



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



KUNGL. LANTBRUKSSTYRELSEN.

Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket. N:r 10.
(Mitteilungen der Anstalt für Binnenfischerei bei Drottningholm, Stockholm.)

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DIE ENTWICKLUNG UND BIOLOGIE DES

KREBSPESTPILZES

APHANOMYCES ASTACI, SCHIKORA

VON

E. RENNERFELT

FÖRTECKNING ÖVER KUNGL. LANTBRUKSSTYRELSENS FISKERIPUBLIKATIONER.

(Meddelanden från Kungl. Lantbruksstyrelsen.)

1891. *Alexander Krüger*. Berättelse till Kgl. Lantbruksstyrelsen för åren 1889—1890 från fiskeriagenturen i Berlin. Nr 4.
- *) 1893. *Filip Trybom*. Ringsjön i Malmöhus län, dess naturförhållanden och fiske. Nr 13.
1895. *Filip Trybom*. Lyngern jämte Sundsjön, Stensjön och St. Svansjön i Älvsborgs och Hallands län. Nr 20. Pris kr. 0:30.
1895. *Filip Trybom*. Sjöarna Noen och Valen i Jönköpings län. Nr 26.
- *) 1896. *Filip Trybom*. Sjön Bunn i Jönköpings län. Nr 31.
1897. *Filip Trybom*. Berättelse om en för fiskeristudier till Tyskland och Österrike sommaren 1896 företagen resa. Nr 40. Pris kr. 0:30.
- *) 1898. *Einar Lönnberg*. Undersökningar rörande Öresunds djurliv. Nr 43. Pris kr. 0:50.
1899. *Einar Lönnberg*. Fortsatta undersökningar rörande Öresunds djurliv. Nr 49. Pris kr. 0:25.
- *) 1899. *Filip Trybom*. Sjön Nömmen i Jönköpings län. Nr 50. Pris kr. 0:50.
- *) 1899. *Rudolf Lundberg*. Om svenska insjöfiskarnas utbredning. Nr 58. Pris kr. 1:—.
1900. *Einar Lönnberg*. Om de kaspiska fiskerierna. Nr 61. Pris kr. 0:50.
1901. *Filip Trybom*. Bexhedasjön, Norrasjön och Näsbyssjön i Jönköpings län. Nr 76. Pris kr. 0:50.
1902. *Einar Lönnberg*. Undersökningar rörande Skeldervikens och angränsande Kattgatt-områdes djurliv. Nr 80. Pris kr. 0:50.
1904. *Alf. Wollebæk*. Om Mörrums- och Ätraåarnas laxfiske. Nr 94. Pris kr. 0:20.
1905. *Thorsten Ekman*. Undersökningar över flodpärlmusslans förekomst och levnadsförhållanden i Ljusnan och dess tillflöden inom Härjedalen. Nr 110. Pris kr. 0:20.
1906. *Carl Schmidt*. Studier över fiskvägar m. m. Reseberättelse. Nr 119. Pris kr. 0:75.
1907. *O. Nordqvist*. Undersökning av kräftor från sjön Rottnen. Nr 128. Pris kr. 0:25.
1908. *Thorsten Ekman*. Vassbuds fisket i Finland och Estland. Reseberättelse. Nr 136. Pris kr. 0:25.
1910. *Carl Schmidt*. Studier över fiskvägar, fiskodlingsanstalter m. m. Reseberättelse. Nr 150. Pris kr. 0:50.
1910. *Filip Trybom*. Undersökningar rörande svenska laxförande vattendrag. I Viskan. Nr 156, pris kr. 1:—.
1910. *Thorsten Ekman* och *Carl Schmidt*. Undersökningar rörande svenska laxförande vattendrag. II. Motala ström. Nr 157. Pris kr. 0:30.
1911. *O. Nordqvist*, *Th. Ekman* och *C. Schmidt*. Undersökningar rörande svenska laxförande vattendrag. III. Dalälven. Nr 163. Pris kr. 1:—.
1914. *Ivar Arwidsson*. Spridda studier över vanliga kräftan. Nr 192. Pris kr. 0:30.
1915. Fiskeribyrån. Undersökningar rörande Sveriges fiskerier, fiskar och fiskevatten. Nr 195. Pris kr. 0:50.

*) Upplagan slut.

KUNGL. LANTBRUKSSTYRELSEN.

Meddelanden från Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket. N:r 10.
(Mitteilungen der Anstalt für Binnenfischerei bei Drottningholm, Stockholm.)

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

DIE ENTWICKLUNG UND BIOLOGIE DES

KREBSPESTPILZES

APHANOMYCES ASTACI, SCHIKORA

VON

E. RENNERFELT

Als Ursache der Krebspest, die während der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts schlimm in Mitteleuropa wütete, wurden mehrere verschiedene Parasiten angegeben. Aber nur zwei von diesen wurden Gegenstand eingehenden Interesses, nämlich die Krebspestbakterie HOFERS (1906), *Bacillus pestis astaci* und der von SCHIKORA (1903, 1906) angegebene Pilz, *Aphanomyces astaci*. Hier ist nicht der Ort, auf die Streitigkeiten einzugehen, die zwischen Anhängern dieser Theorien geführt wurden, erst in den letzten Jahren ist durch Untersuchungen von NYBELIN (1931, 1934) und SCHÄPERCLAUS (1935) klar festgestellt worden, dass SCHIKORAS Auffassung die richtige war. Über die Biologie des Krebspestpilzes liegen aber keine eingehenden Beobachtungen vor. SCHIKORA hat zwar in mehreren von seinen Aufsätzen wichtige Beiträge zur Kenntnis der Entwicklung des Pilzes geliefert, und SCHÄPERCLAUS beschreibt ein paar Stufen der Entwicklung, die er auf Krebsen gefunden hat. Viele Fragen über die Lebensbedingungen des Pilzes harren jedoch immer ihrer Lösung.

Um mit grösserer Aussicht auf Erfolg die Krebspest bekämpfen zu können, meinte Dr. NYBELIN, dass weitere Untersuchungen über die Biologie des Pilzes vonnöten seien, und forderte mich auf, in Gemeinschaft mit ihm eine solche Untersuchung auszuführen. Im folgenden werde ich näher über die Resultate, die ich erzielt habe, berichten.

Um den Pilz in Reinkultur zu erhalten, habe ich die von NYBELIN (1934, 1936) ausprobierte Methodik benutzt. Unter sterilen Verhältnissen wurde die Bauchganglienkeite Krebsen entnommen, die an Krebspest erkrankt waren. Das Ganglion wurde in eine Petrischale mit etwa 10—15 % Krebsblutagar gelegt. Nach einigen Tagen war der Pilz von dem Bauchganglion ausgewachsen, Agarstückchen mit Pilzmyzel konnten ausgeschnitten und in neue Schalen zu weiterer Züchtung übergeführt werden.

Alle Versuche, den Pilz von erkrankten Hautstücken u. dgl. rein zu kultivieren, misslangen zufolge von Bakterien, die den Pilz schnell überwuchsen und ihn erstickten. Es gelang auch nicht immer, den Pilz aus den Bauchganglien zu erhalten, wenn diese so spät herausgenommen wurden, dass Bakterien sekundär eingedrungen waren. Durch Benutzen der von MELIN (1932) ausprobierten Methode mit partieller Sterilisierung in 0,1 % Chloramin (Paratoluolsulfochloramidnatrium) während einer Minute konn-

te das Wachstum der Bakterien in mehreren Fällen erfolgreich verhindert werden. Die Versuche mit dem Pilze sind meistens im hängenden Tropfen ausgeführt worden. Zu diesem Zweck wurden etwa 4 mm² grosse Agarstückchen mit Myzel in kräftigem Wachstum ausgeschnitten und auf ein steriles Deckglas gelegt, wonach ein Tropfen der Kulturflüssigkeit hinzugefügt und das Deckglas auf eine feuchte Kammer gelegt wurde. Diese Methode erlaubt ein bequemes Studium direkt unter dem Mikroskop, und in wenigen Tagen können mehrere Entwicklungsstufen des Pilzes erhalten werden. Einige Versuchsserien sind auf Agar mit Zusatz von Krebsblut oder anderen Stoffen ausgeführt worden.

