

Penicillium-„Arten“ und -„Rassen“ im Käsekeller

Von FELIX ULLSCHECK, Kiel.

Mit 41 Figuren

Vorwort

Obwohl der gewöhnliche grüne Schimmel (*Penicillium glaucum*) in fast allen Ländern ein außerordentliches Interesse gefunden hat und viel bearbeitet wurde, ist er doch noch immer ein umstrittenes Objekt in der Mycologie geblieben. Jeder Beitrag zur Vervollständigung der Kenntnis über diesen Schimmelpilz muß deshalb willkommen sein. Daß man sich in dem Milchwirtschaftsinstitut mit diesem Mikroorganismus beschäftigt, ist naheliegend, da die Schimmel in der Milchwirtschaft und vor allem in der Käserei durch Veredlung, besonders aber durch große Schädigung der Molkereiprodukte von erheblicher Bedeutung sind.

Unter der bewährten Leitung von Herrn Prof. Dr. W. HENNEBERG wurde diese Arbeit über die im Käsekeller beobachteten grünen Penicillien im Bakteriologischen Institut der Preußischen Versuchs- und Forschungsanstalt für Milchwirtschaft in Kiel ausgeführt, wo die Originalarbeit, auch mit den Bildern, die hier nicht zum Abdruck kommen konnten, zur Einsicht ausliegt. Fast gleichzeitig wurden in dem Institut zwei weitere Arbeiten vollendet, die sich zum Teil gegenseitig ergänzen. Es sei deshalb hier auf die eingehenden physiologischen Untersuchungen über das blaue und weiße *Penicillium camemberti* durch LEONIDSE und auf die Bearbeitung der Cacaoschimmel, unter besonderer Berücksichtigung der Gattung *Aspergillus* durch REINKE hingewiesen.

Einleitung

Zu den Mikroorganismen, die in der Milchwirtschaft eine Rolle spielen, gehören neben den Bakterien und Hefen auch die Schimmelpilze, denen in dieser Arbeit eine besondere Behandlung zuteil werden soll. Wenn hier fast ausschließlich von den Penicillien die Rede ist, so soll damit nicht gesagt sein, daß dies die einzigen Schimmel wären, die in den Molkereien vorkommen. Man trifft im Gegenteil bei Untersuchung der Betriebe auf alle möglichen Ver-

treter der Klasse *Fungi* (*Eumycetes*). Mit einer ganzen Reihe von diesen, wie *Monilia*, *Dematium*, *Oidium*, *Thamnidium*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Verticillium*, *Cladosporium* und *Mucor* wurde zuerst gearbeitet. Es stellte sich aber bald heraus, daß eine eingehende Behandlung einer solchen großen Zahl mit den zur Verfügung stehenden Mitteln nicht durchführbar war und mehrere Jahre erfordern würde. Eine gewisse Begrenzung des Themas war deshalb erforderlich. So waren hier nur die Penicillien und von diesen vor allem die grünen Spezies, die als lästige Infektion in den Käsereien vorkommen, Gegenstand der Untersuchung. Auf die eigentliche Stellung der Penicillien im Pflanzensystem soll später ausführlich eingegangen werden.

Das Studium der Schimmelpilze selbst ist nicht neu. Bereits 1726 behandelt MICHEL neun den Penicillien ähnliche Formen. Der Schöpfer des jetzt bestehenden Gattungsnamens ist LINK, der in seinen „Observationes“ (1809) deutlich das Aussehen des Konidienträgers von *Penicillium* angibt. Ihre Stellung im System bestimmte 1874 BREFFELD durch gründliche Untersuchungen. Eine ausführliche historische Darstellung erübrigt sich, da WESTLING 1911 und später 1923 nochmals alles zusammenfassend BIOURGE die geschichtliche Entwicklung wiedergibt. Von den neueren speziellen Arbeiten seien hier nur die von THOM 1910, von WESTLING 1911, von OLAV JOIL-OLSEN SOPP 1912 und BIOURGE 1923 und einige kleinere von WEIDEMANN 1907 und WÖLTJE 1918 genannt.

I. Vorbemerkungen

1. Charakteristik

Wenn auch in der Gattung *Penicillium* verschiedenartige Formen angetroffen werden, so kann man doch einen Typ, etwa *Penicillium glaucum*, dem die hauptsächlichsten Merkmale eigen sind, herausgreifen und ihn als Bild für die ganze Gattung hinstellen.

Die ausgekeimten ungeschlechtlichen Konidien oder die viel seltener aufgefundenen Ascussporen wachsen zu einem mehr oder weniger dichten — *Myzel* — aus und bilden Kolonien mit hohem wolligen oder auch flachem krustigen Wuchs. Die normalen Myzel-fäden oder Hyphen sind vielzellig und haben verschiedenen Durchmesser. Ihre Oberfläche ist meist glatt. Der Inhalt der Zellen ist farblos oder gefärbt und zeigt ein vakuolenreiches Plasma und Fetttropfen. An den Wänden der Zellen werden mitunter Kristalle angetroffen.

