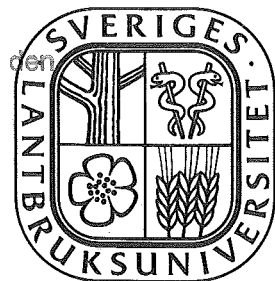


Växt- skydds- notiser



Nr 6, 1985 — Årg. 49



Exempel på de första ryggsprutorna. — *Some of the first knapsack spraying machines.* Ursprungligen publicerad i *Journal d'agriculture pratique*, Paris 1886—7. Tagen ur Large, E. C. 1940. The advance of the fungi.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<i>Ulf Hægermark:</i>	
Bordeauxvätskan 100 år	110
<i>Carl-Axel Gertsson:</i>	
Strålsvampar — egenskaper, systematik och taxonomiska karaktärer	114
<i>Carl-Axel Gertsson:</i>	
Studier av ett strålsvampangrepp på växthusgurka	118
<i>Georg Wärnhjelm:</i>	
Vattenglas som växtskyddsmedel mot insekter	124
Kommande konferenser	127

Bordeauxvätskan 100 år

Ulf Hægermark, Lantbruksnämndens växtskyddslaboratorium, Box 175, 391 22 Kalmar

HÆGERMARK, U. 1985. Bordeauxvätskan 100 år, *Växtskyddsnotiser* 49: 6, 110—113.

100 år har förflutit sedan Millardet (1838—1902) publicerade sina rön rörande bordeauxvätskan, den första fungiciden som fick en världsvid användning. I den här uppsatsen återges några litteraturuppgifter, som har anknytning till Millardets upptäckt.

Inledning

I den franska staden Bordeaux har i år firats 100-årsminnet av upptäckten eller rättare sagt publiceringen av upptäckten att man med en blandning av kopparsulfat, kalciumhydroxid och vatten kan bekämpa bladmögel, *Plasmopara viticola*, en algsvamp som angriper vinplantan. Redan kort efter publiceringen kom blandningen att kallas *bouillie bordelaise*. Efter den franska benämningen kallades den i Sverige, fritt översatt, till en början för bordeauxsoppa. Först senare synes namnet bordeauxvätska (bordåvätska) vunnit insteg. Åran av upptäckten tillkommer Pierre Marie Alexis Millardet (1838—1902), professor i botanik i Bordeaux 1876—1899.

I ett kortfattat meddelande 1885 i tidskriften *Annales de la Société de la Gironde* behandlade Millardet bordeauxvätskans sammansättning och gav råd om hur och när den skulle användas.

I en uppsats samma år i *Journal d'Agriculture Pratique* redogjorde Millardet närmare dels för upptäckten, dels för undersökningar han låtit utföra samt diskuterade även svampens biologi och aspekter på den nya bekämpningsmetoden. Några utdrag ur denna uppsats skall återges i det följande.

Bordeauxvätskan var det första svampmedlet som fick en världsvid användning. Den kom att spela en utomordentligt stor ekonomisk roll under mer än ett halvsekel innan den kemiska industrin så småningom lyckades framställa andra och bättre fungicider.

I Sverige rekommenderades användning av bordeauxvätska ända fram till början av 1950-talet för bekämpning av potatisbladmögel (*Phytophthora infestans*).

Problem i franska vinodlingar

Från Amerika infördes 1860 en skadegörare, vinlusen, *Phylloxera vastatrix*, som fick fotfäste i franska vinodlingar. Den angriper plantdelar både ovan och under jord. För att om möjligt komma tillrätta med denna insekt infördes resistent vinstockar från USA. Därvid kom man olyckligtvis att även introducera bladmöglet, *P. viticola* i franska vingårdar. Svampen är endemisk i Nordamerika och de sorter som odlades där angreps endast i ringa omfattning. De europeiska sorterna visade sig däremot vara mycket mottagliga och sjukdomen spreds snabbt och kom att utgöra ett allvarligt hot mot vinodlingar i Gamla världen. Förekomsten av *P. viticola* observerades första gången i Frankrike 1878 av Millardet och, oberoende av honom, även av en annan biolog vid namn Planchon.

Millardet hade funnit att *P. viticolae* "sommarsporer" lätt förlorat gröningsförmågan och att "den praktiska bekämpningen av bladmögel bör ha till mål att inte förgöra parasiten, vilket förefaller omöjligt, om man skall undvika att döda bladen. Den skall i stället förhindra svampens utveckling att i förebyggande syfte täcka bladytan med ämnen, som kunna åstadkomma att sporerne förlora sin vitalitet eller åtminstone förhindra dem att gro".

Hur Millardet fann ett lämpligt "ämne" beskrev han på följande sätt: "I slutet av oktober 1882 hade jag tillfälle att fara genom vingården Saint-Julien en Médoc. Jag blev inte lite förvånad av att se att längs vägen buro vinplantorna fortfarande sina blad medan dessa eljest hade fallit av sedan länge. Det hade förekommit en del bladmögel detta år

och min första tanke var att någon form av behandling hade förhindrat att bladen angripits av sjukdomen. Vid närmare undersökning fann jag omedelbart att översidan av dessa blad till största delen voro täckta av ett tunt lager av ett pulveriserat blå-vitt ämne.

Efter min ankomst till Chateau Beaucaillon frågade jag förvaltaren, M. Ernest David, som omtalade att i Médoc brukar man täcka bladen med verdegris (en kopparförening) eller med kopparsulfat blandat med kalk när druvorna höll på att mogna för att hålla tjuvarna borta. När dessa såg att bladen voro täckta med kopparliknande fläckar skulle de inte våga smaka på druvorna där de hängde under bladverket av fruktan för att de skulle vara förorenade på samma sätt.

Jag gjorde M. David uppmärksam på att bladen satt kvar och delade med honom den förhoppningen, som jag uttalade, att kopparsalterna skulle kunna utgöra basen för bekämpningen av bladmögel. Jag måste tillstå att till en början hade M. David ett flertal invändningar men slutligen accepterade han mina idéer så helt och fullt och stödde mig så verksamt att det är min plikt att tillskriva honom den större delen av den slutliga framgången".

Om hur man skall bereda bordeauxvätskan och utföra behandlingen skrev Millardet. "I 100 l vatten (käll-, regn- eller flodvatten) löses 8 kg kopparsulfat av handelsvaran. Blanda sedan kopparsulfaten med en lösning bestående av 30 liter vatten och 15 kg kalk. En blåaktig fällning bildas. Arbetaren slår under omröring en del av blandningen i en hink eller vattenkanna, som han tager i den vänstra handen medan han med den högra stänker den skyddande lösningen på bladen med hjälp av en liten viska samtidigt som han försiktigt undviker att komma åt druvorna."

Millardet fann att det inte var nödvändigt att täcka hela bladytan med bordeauxvätska.

Som framgår av tidigare citat underströk Millardet vikten av att behandlingen görs förebyggande. Han förutsade att på grund av den stora likheten mellan *P. viticola* och potatisbladmögel borde även den senare sjukdomen kunna bekämpas med bordeauxvätska. Hans bedömning skulle visa sig vara riktig.

Bordeauxvätskans goda vidhäftningsförmåga noterades av Millardet. I en av sina skrifter skrev han: "De små dropparna spridda över bladen fungera därför som reservoarer för kopparoxid, som under veckor och månader håller kvar oxiden under skydd av en kalk-

beläggning och förser dagg eller regn' . . . med den ringa mängd koppar, som behövs, för att stoppa utvecklingen av konidier, som vinden avsätter på bladytorna.

Millardet skrev även "Det finns slutligen en viktig faktor att beakta. Trots alla försiktighetsåtgärder har det hänt att några droppar av blandningen hamnade på druvorna. Kommer denna koppar att återfinnas i vinet? Och om den finns där, är mängden tillräcklig för att påverka människans hälsa?" Redan då fanns uppenbarligen en ängslan för bekämpningsmedelsrester i livsmedel. Millardet fick hjälp av en kollega, Gayon, att stilla sina farhågor. I en preliminär undersökning av vindruvor från en behandlad odling fann kollekan inte någon koppar.

Att åran av upptäckten av bordeauxvätskan skulle tillfalla Millardet sattes i fråga av flera konkurrenter. Millardet dröjde ju med att publicera sina rön och det fanns de som ansåg sig ha förekommit honom med någon månad eller något år. Det fanns även de som menade att det inte var Millardet som upptäckte "*bouillie bordelaise*" utan att Gud uppenbarat den för sina barn från Bordeaux. Detta som en belöning för den goda och kärleksfulla åtgärden att låtsas att druvorna var förgiftade, vilket förhindrade att förbipasserande främlingar inleddes i frestelse.

För att slå vakt om sin rätt som bordeauxvätskans upptäckare publicerade Millardet 1885 en uppsats även den i *Journal d'Agriculture Pratique*. I denna satte han inte sitt ljus under skäppan utan framhöll med kraft att åran av att *P. viticola* kunde bekämpas tillkom honom.