In der Gattung *Aphanomyces* gibt es mehrere Arten mit ausgeprägter parasitischer Tendenz. Einige derselben, wie *Aphanomyces parasiticus* (COKER, 1923) und *Aphanomyces phycophilus* (DE BARY, 1860), sind obligate Parasiten, die sich nicht ausserhalb ihrer Wirtspflanzen züchten lassen, während andere betreffs des Parasitismus mehr oder minder fakultativ sind. Welche Stellung *Aphanomyces astaci* hierbei einnimmt, ist eine Frage von grosser Bedeutung für die Ausbreitung der Krebspest und für praktische Anstalten gegen dieselbe. Hierauf komme ich später ausführlicher zurück, will aber schon jetzt bemerken, dass *Aphanomyces astaci* in keinem höheren Masse zu einer saprophytischen Lebensweise befähigt ist.

Bei der Züchtung von *Aphanomyces astaci* sind teils feste, teils flüssige Substrate benutzt worden. Die festen Substrate haben folgende Zusammensetzung gehabt:

Glukose	5	g
Agar	1,5	g
Wasser	100	g

Dieser Agarlösung wird bei einer Temperatur von 40—42° Krebsblut oder Pferdeserum zugesetzt, so dass die Konzentration davon 10—15 % ist. Das Krebsblut ist die beste Nährsubstrat, offenbar enthält es die Bestandteile, denen der Pilz in seinem Leben in der Natur angepasst ist. In einigen Versuchen, wo es wichtig gewesen ist, die Konzentration genau zu kennen oder wo grössere Mengen erforderlich waren, ist das Krebsblut durch Pferdeserum ersetzt worden.

Folgende Benennungen sind benutzt worden: Zoosporen werden die Sporen genannt, die sich in Zoosporangien bilden und sich nach der Entleerung in einer kleinen Kugel ausserhalb der Mündung sammeln. Schwarmsporen sind die mit eigenem Bewegungsvermögen ausgestatteten Sporen, die aus den Zoosporen gebildet werden.

In den Tabellen sind folgende Bezeichnungen benutzt worden:

Myzel:

- kein Wachstum
- ± sehr spärliches Wachstum
- + » bis mässiges Wachstum
- ++ reichliches Wachstum

Zoosporen und Schwarmsporen:

- kein Vorkommen
- ± sehr spärliches Vorkommen
- + » bis mässiges Vorkommen
- ++ reichliches Vorkommen

Tabelle I. Das Wachstum im Blut.

Substrat	Konzentration %	Myzel	Zoosporen	Schwarmsporen	Anm.
Blut von <i>Astacus</i>	100	++	—	—	Oogonien und Antheridien nach 6 Tagen
» » »	50	++	—	—	
» » »	20	++	±	—	
» » »	10	+	++	+	
» » »	5	+	++	+	Oogonien nach 11 Tagen
Blut von <i>Cambarus</i>	100	++	—	—	
Blutserum von Schlei	100	++	+	—	
» » »	20	++	++	±	
Kaninchenblut	100	++	—	—	
Kaninchenserum	100	++	—	—	

Wie aus der Tabelle I hervorgeht, wächst das Myzel sehr gut in Blut. Ein Tropfen 100 %-iges Krebsblut war in 24 Stunden von dem Pilz ganz durchwachsen. Mit abnehmender Konzentration wird das Wachstum des Myzels schwächer, aber statt dessen fängt die Zoosporenbildung an, in 20 %-igem Krebsblut ist sie spärlich, in 10—5 %-igem ist sie reichlich. Die Schwarmsporen sind nicht in demselben Masse gebildet worden wie die Zoosporen, eine Erscheinung, die in allen Versuchen wiederkehrt. In einigen Kulturen mit Krebsblut (100 und 50 %) sind Oogonien und Antheridien aufgetreten. Von grossem Interesse ist, dass der Krebspestpilz sich ebenso gut im Blut des amerikanischen Krebses, *Cambarus*, entwickelt hat, auch Oogonien sind dort aufgetreten. Nach Angaben in der Literatur ist diese Art für Krebspest nicht empfänglich. Im Blut sowohl von Fischen als von Säugetieren hat sich das Myzel ebenfalls kräftig entwickelt.

Nach KLEBS' klassischer Untersuchung (1899) über die Entwicklung

der *Saprolegniaceen* kann man durch Züchten eines solchen Pilzes in Substraten mit verschiedenen Nahrungskonzentrationen ihn zur Erzeugung von gewünschten Fruktifikationsformen zwingen. Dies stimmt hinsichtlich der Zoosporen- und der Schwarmsporenbildung, sie findet nicht statt, wenn die Kulturflüssigkeit zu reich an Nahrung ist, aber bezüglich der Oogonien — und der Antheridienbildung müssen andere Faktoren als eben die Nahrungskonzentration mitspielen.

Ein typisches Beispiel von der Bedeutung der Konzentration des Nährsubstrates finden wir in Tabelle II.

Tabelle II. Entwicklung in Pferdeblutserum.

Substrat	Konzentration %	Myzel	Zoosporen	Schwarmsporen
Pferdeblutserum	100	+	—	—
»	20	++	±	—
»	5	+	+	—
»	1	±	++	+

Die Myzelentwicklung nimmt mit sinkender Konzentration ab, in 100 %-igem Blutserum ist jedoch die Entwicklung schlecht; statt dessen wird die Zoosporenbildung um so reichlicher, je geringer der Vorrat an Nahrung wird. Wie ersichtlich werden auch in diesem Versuch die Schwarmsporen in bedeutend geringerer Anzahl als die Zoosporen gebildet und erst, wenn die Konzentration des Serums nicht höher als 1 %-ig ist. Dieses Verhältnis steht in voller Übereinstimmung mit dem Auftreten der Krebspest bei den Krebsen. So lange das Myzel sich drinnen in den Krebsen befindet, werden keine Zoosporen gebildet, und auch nachdem das Myzel angefangen hat, aus dem Krebs hinauszuwachsen, ist die Zoosporenbildung spärlich. Wenn aber das Myzel weiter hinausgewachsen ist und der Vorrat an Nahrung abnimmt, tritt eine lebhaftere Zoosporenbildung ein. Wenn der Krebs durch die Wirksamkeit des Pilzes getötet ist, treten sekundär saprophytische *Saprolegniaceen* und Bakterien auf, durch die der Krebspestpilz mehr oder minder unterdrückt wird.

Die verschiedenen Entwicklungsstufen des Pilzes.

In der schon recht grossen Literatur über die Krebspest fehlen noch detaillierte Beschreibungen der Entwicklung des Krebspestpilzes. SCHIKORA hat zwar den Pilz abgebildet, aber die Zeichnungen sind nicht mehr zugäng-