Als — *Konidienträger* — oder Stiel werden die senkrecht aus dem Myzel wachsenden Hyphen bezeichnet. Während diese Träger unten meist einfach sind, können sie gegen die Spitze zu vielfach alternierend oder wirtelig verzweigt sein. Ihre oft wechselnde Länge wird gelegentlich als Anhaltspunkt für die Identifizierung der Arten benutzt. Über das Messen der Träger mit oder ohne Konidienketten hat bei den Forschern (WESTLING, THOM, BIOURGE) nicht immer Einigkeit geherrscht. Die Oberfläche der Konidienträger ist glatt oder rauh. Handelt es sich um Ausscheidungen, dann kommen bei der einen Rasse sowohl glatte, als auch rauhe Träger vor, je nach den äußeren Bedingungen. Die Anschwellungen des Konidienträgers am Fuß und besonders am oberen Ende können als Unterscheidungsmerkmal dienen.

Mehrere obere Zellen des Stieles knospen unter einer distalen Scheidewand, um einen oder mehrere seitliche Arme hervorzubringen. Diese verzweigen sich abermals. Man unterscheidet so — *Äste* — ersten und zweiten Grades. Aus weiteren Zweigen, den — *Metulen* —, wachsen die Sterigmen heraus. Die vielfache Verzästelung und das Ausbleiben der Äste und der Metulen ist bisher bei der Systematik mit herangezogen worden.

Sterigmen. — Die konidienbildende Zelle, nach Biourge auch Phialide genannt, soll weiterhin den Namen Sterigma behalten. Ihre Form ist im allgemeinen flaschenförmig, ihre Oberfläche glatt oder rauh. Die Breite und Länge ist verschieden. Der Anordnung der Sterigmen wurde von jeher systematischer Wert beigemessen.

Konidien (Fig. 1).

In zusammenhängenden oder leicht zerfallenden Ketten werden die Konidien von den Sterigmen abgeschnürt. Thom¹⁾ hat über ihre Bildung eingehende Untersuchungen angestellt, denen zufolge die jugendlichen Konidien im Innern eine neue Membran ausbilden, während die Mutterzellwand als Verbindungsstück (Konnektiv, Diskonjunkt) zwischen den Konidien in Erscheinung tritt. WESTLING hält Größe, Form und Außenbeschaffenheit der Konidien für den wichtigsten Charakter der Arten. Die jungen Konidien sind sehr häufig **klein** und oval, während die älteren größer und kugelig werden. Schwankungen dieser Merkmale erleichtern die Bestimmung der Arten auf diese Weise nicht. Die Konidien selbst können außen glatt oder mit Warzen besetzt sein. Im Innern sind bei einigen

¹⁾ Mycologia, 6, 211—215 (1914).

Arten gelegentlich große Vakuolen sichtbar. Die Zellwand ist dünn, nimmt aber mitunter sogar beträchtliche Dicke an.

Ascusfrüchte. — Selten sind bisher die Ascusfrüchte gefunden worden. Peritheccien können auch aus zuerst entstandenen Sklerotien

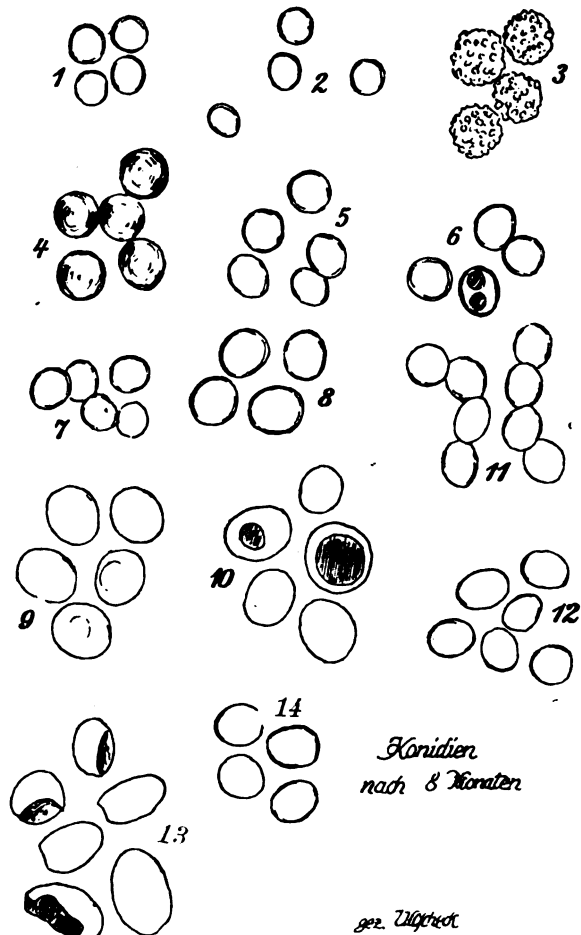


Fig. 1 (1660 X)

hervorgehen. Die einzelligen Ascussporen besitzen die verschiedenste Gestalt. Bei den untersuchten Penicillien wurden trotz besonders angestellter Versuche keine Schlauchfrüchte gefunden.

