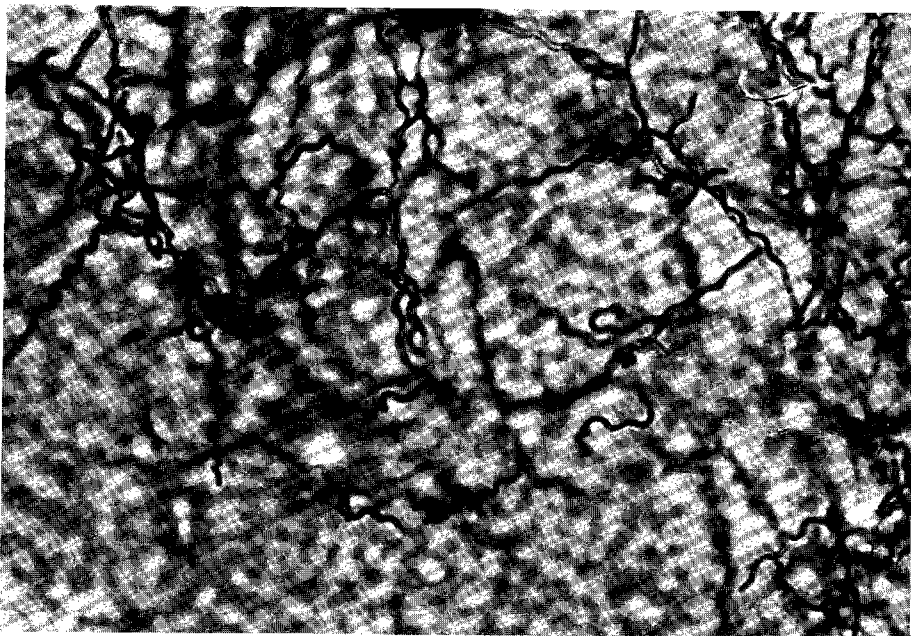


Fig. 5. Luftmycelium af almindelig kartoffelskurv, *Streptomyces scabies*, spiraldannelser.

Foto: H. Mygind

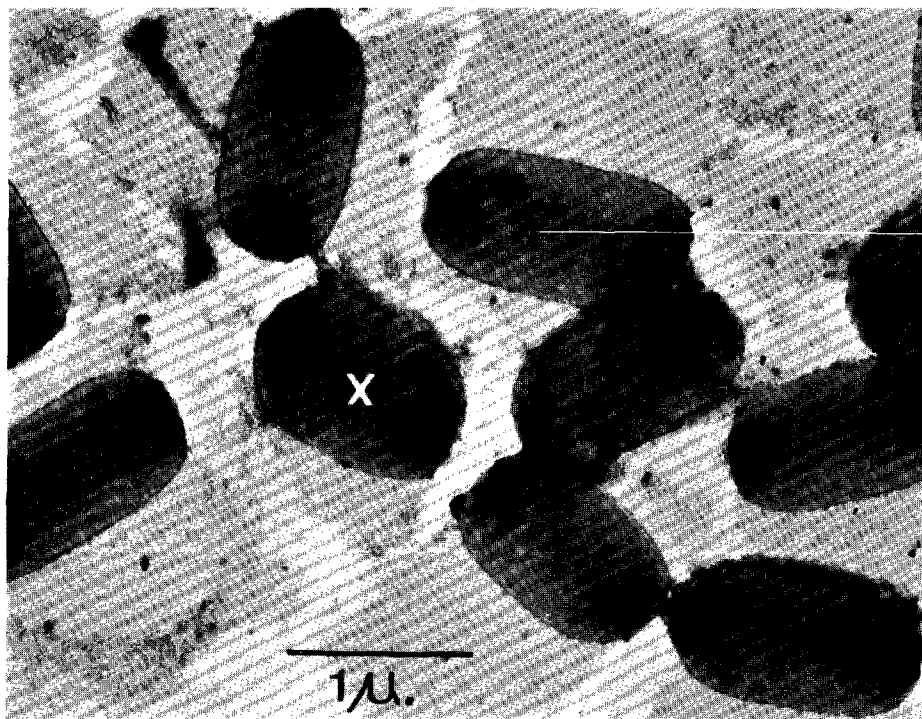


Fig. 6. *Streptomyces* sp. med glatte, udvendige sporevægge. De grå flader imellem sporerne er kontrastfarvestof (P.T.A.). Sporen mærket med x er placeret »rumligt« anderledes end de øvrige, og forekommer derfor skæv og kort. $\times 23.000$. Foto: J. Begtrup