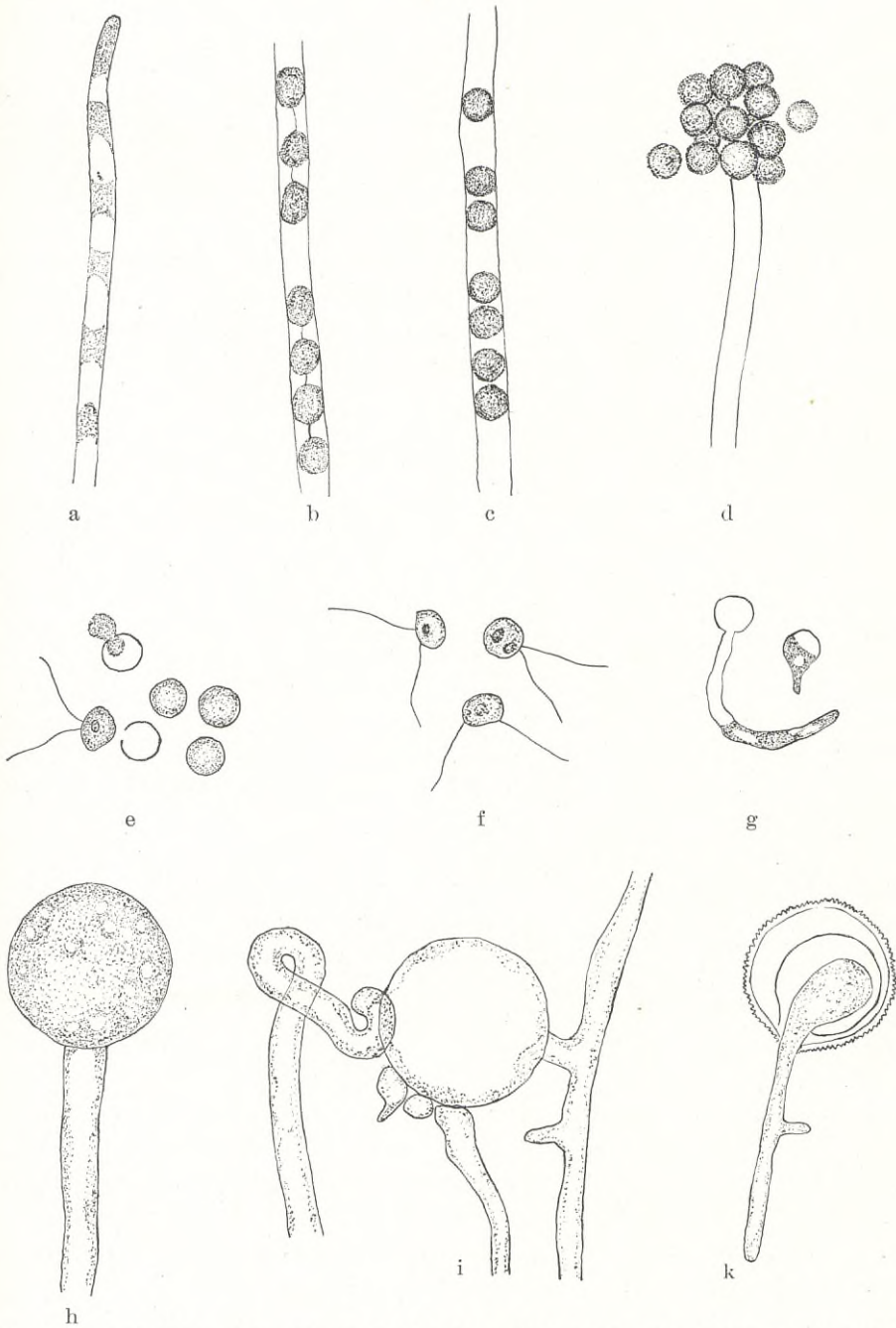


Fig. 1. Entwicklungsstufen des Krebspestpilzes. Vergr. 600 mal; Erklärung im Text.

lich (sie waren auf dem Fischereitag in Mailand 1906 ausgestellt), und in der Arbeit SCHÄPERCLAUS' stellen die meisten Abbildungen, die sowohl gut als instruktiv sind, solche des Myzels und des Wachstums desselben im Krebsgewebe dar. Bei meinen Untersuchungen habe ich mehrere Stufen in der Entwicklung des Pilzes verfolgen können, und im folgenden werde ich über meine Ergebnisse näher berichten.

Das ziemlich spärlich verzweigte Myzel ist mit feinkörnigem Protoplasma gefüllt. Die normale Dicke der Fäden ist $7,5-9,5 \mu$. SCHÄPERCLAUS gibt die Fadendicke nur zu $3,4-5,65 \mu$ an. So schmale Fäden habe ich nur ausnahmsweise angetroffen, erwähnt sei aber, dass das Myzel ein anderes Aussehen hat, wenn es drinnen im Krebs wächst, die Kontur ist dann uneben und in der Regel sind die Fäden zarter.

Sobald die Fäden aus dem Krebs hinausgedrungen sind, oder wenn das Myzel in einer nährstoffarmen Lösung kultiviert wird, fängt die Zoosporenbildung an (vgl. Fig. 1 a—d). Die Zoosporangien können nicht morphologisch von dem übrigen Myzel unterschieden werden, auch werden sie nicht durch eine Wand abgegrenzt. Das Protoplasma eines Fadens teilt sich in eine Anzahl Sporenanlagen auf, die etwas langgestreckt und mittels eines feinen Fadens vereinigt sind. Die Sporen nehmen dann sphärische Form an und werden durch die Spitze des Sporangiums entleert, wo sie bleiben, in einer kleinen Kugel angesammelt (Fig. 1 d). Die Anzahl Sporen, die in jedem Sporangium gebildet werden, variiert recht sehr, zwischen 10—40, meistens sind es 15—20 Stücke. Die Entleerung des Sporangiums geht rasch vor sich, in 1—2 Minuten ist es getan. Auch die Bildung der Zoosporen erfolgt sehr rasch; wenn ein wohlernährtes Myzel ins Wasser übergeführt wird, kann es in 6—8 Stunden Zoosporen gebildet haben. Der Durchmesser der Zoosporen ist $8,1-9,5 \mu$.

Die Zoosporen können nicht keimen und entbehren folglich der Fähigkeit zur Infektion des Krebses. Aber aus den Zoosporen entwickeln sich Schwarmsporen (vgl. Fig. 1 e—g). Nach einer Ruheperiode von 8—24 Stunden bilden sich die unbeweglichen Zoosporen in Schwarmsporen um. Eine solche Schwarmspore kriecht aus der Zoospore hinaus, eine dünne Decke hinterlassend. Von Gestalt ist sie elliptisch mit ziemlich spitzen Enden und hat eigene Bewegungsfähigkeit durch zwei seitlich befestigte Zilien. Die Schwarmsporen treten seltener als die Zoosporen auf. Während die Zoosporen sehr leicht gebildet werden, ist es bedeutend schwieriger sie dazu zu bringen, in Schwarmsporen überzugehen. Bei meinen Züchtungen des Pilzes habe ich Zoosporenbildung bei 116 verschiedenen Gelegenheiten erhalten, aber nur in 40 von diesen Fällen (= 29 %) sind Schwarmsporen gebildet worden, und nur in wenigen davon sind praktisch genommen alle

Zoosporen in Schwarmsporen übergegangen. Meistens sind die Schwarmsporen viel spärlicher als die Zoosporen gewesen. Dieselbe Beobachtung kann in der Natur gemacht werden. Auf einem Krebs, der an Krebspest gestorben ist, hat das Myzel grosse Mengen unbeweglicher Zoosporen gebildet, während die Schwarmsporen spärlich sind, wenn sie überhaupt vorkommen. SCHÄPERCLAUS hat die Schwarmsporen gar nicht gesehen, während SCHIKORA angibt, sie wahrgenommen zu haben. Die Ursache dieser Launenhaftigkeit oder Unwilligkeit zur Bildung von Schwarmsporen habe ich nicht klarstellen können. Die Schnelligkeit, womit die Krebspest sich innerhalb eines Seensystems verbreitet, muss doch darauf beruhen, dass die Seuche in erster Linie von den Schwarmsporen weitergeführt wird. Im hängenden Tropfen haben die Schwarmsporen bis zu 5 Tagen gelebt, gewöhnlich aber verlieren sie ihre Bewegungsfähigkeit schon nach einem

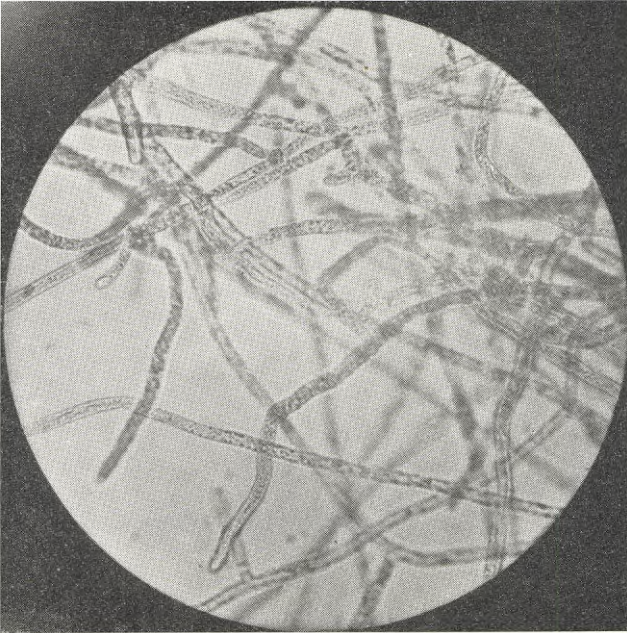


Fig. 2. Myzel keimender Schwarmsporen, Vergrösserung 270 mal.