Coremien. — Die Bildung von Coremien, die als zweifelhafter Anhaltspunkt bei der Identifizierung (Blochwitz will bei fast allen Penicillien auf Äpfeln Coremien gefunden haben) Verwendung

land, wurde in dieser Arbeit trotz angestrengter Aufmerksamkeit nur bei *Stysanus* (Fig. 2) festgestellt.

BIOURGE faßt die Kennzeichen der Gattung *Penicillium* kurz treffend zusammen:

„Ce sont des champignons à mycélium cloisonné, dont la fructification conidienne consiste en un stipe (plus ou moins) dressé, terminé par un ensemble (plus ou moins) compliqué, à un ou plusieurs étages, dont un seulement ne peut jamais faire défaut: celui des stérigmates. Ces stérigmates doivent naître successivement et porter des chapelets (jamais ramifiés) de spores ou conidies. Les stipes sont peu différenciés, en général. Parfois, ils sont agglomérés en pied unique, d'où se détachent, à des niveaux variables, les pinceaux sporifères. Quelques-uns produisent des sclérotés, avec ou sans développement ultérieur (connu) en périthèces. De très rares espèces fourniraient des périthèces directement, ou aux dépens de sclérotés. Les périthèces seraient du type Gymnoascé d'après les uns, du type Périsporiacé d'après les autres.“

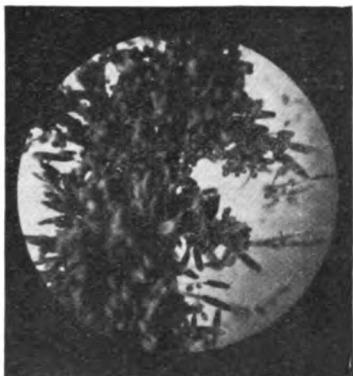


Fig. 2 (Vergröß. 10 ×)
Penic. 13 (*Stysanus*)
(nach 14 Tagen auf Nährstoffagar)

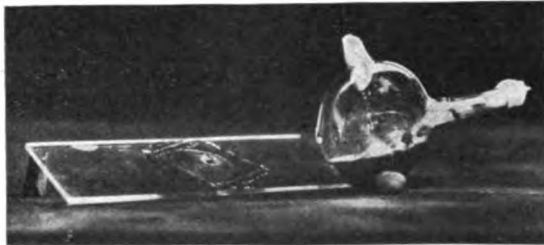
2. Arbeitsweise und Untersuchungsmethode

Die immer wiederkehrenden Klagen aller Forscher über die Unmöglichkeit, frühere Arbeiten vollkommen auswerten zu können, beweisen, daß nicht nur einheitliche Begriffe bei der Einteilung, sondern vor allem auch gleiche Versuchsbedingungen das erste Erfordernis sind, um solche Abhandlungen nicht vollkommen wertlos erscheinen zu lassen. Es läßt sich deshalb nicht vermeiden, daß auf diese Dinge hier ausführlicher eingegangen werden muß, als es im allgemeinen im Rahmen einer solchen Arbeit üblich ist.

Züchtung der Reinkulturen. — Die aus den verschiedensten Käsereien vom Käse, vom Holz, von den Wänden und von allen sonstigen Gegenständen nach Möglichkeit mit einem kleinen Stück der Unterlage entnommen Schimmelpilze wurden sofort im Institut auf Würze-Agar oder -Gelatine in Petrischalen gebracht und dann nach allen bekannten Methoden, besonders auch nach dem Verdünnungsverfahren von KOCH in Reinkulturen gezüchtet. Das Ausgehen von einer einzigen Spore ist unerlässlich. Die Schwierigkeiten werden in der Weise überwunden, daß man einige Sporen bei Zim-

mertemperatur (18—25° C) im sog. Adhäsionspräparat auskeimen läßt und dann eine solche gekeimte Spore wieder in ein neues Präparat überimpft.

Kulturgefäße, Verhütung der Infektion. — Als Kulturgefäße gelangten PETRI- und DRIGALSKI-Schalen, ERLÉNMEYER-Kolben und Röhrchen von verschiedenstem Durchmesser zur Anwendung. Die Sterilisierung wurde meistens im Trockenschrank (160° C) 2 Std., seltener im Autoklaven (120° C, 1 Std. lang) vorgenommen. Obwohl die Schalen ein außerordentlich bequemes Material sind, so ist bei diesen, trotz aller Vorsichtsmaßnahmen (Überdecken durch Glashäfen und luftdichter Abschluß mit Wasser oder einem Desinfektionsmittel) in einem Raum, wo gleichzeitig mit Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen gearbeitet wird, doch die Gefahr der Infektion riesengroß. Sie hat auch die Arbeit unangenehm erschwert und einige Reihenversuche fast ganz wertlos gemacht. Sind Infektionskeime in der Kultur noch nicht zur neuen Fruchtbildung gelangt, so ist eine Rettung manchmal noch in der Weise möglich (nach HENNEBERG), daß die Infektion durch mit Alkohol und Salizylsäure oder



hohler feuchte
Objektträger Kammer

Fig. 3 (etwa $\frac{1}{2} \times$ verkleinert)