Millardets upptäckt kom att stimulera försöken att framställa andra och förhoppningsvis bättre varianter av kopparbaserade medel. I en blandning ersattes således kalciumhydroxiden med ammoniak, (Eau Celeste) i en annan med natriumkarbonat (soda), (Burgunder vätska). Bordeauxvätskan kom emellertid att behålla sin dominerande ställning.

Man fann redan i slutet av 1880-talet att de ingående mängderna av kopparsulfat och kalciumhydroxid i bordeauxvätskan kunde minskas. Fransmannen Girard föreslog att blandningen skulle innehålla 2 kg kopparsulfat och 1 kg kalciumhydroxid per 100 l vatten. I en svensk jordbrukslära från början av 1950-talet rekommenderades samma mängder. Bordeauxvätskan fann tidigt sin slutliga sammansättning.

Utveckling av sprututrustning

Millardets rekommendation att med hjälp av en viska stänka bordeauxvätskan på vinbladen var en arbetskrävande metod. Smeder och gelbgjutare började därför på olika håll i Frankrike söka konstruera lämpliga sprutor. Fig. 1 återger ett exempel. Teckningen föreställer en "pedomatisk apparat" från 1886. Konstruktörens namn var Meyer. Denna spruta bestod av en lufttät kopparbehållare i vilken bordeauxvätskan hälldes. Till behållaren, som bars på ryggen, anslöts dels en slang försedd med munstycke dels två andra slangar anslutna till var sin blåsbälg. Bälgar- nas översidor sattes fast på arbetarens skor, undersidorna var utformade som träskor. När han gick pressades luften in i tanken och bordeauxvätskan spreds genom munstycket.

Den tekniska utvecklingen gick fort och några år senare fanns en ryggspruta på marknaden som förmodligen var av samma typ som används även i våra dagar. Redan 1888 behandlades mer än två miljoner hektar av den franska vinarealen.

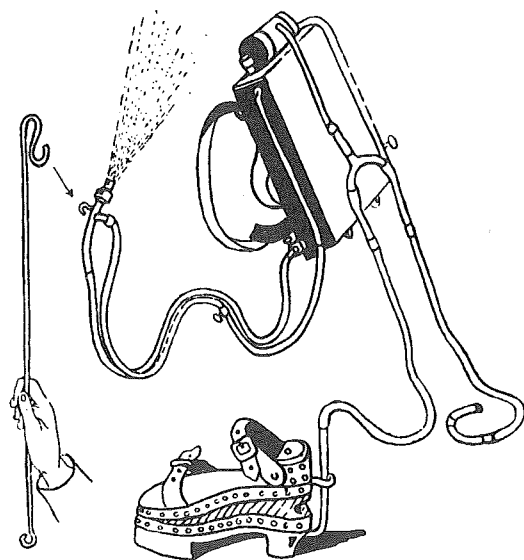
Koppar i tiden

Att koppar har en fungicid effekt påvisades redan tre kvarts sekel före Millardets upptäckt. Fransmannen Prévost fann 1807 att sporer av stinksot (*Tilletia tritici*) inte grodde i en vattendroppe, som innehöll en obetydlig mängd av koppar.

Under 1800-talet blev stöpnig av utsädet i kopparsulfatlösning följt av en behandling med kalciumhydroxid för att motverka kopparsulfatets fytotoxiska effekt en ofta använd åtgärd. Så småningom hade metoden spelat ut sin roll och utsädet kom i stället att behandlas med kvicksilvermedel.

Att utnyttja kopparsulfat som sprutmedel vid bekämpning av potatisbladmögel provades vid 1800-talets mitt men metoden var oanvändbar p.g.a. den fytotoxiska effekten.

Vid flera tillfällen förelåg observationer som skulle kunnat ha stimulerat forskningen att finna lämpliga fungicider baserade på kopparmedel. Sålunda hade man redan flera decennier före Millardets upptäckt använt sig av kopparsulfatimpregnerade stolpar i vinodlingarna. Omkring dessa var angreppen av *P. viticola* mindre än i odlingarna i övrigt. Många lade märke till detta men ingen drog några slutsatser därav.



The Pedomatic apparatus of M. Meyer.
1886

Fig. 1. Ryggspruta enligt Meyers konstruktion 1886. Efter Large, 1940, p. 231.

En annan observation som inte heller den fick några praktiska konsekvenser var iakttagelser att kopparhaltig rök från kopparsmältverk höll bladmögelsvampen borta från intilliggande potatisodlingar.

I Belgien hade en forskare 1845 föreslagit att brunröta på potatis skulle bekämpas med en blandning av kopparsulfat, kalk och koksalt. Tyvärr anbringades blandningen på marken. Hade den i stället sprutats på bladen hade vi förmodligen haft anledning att lägga namnet Morren på minnet i stället för Millardet.

Man kan anse Millardets upptäckt av bordeauxvätskan vara en banal händelse, som inte borde ge honom världsrykte. Men han hade dock formulerat en bekämpningsstrategi på grundval av sina biologiska kunskaper och kunde tack vare dem utnyttja det tillfälle som slumpen förde i hans väg i vingården i Médoc. Han drog de riktiga slutsatserna och åstadkom därigenom ett på sin tid mycket remarkabelt genombrott för bekämpningen av en rad förlustbringande växtsjukdomar.

Tack

Ett hjärtligt tack till statskonsulent Göran Kroeker för god hjälp.

Litteratur

- Ainsworth, G. C. 1981. *Introduction to the history of plant pathology*, pp. 108—113.
Horsfall, J. G. 1956. *Principles of Fungicidal Action*, pp. 52—59.
Juhlin-Dannfelt, H. 1901. *Lantbrukets bok II*, pp. 172—173.
Large, E. C. 1940. *The advance of the fungi*, pp. 201—239.

- Nordenborg, M. O. 1951. *Lilla jordbruksläran*, p. 343. The discovery of Bordeaux mixture. Three papers 1885. *Phytopathological Classics No 3*. Translated from the French by F. J. Schneiderhan. *American Phytopathological Society 1933 (1975)*.
Torgeson, D. C. 1967. *Fungicides. An advanced treatise. Vol. II*, pp. 101—104.

HÆGERMARK, U. 1985. The Bordeaux mixture 100 years. *Växtskyddsnotiser 49*: 6, 110—113.

It is now 100 years since Millardet (1838—1902) published his findings of the Bordeaux mixture, which was the first fungicide to be used throughout the world. In the present paper some of the details in the literature concerning Millardet's discovery are referred to.

Strålsvampar — egenskaper, systematik och taxonomiska karaktärer

Carl-Axel Gertsson, Inst. för växt- och skogsskydd, SLU, 230 53 Alnarp

GERTSSON, C.-A. 1985. Strålsvampar — egenskaper, systematik och taxonomiska karaktärer. *Växtskyddsnotiser* 49: 6, 114—117.

Uppsatsen utgör en kort litteraturstudie över strålsvamparnas karakteristik, systematik och viktiga växtpatogener. Taxonomiska karaktärer av betydelse för bestämningensarbetet av släktet *Streptomyces* beskrivs. Svårigheter med artbestämningen av de talrika streptomyceterna diskuteras.

Inledning

I Bergey's bakteriehandbok (1974) behandlas inom ordningen *Actinomycetales* (strålsvampar) 8 familjer. Av dessa har endast två växtpatologiskt intresse, nämligen *Streptomyceaceae* och *Nocardiaceae*. Inom den senare familjen finns en art, *Nocardia vaccinii* n.sp., som rapporterats orsaka gallbildning på blåbär (Goodfellow & Minnikin, 1981). Inom släktet *Streptomyces* finns endast ett fåtal arter som är patogena för växter. Den skorvalstrandande *S. scabies* på potatis är mest välkänd. Nästan allt växtpatologiskt arbete om streptomyceter berör stammar av denna art (Lechevalier & Lechevalier, 1981). Richter (1956) anger många andra kulturväxter, som kan angripas av streptomyceter, t.ex. sockerbeter, rödbeter, rädisor, palsternackor och morötter. Nyligen har också ett streptomycetangrepp konstaterats på frukterna av växthusgurka i en sydsvensk odling (Gertsson, 1985).