oder zwei Tagen. Da die weitere Entwicklung der Schwarmsporen zu kennen von grosser Wichtigkeit ist, machte ich auf den Vorschlag Dr. NYBELINS einige Keimversuche damit. Es zeigte sich, dass die Sporen sowohl in Wasser als in Krebsblut keimten. Im Wasser war jedoch das Keimprozent sehr klein, und nur ein kurzer Keimschlauch wurde gebildet

(Fig. 1 g). Im Krebsblut dagegen wurde 100 % Keimung erhalten, und im hängenden Tropfen wuchsen die Sporen zu mehreren Millimeter langen Myzelien aus, die durchaus dem übrigen vegetativen Myzel glichen. Fig. 2 stellt eine Mikroaufnahme von Myzel keimender Schwarmsporen dar. Nach Überführung in Wasser bildeten diese Myzelien binnen wenigen Tagen sowohl Zoosporen als Schwarmsporen. In einem Wassertropfen, der Hautstückchen eines Krebses enthielt, keimten die Sporen zu Myzelien aus, die 400—500 μ lang waren. Wegen zu kräftiger Verunreinigung durch Bakterien konnte ich diese Myzelien nicht weiter verfolgen, aber es ist sehr wahrscheinlich, dass die Krebse Stoffe enthalten oder ausscheiden, die auf die Schwarmsporen eine positive chemotaktische Einwirkung haben. Keimung fand auch in 20-%-igem Pferdeblutserum statt, war aber dort nicht so gut wie im Krebsblut. Obgleich es also möglich ist, unter sehr günstigen Verhältnissen in der Kultur die Sporen zum Keimen zu bringen und aus diesen Myzelien eine neue Generation Schwarmsporen zu erhalten ohne Zugang eines lebenden Krebsbestandes, halte ich doch die Wahrscheinlichkeit dafür, dass die Schwarmsporen solche Bedingungen in unseren Gewässern finden sollten, für sehr gering.

Die Entwicklung der geschlechtlichen Fortpflanzungsorgane, Oogonien und Antheridien, habe ich nur bei einzelnen Gelegenheiten beobachten können und dann immer in den Kulturversuchen, an den Krebsen habe ich sie nicht gesehen. Offenbar stimmt *Aphanomyces astaci* in dieser Hinsicht mit mehreren anderen *Aphanomyces*-Arten überein, die nur selten Oogonien bilden (vgl. COKER, 1923). In Kulturen, die in 50—100 %-igem Krebsblut gezüchtet werden, kann man nach 3—5 Tagen Bildungen wahrnehmen, die als junge Oogonien gedeutet werden müssen. Sie sind spärlich aufgetreten, gewöhnlich nur eine oder zwei, in einer Kultur habe ich eine Anzahl von fünf gefunden. In Fig. 1 h ist eine solche Oogonanlage abgebildet. Sie sitzt terminal an einem kurzen Myzelzweig, und ist mit dichtem, feinkörnigem Protoplasma gefüllt. Zahlreiche kleine Vakuolen sind vorhanden. Nach 6—8 Tagen kann eine Eizelle beobachtet werden, und zugleich erhält das Oogon eine feinstachelige hyaline Membran. Die Grösse des Oogons variiert zwischen 41,6—48,0 μ , die des Eies zwischen 22,4—28,8 μ . In Fig. 1 k ist eine 14 Tage alte Oospore abgebildet, die einen Keimschlauch aussendet. Ihre weitere Entwicklung habe ich nicht verfolgen können.

Bildungen, die ich als Antheridien gedeutet habe, sind in Fig. 1 i abgebildet. Ob diese von denselben Fäden wie die Oogonien ausgehen oder von angrenzenden, liess sich nicht mit Sicherheit entscheiden, wahrscheinlich aber gehörten sie denselben Myzelfäden an. *Aphanomyces astaci* würde also

zu den androgynen Arten zu rechnen sein. Wegen des spärlichen Materials sind keine zytologischen Beobachtungen gemacht worden.

Meine Beobachtungen über die geschlechtlichen Verhältnisse sind aber zu wenig umfangreich, um eine sichere Aussage darüber zu erlauben. Auch SCHÄPERCLAUS gibt an, dass die Oogonienentwicklung spärlich und sporadisch gewesen sei. Seine Angaben sowohl über die Grösse wie über die Form stimmen nicht mit meinen überein nach seinen Messungen sind die Oogonien $16-20 \mu$ gross und mit stechapfel- bis morgensternförmigen Stacheln versehen. In einer früheren Abhandlung desselben Verfassers (1927) hat er eine andere Zeichnung, die aber auch nicht mit den meinigen übereinstimmen. Ehe diese Frage mit Sicherheit beantwortet werden kann, sind neue Untersuchungen notwendig. Es ist von grosser Wichtigkeit, zu voller Klarheit in dieser Beziehung zu kommen, nicht nur um gute Artkennzeichen zu erhalten, sondern auch weil die Oosporen von Bedeutung sein können, um den Pilz während Perioden des Austrocknens und der Kälte am Leben zu erhalten. Dauersporen vegetativer Art habe ich nicht wahrgenommen, es fehlen auch solche der Gattung *Aphanomyces* im allgemeinen.

Da ich weder in SCHIKORAS noch in SCHÄPERCLAUS' Arbeiten eine zusammenfassende Charakteristik dieses Pilzes gefunden habe, gebe ich hier auf Grund meiner Untersuchungen folgende Diagnose:

Aphanomyces astaci, SCHIKORA.

Myzel vorzugsweise parasitisch auf *Astacus fluviatilis*, ziemlich reich verzweigt, $7,5-9,5 \mu$ dick. Die Zoosporangien von derselben Grösse wie die Pilzfäden. Die Zoosporen sind $8,1-9,5 \mu$ gross und nach der Entleerung in einem Kügelchen an der Spitze des Sporangiums gesammelt. Die Schwarmsporen sind elliptisch und haben zwei laterale Zilien. Oogonien terminal an kurzen Zweigen, kugelig, $41,6-48,0 \mu$ im Durchmesser, mit feinstacheliger hyaliner Membran. Eier einzeln, $22,4-28,8 \mu$ im Durchmesser. Antheridien selten, nicht immer vorhanden, androgyn.

Einwirkung äusserer Faktoren.

Für das Dasein des Krebspestpilzes können mehrere äussere Faktoren, wie Temperatur, Reaktion und Austrocknung, eine Rolle spielen. In der Absicht, die Lebensbedingungen des Pilzes näher kennen zu lernen und dadurch möglicherweise zu einer Methode oder zu Vorschriften für die praktische Bekämpfung zu gelangen, habe ich gemeinsam mit Dr. NYBELIN die Einwirkung einiger solchen Faktoren auf den Pilz untersucht. Nachstehend berichte ich näher über diese Versuche.

a) *Einwirkung der Temperatur.*

Obgleich Krebspestepidemien während des ganzen Jahres beobachtet werden können, auch im Spätherbst und früh im Frühling, ist es offenbar, dass die Krankheit während der Sommermonate am verheerendsten herrscht, wenn die Temperatur in unseren Gewässern 15—20° C. ist. In der Absicht, die optimale Wachstumstemperatur zu ermitteln, wurde eine Temperaturserie gemacht zwischen 5° und 30° mit Intervallen von 5 Grad. Etwa 4