Formalin getränktes Filtrierpapier zugedeckt wird. Der Abschluß der Häfen mit verdünnter Salzsäure hat sich nicht bewährt, da die Säure durch Verdunstung so konzentriert wird, daß der Chlorwasserstoff das Pilzwachstum hemmt oder die Farbe der Pilzrasen bleicht. Eine ähnliche Schwierigkeit besteht bei der Anwendung von verdünnter Sublimatlösung, die sogar zu Vergiftungserscheinungen, welche sich bei dem Verfasser selbst in heftigen Kopfschmerzen auswirkten, führte. Ob dabei auch die vom Pilz erzeugten starken Geruchsstoffe von Bedeutung sind, bedarf noch der Klärung. Als nützlich haben sich die sog. SOYKA-Flaschen erwiesen, die den Vorteil der flachen Schalen mit dem der Röhrchen verbinden. Sie gleichen flachen Schalen, deren Öffnung mit Watte verschlossen wird; nach Einfüllen von Gelatine oder Agar legt man sie horizontal, damit nach dem Erstarren des Nährbodens eine plattenähnliche Kulturfläche entsteht. Zu makroskopischen Untersuchungen sind Kulturen in den genannten Gefäßen in Form von Riesenkolonien das Gegebene.

Eine eingehende Beobachtung des Wachstumsvorganges mit dem Mikroskop ist nicht leicht. Um nun ein mikroskopisches Übersichtsbild zu erhalten, wurde eine auf Anregung des Verfassers vom Glasbläser hergestellte größere

schmale, feuchte Kammer (s. Fig. 3) mit bestem Ergebnis benutzt. Sie ermöglicht ein Studium des Pilzwachstums bis zur großen Kolonie unter vollkommen normalen Bedingungen, wie in den großen Kulturgefäßen, aber bei einer besseren Vergrößerung, bis 1000fach, ohne Ölimmersion.

Kulturtechnik zur Herstellung mikroskopischer Bilder. — Klatschpräparate, Federstriche und Adhäsionspräparate (hängender Tropfen) wurden zur Herstellung der charakteristischen Zeichnungen (bei 1000facher Vergrößerung) verwendet und als Nährmedium stets Nährstoffagar benutzt. Federstriche, die erst gute Bilder geben, haben den Nachteil, daß sie trotz aller Vorsicht nach 3–4 Tagen austrocknen und dann die Fruchtträger sich deformieren und nicht bis zur vollen Verzweigung auswachsen. Vorteilhafter ist die in Fig. 3 angezeigte Methode. Auf einem Deckgläschen wird ein Stück Agar an einer Stelle mit wenig Sporen geimpft und in einen hohlen Objektträger gedrückt, an drei Seiten mit Vaseline abgedichtet und so nicht ganz geschlossen in einem Eridicht mit viel Feuchtigkeit angefüllten, kleinen sterilen Raum (auf einem Bratgestell in einer Glasglocke unter Wasser) aufbewahrt. Beim Beobachten unterm Mikroskop ist das Deckglas zuzuschieben. Das Wachstum ließ sich sehr gut beobachten; die 250fach vergrößerten Lichtbilder in der Originalarbeit sind auf diese Weise entstanden.

Optische Instrumente. — Fast sämtliche Apparate stammten von ZEISS, Jena. Daß beim Mikroskopieren stets das gleiche optische Instrument zur Anwendung gelangte, ist selbstverständlich. Die Lichtbilder der Riesenkolonien wurden meist mit der gewöhnlichen Ica-Kamera (Dresden) und die Mikrophographien mit der Horizontal-Vertikal-Kamera und der optischen Bank von LEITZ-Wetzlar und einem ZEISS-Mikroskop mit weitem Tubus hergestellt. Eine ideale Darstellung im Lichtbild ist noch nicht erreicht, da je nach dem Einstellen die einzelnen Teile des Objektes, die im Raume liegen, nicht nur unscharf, sondern auch verbreitert erscheinen können.

Farbenbestimmung. — Die Farbenbestimmung der Pilzrasen wird später in einem besonderen Abschnitt behandelt. An dieser Stelle soll nur erwähnt werden, daß die Farbenangabe mit Hilfe des OSTWALDSchen Farbnormen-Atlas (Verlag Unesma G. m. b. H., Leipzig: Lieferung 1–4 mit Text) vorgenommen wurde.