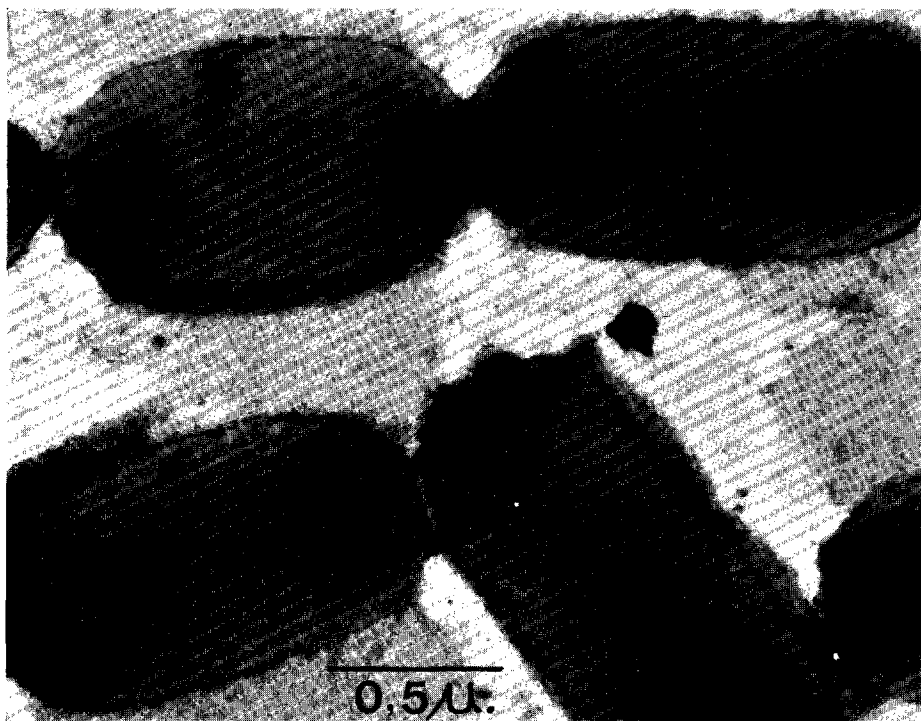


Fig. 7. *Streptomyces* sp. Man kan fortsat se de rene udvendige sporevægge, men en trådet struktur, som dækker en del af sporerne, stammer fra myceliet, som er bristet under præparatets fremstilling. $\times 39.000$. Foto: J. Begtrup