Tabelle III. *Entwicklung bei verschiedenen Temperaturen.*

Temperatur	Durchmesser der Kult. in mm	Entwicklung in 10 % Pferdeserum ¹		
		Myzel	Zoosporen	Schwarm- sporen
5°	7	±	±	—
10°	25	+	+	—
15°	40	+	+	—
20°	52	++	+++	—
25°	42	++	+	—
30°	2	—	—	—

¹ Versuchszeit 48 Stunden.

mm² grosse Agarstückchen mit Myzel wurden in Petrischalen geimpft, die 10 %-iges Pferdeblutserumagar enthielten. Nach einer Woche wurde der Durchmesser der Kulturen gemessen. Wie aus den Werten der Tabelle III hervorgeht, ist das Wachstum bei 5° sehr gering, zwischen 10° und 25° ist das Wachstum gut mit einem Optimum bei 20°. Über 25° nimmt die Wachstumsfähigkeit sehr schnell ab, bei 30° hat sie praktisch genommen aufgehört. Ähnliche Verhältnisse begegnen uns beim Züchten im fließenden Substrat, das Optimum liegt bei 20—25°, sowohl betreffs der Myzel- als der Zoosporenbildung. Bei 5° sind Zoosporen nur spärlich gebildet worden, was möglicherweise auf der kurzen Versuchszeit beruht. Auf Krebsen, die während des Winters in Aquarien mit fließendem Wasser gehalten werden, wo die Temperatur nicht mehr als 3—5° ist, bildet das Myzel nämlich reichlich Zoosporen, doch geht die Entwicklung langsamer vor sich als im Sommer. Keine Schwarmsporen sind gebildet worden, was vielleicht durch die recht hohe Konzentration des Serums verursacht ist.

Wenigstens das Myzel verträgt nicht Gefrieren. Eine kräftige Myzelkultur, die während 12 Stunden gefroren war und danach vorsichtig aufgetaut wurde, war da schon tot. Wie die Zoosporen sich hierbei verhalten, habe ich nicht feststellen können, aber wahrscheinlich haben auch sie keine Resistenz gegen Kälte.

b) *Einwirkung der Wasserstoffionenkonzentration.*

Besonders für die Bildung der Zoosporen ist die Reaktion der Kulturflüssigkeit von grosser Bedeutung. In Tabelle IV ist die Einwirkung ver-

Tabelle IV. *Einwirkung der Wasserstoffionenkonzentration.*

Stoff	Konzentration	p _H	Myzel	Zoosporen	Schwarmsporen
Wasser	—	7,2	+	++	+
KH ₂ PO ₄	0,01—M	5,5	+	++	—
KH ₂ PO ₄ + K ₂ HPO ₄	0,01—M	7,1	+	+	—
K ₂ HPO ₄	0,01—M	8,4	+	±	—
K ₂ HPO ₄ + K ₃ PO ₄	0,01—M	10,2	±	±	—
K ₃ PO ₄	0,01—M	>10,2	±	—	—

schiedener p_H-Werte, durch Mischung verschiedener Phosphate erhalten, untersucht worden. Die Konzentration der Phosphate wurde anfänglich zu 0,1—M bemessen, es zeigte sich aber, dass die Fäden diese ziemlich niedrige Konzentration nicht ertrugen. Sie wiesen deutliche Zeichen von Hydrolyse auf, sie kollabierten teilweise, und ein Wachstum fand nicht statt. Eine 0,01—M-Lösung vertrug jedoch das Myzel, obgleich die Entwicklung in allen Kulturen spärlich war zufolge des Nahrungsmangels. Bei einem p_H von 10,2 und höher konnte kein Wachstum konstatiert werden, das Myzel war von den Hydroxylionen vergiftet. In den Kulturen mit saurer oder schwach alkalischer Reaktion war die Zoosporenbildung recht reichlich, bei einem p_H von 8,4 und höher war sie sehr spärlich oder ganz eingestellt. Schwarmsporen konnten in keiner der Phosphatkulturen wahrgenommen werden. Die Entwicklung von *Aphanomyces astaci* ist also bedeutend schlechter in alkalischer Reaktion als in saurer.

c) *Einwirkung von Giften.*

Es gibt eine grosse Anzahl Verbindungen und Präparate mit fungizider Wirkung. Die Anzahl Stoffe mit toxischer Wirkung, die untersucht worden sind, ist nicht sehr gross, aber die Stoffe sind gewählt im Hinblick darauf, dass sie in der Anwendung ökonomisch sein sollten. Die Stoffe haben wenigstens 48 Stunden eingewirkt, und das Aussehen der Kulturen ist nach 24 Stunden beobachtet worden.

Eine ausgeprägte fungizide Wirkung kommen den Salzen der Schwermetalle zu, besonders denen des Kupfers und des Quecksilbers. In Tabelle

Tabelle V. Einwirkung von Kupfersulfat und Quecksilberchlorid.

Stoff	Konzentration	Myzel	Zoosporen	Schwarmsporen
Wasser	—	+	++	+
Cu SO ₄ · 5 H ₂ O	0,01 %	—	—	—
Cu SO ₄ · 5 H ₂ O	0,001	±	—	—
Cu SO ₄ · 5 H ₂ O	0,0005	+	+	—
Cu SO ₄ · 5 H ₂ O	0,0001	+	+	+
Hg Cl ₂	0,01 %	—	—	—
Hg Cl ₂	0,005	—	—	—
Hg Cl ₂	0,001	±	—	—
Hg Cl ₂	0,0005	+	+	++

V ist die Einwirkung von Kupfersulfat und Quecksilberchlorid zusammengestellt. Diese beiden Metalle haben, wie die Tabelle zeigt, einen ausserordentlich hohen toxischen Effekt. 0,001 % ist völlig genügend, um die Entwicklung sowohl von Myzel als von Zoosporen zu verhindern. In 0,0005 %-iger Lösung entwickeln sich Myzel und Zoosporen, aber nur spärlich, Schwarmsporen wurden erst bei 0,0001 % Kupfersulfat gebildet, dagegen war die Schwarmsporbildung bei 0,0005 % Quecksilberchlorid sehr lebhaft, dies war jedoch wahrscheinlich ein Zufall, eine stimulierende Wirkung wird den Schwermetallen nicht zugeschrieben. Ein anderer Beweis für die grosse Giftigkeit des Kupfers ist der Umstand, dass der Pilz in Nährlösungen, die mit kupferdestilliertem Wasser bereitet waren und also nur Spuren von Kupfer enthalten konnten, kein Zeichen von Wachstum zeigte.

Für wenigstens einige Pilzordnungen sind Arseniksalze sehr giftig. In Tabelle VI sind die Resultate der Einwirkung zweier Arseniksalze zusammengestellt. Von den beiden Salzen ist das Arsenat wenig wirksam gewesen, 0,5 % ist freilich tödend gewesen, aber eine 0,1 %-ige Lösung hat weder Myzel noch Zoosporen unterdrückt, bei 0,05 % werden auch Schwarmsporen

Tabelle VI. Einwirkung von Arsenik.

Stoff	Konzentration	Myzel	Zoosporen	Schwarmsporen
Wasser	—	+	++	+
Na ₂ HAsO ₄ · 7 H ₂ O	0,5 %	—	—	—
Na ₂ HAsO ₄ · 7 H ₂ O	0,1	+	++	—
Na ₂ HAsO ₄ · 7 H ₂ O	0,05	+	++	+
Na ₂ HAsO ₃	0,5 %	—	—	—
Na ₂ HAsO ₃	0,1	—	—	—
Na ₂ HAsO ₃	0,05	+	—	—

gebildet. Das Arsenit hat grösseren Effekt gehabt, in einer 0,05 %-igen Lösung ist das Myzel nur spärlich gewachsen, und die Sporenbildung ist ganz unterdrückt worden. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass die beiden Salze nicht direkt vergleichbar sind; infolge seines Wassergehaltes enthält das Natriumarsenat viel weniger Arsenik. Wenn Arsenik geprüft werden sollte, wäre es auch notwendig, seine Einwirkung auf Krebse und Fische zu untersuchen.

Für das Natriumarsenat ist die Zeit, die erforderlich ist, um die Schwarmsporen zu töten, untersucht worden (vgl. Tab. VII). In einer

Tabelle VII. Einwirkung von Arsenik auf Schwarmsporen.