3. Angewandte Nährböden.

Zu den wichtigsten Versuchsbedingungen, die auf jeden Fall zu beachten sind, um überhaupt einen Vergleich verschiedener Arbeiten zu ermöglichen, gehören die Kulturmedien oder Nährböden. Mit den Bearbeitern der Penicillien nahm fast im Quadrate die Zahl der Nährböden zu. BOURGES Klage ist verständlich. Wenn hier nicht Einhalt geboten wird, werden weitere Untersuchungen ins Uferlose verlaufen. Da die bearbeiteten Penicillien auch identifiziert werden sollten, so mußten hier leider noch Kulturen auf fast allen Nährböden angelegt werden, die in der Literatur angegeben sind. Es kann festgestellt werden, daß ein großer Teil der Medien nicht der aufgewandten Mühe entspricht. Das erste Ziel muß sein, einen einfachen

synthetischen Nährboden zu finden, der dem natürlichen in jeder Weise ebenbürtig ist, aber sich stets genau nach den Angaben wieder herstellen läßt. Im Verfolg dieser Aufgabe hat der Verf. eingehende Untersuchungen angestellt, die ein durchaus befriedigendes Ergebnis zeitigten.

Würze, Würze-Agar, Würze-Gelatine. — Es ist bekannt, daß die Pilze auf Würze oder Würze-Agar fast ausnahmslos sehr gut wachsen. Dieser Nährboden, der beinahe von allen Forschern gebraucht wurde, hatte sich auch hier bewährt und gelangte als Würze (flüssig. Medium), als Würze-Agar (3% Agar; festes Medium) oder als Würze-Gelatine (15%) zur Anwendung. Die durch die Wirkung der Penicillien auf Würze entstehende Säure wurde ähnlich, wie später bei der Milch mit $n/10$ NaOH-Lösung titriert und die auf 100 ccm Würze benutzte Lauge nach 21 und 50 Tagen als „Säuregrad“ angegeben. Die unbeimpfte Würze besaß den Säuregrad 100.

Nährstoffe. — Da sich Schwankungen im Nährwert und vor allem in der PH-Konzentration bemerkbar machten, mußte nun ein künstliches Medium gesucht werden, auf welchem die Penicillien ein gleiches gutes Wachstum hervorbringen. Ein Versuch mit Wasseragar (3%) unter Zusatz von 10% Saccharose, 2% NH_4NO_3 und Spuren von ZnSO_4 war erfolglos. Alle grünen Penicillien und auch viele andere Schimmel zeigten ein charakteristisches Hungerwachstum, welches vom normalen in seiner ganzen Art, besonders in der Dichte des Myzels und Tiefe der Farben, abwich, aber doch ganz lockere, helle Kolonien mit verkümmelter Fruchtbildung erkennen ließ. Diesem Nährboden wurden nun die im allgemeinen als notwendig erkannten Salzlösungen K_2HPO_4 , MgSO_4 , FeCl_3 , Ca-Lactat und etwas Milchsäure zur Erreichung einer bestimmten PH-Konzentration einzeln oder zusammen in der verschiedensten Weise und Konzentration zugeben. Dabei wurde festgestellt, daß der Zusatz von K_2HPO_4 und MgSO_4 nötig war, um ein normales Wachstum zu erreichen. Milchsäure war vorteilhaft, aber nicht erforderlich. Ein Zusatz von Calcium oder FeCl_3 war wohl recht gut, aber durchaus entbehrlich. Bei einigen Pilzen schien sogar die gleichzeitige Verwendung von Ca-Lactat und FeCl_3 hemmend zu wirken. Die Beobachtungen ergaben, daß eine Anhäufung vieler Nährsalze nicht unbedingt erforderlich ist; wohl erhält man z. T. eine Menge Myzel und Konidien, doch ist dies bei einer Zusammenstellung der notwendigsten Salze auch zu erreichen. Die schöne Deckenbildung auf der von Brouge angegebenen Bouillon gab Veranlassung, eine Reihe

von Versuchen mit reinem destill. Wasser unter Hinzufügen der oben bereits als günstig für die Penicillien herausgefundenen Salze durchzuführen. Ein schönes normales Wachstum wurde in dest. Wasser mit Saccharose als C-Quelle, NH_4NO_3 , das später durch das bessere KNO_3 ersetzt wurde, als N-Quelle und K_2HPO_4 und MgSO_4 erreicht. Die geeignete PH-Konzentration wurde durch Milchsäure hergestellt. Diese unabhängig von den früheren Arbeiten angestellten Versuche bestätigten die Befunde von CONN, DOX, CZAPEK, THOM, WEIDEMANN, WESTLING, WÖLTJE und anderen Forschern und unterscheiden sich nur in der Konzentration. Um dem Nährwert des Würze-Agars zu entsprechen, erwies sich folgende Zusammensetzung, die dann später auch immer in dieser Form verwandt wurde, als die beste: — *Nährstoffagar* —.

Nährstoffagar: 1000 ccm dest. H_2O enthalten:

50 g Saccharose (5%)

10 g KNO_3 (1%)

8 g K_2HPO_4 (0,8%)

5 g MgSO_4 (0,5%)

PH 5,4

3% Agar-Agar.