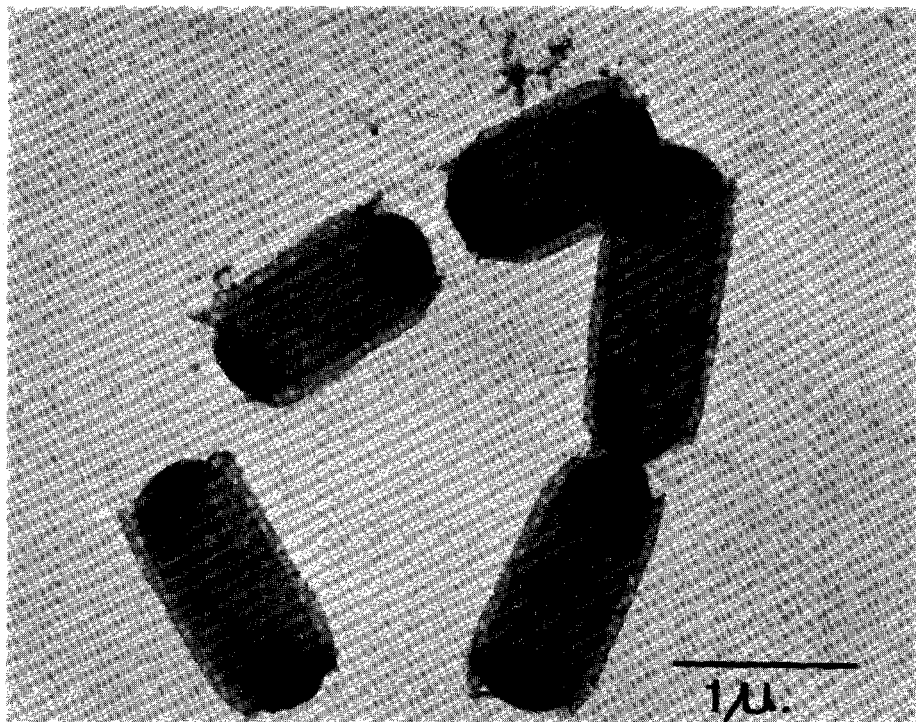


Fig. 8. *Streptomyces scabies*. Vedhængende mycelrester fremtræder som en bræmme omkring sporerne, uanset hvilken størrelse de har. De mørke linier på sporeoverfladerne er furer og lister, sandsynligvis forårsaget af udtørring og overfladespændinger under præparatfremstillingen. $\times 23.000$. Foto: J. Begtrup

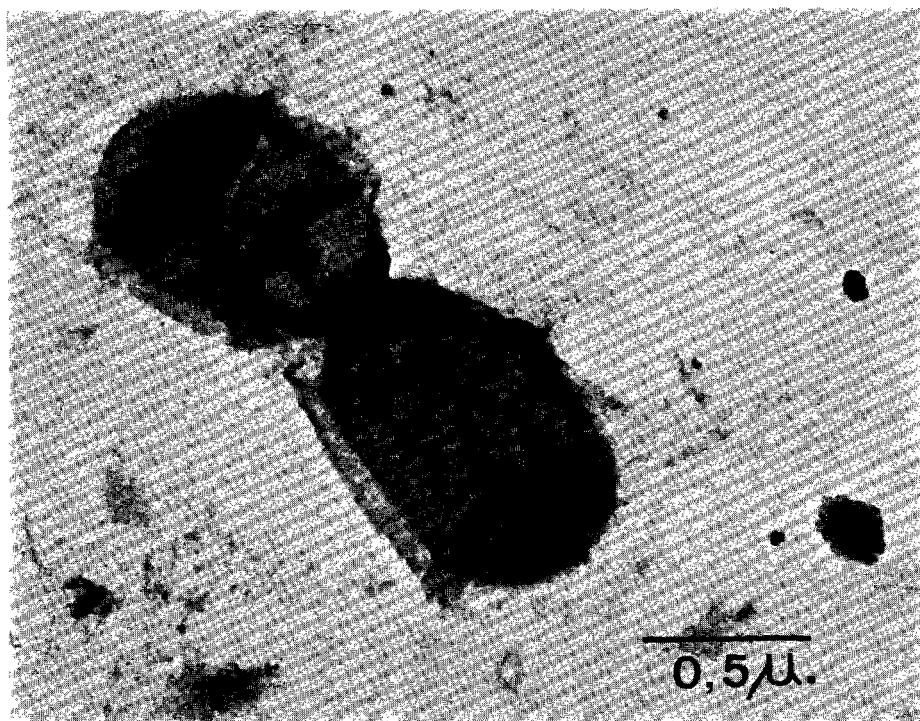


Fig. 9. *Streptomyces scabies*. 2 sporer, hvor den øverste i billedet er placeret lodret. Mycelresterne ses omkring sporerne, som også her er furede på overfladen. $\times 39.000$.

Foto: J. Begtrup

af alle ikke vandret liggende, og en beregning af normalgennemsnit vil kunne udligne denne fejl-vurdering.

V. Sammendrag

Kartoffelskurvorganismen (*Streptomyces sp.*) giver symptomer på knolde, stoloner og rødder hos sorten Bintje. Der blev derfor udført infektionsforsøg med 3 sorter drivhustomater for at forsøge at fremkalde korkrødder eller »brune rødder« ved at inokulere planterne med 5 isolater af *Streptomyces sp.* I forsøget dyrkedes desuden planter af Bintje-kartoffel til sammenligning af rodsymptomer. Der brugtes »Perlite« som voksemedium til planterne og regelmæssig vanding med alsidig næringsopløsning.