Stoff	Konzentration	1 Min.	3 Min.	6 Min.	15 Min.	30 Min.	60 Min.	120 Min.	24 Stdn.
Wasser	—	++	++	++	++	++	++	++	+
Na ₂ HAsO ₄	1 %	+	—	++	++	++	++	++	+
Na ₂ HAsO ₄	0,5	++	+	+	±	—	++	++	—
Na ₂ HAsO ₄	0,1	++	++	++	++	++	++	+	—

1 %-igen Lösung werden sie beinahe sofort getötet, in einer 0,5 %-igen Lösung haben sie nach 6 Minuten beträchtlich an Zahl abgenommen und sind nach 15—30 Minuten tot. In 0,1 %-iger Lösung leben sie noch nach einer Stunde, und nach zwei Stunden ist noch ein grosser Teil am Leben. Der Versuch zeigt, dass, wenn Gifte zur Bekämpfung verwendet werden sollen, die Konzentration so stark genommen werden muss, dass das Gift schnell wirkt. In Gewässern und Seen kann man nicht damit rechnen, dass ein Stoff, der zugesetzt wird, die gewünschte Konzentration eine längere Zeit beibehält, durch Diffusion und Strömung vermindert sich der Gehalt daran schnell.

Ausser diesen Giften bekannter Natur sind Abwässer der Sulfat- und Sulfittfabriken geprüft worden. Aus Tabelle VIII sind die Resultate ersichtlich. Die Sulfitsäure ist nicht besonders wirksam gewesen. In niedrigeren Konzentrationen ist die Schwarmsporenbildung sogar lebhafter als im Wasser gewesen. In diesem Fall ist es sehr wahrscheinlich, dass einer der Bestandteile der Lauge eine stimulierende Wirkung auf die Bildung der Schwarmsporen gehabt hat. Auch die Schwarzlauge hat keine grössere Wirkung gehabt, sogar bei einem pH von 9,0 war die Zoosporenbildung sehr reichlich. Gemäss Untersuchungen von VALLIN (1935) u. a. sind Fische gegen die Sulfitsäure und besonders gegen die Harzstoffe in der Schwarzlauge sehr empfindlich. Offenbar ist *Aphanomyces astaci* gar nicht in dem-

Tabelle VIII. Einwirkung von Abwässern.

Stoff	Konzentration	p _H	Myzel	Zoosporen	Schwarmsporen
Wasser	—	7,2	+	++	+
Sulfitssäure ¹	1 %	4,6	—	—	—
»	0,2	7,0	+	++	++
»	0,1	7,1	+	++	++
»	0,05	7,2	+	++	+
Schwarzlauge ²	1 %	10,0	—	—	—
»	0,2	9,0	+	++	+
»	0,1	8,6	+	++	+

¹ Anfangskonzentration unbekannt

² » ca. 60 %.

selben Masse für diese Gifte empfindlich. VALLIN nimmt auch an, dass es sich hier um spezielle Nervengifte handelt.

Schliesslich ist die Einwirkung von Chlor und Kalziumhydroxyd untersucht worden. Wie aus Tabelle IX hervorgeht, ist Chlor (zugesetzt als Natriumhypochlorit) sehr wirksam. Ein Gehalt von 7,5 mg Chlor pro Liter genügt, um die Zoosporenbildung zu unterdrücken. Bei Verwendung in grösserem Masstab hat aber Chlor einige Nachteile, es ist sehr flüchtig und wird von organischen Stoffen absorbiert, wodurch seine Wirkung mehr oder minder illusorisch wird.

Eine spezielle Giftwirkung kann dem Kalk nicht zugeschrieben werden. Erst wenn der pH-Wert 10,0 oder mehr ist, ist er wirksam. Bei einem pH von 9,4 war die Zoosporenbildung reichlich. Auch für Schwarzlauge und Phosphatsalze gilt es ja, dass das Wachstum mit steigendem p_H beträchtlich abnimmt.

Tabelle IX. Einwirkung von Chlor und Kalziumhydroxyd.

Stoff	Konzentration	p _H	Myzel	Zoosporen	Schwarmsporen
Wasser	—	7,1	+	++	+
Na Cl O	75 mg ¹	—	—	—	—
»	15	—	+	—	—
»	7,5	—	+	±	—
Kalziumhydroxyd	konz.	>10,2	—	—	—
»	1 : 10	>10,2	±	±	—
»	1 : 20	10,2	+	+	—
»	1 : 100	9,4	+	++	±

¹ mg Chlor pro Liter.

Diese Versuche mit Giftstoffen haben das Resultat ergeben, dass die Salze der Schwermetalle die grösste Toxizität gegen *Aphanomyces astaci* haben. Ungefähr denselben Giftigkeitsgrad hat Chlor. Von Arsenik und Ablaugen sind bedeutend höhere Konzentrationen erforderlich. Wenn diese Ergebnisse bei Bekämpfungsversuchen in grösserem Masstab verwertet werden sollen, will ich aber betonen, dass man mit beträchtlich grösseren Mengen als den Mindestgrenzen, die in den Tabellen vorkommen, rechnen muss. Bei meinen Kulturversuchen haben die Gifte wenigstens 24 Stunden lang eingewirkt, meistens länger, bei Versuchen in der Praxis in Gewässern muss man aber damit rechnen, dass die Konzentration der zugesetzten Stoffe rasch abnimmt.

VALLIN (1933) hat bereits einige derartige Versuche gemacht, die Krebspest durch Chemikalien zu verhindern. In einigen heimgesuchten Gewässern hat er mit einem gewissen Erfolg die Krebspest durch Kalkzugaben zurückhalten können. Besonders in Flüssen und kleinen Seen ist es ihm gelungen, die erkrankten Krebse zu töten und dadurch die Seuche zu unterdrücken. Der Kalk wirkt hier durch Erhöhung des pH, und sicherlich ist dabei auch der Pilz untergegangen. Es ist jedoch wichtig, wie oben bemerkt, dass die Konzentration genügend stark ist. In grösseren Gewässern hat die Kalkzugabe schlechtere Resultate gegeben. VALLIN hat auch Versuche mit Chlor und Kupfersulfat gemacht, diese fielen aber nicht gut aus, vielleicht sind diese Stoffe nicht gleich giftig für die Krebse wie für den Pilz, und in der Praxis ist es notwendig, dass auch die Krebse sterben, ein eben erkrankter Krebs kann sich jedoch ziemlich weit fortbewegen, ehe die Pest ihn dahinrafft.

d) Austrocknung u. a.

Eine Frage von grösster Bedeutung für die Verschleppung der Krebspest ist ihre Fähigkeit, Austrocknung zu ertragen. Vielfach würde das Auftreten von Krebspest eine natürliche Erklärung erhalten, wenn es sich nachweisen liesse, dass die Pest mit den Fanggeräten von einem See zu dem anderen verschleppt werden könnte. Einige Versuche, um Klarheit hierüber zu erhalten, sind ausgeführt worden. Stückchen von Gazebinde, etwa $0,5 \times 3$ cm, wurden in Proberöhrchen hingelegt. Einige dieser Röhrchen wurden trocken gehalten, in anderen wurde die Gaze mit Wasser angefeuchtet, und in einer dritten Gruppe wurde etwas Pferdeserum zugesetzt, wonach die Röhrchen sterilisiert wurden.

Sie wurden danach mit Myzel geimpft, und nach 2—3 Tagen wurden die Kulturen untersucht. Es zeigte sich da, dass der Pilz in den Röhrchen, die

trocken waren, tot war. Austrocknung ertrugen also die Pilzfäden nicht. In den Röhren, die mit Wasser angefeuchtet waren, war der Pilz nicht gestorben, aber das Wachstum war sehr spärlich, und Sporenbildung fand bei Überführung ins Wasser nicht statt. Auf der Gaze, die mit Pferdeserum getränkt war, war der Pilz ausgezeichnet gediehen, und in Wasser bildete das Myzel eine grosse Anzahl Schwarmsporen. Auf analoge Weise kann eine Verschleppung von Gewässer zu Gewässer stattfinden. An Netzen und Hamen, an welchen Blut, Fischschleim oder ev. andere organische Stoffe zurückgeblieben sind, können beim Fischen in einem pestverseuchten See Sporen und Myzel des Krebspestpilzes sitzenbleiben, und wenn dann die Fanggeräte feucht aufbewahrt werden, kann der Pilz auswachsen und beim Fischen in einem anderen See eine Verschleppung der Seuche herbeiführen. In Röhren mit Krebsblutagar aufbewahrt, hat sich der Pilz 12 Wochen lang lebend gehalten.