Die Herstellung des Nährmediums ging in der Weise vor sich, daß die entsprechenden Mengen der Stoffe mit sterilem, dest. Wasser als Nährlösung im Dampftopf bei 100°C etwa eine halbe Stunde sterilisiert, dann mit der angegebenen, vorher im Autoklaven bei 120°C eine Viertelstunde lang keimfrei gemachten Menge Agar vereinigt und stets die gleiche Anzahl Kubikzentimeter in Röhrchen abgefüllt wurde. Letztere wurden an drei sich folgenden Tagen je eine halbe Stunde im Dampftopf bei 100°C behandelt und dann je nach Bedarf deren Inhalt steril in keimfreie Platten gegossen oder die Röhrchen selbst als Schrägröhrchen benutzt.

Um auch den letzten unsicheren Faktor, der durch verschiedenartige Lieferung des natürlichen Agars auftreten könnte, auszuschalten, wurde der Agar durch die künstliche gallertartige Kieselsäure oder durch Aluminiumhydroxyd ersetzt. — *Nährstoffe mit $\text{Al}(\text{OH})_3$* . — Der Aluminiumboden wurde in folgender Weise hergestellt: Aluminiumsulfat wurde in heißem dest. H_2O gelöst und unter Zusatz einiger Tropfen HCl mit NH_4OH gefällt. Das gallertartig ausgefallene $\text{Al}(\text{OH})_3$ wurde mehrfach mit heißem dest. Wasser gewaschen, bis kein Ammoniakgeruch und mit BaCl_2 keine „ SO_4 “-Reaktion nachgewiesen werden konnte. War die Gallerte noch durch viel Ammoniak alkalisch, so wuchs ohne Nährsalze nichts, und auch

bei Zusatz der künstlichen Nährflüssigkeit keimten die Konidien gerade noch etwas aus. Auf neutralem $\text{Al}(\text{OH})_3$ war trotz großer Aussaat von Konidien nur geringe Keimung bemerkbar. Was als selbstverständlich vorauszusehen war, trat somit ein, Aluminiumhydroxyd ohne weitere Stoffe ermöglicht im Gegensatz zum Agar den Konidien kein Wachstum. Sofort bei Zusatz der synthetischen Nährlösung wuchsen die Penicillien ausgezeichnet. Es bildeten sich große, dichte Kolonien mit schöner Farbe, die der auf Nährstoffagar gleichen. Leider konnte dieser Nährboden in der vorliegenden Arbeit nicht mehr in gebührender Weise berücksichtigt werden.

Raulin-Lösung. — Die RAULIN-Lösung gelangte hier in der von BIOURGE vorgeschlagenen Weise, unter Zusatz von 1½% Agar und 10% Gelatine, zur Anwendung.

Erwähnenswert ist der Nährboden von HENNEBERG. Das Wachstum der Pilze ist hierauf sehr gut und gleich dem auf RAULIN-Lösung.

Lackmus-Bouillon-Gelatine. — Zur Beobachtung der Säurebildung wurde Bouillon von BIOURGE mit 10% Gelatine, 5% Saccharose und 3% Glycerin benutzt. Ein Teil hatte die PH-Konzentration 7,6 und war mit steriler Lackmus-Lösung schwach blau gefärbt, der andere Teil hatte durch Milchsäurezusatz den PH-Gehalt 5,4 und war rot. Die Versuchsanordnung ist recht empfehlenswert. Ein fast gleicher Boden (nach BIOURGE) fand als Bouillon Verwendung (aber neutralisiert mit NaOH auf PH 7,0 mit 5% Saccharose, 3% Glycerin, 1% Pepton und 0,5% Fleischextrakt und 0,5% NaCl) bei der in verschiedensten Zeiträumen vorgenommenen Gewichtsfeststellung der gebildeten Decken und bei der Titration zur Ermittlung der Reaktionsänderung des Nährmediums.

Wasser-Gelatine. — Weniger gut ist die 15%ige Wasser-Gelatine von THOM (hergestellt nach THOM und BIOURGE).

Etwas besser, aber mit immerhin noch dürftigem Wachstum ist die Wasser-Gelatine mit Milchzucker und Pepton (hergestellt nach THOM).

Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat. — Eine Nährlösung, die etwa der von WÖLTJE entspricht, besteht aus 5% Rohrzucker, 1% Ammoniumsulfat, 0,8% K_2HPO_4 und 0,4% MgSO_4 . Jeder Kolben erhält außerdem einen Streifen Kongopapier zur Feststellung des Reaktionsumschlages. Das Wachstum auf der Flüssigkeit ist gut.

Bohnenwasser-Agar. — Bohnenwasser mit 3% Agar, dessen Herstellung THOM und BIOURGE beschreiben, zeigte, wenn auch kein ausgezeichnetes, so doch ein charakteristisches Wachstum. Durch Zusatz von 3% Rohrzucker treten nicht unbedeutende Farbverschiedenheiten auf.

Stärke-Agar. — Zum Nachweis der Diastase wurde ein Stärke-Agar benutzt, der die gleiche Zusammensetzung wie der Nährstoff-Agar hat. Nur wurde als Kohlenstoffquelle der Rohrzucker durch Stärke (2%) ersetzt.

Milchagar —, bestehend aus Magermilch und 3% Agar, bringt üppiges Wachstum und reiche Myzelbildung hervor und zeigt durch eine aufgehellte Zone leicht den Milchabbau (Peptonisierung) an.