Tomatplanterne fik symptomer på »brune rødder« i alle forsøgsleddene — også kontrolplanterne, men organismen kunne isoleres fra de inficerede rødder, og en mikroskopering af rodsnit fra tomat- og kartoffelrødder viste forskelle med hensyn til »sprækning« eller forkorkning af rodbarken, idet denne var meget udtalt hos rødderne fra de inficerede tomatplanter. Udbytteforsøg viste kun en lille nedgang i frugtudbyttet i 2 af tomat-sorterne; hos kartoffelplanterne var der store udbytte-reduktioner og meget stærk kvalitetsforringelse.

Resultater fra de fortsatte dyrkningsforsøg med *Streptomyces sp.* på forskelligt næringssubstrat fremgår af afsnit III; vigtigst var den tyrosinase-negative reaktion (modsat *S. scabies*).

Mikroskopering af luftmycelium og sporekæder viste, at konidierne ikke dannes i spiraler som hos *S. scabies*.

Elektronmikroskopering af konidier fra *Streptomyces sp.* og *S. scabies* gav visse morfologiske oplysninger af interesse. Der kunne imidlertid ikke med sikkerhed påvises andre forskelle mellem de to arters konidier, end at *Streptomyces sp.* har glatte » nøgne « sporevægge, mens *S. scabies* oftest har vedhængende mycelrester på sporeydernesiderne.

Resultater af dyrkningsforsøg og andre undersøgelser udført af Centraalbureau voor Schimmelmicrocultures, Baarn, viste, at den danske netskurvstamme er nært beslægtet med *Streptomyces fimicarius* Duché, men kan på grund af særlige egenskaber repræsentere en ny art.

VI. Summary

Three varieties of green house tomatoes grown in 18 cm pots in »Perlite« were inoculated with five strains of potato russet scab (*Streptomyces sp.*), originating from scabbed Bintje tubers, in an attempt to cause »brown root rot« or »cork root« symptoms on tomato plants similar to those found on Bintje potato roots.

The russet scab organism was capable to attack tomato roots and at least contribute to cause »brown roots« or intensify the symptoms. A decrease in fruit yield was only small in two of the tomato varieties; however, the reduction of the potato tuber yield and quality was very pronounced.

Culture experiments with *Streptomyces sp.* on different media were concluded; most important was the negative tyrosinase activity.

Morphological studies of the aerial mycelium and the conidia showed, that the latter are not produced in spirals like those of *S. scabies*.

Further morphological investigations by means of electronic microscopy revealed the shape of conidia but no significant differences between the conidia of *Streptomyces sp.* and *S. scabies* could be detected, except that the spore walls of *Streptomyces sp.* are smooth or »naked« while those of *S. scabies* have remaining parts of hyphal walls on the surface forming a kind of ridges.

The results of culture experiments and the investigations carried out by the Centraalbureau voor Schimmelmicrocultures, Baarn, indicated that the Danish russet scab strain is closely related to *Streptomyces fimicarius* Duché; however, further characteristics suggest that it may represent a new species in Pridham, Hesseltine & Benedict's »rectus-flexibilis series« or Waksman's »cinereus series«.

VII. Litteraturhenvisning

Amici, A. W., Bertini, S. & Joly, S.: Su tre ceppi di *Attinomicetti* isolati da terrani dello Stato di San Paolo (Brasile). Ann. Microbiol. Enzimologia, Estratto dal V-VI: VII: 3-11, 1957.

Brenner, S. & Horne, R. V.: A negative staining method for high resolution electron microscopy of Viruses. Biochem. et Biophys. Acta 34: 103-110, 1958.

Ebben, M. H. & Williams, P. H.: Brown root rot of tomatoes, I. The associated fungal flora. Ann. appl. Biol. 44: 425-436, 1956.

Gerlach, W.: Brown root rot of tomatoes, II. The fungal flora of the rhizosphere. Ann. appl. Biol., 47: 17-27, 1959.