Eine andere wichtige Frage ist, ob *Aphanomyces astaci* sich saprophytisch in einem höheren Masse ernähren kann, oder ob er hauptsächlich auf Parasitismus auf den Krebsen angewiesen ist. SCHIKORA gelang es nur, den Pilz auf lebenden Fliegen zum Keimen zu bringen, aber nicht auf toten Krebsen oder künstlichen Nährböden. PLEHN¹ hat den Pilz mit gutem Erfolg auf künstlichen Nährböden züchten können, eine Angabe der Zusammensetzung fehlt jedoch. Bei meinen Untersuchungen benutzte ich teils das von NYBELIN ausexperimentierte Krebsblutagar, worauf der Pilz sehr gut wächst, teils Agar mit Pferdeblutserum, auf dem das Wachstum beinahe ebenso gut gewesen ist. Im Blut verschiedener Tiere (vgl. Tab. I und II) ist der Pilz ausgezeichnet gediehen. Auf mehreren anderen in der Mykologie gewöhnlichen Substraten, wie Malz-, Frucht- und Peptonagar, ist aber keine Entwicklung oder jedenfalls eine sehr spärliche zustande gekommen. Er wächst auch nicht im Erdextrakt. Ein Substrat, das frisches Blut oder Blutserum enthält, kann wohl nicht als ein lebendes angesehen werden, andererseits kann es aber nicht den gewöhnlichen obengenannten saprophytischen Substraten gleichgestellt werden. Obgleich also *Aphanomyces astaci* in gewissen künstlichen Nährböden gezüchtet werden kann, sind diese von solcher Beschaffenheit, dass der Pilz in der Natur sehr selten dazu Gelegenheit erhalten dürfte, sich auf diesen zu entwickeln. Ausserdem ist er sehr empfindlich gegen Bakterien, eine Kultur, die von solchen infiziert worden ist, geht bald zugrunde. Im Vergleich mit saprophytischen *Saprolegniaceen* wächst *Aphanomyces astaci* langsam, und auf Krebsen, die an Krebspest gestorben sind, ist es sehr gewöhnlich, dass andere Sapro-

¹ Nach SCHÄPERCLAUS.

legniaceen, meistens *Achlya*-Arten, sich sekundär einfinden und bald den Krebspestpilz überwachsen. Ich schliesse mich daher der von NYBELIN und SCHÄPERCLAUS ausgesprochenen Ansicht an, dass *Aphanomyces astaci* für seine Entwicklung im wesentlichen auf den Krebs angewiesen ist.

Diese Untersuchung wurde in der Anstalt für Binnenfischerei bei Drottningholm (Stockholm) mit Unterstützung von dem Staat ausgeführt. Dem Direktor des Instituts, Herrn Dr. G. ALM, bin ich zu grossem Dank verpflichtet. Für die gute Mitarbeit spreche ich hier Herrn Dr. NYBELIN meinen herzlichen Dank aus, und ebenso fühle ich mich Herrn Dr. VALLIN für manche Ratschläge dankbarlichst verbunden.

SAMMANFATTNING.

Genom undersökningar av SCHIKORA, NYBELIN och SCHÄPERCLAUS har det klart fastställts, att kräftpesten förorsakas av en svamp, *Aphanomyces astaci*, SCHIKORA tillhörande familjen *Saprolegniaceae* inom phycomyceterna. Då emellertid en del detaljer i svampens utveckling ännu voro oklara, anmodade laborator NYBELIN mig att i samråd med honom göra en undersökning över svampens biologi. I det följande skall jag ge en kortfattad resumé över resultaten.

För att erhålla svampen i renkultur har jag använt den av NYBELIN utexperimenterade metoden att överföra bukganglier från infekterade kräftor i kräftblodagar. Från gangliet växer då ut mycel, som kan avskäras och användas till försök. Svampen är icke så lätt att odla, dock växer den tämligen hastigt på substrat innehållande blod (jfr tab. I och II). Den bästa utvecklingen har erhållits i kräftblod, men även i blod av fisk, kanin, häst m. fl. djur har utvecklingen varit god. Däremot växer svampen icke på de inom mykologien gängse substraten, såsom malt-, frukt- och peptonagar m. m. Det är sålunda tydligt, att kräftpestsvampen ifråga om näringsval är mycket nogräknad, och under naturliga förhållanden torde den icke ha några möjligheter att föra ett saprofytiskt levnadssätt, en åsikt, som även uttalats av NYBELIN och SCHÄPERCLAUS. Tendensen till parasitism är f. ö. mycket utpräglad inom släktet *Aphanomyces*.

Den vegetativa förökningen och spridningen av svampen sker med tillhjälp av sporer. Dessa bildas i zoosporangier, som ej morfologiskt kunna

skiljas från det övriga mycelet (se fig. 1 a—d). Zoosporerna samlas i en liten boll utanför zoosporangiet. Ur dessa utvecklas sedan svärmsporer, som ha aktiv rörelseförmåga medelst tvenne lateralt fästade cilier (se fig. 1 e—g). I kulturförsöken ha de orörliga zoosporerna varit lätta att erhålla, men det har icke alltid lyckats att få dem att övergå i svärmsporer. Genom förekomsten av dessa svärmsporer kan den hastiga spridning, som kännetecknar kräftpesten, förklaras. Ehuru de infektionsförsök, som NYBELIN utfört med svärmsporer, icke vid alla tillfällen givit positiva resultat, måste man dock antaga, att smittan i första hand sprides genom svärmsporerna. Av könliga förökningsorgan ha vid odling i kräftblod oogon och möjligen anteridier påträffats (jfr fig. 1 h—k). På grund av deras sporadiska uppträdande äro dock mina iakttagelser över dessa organ alltför fåtaliga för att tillåta några definitiva uttalanden.

För att utröna möjligheten till en effektiv bekämpning av kräftpesten har inverkan av ett antal yttre faktorer på svampen undersökts. Vad temperaturen beträffar ligger svampens optimum vid 20—25°, vid 30° sker praktiskt taget ingen utveckling (jfr. tab. III). Däremot kan mycelet bilda sporer vid 3—5°, pesten kan sålunda sprida sig även på vintern, vilket också inträffat vid några tillfällen. Inverkan av en del gifter har undersökts. En utomordentlig kraftig giftverkan visade sig koppar- och kvicksilverföreningar ha, även klor var mycket verksamt. Svagare verkan hade arsenik och avfallslutar från sulfat- och sulfittfabriker, ävensom kalk. Med det sistnämnda ämnet har VALLIN i en del fall kunnat hejda kräftpesten. Resultaten av ovannämnda ämnens inverkan äro sammanställda i tabellerna IV—IX.

Mycelet uthärdar icke uttorkning. Som en del modellförsök ha visat, förefinnes däremot risk för smitta med nät och håvar, som förvaras fuktigt. Små stycken av gasbinda fuktades med vatten och något hästserum och ympades efter sterilisering med mycel. Efter 2—3 dygn hade mycelet förökat sig kraftigt och bildade efter överföring i vatten talrika svärmsporer. Att kräftpesten på liknande sätt kan spridas med fångstredskap från en sjö till en annan, är mycket sannolikt.

LITERATUR.