Egenskaper

Aktinomyceterna har ett speciellt filmamentöst växtsätt. På grund av detta betraktades aktinomyceterna länge som svampar. Likheten är dock rent ytlig. Många egenskaper visar att de bör räknas till bakterierna. Cellerna är prokaryota (eubakterier). Filamenten är mycket tunnare än normala svampmycel, ca 1,0 μm . Många aktinomyceter reproducerar sig genom fragment eller oidier i samma form och storlek som stavlika och sfäriska bakterier. Cellväggen innehåller muraminsyra men saknar kitin. De är fagkänsliga (lyserar) liksom bakterierna. Slutligen hindras tillväxten av

antibakteriella ämnen, medan fungicider saknar verkan. De egenskaper som placerade dem bland svamparna var bl.a. deras förmåga att bilda ett förgrenat substrat- och luftmycel samt deras sätt att sporulera (Waksman, 1967). I allmänhet reagerar strålsvamparna grampositivt. Systematiskt står de nära den coryneforma bakteriegruppen. De tillväxer på standardagar för bakterier, t.ex. NA-agar, men vanligen långsammare än andra bakterier. Celldelningscykeln varar 2—3 timmar (jfr *Escherichia coli*, 20 min.). Hos släktet *Streptomyces* blir kolonierna sällan över 10 mm i diameter (Lechevalier & Lechevalier, 1981).

Aktinomyceterna förekommer överallt. Deras huvudsakliga habitat är jorden. Lechevalier & Lechevalier (1967) fann vid undersökning av 5000 aktinomycetisolat från 16 jordar, att 95% av isolaten tillhörde släktet *Streptomyces* och 2% utgjordes av släktet *Nocardia*. Nedbrytning av organiskt material på och i jorden är deras viktigaste ekologiska uppgift (Waksman, 1959, 1967).

Systematik

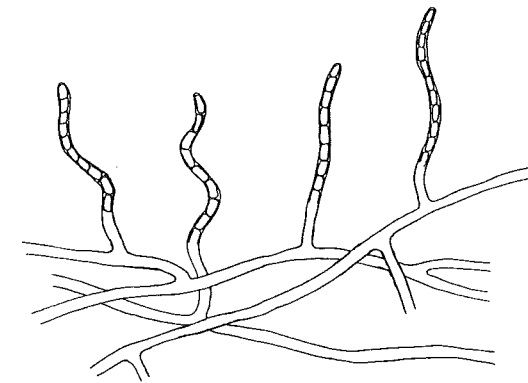
Indelningen av aktinomyceterna grundar sig bl.a. på mycelets utseende och fragmentering. Hos familjen *Nocardiaceae* delas både luft- och substratmycelet upp i stavformiga eller kockoida bitar under senare delen av tillväxten (Goodfellow & Minnikin, 1981). Mycelieformen är bäst utvecklad hos familjen *Streptomyceaceae* med släktet *Streptomyces*. Hyferna är där mer eller mindre starkt förgrenade. De är icke septerade, och substrat-

mycelet fragmenterar aldrig under utvecklingen. Förökningen sker genom rundade sporer, konidier (arthrosporer), som avsnöres från hyfändarna (luftmycelet) (fig. 1). Konidierna kan bildas i långa kedjor och ofta i sådan mängd att *Streptomyces* på artificiella medier får en pulveraktig yta (fig. 2). De båda ovan nämnda familjerna tillväxer endast under aeroba förhållanden (Kutzner, 1981).

Efter isoleringar av många aktinomyceter under de senaste 20 åren, har de skillnader mellan de många släktena som baserats på morfologiska kriterier visat sig vara otillräckliga. Biokemiska analyser av cellväggar och hela celler har istället använts för att säkerställa strålsvamparna till släktnivå. Ett vanligt förekommande ämne i cellväggen utgöres hos flera släkten av en peptidoglukan innehållande isomera former till dikarboxylsyran DAP ('diaminopimelic acid'). Dessa isomerer liksom diagnostiskt värdefulla sockerarter och fosfolipider detekteras med tunnsliktskromatografi.

Taxonomiska karaktärer hos streptomyceter

Nonomura (1974) har i en bestämningstabell sammanfattat ISP's (The International Streptomyces Project) beskrivningar av 458 arter. Klassificeringen grundar sig på a) makroskopiska karaktärer, speciellt färgen hos substrat- och luftmycelet, b) pigmentbildningen i olika agarmedier, c) morfologiska egenskaper hos luftmycelet och arthrosporererna, d) fysiologiska karaktärer. De tre förstnämnda egenskaperna studeras på följande agarmedier: jäst-maltextraktagar, havremjölagar, oorganisk salt-stärkelseagar samt glycerol-asparaginagar. Sju olika "grundfärger" användes för bestämning av luftmycelets färg: gul, violett, röd, blå, grön, grå och vit. Substratmycelets färg bestäms, sedan agarn tagits bort underifrån, mot bakteriekoloniens bas ('reverse side'). Substratmycelet ger upphov till endo- och exopigment. De förra bildas i kolonien. Exopigmenten omger kolonien och kan också diffundera eller utfällas långt ut i agarn. Hos en del streptomyceter är pigmenten känsliga för pH-ändringar (s.k. indikatorpigment). Surhetsgradens inverkan på pigmenten avgöres med 0,05 M HCl respektive 0,05 M NaOH. Hos luftmycelet noteras, förutom färgen, hyfernas längd, förgrenigstyp (monopodial eller sympodial) och sporoforerens utseende (raka, slingrande, spiralförsed-



10 μm

Fig. 1. Schematisk bild över substrat- och luftmycel med spokedjor hos släktet *Streptomyces*. — Schematic illustration of substrate and aerial mycelium with spore chains of *Streptomyces*. Teckning: Förf.

da, kransställda m.m.). Avläsningar av ovanstående karaktärer göres efter 1, 2 respektive 3 veckor.

Arthrosporererna studeras i elektronmikroskop utan föregående fixering eller skuggning vid en förstoring av 8000—10000 \times . De indelas i fyra grupper med hänsyn till ytans utseende: släta, vårtiga, håriga och taggförsedda. För att slutligen säkerställa arten har ISP rekommenderat två fysiologiska undersökningar. En är studiet av melaninproduktionen på pepton jästextraktjärnagar, tyrosinagar och i trypton jästextraktbuljong. Pigmentet melanin syntetiseras bl.a. ur aminosyran tyrosin. Vid pigmentbildningen erhålles en mörkgrå eller blåsvart färg i mediet efter 2—3 dagar. Utnyttjande av sockerarter och alkoholer ('kolkällor') i en 'basalmineralsaltagar' användes som ytterligare en fysiologisk karaktär. Följande 'kolkällor' användes: L-arabinos, D-xylos, I-inositol, D-mannitol, D-fruktos, rhamnns, sackaros, raffinns och D-glukos (positiv kontroll). 'Basalagar' utan 'kolkälla' tjänar som negativ kontroll. Tillväxten på de olika kolhydratalkoholmedierna noteras efter 10—16 dagar (Shirling & Gottlieb, 1966; Kutzner, 1981).

Avslutning

Den taxonomiska placeringen av streptomyceter till artnivå grundar sig som ovan nämnts

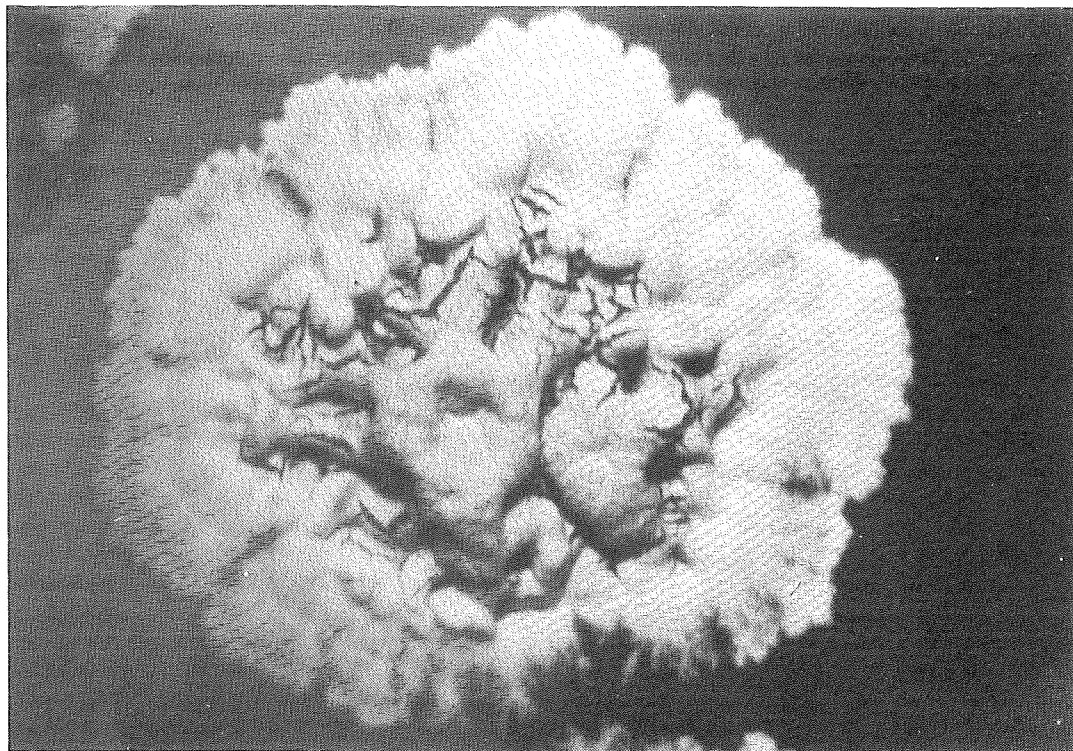


Fig. 2. En streptomycetkoloni. Storlek ca 8×7 mm. — *A streptomycetes colony*. Size about 8×7 mm. Foto: S. Kalt.