Vollmilch —, oder besser — **Magermilch** —, die 10 Minuten bei 120° C im Autoklaven sterilisiert wurde, ist für die Penicillien sehr geeignet. Um einen einigermaßen brauchbaren Wert zum Vergleich der zersetzenden Wirkung der Penicillien zu erhalten, wurde die Reaktion der Milch fast durchweg nach 19 Tagen durch Titration mit n/10 NaOH-Lösung gegen Phenolphthalein als Indikator festgestellt und auf 100 cem Milch angegeben. Im Sinne SOPPS wurde die Zahl der verbrauchten Normallauge Säuregrad genannt.

Weißbrot und **Kartoffeln** — (nach Angaben von BOURGE benutzt) sind gute Nährböden. Ihr Wert zur Identifizierung ist umstritten, da die Versuche vieler Forscher, BREFELDS Ascusfruchtversuch zu wiederholen, meist erfolglos waren.

Lab und **Sauerkäse** — (Quark) gleichen in ihrem Nährwert ungefähr dem der Milch. Von einer 1%igen Lablösung wurden 10 cem zu 250 cem zuerst gekochter und auf 40–35° C abgekühlter Magermilch verwendet. Nachdem innerhalb 2 Std. im Brutschrank bei 37° C die Gerinnung eingetreten ist, wird der Labkäse 10 Minuten im Autoklaven sterilisiert.

Bei — **Sauerkäse** — wurde die gekochte Magermilch unter Beigabe einiger Kubikzentimeter Rahmsäurekultur (*Streptococcus lactis* u. *S. cremoris*) in Versuchskolben abgefüllt, 24 Stunden bei Zimmertemperatur bis zur Gerinnung aufbewahrt und dann 10 Minuten im Autoklaven sterilisiert.

Früchte. — Versuche mit Äpfeln sind nicht einwandfrei, da der Säuregrad sehr verschieden ist. Das Wachstum der Penicillien war hier sehr gering. Die gewaschenen und mit Alkohol sterilisierten Äpfel wurden mit einer Nadel angestochen, geimpft und in sterilen Glasgefäßen aufbewahrt. — Auf Bananen ist die Entwicklung zuerst langsam und dann besser. Das von der Schale befreite Fruchtfleisch ist steril und kann ohne weitere Behandlung Verwendung finden.

Gipsplatten, Filtrierpapier. — Ohne Nährsalze wachsen die Penicillien auf Gipsplatten und Filtrierpapier kaum. Beim Hinzufügen von wenig Nährstofflösung tritt ein Wachstum mit besonders schneller Konidienbildung ein. Die Menge der Zellulase konnte auf Filtrierpapier (reine Zellulose) mit Nährstofflösung und PH 5,4, ohne C-Quelle, bei geringen Spuren von Glycerin als Anreiz nicht ermittelt werden.

Asbest. — Interessanter waren Versuche, den Agar in Nährböden durch Asbest zu ersetzen. Asbestpappe von der Größe der Petrischalen wurde ausgeglüht und in den Schalen mit wenig Nährstofflösung getränkt und beimpft. Das Wachstum ist zuerst langsam. Die Konidienbildung tritt sehr schnell ein. Die Farben der Kulturen sind meist dunkler als auf anderen Medien. Bei vielen Penicillien ist ein schneller Farbumschlag von dunkelgrün in braungrau oder violettgrau bemerkenswert.

II. Allgemeine Morphologie und Physiologie

1. Morphologie

Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich wird, ist das Wachstum der Penicillien sehr stark vom Nährwert des Kulturmediums

abhängig. Die Erscheinungen der Kolonien, die in der Form eines hohen oder flachen Myzels, in der Randbildung, in dem Auftreten von Ringen, in der Farbstofferzeugung, in der Bildung von Flüssigkeitstropfen und starken Gerüchen sofort ins Auge fallen, können deshalb nicht für sich, sondern nur im engsten Zusammenhange mit den physiologischen Vorgängen einer Betrachtung unterzogen werden.

Die Art und Menge der zur Verfügung stehenden Nährstoffe ist von ausschlaggebender Bedeutung.

Rasen. — Je nach den äußeren Bedingungen und der Eigenart des Pilzes ist das Wachstum günstig und der Rasen der Kolonie bei guter Ernährung meist hoch und wollig, während eine ungünstige Nahrungszufuhr häufig schnelle Konidien- und wenig Myzelbildung zur Folge hat. Dabei spielt auch die Reaktion des Kulturbodens, auf die später noch gelegentlich eingegangen wird, eine nicht unwesentliche Rolle. In dieser Arbeit erwies sich ein PH-Gehalt bis zu 5,4 als recht geeignet.

Rand. — Die Kolonie wächst in der Weise, daß auf dem meist weißen Myzel bei vielen Penicillien schon nach 2—3 Tagen, von der Mitte nach außen zu sich Konidien abschnüren und zuerst ein mehr oder weniger breiter, weißer charakteristischer Rand sichtbar bleibt.