- Gerlach, W.*: Brown root rot of tomatoes. *Ann. appl. Biol.* 48: 4: 817-823, 1960.
- Gerlach, W.*: Untersuchungen über das biologische Verhalten des Erregers der Korkwurzelkrankheit der Tomate. Bundesanst. Land. Forstw. Jahresber. 1965, A 47.
- Harrison, Monty D.*: Potato russet scab, its cause and factors affecting its development. *Ann. Potato Journ.* 39: 10: 368-387, 1962.
- Harrison, M. D. & Eide, Carl J.*: The cause of Potato russet scab in Minnesota. *Pl. Dis. Rep.* 46: 2: 128-129, 1962.
- Hütter, T.*: Systematik der Streptomyceten. *Bibliotheca Microbiologica*, Fasc. 6, 382 pp. 1967.
- Krasil'nikov, N. A.*: Keys to Actinomycetales. 174 pp. 1941. Translated from Russian 1966.
- Mygind, H.*: Infektionsforsøg med isolater af kartoffelskurv, *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman & Henrici. *Tidsskr. f. Planteavl* 65: 684-703, 1962.
- Mygind, H.*: Kartoffel-netskurv, 712. beretning, *Tidsskr. f. Planteavl* 47-66, 1965.
- Schneider, R. & Gerlach, W.*: Untersuchungen über die Morphologie und systematische Stellung des Korkwurzelerregers der Tomate. *Biol. Bundesanst. Land. Forstw., Jahresber.* 1965, A 46 1965.

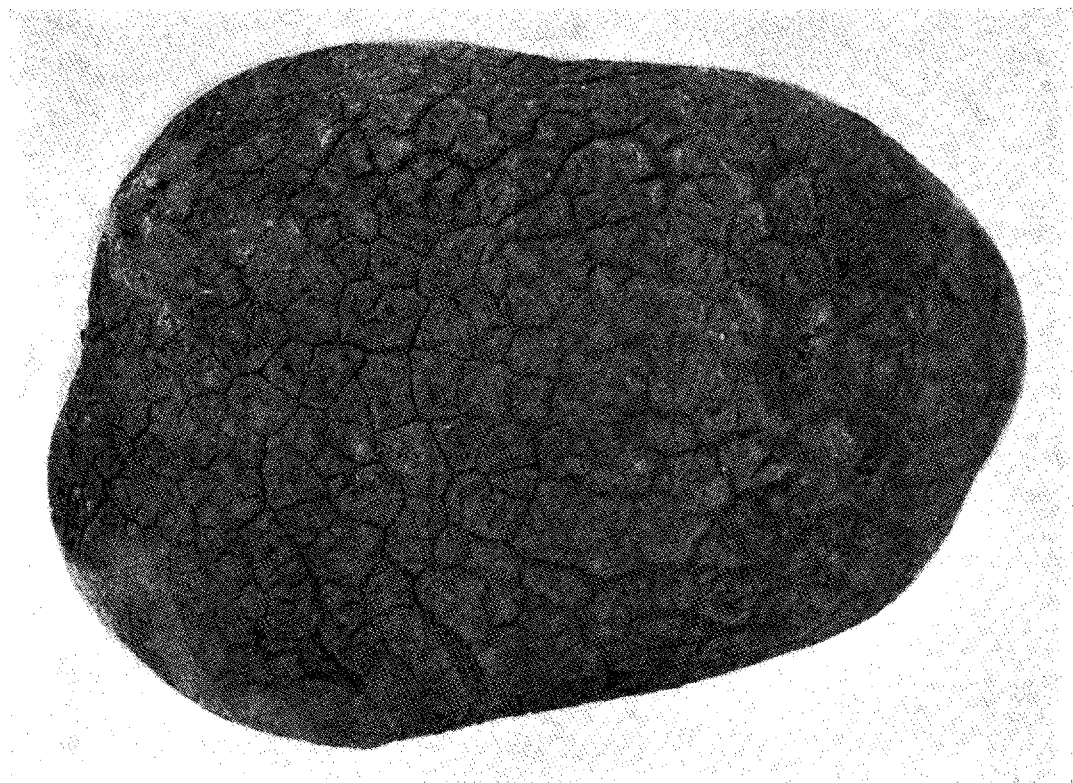


Fig. 10. Kartoffelknold af sorten Bintje meget stærkt angrebet af netskurv (*Streptomyces* sp.)