- Coker, W. C.*, The Saprolegniaceae with notes on other water molds. — Chapel Hill, N. C. U. S. A. 1923.
- de Bary, A.*, Einige neue Saprolegnien. — Jahrb. f. wiss. Bot. 2. 1860.
- Hofer, B.*, Handbuch der Fischkrankheiten, Stuttgart 1906.
- Klebs, G.*, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. — Jahrb. f. wiss. Bot. 33, 1899.
- Melin, E.*, Eine Methode zur Beseitigung von Bakterien bei Kulturversuchen mit Pilzen — Sv. Bot. Tidskr. Bd 26, hft. 1—2 1932.
- Nybelin, O.*, Undersökningar över kräftpestens orsak. Ny Svensk Fiskeritidskrift, 1931.
- — Nya undersökningar över kräftpestens orsak. Ny Svensk Fiskeritidskrift, 1934.
- — Untersuchungen über die Ursache der in Schweden gegenwärtig vorkommenden Krebspest. Meddel. Statens undersökn. och försöksanst. för sötvattensf. N:r 9, 1936.
- Schäperclaus, W.*, Krebssterben und Krebskrankheiten in der Mark. — Mitteilungen der Fischereiverein f. d. Provinzen Brandenburg usw. Bd 19, 1927.
- — Die Ursache der pestartigen Krebssterben. — Ztschrift. f. Fischerei, Bd 33, H. 2 1935.
- Schikora, F.*, Über die Krebspest und ihren Erreger. — Fischerei-Ztg. Bd 6, 1903.
- — Die Krebspest. — Fischerei-Ztg., Bd 9, 1906.
- Vallin, S.*, Kräftpestens spridning inom Sverige under 1932—1933. — Ny Svensk Fiskeritidskr. Nr 16, 1933.
- — Cellulosafabrikerna och fisket. — Meddel. Statens undersökn. och försöksanst. f. sötvattensf. Nr 5, 1935.

KLARA CIVILTRYCKERI
STOCKHOLM
1936



- *) 1917. *Gunnar Alm.* Undersökningar rörande Hjälmarens naturförhållanden och fiske. Nr 204. Pris kr. 1:—.
1918. *Nils Rosén.* Undersökningar över laxen och laxfisket i Norrbottens län. Nr 208. Pris kr. 1:—.
1918. *Ivar Arwidsson.* Från sjön Öjaren. Nr 210. Pris kr. 0:50.
1918. *Nils Rosén.* Om laxöringen i övre Norrland. Nr 212. Pris kr. 0:60.
1918. *Nils Rosén.* Om laxen och laxfisket i Västerbottens län. Nr 214. Pris kr. 1:50.
- *) 1919. *Gunnar Alm.* Mörrumsåns lax och laxöring. Nr 216.
1919. *Gunnar Alm.* Fiskeribiologiska undersökningar i sjöarna Toften, Testen och Teen (Nerike). Nr 218. Pris kr. 1:75.
- *) 1920. *Ivar Arwidsson.* Kräftstammen i en källklar sjö i Södermanland. Nr 222. Pris kr. 1:25.
1920. *Nils Rosén.* Om Norrbottens saltsjöområdes fiskar och fiske. Nr 225. Pris kr. 4:25.
1920. *Gunnar Alm.* Resultaten av fiskinplanteringar i Sverige. Nr 226. Pris kr. 3:75.
- *) 1920. *Ivar Arwidsson.* Om kräftpesten i Sverige. Anteckningar under åren 1907—1919. Nr 229. Pris kr. 4:—.
1921. *David Nilsson.* Några insjöfiskars ålder och tillväxt i Bottniska viken och Mälaren. Nr 231. Pris kr. 1:60.
- *) 1921. *G. Alm, T. Freidenfelt m. fl.* Klotentjärnarna. Fiskerivetenskapliga undersökningar utförda på uppdrag av Kungl. Lantbruksstyrelsen. Nr 232.
1922. *T. Freidenfelt.* Undersökningar över gösens tillväxt särskilt i Hjälmaren. Nr 235. Pris kr. 2:—.
- *) 1922. *Gunnar Alm.* Bottenfaunan och fiskens biologi i Yxtasjön m. m. Nr 236. Pris kr. 4:—.
1922. *Christian Hessle.* Om Gotlands kustfiske. Nr 238. Pris kr. 1:75.
1922. *Gunnar Alm.* Fiskeristudier i mellersta Europa. Nr 239. Pris kr. 2:—.
1923. *K. A. Andersson, Chr. Hessle, A. Molander, O. Nybelin.* Fiskeribiologiska undersökningar i Östersjön och Bottniska viken. Nr 243. Pris kr. 3:50.
- *) 1923. *Gunnar Alm.* Virkesflotningens inverkan på fisket. Nr 244. Pris kr. 3:—.
1923. *O. A. Sundberg.* Insjöfiske i Gästrikland. Nr 245. Pris kr. 1:50.
1924. *Christian Hessle.* Bottenboniteringar i inre Östersjön. Nr 250. Pris kr. 2:—.
- *) 1924. *Gunnar Alm.* Laxen och laxfiskets växlingar i Mörrumsån och andra Östersjöälvar. Nr 252. Pris kr. 3:50.
1924. *Ivar Arwidsson.* Några mjärdfisken i Svealand. Nr 253. Pris kr. 1:50.
1927. *Christian Hessle.* Sprat and Sprat-Fishery on the Baltic coast of Sweden. Nr 262. Pris kr. 0:75.
1927. *Gunnar Alm.* Undersökningar över Mälarens bottenfauna. Nr 263. Pris kr. 0:75.
1927. *Ivar Arwidsson.* Halländska laxfisken. Nr 266. Pris kr. 2:25.
1927. *Gunnar Alm.* Fiskeristudier i Förenta Staterna och Canada. Berättelse över en studieresa till Nordamerika under år 1926. Nr 267. Pris kr. 2:25.
1927. *Osc. Nordqvist och Gunnar Alm.* Uppfödning av laxyngel. Redogörelse över försök vid Kälarnes fiskodlingsanstalt. Nr 268. Pris kr. 1:25.

*) Upplagen slut.

1929. *Christian Hessle*. Strömmingsrökning, anläggning och drift av mindre rökerier. Nr 274. Pris kr. 0:75.
1929. *Gunnar Alm*. Handledning i fiskevård och fiskodling. Nr 275. Pris kr. 0:75.
1929. *Gunnar Alm*. Undersökning över laxöringen i Vättern och övre Motala ström. Nr 276. Pris kr. 1:50.
1929. *Sten Vallin*. Sjön Ymsen i Skaraborgs län. Nr 277. Pris kr. 1:—.
1929. *Christian Hessle*. De senare årens fiskmärkningar vid Svenska Östersjökusten. Nr 278. Pris kr. 0:75.

NY SERIE.

MEDELANDEN FRÅN STATENS UNDERSÖKNINGS- OCH FÖRSÖKSANSTALT FÖR SÖTVATTENSFISKET.

1933. *Gunnar Alm*. Statens undersöknings- och försöksanstalt för sötvattensfisket. Dess tillkomst, utrustning och verksamhet. Nr 1. Pris kr. 0:75.
1934. *Gunnar Alm*. Vätterns röding, fiskeribiologiska undersökningar. Nr 2. Pris kr. 0:75.
1934. *Christian Hessle*. Märkningsförsök med gädda i Östergötlands skärgård åren 1928 och 1930. Nr 3. Pris kr. 0:50.
1935. *Gottfrid Arvidsson*. Märkning av laxöring i Vättern. Nr 4. Pris kr. 0:75.
1935. *Sten Vallin*. Cellulosafabrikerna och fisket. Experimentella undersökningar. Nr 5. Pris kr. 0:75.
1935. *Gunnar Alm*. Plötsliga temperaturväxlingars inverkan på fiskar. Nr 6. Pris kr. 0:75.
1935. *Christian Hessle*. Gotlands havslaxöring. Nr 7. Pris kr. 0:75.
1935. *Orvar Nybelin*. Untersuchungen über den bei Fischen krankheitsregenden Spaltpilz *Vibrio anguillarum*. Nr 8. Pris kr. 1:25.
1936. *Orvar Nybelin*. Untersuchungen über die Ursache der in Schweden gegenwärtig vorkommenden Krebspest. Nr 9. Pris kr. 0:75.

Pris 75 öre.