på många egenskaper. Några försök har gjorts för att bestämma stabiliteten hos de karaktärer ISP anvisar. Man har funnit konstans i de sporulerande hyfernas morfologi, luftmycelets färg och sporernas ytstruktur. Stabila karaktärer är vidare assimilation av 5 "kolkällor" (arabinos, xylos, rhamnos, raffinosa och manitol) samt närvaro eller frånvaro av melaninpigment. Osäkra (variabla) egenskaper är substratmycelets färg samt sporernas storlek

och form (Lechevalier & Lechevalier, 1967). Trots ISP's revidering av många arter är bestämningsarbetet av streptomyceter mycket osäkert. Detta beror på den mängd arter, eller kanske enbart stammar som fått rangen av arter, i litteraturen. I Bergey's bakteriehandbok (1974) finns 463 arter upptagna. Efter 1974 har åtskilliga nya arter redovisats i litteraturen (Kutzner, 1981).

Litteratur

- Buchanan, R. E. & Gibbon, N. E. (Eds.). 1974. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 8:e uppl. Baltimore.
- Gertsson, C.-A. 1985. Studier av ett strålsvampangrepp på växthusgurka. *Växtskyddsnotiser* 49: 6, 118—123.

- Goodfellow, M. & Minnikin, D. E. 1981. The genera *Nocardia* and *Rhodococcus*. In Starr, M. P. et al., 1981. *The Prokaryotes*. A handbook on habitats, isolation and identification of bacteria. Vol. II. 2016—2067. Berlin, Heidelberg och New York.

- Kutzner, H. J. 1981. The family Streptomycetaceae, In Starr, M. P. et al., 1981. *The Prokaryotes*. A handbook on habitats, isolation and identification of bacteria, Vol. II. 2030—2090. Berlin, Heidelberg och New York.
- Lechevalier, H. A. & Lechevalier, M. P. 1967. Biology of actinomycetes. *Annual Review of Microbiology* 21, 71—100.
- Lechevalier, H. A. & Lechevalier, M. P. 1981. Introduction to the order Actinomycetales. In Starr, M. P. et al., 1981. *The Prokaryotes*. A handbook on habitats, isolation and identification of bacteria. Vol. II. 1915—1922. Berlin, Heidelberg och New York.

- Nonomura, H. 1974. Key for classification and identification of 458 species of the Streptomycetes included in ISP (The International Streptomyces Project). *J. Ferment. Technol.* 52 (2), 78—92.
- Richter, H. 1956. Bakterielle Krankheiten. In Sorauer, P. 1956. *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. Band II. Berlin och Hamburg.
- Shirling, E. B. & Gottlieb, D. 1966. Methods for characterization of *Streptomyces* species. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 16 (3), 313—340.
- Waksman, S. A. 1959. *The actinomycetes*, vol. 1. Nature, occurrence and activities. Baltimore.
- Waksman, S. A. 1967. *The actinomycetes*. A summary of current knowledge. New York.

GERTSSON, C.-A. 1985. Actinomycetes — properties, systematics and taxonomic characterizations. *Växtskyddsnotiser* 49: 6, 114—117.

A short description and characterization of actinomycetes is given in the article. The taxonomic characters according to the International Streptomyces Project are mentioned.

Additional key word: Actinomycetales.

Studier av ett strålsvampangrepp på växthusgurka

Carl-Axel Gertsson, Inst. för växt- och skogsskydd, SLU, 230 53 Alnarp

GERTSSON, C.-A. 1985. Studier av ett strålsvampangrepp på växthusgurka. *Växtskyddsnotiser* 49: 6, 118—123.

Under 1981 konstaterades en för Sverige ny bakteriesjukdom på växthusgurka. Angreppet orsakades av en strålsvamp (aktinomycet), *Streptomyces cacaoi*. Symptomen iaktogs framförallt på frukterna. Dessa fick vitaktiga fläckvisa beläggningar. En del plantor hade också tydliga blad-symptom, som kännetecknades av markerade gulvita kolonier såväl på ovan- som undersidan av bladen.

I ett orienterande desinfektionsförsök undersöktes följande preparat: Menno-ter-forte, Korsolin, Lysovet-röd och Formalin. Samtliga medel hade god effekt mot bakterien. I växthusodlingen gjordes vid kulturtidens slut två bekämpningar med Formalin. Efter behandlingarna kunde ej några överlevande kolonier hittas på de undersökta frukterna respektive växthusytorna. Uppsatsen avslutas med synpunkter på användning av selektiva medier och aktinomyceternas förekomst i odlingen.

Inledning

En i Sverige ej tidigare påträffad bakteriesjukdom på växthusgurka konstaterades i en skånsk odling 1981. Från angripna frukter isolerades stora mängder bakterier. Genom mikroskopiska studier, bakteriekoloniernas utformning på olika agarmedier och gramfärgning kunde organismen preliminärt bestämmas till ordningen *Actinomycetales*, strålsvampar.

Undersökningarna har pågått från 1981—1984. Strålsvampars egenskaper, systematik och taxonomiska karaktärer viktiga för bestämningsarbetet har beskrivits av Gertsson (1985).

Symptom

Angreppen framträdde framförallt på frukterna. Dessa fick vitaktiga oftast fläckvisa diffusa partier (fig. 1). Tillväxten av organismen skedde endast på frukternas yta, således ett epifytiskt växtsätt. Under kutikulan kunde någon skada ej observeras. Under 1984 kunde också tydliga bladsymptom noteras. Dessa kännetecknades av markerade gulvita upphöjda kolonier såväl på ovan- som undersidan av bladen (fig. 2). Angrepp på rötterna kunde ej konstateras. Plantorna odlades i stenullsmattor. Varje år, under senare delen

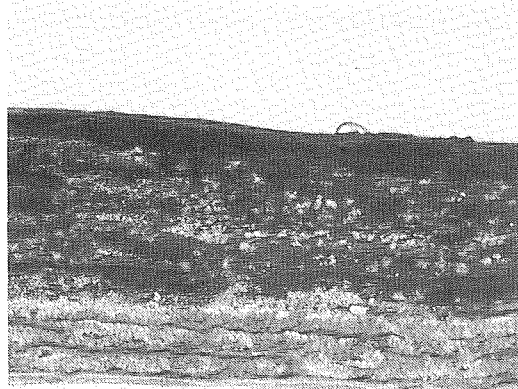


Fig. 1. *Streptomyces*angrepp på växthusgurka. — Symptoms caused by a *Streptomyces* species on glasshouse cucumber. Foto: S. Kalt.

av juni månad, började angreppen framträda på samma plats i ett växthusblock. Symptomen var till en början svaga och kunde lätt förväxlas med "fuktneidslag". Sjukdomen utbreddes sig långsamt i kulturen. Bakterien spreds även till andra växthusblock, men här var angreppen svagare.

Material och metoder

Bakterien isolerades genom att avskrap från infekterade växtdelar ströks ut på en standardagar, 4-m-l, pH 7,0 (Dowson, 1957).

Beskrivningar av morfologiska och fysiologiska karaktärer följer ISP's (The International Streptomyces Project) anvisningar (Shirling & Gottlieb, 1966). Morfologiska iakttagelser, färg på luft- och substratmycel samt diffunderbara lösliga pigment gjordes på följande medier: jäst-maltextraktagar pH 7,3, havremjölager pH 7,2, oorganiskt saltstärkelseagar pH 7,0—7,4 samt glycerol-asparaginagar pH 7,0—7,4. För elektronmikroskopiska studier användes bärnät ("grids") belagda med Formvar. Bärnäten trycktes försiktigt mot koloniytor. Spormofologin och ytstrukturen studerades utan föregående fixering eller skuggning vid en förstoring av 8 000—10 000 \times . Substratmycelets färg bestämdes sedan agarn tagits bort med rakblad. Surhetsgradens inverkan på eventuella pigment i agarn, s.k. indikatorpigment, avgjordes med 0,05 M NaOH respektive 0,05 M HCl. I de fysiologiska undersökningarna studerades pigment- (melanin-) produktionen samt kolhydrat- och alkoholutnyttjandet på speciella medier. I det senare fallet användes en "basalmineralsaltagar" pH 6,8—7,0. Kolhydrat- respektive alkohollösningar, 10%-iga, sterilfiltrerades (filterstorlek 0,22 μ). En av alkoholorna, I-inositol, estersteriliserades. Kolhydrat respektive alkohollösningarna ingöts därefter i 50—60-gradig "basalagar". Härvid erhöles i agarn en 1%-ig koncentration. Följande "kolkällor" användes: L-arabinos, D-xylos, I-inositol, D-mannitol, D-fruktos, rhamnos, sackaros, raffinosa och D-glukos (positiv kontroll). "Basalagar" utan "kolkälla" tjänade som negativ kontroll. Notering av melaninproduktion gjordes på pepton jästextrakt-järnagar pH 7,0—7,2, tyrosinagar pH 7,2—7,4 samt i trypton jästextraktbuljong pH 7,0—7,2. I samtliga medier har pH-justeringar gjorts med 1 M NaOH respektive 1 M HCl före autoklavering. Företrädesvis har luftmycel (arthrosporer) mindre än tre veckor gammalt, använts som inokulum. Inkuberingar har skett vid 27—28 °C. Avläsningar av morfologiska karaktärer, mycelets färg samt diffunderbara lösliga pigment gjordes efter 1, 2, respektive 3 veckor. Efter 2 respektive 3 dagar avlästes eventuell melaninproduktion. Tillväxten på de olika kolhydrat-alkoholmedierna noterades efter 10—16 dagar.

