65. Über einen Schimmelpilz, der das Verrosten der polierten Klinge verursacht.

Von Torao OHTSUKI.

Botanisches Laboratorium, Höhere Normalschule für Frauen, Tokyo.

(Comm. by K. SHIBATA, M.I.A., June 12, 1943.)

Im Auftrag der naturwissenschaftlichen Forschungsgemeinde zur Erhaltung der Kunstschatze habe ich mich mit der Untersuchung über das Verrosten der japanischen Schwerter beschäftigt. Es war zunächst meine Absicht, die Entstehung der Rostflecken auf der Klinge mikroskopisch näher zu verfolgen. Die Beobachtungen wurden durch Anwendung der Celloidinabdruckmethode erleichtert, die die feinste Oberflächenstruktur ungemein scharf wiedergibt.

Dabei wurde es gefunden, dass die Rostbildung in ihrem Anfangsstadium den Myzelformen eines Schimmelpilzes täuschend ähnlich aussieht. Das Gebilde war winzig und hellfarbig und mit blossen Augen kaum erkennbar. Das schon makroskopisch bemerkbar gewordene, braunfarbige Rost besteht hingegen teils aus den wurmfrassartigen Streifen und teils aus grossen, diffusen, feinkörnigen Flecken, die als immer fortschreitende Stadien der Rostbildung aufgefasst werden können.

Isolierung des Pilzes: Von der Hypothese ausgehend, dass das Anfangsstadium der Rostbildung auf der Klinge durch eine Pilzinfektion zustande gekommen sein könne, habe ich die Isolierung der Pilzhypen von der Roststellen versucht. Dabei kamen zur Anwendung die üblichen festen Nährböden für Schimmelpilzkultur sowie auch das zum Zweck der Eisenbakterienisolierung geeignete Nährmedium. In dieser Weise gelangte man zwar zur Isolierung verschiedener Pilzformen, d. h. *Aspergillus*-, *Penicillium*- und *Citromyces*-Arten. Darunter befand sich auch eine *Citromyces*-Art, die sich in ihrer siderophilen Natur als gehörig zur Eisenpilzgruppe im Sinne von Lieske aufwies¹⁾. Es wurde aber bald klar, dass alle diese isolierten Pilzarten wider Erwarten nicht die Urheber des Eisenrostens sein können, weil uns das Überimpfen ihrer Sporen auf die eiserne Klinge in keinem Falle gelingen wollte. Sie waren demnach nur fremde Ansiedler, die in Dauerformen an jedem beliebigen Objekte anhaftend vorhanden sind.

Ich habe nun diesbezügliche Untersuchung mit den tonophilen Pilzstämmen angestellt, deren Isolierung nicht mit Hilfe der gewöhnlichen Nährböden, sondern nur in Gegenwart von hochkonzentrierten (z. B. mehr als 60-proz. Zucker enthaltenden) Nährmedien gelingt. Sie alle gehören morphologisch zu der Gruppe von *Aspergillus glaucus* und sollen als eine neue Varietät, *Aspergillus glaucus* var. *tonophilus*, aufgefasst werden. Dieser Pilz befindet sich nicht nur auf eiserner Klinge, sondern auf verschiedenartigen trocknen Substraten, wie Glas (Linsen, Prismen, Fensterscheiben), Papier (Bücher, Gemälde) u. s. w. Die Sporen

1) R. Lieske: Jahrb. wiss. Bot., 50 (1911), 328.

dieses Pilzes keimen gut auf peinlichst gewaschener Glasplatte bei mässig hoher Temperatur (20–30°C) und unter relativer Luftfeuchtigkeit von 75–95%. Sie können das Keimungswasser nicht von reinem Wasser oder verdünnter Nährlösung aufnehmen. Bezüglich der Hydraturverhältnisse des genannten Pilzes sind die Dampfkeimung und die Tonophilie gleichbedeutend¹⁾.

Die Sporen von unserer Pilzart, auf die polierte Rasiermesser Klinge gebracht, keimen unter günstigen Bedingungen binnen 2–4 Tagen aus und entwickeln sich zu Myzelien. (Fig. 1.) Sie wachsen etwas schlechter auf dem weichen Eisen, das rauhe Polierfläche besitzt. Ölschmiere auf

Fig. 1. Myzelwachstum auf Rasiermesser Klinge.
10 Tage nach der Impfung.
(Vergr. 250.)

der Klinge erleichtert in bedeutendem Masse das Pilzwachstum; die Myzelien strecken sich dabei schneller und länger als auf der blanken Metalloberfläche. Die Ausbreitung der Pilzhyphen auf Klingeoberfläche wird aber nach einigen Wochen eingestellt. Es beruht einerseits auf der Aufzehrung der Stoffreserve in den Sporen und andererseits auf dem eigentümlichen Umstand, dass die durch saure Pilzausscheidung gebildeten, löslichen Eisenverbindungen auf die Pilzzellen vergiftend einwirken. Dadurch wird der Plasmahalt der Pilzzellen geronnen und mit Eisenoxyd bräunlich verfärbt, und schliesslich verschwinden die Myzelien, nur ihr Korrosionsbild auf dem Eisen hinterlassend. (Fig. 2.)