För att undersöka förekomsten av strål-

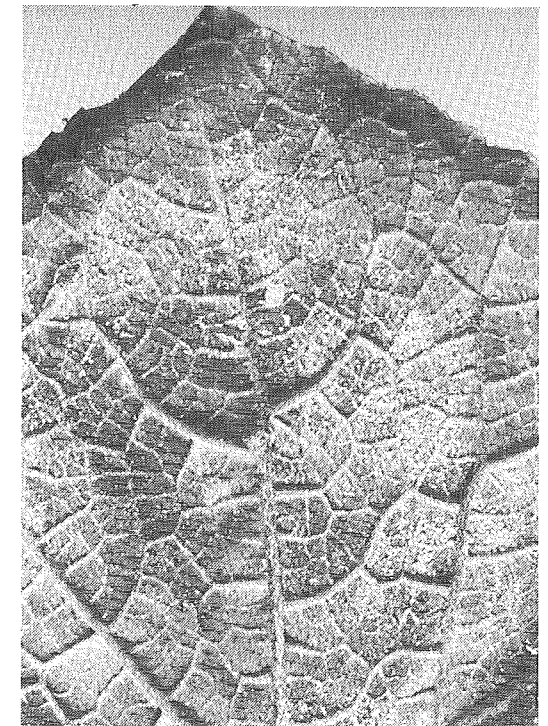


Fig. 2. Bladovansida med streptomyceskolonier. — Upper leaf surface with colonies of *Streptomyces*. Foto: S. Kalt.

svampar i växthusmiljö användes en speciell provtagningsmetod (svabbning) och en 2%-ig vattenagar, pH 7,0, som selektivt medium. Jämförande studier gjordes mellan ett infekterat och ett icke infekterat växthusblock i samma odling. Insamling av luftburna organismer gjordes på 20 slumpvis utsatta agarplattor (nedfallsplattor) vid 4 tillfällen. Plattorna exponerades under 1 timma. En svabbningsperiod användes för att få en uppfattning om antalet strålsvampar på olika växthusytor. Sterila engångssvabbar användes. 1 dm² stora ytor undersöktes. På torra ytor användes i sterilt peptonvatten fuktade svabbar. Därefter avtorkades ytorna med torra svabbar. På fuktiga växthusytor användes enbart torra svabbar. Svabbarna fördes sedan aseptiskt ned i provrör innehållande 5 ml 0,5%-igt peptonvatten. I laboratoriet vibrerades provrören med svabbar under 15—20 sekunder i en "whirlimixer". Därefter pipetterades aseptiskt 0,1 ml peptonvatten från provrören till det selektiva mediet (Favero et al., 1968; Baldock, 1974; Speck, 1976). Vätskan spreds ut med en glastrackla. Antalet aktinomycetkolonier räknades efter 1 respek-

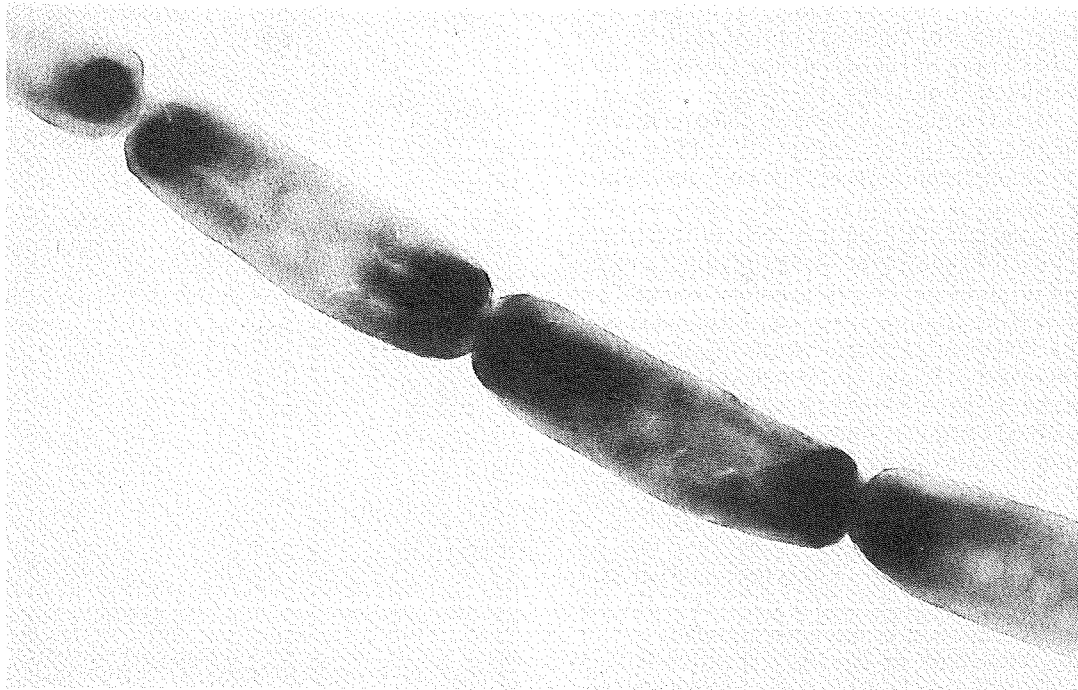


Fig. 3. Arthrosporer fotograferade i elektronmikroskop. — *Electron micrographs of arthrospores* ($\times 8000$). Foto: K. Tomenius.

tive 2 veckor. Bortemot 130 ytor undersöktes.

Antalet strålsvampar i växthusjordens översta skikt bestämdes med smältagarteknik på 4-m-l-agar. 30 jordprov uttogs. Antalet kolonier räknades efter 1 respektive 2 veckor och uttrycktes i antal organismer per g torr jord (Ståhl & Lindberg, 1967). Växthusjorden (analyserad av Provcentralen vid SLU), en lätt sandjord, hade ett pH-värde av 6,7 och mullhalten var 6,0%. Vid desinfektionsförsök uppslammades aktinomycetkolonier i sterilt vatten. Bevattningsytor (fibertex-mattor) doppades därefter i en bakteriesuspension. Bakterien fick sedan under ca 2 veckor utvecklas i mattan. Mattbitar doppades därefter hastigt i 4 olika desinfektionspreparat. Följande preparat användes: Formalin (3%), Lysovet-röd (2%), Korsolin (2%) och Menno-ter-forte (4%). Procenttalen anger koncentration av handelsvaran. De tre förstnämnda preparaten är aldehydföreningar. Menno-ter-forte är en kvartär ammoniumförening. Som kontroll i försöken användes sterilt vatten. Mattbitarna, 12 per försöksled, utplaceras på VJA (grönsaksjuiceagar), pH 6,5. Avläsningarna gjordes efter 1 respektive 2 veckor (Johansson, 1985).

I laboratoriemiljö doppades friska gurkor i en bakteriesuspension. Sterilt kranvatten användes som kontroll. Gurkorna placerades sedan i plastlådor (typ "miniväxthus", $20 \times 35 \times 17$ cm), där botten var klädd med fuktade filterpapper. Efter ungefär en vecka, vid 22–23 °C, avlästes symptomen.

Resultat

Infektionsförsök

Totalt gjordes försök med 40 gurkor vid olika tillfällen. Liknande symptom uppkom som i odlingen. Under lupp, ca $40\times$, framträdde de angripna partierna som strålformigt växande kolonier.

Bestämningsarbeten

Luftmycelets hyfer var raka ("Rectus") eller undulerande ("Flexibilis"). Ibland förekom böjda hyfspetsar. Sporererna hade en slät yta (fig. 3). Luftmycelet var vitt på samtliga medier. Substratmycelets färg varierade från ljusgulvitt till ljus gulbrunt. Synliga lösliga pigment noterades ej. Substratmycelet samt dess omgivning påverkades ej av NaOH eller HCl. Indikatorpigment förekom således ej. Någon

melaninproduktion förekom ej. Följande kolhydrat och alkohol utnyttjades av organismen för sin tillväxt: D-glukos, L-arabinos, sackaros, D-xylos, D-mannitol och D-fruktos. Ingen tillväxt eller endast svag sådan förekom på: "basalagar", I-inositol, rhamnos samt raffinosa. Med hänsyn till dessa resultat förmodas stammen av denna strålsvamp enligt Waksman (1961), Shirling & Gottlieb (1968), Nonomura (1974) och Bergey's bakteriehandbok (1974) tillhöra *Streptomyces cacaoi* (Waksman 1932) Waksman och Henrici 1948.

Insamling i växthusmiljö

I tab. 1 redovisas resultatet av tre olika insamlingsmetoder för bestämning av antalet strålsvampar i ett icke infekterat och ett infekterat växthusblock i samma odling. Siffrorna anger antalet kolonibildande enheter som utvecklats på vattenagar respektive 4-m-l-agar efter 2 veckor. På vattenagar har ej den växtpatogena streptomyceten kunnat urskiljas från övriga påträffade aktinomyceter. Svabbningsmetoden gav markanta skillnader i antalet påträffade aktinomyceter såväl mellan de olika växthusblocken som mellan de två växthusmaterialen. Differensen mellan växthusen i antalet luft- respektive jordburna strålsvampar var betydligt mindre.

Desinfektion

Laboratieförsöken visade att streptomyceten ej utvecklades i de mattbitar som behandlats med Lysovet-röd, Korsolin och Menno-ter-forte. I det foramlinbehandlade ledet kunde en svag tillväxt noteras på tre mattbitar. I den infekterade odlingen desinficerades växthuset under två omgångar vid kulturtidens slut med 40%-ig Formalin, som varmdimades ut. Efter behandlingarna kunde ej några överlevande kolonier hittas på de undersökta frukterna respektive växthusytorna.

Diskussion

Streptomyces cacaoi hittades första gången på 1930-talet i kakaoböner. Tre stammar av bakterien utgör grunden till den första beskrivningen, som gjordes av Waksman (Bunting, 1932). Waksman benämner den med släktnamnet *Actinomyces*. Den är senare beskriven med fler karaktärer av Waksman (1961) under sitt nuvarande släktnamn. Waksmans beskrivningar utgöres delvis av andra undersökningsmetoder än de ISP senare arbetade. Den isolerade stammen från växthusgurka

Tabell 1. Medeltalet av antalet funna aktinomyceter (kolonibildande enheter) med olika insamlingsmetoder — *Average number of actinomycetes (colony forming units, cfu) with different sampling techniques*

Växthusdel <i>Glasshouse section</i>	Ej infekterad <i>Not infected</i>	Infekterad <i>Infected</i>
Insamlingsmetod <i>Sampling technique</i>		
Svabbningsmetod <i>Swab method (cfu/dm²)</i>		
Träytor <i>Woodwork structures</i>	983	7 606
Glasytor <i>Glass surfaces</i>	8 088	29 333
Luftexponering ¹⁾ (nedfallsplattor) (kol./m ² · tim.) <i>Air exposition (fall-out)</i> (cfu/m ² · h)	4 140	5 099
Jordprov ²⁾ (kol./g torr jord) <i>Soil samples</i> (cfu/g of dry soil)	2,7 · 10 ⁵	1,9 · 10 ⁶

¹⁾ Vattenagar/Water agar (2%).

²⁾ 4-m-l-agar (Dowson, 1957).

överensstämmer ej helt med Waksmans beskrivningar eller med de angivna karaktärerna i "Bergey's Manual". Beskrivningen avviker i fråga om luftmycelets (sporoforerans) morfologi. I denna litteratur uppges sporoforerarna vara glest spiraliserade. I ISP's beskrivning anges emellertid att spiralbildningen är svag. Det är vanligt, i synnerhet om luftmycelet är kort, att sporoforerarna är undulerade ("Flexibilis") (Shirling & Gottlieb, 1968). Denna senare beskrivning överensstämmer med den isolerade stammen från växthusgurka.

Den långsamma tillväxten på agarmedierna har utgjort ett problem vid undersökningen av streptomycetens förekomst i växthusen. I litteraturen finns åtskilliga selektiva medier omnämnda för aktinomyceter (Kutzner, 1981). Flertalet av de undersökta selektiva medierna hade en oönskad tillväxt av andra bakterier än streptomyceter. En agartyp, vattenagar, som omnämnes bl.a. av El-Nakeeb & Lechevalier (1963) visade sig användbar. Kolonierna på denna agar blev små, ca 1 mm, men fullt avläsbara under lupp. Nackdelen var att den patogena streptomyceten ej kunde särskiljas från övriga aktinomyceter.

Spridningen av patogenen i odlingen har förmodligen företrädesvis skett med sporer. Det är välkänt att sporer från streptomyceter lätt sprides med luftströmmar. Streptomycet-sporer har lätt att fästa sig jordpartiklar. Lloyd (1969) visade att sporer på luftburna jordpartiklar var av störst betydelse vid spridningen i frilandskulturer. Streptomyceter har stor förmåga att bilda rikligt med sporer. Ofta dominerar luftmycelet med sporoforer över substratmycelet (Kutzner, 1981). *Streptomyces cacaoi* kan ha sporoforer med upptill 50 sporer i rad (Shirling & Gottlieb, 1968).

Insamlingsmetoderna, som redovisas i tab. 1, har endast varit av översiktlig natur. Svabbningsmetoden är enkel och snabb. Den ger ej någon exakt kvantitativ bild av bakterieantalet. Tydligt framgår skillnaden i antalet bakterier mellan släta och skrovliga ytor. Mängden erhållna bakterier med denna metod understiger ofta 50% av det verkliga antalet (Speck, 1976).

Antalet påträffade aktinomyceter i jorden avviker ej från normala mängder, 10^4 – 10^7 kolonier per gram jord (Kutzner, 1981). Många faktorer påverkar aktinomycetantalet i jorden, t.ex. kornstorlek, pH, vatteninnehåll och organiskt innehåll. Trots att infektionen ställvis var kraftig, kan det synas anmärkningsvärt att endast normala mängder aktinomyceter påträffades i jorden. Organismen kan ha haft en heterogen spridning. Alltför få jordprov togs. Någon lämplig nisch för bakterien fanns ej i jorden, då plantorna växte i stenullsmattor. Dessa låg på plast. För övrigt var den organiska halten (mullhalten) låg, 6%. Vid beräkning av antalet aktinomyceter genom smältagarteknik användes vatten som spädningsvätska. Då streptomyceternas arthrosporer har en hydrofob hinna, kan dessa

bilda aggregat eller fastna på glasväggar, vilket ger en felaktig upplysning om antalet (Lechevalier & Lechevalier, 1967).

Angreppet reducerades betydligt efter formalinbehandlingarna. Endast svaga symptom har konstaterats på frukterna. Inga blad-symptom har noterats 1985. Formalin har en väl dokumenterad effekt mot svårare sjukdomsangrepp. Det kan dock endast användas mot odlingssäsongens slut. Nackdelen är dess allergena egenskaper (Johansson, 1985).

Från litteraturen finns ej redovisat något liknande angrepp av streptomyceter på frukter eller bär. Aktinomyceter förekommer emellertid på de flesta exponerade ytor. Det finns i litteraturen många exempel på hur strålsvampar angriper olika livsmedel med förruttelse som följd (Waksman, 1967). Det har ej vid dessa undersökningar kunnat konstaterats vilka parametrar som från början varit avgörande för denna sjukdomsbild.

Tack

Genom statsagronom Börje Olofsson, Ultuna, har anslag erhållits som möjliggjort undersökningen. Statshortonom Lennart Nilsson, Alnarp, har lämnat värdefulla råd och upplysningar i växtpatologisk teknik. Dr rer. nat. Irene von Bockelman vid avd. f. livsmedelsteknik, Lunds universitet, Alnarp, har givit viktig information om provtagningsmetodik. AgrD Karin Tomenius, Ultuna, och försöksledare Gunilla Åhman, Alnarp, har medverkat vid undersökningen av elektronmikroskopiska preparat. Från doc. Berndt Gerhardson, Ultuna, har jag fått tillgång till en streptomycetkultur, vilket kunnat användas som jämförelseobjekt vid undersökningen. Personal vid försöks-avd. f. svamp- och bakteriesjukdomar i Alnarp har medverkat vid desinfektionsförsöken. Man har också på denna avd. med frystorkningsmetodik kunnat bevare renkulturer av bakterien. Streptomyceten har kontrollbestämts vid Centraalbureau voor Schimmelcultures i Holland av Dr G. A. de Vries.

Till samtliga framför jag ett stort tack.