Die Tatsache, dass das Beschmieren der Klinge mit Öl die Myzelbildung günstig beeinflusst, kann man nach der Erscheinung der Eisenvergiftung gut verstehen, da die Ölschicht die Pilzzellen gewissermassen vor direkter Berührung mit Eisenmetall schützt.

1) M.G. Waderdorff: Bot. Arch., **6** (1924), 84.
H. Walter: Hydratur der Pflanze. Jena, 1931.

Fig. 2. Myzelien auf Rasiermesser Klinge, z. T. abgestorben und braun verfärbt. Bildung einiger Rostflecken.
26 Tage nach der Impfung.
(Vergr. 250.)

Das Eisenverrosten, künstlich hervorgerufen durch Pilzbeimpfung: Die an der Metalloberfläche gewachsenen Pilzfäden scheiden wahrscheinlich die organischen Säuren aus und kondensieren den Wasserdampf aus der Luft in ihrer Umgebung. Diese Flüssigkeitshülle bzw. -tröpfchen um die Pilzfäden auf der Klinge kann tatsächlich mikroskopisch nachgewiesen werden. (Fig. 1 u. 2.) Die saure Flüssigkeit ruft binnen kurzem, öfters schon in einigen Tagen nach der Myzelbildung, das Auftreten der Ätzfiguren an der Metalloberfläche hervor. Die Rostbildung ist anfangs nur oberflächlich und kann durch Abstreichen mit dem Tuche leicht entfernt werden. In späteren Stadien fressen aber die Rostfiguren tiefer ins Metall hinein, was mittelst der Celloidinabdruckmethode deutlich festgestellt werden kann. (Fig. 3.) Die Ausbildung derartiger Korrosionsfiguren, die die Myzelformen genau wiedergeben, erfordert einen Zeitraum, der gewöhnlich über einen Monat nach der Auskeimung des Pilzes dauert. Man bemerkt ferner die sich hie und

Fig. 3. Korrosionsfiguren, sichtbar nach dem Abstreichen der Myzelien.
47 Tage nach der Impfung.
(Vergr. 600.)

da zwischen Myzelfäden ausbreitenden, diffusen Rostflecken. (Fig. 2.)

Natürliches Auftreten der Pilzkorrosion bei den japanischen Schwertern: Einige alt-japanische Schwerter, die von den bekannten Sachkundigern, Herrn Kohzu und Herrn Homma, mir zur Verfügung gestellt wurden, habe ich von dem Feger polieren lassen, und sie, wie

Fig. 4. Myzelvegetation auf polierter Schwertklinge.
(Vergr. 50.)

Fig. 5. Myzelien und deren Korrosionsfiguren
auf Schwertklinge.
(Vergr. 250.)

üblich mit Öl beschmiert oder nicht, in den hölzernen Scheiden sorgfältig aufbewahrt. Die näheren mikroskopischen Untersuchungen nach dem Ablauf von 1-2 Jahren offenbarten mir in der Tat das Auftreten einiger winziger Myzelkolonien, teils noch lebend, teils schon abgestorben, auf den blanken Klingen. (Fig. 4 u. 5.) Diese natürliche Entwicklung der Pilzmyzelien findet zwar früher bei den mit Öl beschmierten Klingen als bei den unbeschmierten statt, aber weitaus langsamer als bei den oben dargestellten künstlichen Impfversuchen. Trotzdem scheint die natürlich angesiedelte Pilzvegetation in der Grösse der Myzelien und der Ausbildung der Korrosionsfiguren keineswegs der künstlich beim-pften nachzustehen.

Zum Schluss sei es darauf hingewiesen, dass man für die Aufbewahrung und Erhaltung der japanischen Schwerter und auch der verschiedenen metallischen und gläsernen Gegenstände, besonders unter bei uns herrschenden klimatischen Verhältnissen, eine gebührende Beachtung auf die Infektion unseres Pilzes zu schenken hat. Die von ihm bewirkte Korrosion der blanken Klinge, obzwar anfangs kaum bemerklich mit unbewaffneten Augen, dürfte doch mit dem Fortschreiten der Luftoxydation einen ansehnlichen Rostschaden hervorrufen.

Die Einzelheiten der Versuche und Beobachtungen werden dem-nächst an anderer Stelle mitgeteilt.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Keita Shibata sowie Herrn Prof. Dr. Seiichi Taki, für ihre lebenswürdige Anleitung und Unterstützung bei dieser Arbeit meinen besten Dank auszusprechen. Der Harada-Sekizenkai-Gesellschaft gilt unser herzliche Dank für das uns bewährte Forschungsstipendium.