Litteratur

- Baldock, J. D. 1974. Microbiological monitoring of food plant: Methods to assess bacterial contamination on surfaces. *J. Milk Food Technol.* 37 (7), 316–368.
- Buchanan, R. E. & Gibbons, N. E. (Eds.). 1974. *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 8:e uppl. Baltimore.

- Bunting, R. H. 1932. Actinomycetes in cacao-beans. *Ann. of Appl. Biology* 19, 515–517.
- Dowson, W. J. 1957. *Plant diseases due to bacteria*. Cambridge.
- El-Nakeeb, M. A. & Lechevalier, H. A. 1963. Selective isolation of aerobic actinomycetes. *Applied microbiology* 11, 75–77.

- Favero, M. S., McDade, J. J., Robertsen, J. A., Hoffman, R. K. & Edwards, R. W. 1968. Microbiological sampling of surfaces. *Journal of Applied Bacteriology* 31, 336–343.
- Gertsson, C.-A. 1985. Strålsvampar — egenskaper, systematik och taxonomiska karaktärer. *Växtskyddsnotiser* 49: 6, 00–00.
- Johansson, A.-K. 1985. Löpande desinfektion i växthus av *Xanthomonas pelargonii* och *X. begoniae*. *Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växt- och skogsskydd. Examensarbete* 1985: 5.
- Kutzner, H. J. 1981. The family *Streptomycetaceae*. In Starr, M. P. *et al.*, 1981. *The Prokaryotes*. A handbook on habitats, isolation and identification of bacteria. Vol. II. 2030–2090. Berlin, Heidelberg och New York.
- Lechevalier, H. A. & Lechevalier, M. P. 1967. Biology of the actinomycetes. *Annual Review of Microbiology* 21, 71–100.
- 1981. Introduction to the order *Actinomycetales*. In Starr, M. P. *et al.*, 1981. *The Prokaryotes*. A handbook on habitats, and identification of bacteria. Vol. II. 1915–1922. Berlin, Heidelberg och New York.
- Lloyd, A. B. 1969. Dispersel of streptomycetes in air. *J. Gen. Microbiol.* 57, 35–40.

- Nonomura, H. 1974. Key for classification and identification of 458 species of the Streptomycetes included in ISP (The International Streptomyces Project). *J. Ferment. Technol.* 52 (2), 78–92.
- Richter, H. 1956. Bakterielle Krankheiten. In Sorauer, P. 1956. *Handbuch der Pflanzenkrankheiten*. Band II. Berlin och Hamburg.
- Shirling, E. B. & Gottlieb, D. 1966. Methods for characterization of *Streptomyces* species. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 16 (3), 313–340.
- 1968. Cooperative description of type culture of *Streptomyces* II. *Int. J. Syst. Bacteriol.* 18 (2), 69–79, 90.
- Speck, M. L. (Ed.). 1976. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. Washington.
- Ståhl, S. & Lindberg, K. 1967. *Handledning till laborationer i mikrobiologi*. Mikrobiologiska institutionen, Lunds universitet.
- Waksman, S. A. 1959. *The actinomycetes, vol. 1*. Nature, occurrence and activities. Baltimore.
- 1961 *The actinomycetes, vol. 2*. Classification, identification and description of genera and species. Baltimore.
- 1967. *The actinomycetes*. A summary of current knowledge. New York.

GERTSSON, C.-A. 1985. Studies of an actinomycete disease on greenhouse cucumber. *Växtskyddsnotiser* 49: 6, 118–123.

During 1981 a disease not previously reported in Sweden was found on greenhouse cucumber. The attacks were caused by a ray-fungus belonging to the genus *Streptomyces* within the order *Actinomycetales*. The symptoms were particularly observed on the fruits, where diffuse white patches appeared. The pathogen didn't penetrate the epidermis (an epiphytic growth). In some plants the leaf surfaces showed light yellow distinct colonies of the streptomycete.

Methods for determination of the *Streptomyces*-species were performed according to the instructions of the International *Streptomyces* Project (ISP). The taxonomic characters (according to the ISP) of the causative organism were as follows: aerial mass colour — white, reverse side pigment — not distinctive, soluble pigment — none, melanoid pigment — none, spore chain — Rectus Flexibilis (*Spira imperfecta*), spore surface — smooth, positive carbon utilization — L-arabinose, D-xylose, D-mannitol, D-fructose, sucrose and negative carbon utilization — I-inositol, rhamnose and raffinose. On the basis of the above characters the strain is regarded as *Streptomyces cacaoi* (Waksman 1932) Waksman and Henrici 1948.

The following four disinfectants were tested in the laboratory against the organism: one quaternary ammonium compound ("Menno-ter-forte"), two compounds containing glutaric aldehyde and formaldehyde ("Korsolin" and "Lysovet-röd") and formalin. All of them worked well against the pathogen.

The last part of the article discusses use of selective media and the occurrence of actinomycetes in the investigated greenhouse.

Additional key words: Actinomycetales, Streptomyces.

Vattenglas som växtskyddsmedel mot insekter — en litteraturstudie

Georg Wärnhjelm, SLU, 750 07 Uppsala

WÄRNHJELM, G. 1985. Vattenglas som växtskyddsmedel mot insekter — en litteraturstudie. *Växtskyddsnotiser* 49: 6, 124—126.

I växternas motståndskraft mot skadegörare spelar kisel en betydande roll. Genom besprutning med vattenglas (ett natriumsilikat i lösning) kan man tillföra växten mera kisel än den får ur miljön. Ett flertal författare har i försök visat effekter mot olika insekter som t.ex. *Sitobion avenae* och *Sitodiplosis mosellana* på vete och korn. Uppsatsen är ett sammandrag av en litteratursammansättning gjord vid Institutionen för växt- och skogsskydd, SLU, 750 07 Uppsala.

Bakgrund

Våra nyttoväxter har många anpassningar som gör dem motståndskraftiga mot skadegörare. Bland dessa finns låg smaklighet och fysiska hinder. Den senare faktorn nämns i flera källor och relateras till kiselhalt (t.ex. Jones & Handreck, 1967).

Vattenglas (natriumsilikathydrat) är en kiselörening med ungefärlig formel (proportionerna varierar) $\text{Na}_2\text{SiO}_2(\text{OH})_2 \times 8\text{H}_2\text{O}$ i fast fas. Det är krossat glas som finfördelats i vatten/vattenånga under högt tryck (6 at). Vid en avslutande indunstning styrs balansen mellan Na_2O och SiO_2 med lutillsatser. Vid bekämpning används det i hög utspädning.

Kisel är det näst vanligaste elementet på jorden och reagerar relativt ogärna. U.S. Dep. of Commerce (1979) anger för giftigheten ett LD_{50} -värde på 3.000 mg/kg kroppsvikt för natriumsilikat oralt till råttor. Inga toxiska effekter har kunnat påvisas vid användning som livsmedelstillsats. Vattenglas har ett brett användningsområde; konservering av ägg, impregnering av virke, ingrediens i färg och bekämpningsmedel mot svampar och insekter är de vanligaste.

Syntetiskt kan man substituera kol med kisel i många biologiskt använda föreningar. Detta sker i mediciner och växtskyddsmedel. Man gör det bland annat för att öka lösligheten i opolära substanser vilket har betydelse för passage av lipofila membraner. En del föreningar blir vid kiselsubstitutionen mera giftiga och några blir mycket giftiga t.ex. aryl-silatraner: $\text{LD}_{50} = 0,2$ mg/kg kroppsvikt (Voronkov, 1979).

Kisel har nyligen nämnts som essentiell spårämne hos däggdjur och lägre organismer (Simpson & Volcani, 1981). Hos kiselalger har det bland annat en funktion i citronsyrcykeln mellan acetyl-CoA och α -ketoglutarat.

Kisel i växterna

Den naturliga halten i växter varierar. Lewin & Reimann (1969) anger blodklöver *Trifolium incarnatum* som exempel på växter som har låga halter genom att aktivt hindra upptagning. Korn, *Hordeum vulgare* har halter 2—3 ggr och ris, *Oryza sativa* å andra sidan med över 100 ggr markvätskans kiselkoncentration. Ett exempel på fördelningen av SiO_2 i havre ges i tabell 1. Halterna är störst i blomman (7,7%) och näst störst i bladen (5,3%). De kan förändras snabbt vid yttre påverkan på plantan. Jones & Handreck (1967) har visat att halten kiselsyra kan stiga 10 ggr i växtsaften på 21 timmar vid avklippning av blomman på *T. incarnatum*. Vid ökad tillgång till kisel i näringen sjunker transpirationskvoten (g transpirerat H_2O per tillväxt i g ts). Bestånd med högre kiselhalt i strået har mindre liggsäd.

Transporten i växten sker framförallt i form av kiselsyra ($\text{Si}(\text{OH})_4$) som kan förekomma i tre former (Lewin & Reimann, 1969):

- gel ($\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$, 90—95% av totalt)
- kolloidat (samma formel, 0—3,3%)
- syraform ($\text{Si}(\text{OH})_4$, 0,5—8,0%).

Dessa finns framförallt i tre slags växtdelar (Simpson & Volcani, 1981):

- cellväggar

Tabell 1. Fördelningen av kisel och torrsubstans i mogen havre (e. Jones & Handreck, 1967)

	SiO_2		Andel av totalt i pl.	
	% av ts	g/pl	SiO_2 (%)	Ts (%)
Bladskiva	5,30	70,3	28,0	15,5
Bladslida	4,07	42,6	17,0	12,3
Strå	1,03	27,2	10,9	31,0
Blomställning (utom karyops)	7,72	102,3	40,8	15,5
Karyops	0,06	1,2	0,5	23,7
Blandat (bl.a. sek. skott)	4,12	7,0	2,8	2,0
Hela toppskott	2,94	250,6	100,0	100,0

- aggregat i endodermis
- aggregat i kärlväggar
- aggregat i sklerenkym
- cellrum
- mellan cellerna
- kiselceller, idioblaster
- utanför cellerna
- i/vid kutukulan
- hår, trichomer, glandler

Användning som bekämpningsmedel

Hanisch (1980) har visat att man genom behandling av vete med vattenglas kan påverka bladens ytstruktur, framför allt antalet trichomer och idioblaster. Som exempel kan nämnas att en behandling med 1% vattenglaslösning gav 67% ökning av trichomer vid 120 kg N/ha.

Olsson (1981 muntl. uppg.) behandlade höst- och vårvete och höstkorn vid avslutad axgång och 14 dagar därefter med 400 l kisel-syralösning per hektar. Varierande effekter erhöles (10—100%) på angrepp av gula och röda vetemyggor (*Contarinia tritici* och *Sitodiplosis mosellana*) och trips (ordn. *Thysanoptera*). Angreppen i dessa försök var låga.

Vid försök på höstvetete med en behandling 2—3 veckor före uppträdande av bladlössen uppnådde Hanisch (1980) i genomsnitt 60% minskning av sädesbladlus *Sitobion avenae* och 30% av grönstrimmig gräsbladlus *Metopolophium dirhodum* (figur 1). Att effekterna blev så olika mellan arterna förklarar han med att *S. avenae* och *M. dirhodum* har olika födosöksplatser och något olika födosökspreferanser på samma planta. Som nämndes ovan lagras kisel in olika mycket i olika delar av plantan.

Olsson (1981 muntl. uppg.) noterade endast små skördeökningar. Hanisch (1980) fick i fytotronförsök viss skördeökning efter be-

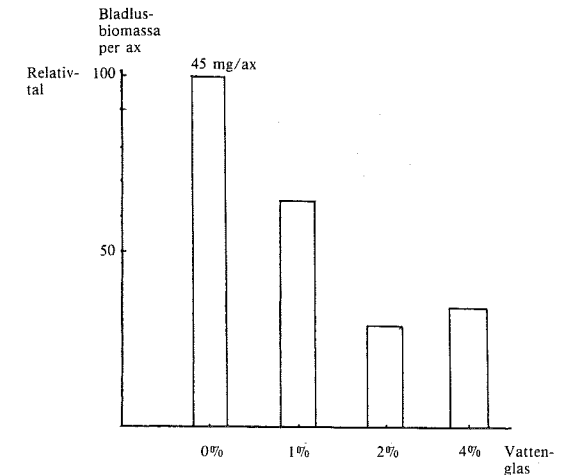


Fig. 1. Populationsvikt av *Sitobion avenae* i med vattenglas behandlad vete vid 120 kg N/ha (försök i Niddatal med fyra kvävenivåer e. Harnisch 1980).

handling och detta även på plantor utan löss.

Takahashi (1974) säger att man i Japan gödslar allmänt med kiselslag bestående av bl.a. kalciumsilikater; 1968 användes 1,3 milj. ton på grund av skördehöjande och skadegörarrepellerande effekt. Om ytterligare europeiska försök säkrare kan belägga effekterna är kiselslag och vattenglas växtvårdsprodukter som på grund av låg giftighet skulle kunna vara intressanta.

Litteratur

- Hanisch, H. C. 1980. *Untersuchungen zum Einfluss der N-düngung und Spritzung von Na-silikat zu Weizen auf die populationsentwicklung von Getreideblattläusen*. Dissertation, Giessen, 138.
- Jones, L. H. P. & Handreck, K. A. 1967. Silica in soils, plants and animals. *Adv. Agron.* 19, 107—149.
- Lewin, J. & Reimann, B. 1969. Silicon and plant growth. *Ann. Rew. Plant Physiology* 20, 289—304.
- Simpson, T. & Volcani, B. E. (ed.) 1981. *Silicon and Siliceous Structures in Biological Systems*. New York, 3—9, 383—446.
- Takahashi, E. 1974. *Compartive Plant Nutrition*. Yoken-do Publishers Tokyo Japan. Refererad i Simpson, T. & Volcani, B. E., eds., 1981. Silicon and Siliceous Structures in Biological Systems. New York. 383—446.
- U.S. Department of Commerce, 1979. Evaluation of the Health Aspects of Certain Silicates as Food Ingredients. National Technical Information Service, 1979, 19—31.
- Voronkov, M. G. 1979. Biological activity of silatranes. *Topics in current chemistry* 84, 1—75. New York.
- Weiss, A. & Herzog, A. 1978. Isolation and characterization of a Silicon-Organic Complex from Plants. ur Bendz & Lindquist: *Biochemistry of Silicon and related problems*. New York. 109—127.

WÄRNHJELM, G. 1985. Sodium silicate as a means to control insects on plants — a review. *Växtskyddsnotiser* 49: 6, 124—126.

Silicates play an important part in the defence of plants against insect pests. The defence can be strengthened by spraying the plants with solutions of sodium silicate or silicic acid. In trials, several researchers have achieved effects against insects such as *Sitobion avenae* and *Sitodiplosis mosellana* on wheat and barley.

The paper is a literature review made at the Department of Plant and Forest Protection, Swedish University of Agricultural Sciences.

Kommande konferenser

The 4th International Symposium on Verticillium

At University of Guelph, Canada, August 26—29, 1986. The program will include paper sessions on all phases of Verticillium research.

For information: Dr L. V. Busch
Department of Environmental Biology
University of Guelph
Guelph, Ontario, Canada
N1G 2W1

The 5th International Congress on Plant Pathology will be held 18—27 August 1988 in Kyoto, Japan. Further information will be given later on.

The 4th International Symposium on Fireblight

will be held in Ithaca, New York (USA). June 22—26, 1986. All aspects of the blight disease and at pathogen *Erwinia amylovora* will be addressed at the Workshop.

For information write: Dr Steven V. Beer
Dept of Plant Pathology
Cornell University
Ithaca, Ny 14853—0331
USA

Plant Pathology in a Developing World

is the theme for British Society of Plant Pathology meeting 16—18 December 1986 at Queen Elisabeth College, University of London. Topics on plant bacteriology, mycology and virology will be included.

For information write: Dr R. Witbread
Plant Biology, University college of North Wales
Deiniol Road, Bangor, Gwynedd, Wales LL572UW
ENGLAND

28th International symposium of European Society Nematologists

is scheduled for 7—12 September, 1986 at the conference centre of Antibes, France.

For information write: M. Ritter, President of ESN
Station de Recherche Sur Les nematodes
B P 78, 06602 FRANCE

The 6th biennial Congress of the International Organization for Mycoplasmaology will meet 31 August to 6 September, 1986 in Birmingham, Alabama, USA.

For further information write: Dr Gail H. Cassel
Department of Microbiology
University of Alabama in Birmingham
Univ. station, Birmingham, AL 35294
USA

Plant Virus Epidemiology Workshop

6—9 August 1986, Orlando, Florida, USA.

Third International Workshop sponsored by the Plant Virus Epidemiology Committee of the International Society of Plant Pathology. All interested persons may attend. Contributions will be mostly by posters. Registration fee, around \$ 50.

For further information: O. W. Barnett, Department of Plant Pathology and Physiology
120 Long Hall, Clemson University, Clemson
S C 29634—0377 USA

Tjänste
Sveriges lantbruksuniversitet
Konsulentavd./försäljning
Box 7075
750 07 Uppsala

VÄXTSKYDDSNOTISER

Utgivna av Sveriges lantbruksuniversitet, Konsulentavd./växtskydd

Ansvarig utgivare: *Göran Kroeker*

Redaktör: *Birgitta Rämert*

Redaktionens adress: Sv. lantbruksuniversitetet, Konsulentavd./växtskydd,
Box 7044, 750 07 UPPSALA. Tel. 018/17 10 00

Prenumerationsavgift för 1985: 75 kronor
Postgiro 78 81 40-0 Sv. lantbruksuniversitetet, Uppsala

ISSN 0042-2169