Zonenbildung. — Die häufig auftretende Zonenbildung dürfte meines Erachtens besonders auf die Wirkung der vom Pilz auch zu Anfang seiner Entwicklung hervorgebrachten Enzyme und Ausscheidungsprodukte, die sich bei der Riesenkolonie, entsprechend dem Wachstum, von der Mitte zum Rand, und zwar kreisförmig geltend macht, zurückzuführen sein. Eine mehr oder weniger breite Zone wird durch die Tätigkeit des Organismus für eine weitere Entwicklung mit guter Fruchtbildung ungeeignet. Der folgende Teil des Nährmediums entspricht dann wieder den Anforderungen des Pilzes, dessen neues, üppiges Wachstum auf der guten Zone nun wieder in obiger Weise eine ungeeignete bestimmte Zone bedingt, und so fort. Diese Auslegung findet eine Bestätigung in der Tatsache, daß auf sehr hohen, dichten Nährböden und bei jungen Kolonien, wo die Zersetzung des Mediums nicht so weitgehend sein wird, eine Zonenbildung erst nach Wochen auftritt, während auf einer ganz dünnen flachen Schicht, also bei ungenügender Ernährung sich sofort sehr deutliche Ringe mit abwechselnd ausgeprägter Fruchtbildung und dann schlechtem Wachstum bemerkbar machen. Wie erneute Versuche in dieser Arbeit ergaben, hat das Licht direkt keinen Einfluß

auf diese Erscheinung. Weitere Bedingungen, die die biologischen Vorgänge (vor allem Transpiration) durch physikalische Reize (Temperatur und Licht) besonders anregen, können bei der Bildung der Ringe eine Rolle spielen. (Näheres in der Arbeit von MUNCK und in einer neuen botanischen Abhandlung von K. O. MÜLLER. DERNMANN beschäftigt sich in einer Dissertation [Würzburg 1909] ebenfalls mit der Entstehung der Zonen, weiter auch MOLZ und MOREAU 1912.)

Sektorenbildung (*Mutation?*). — Besonders auffallend ist bei Riesenkolonien auf dem Rasen bekanntlich die häufige Bildung von Keilen, deren Aussehen sich mehr oder weniger stark von der eigentlichen Kolonie unterscheidet. Naheliegend war zuerst eine Infektion

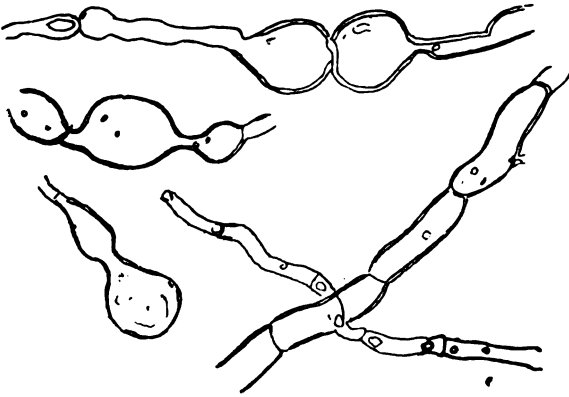


Fig. 4 (Penic. 8. Wuchsformen auf Würzeagar nach $1\frac{1}{2}$ Jahr)

anzunehmen. Es wurden darum Konidien verschiedener Penicillien gemischt und in einen Würzetropfen auf eine Agarplatte geimpft. Das Ergebnis war interessant. Es bildeten sich bei vielen solchen Versuchen einheitliche Riesenkolonien ohne Keile, teilweise aber auch Kulturen mit mehreren Sektoren. Wurden die Konidien dieser Keile abgeimpft und zur Entwicklung gebracht, so traten die charakteristischen Merkmale der Sektoren in den neuen Kolonien wieder auf, verloren sich aber nach mehreren Generationen, so daß zum Schluß mehrfach die letzten Kulturen das Aussehen der Ausgangskolonie aufwiesen. Häufig büßten bei solchen Versuchen die Penicillien ihre starke Wachstumsfähigkeit ein und brachten später trotz guter Bedingungen nur kleine Kolonien hervor. Die Einflüsse, von denen all diese Vorgänge abhängig sind, liegen bisher noch zum größten Teile im Verborgenen. Eine weitere Untersuchung der Sektorenbildung dürfte für die Rassenspaltung nicht unwesentlich sein.

Bei Beobachtungen der Penicillien unter dem Mikroskop sind im hohlen Objektträger häufig Myzelformen zu erkennen, die an manchen Stellen dünner, zusammengeschnürt und verdreht sind. Meist hat der Feuchtigkeits- oder Nahrungsmangel den ganzen Fruchtpapparat und oft das Myzel schnell verkrüppeln lassen. In sehr alten Kulturen wurden blasenförmige Erweiterungen, Abschnürungen und gemmenartige Gebilde wahrgenommen (Fig. 4).

2. Physiologie

Eine nicht minder wichtige Eigenschaft der Penicillienkulturen sind die stark hervortretenden Farben der Rasen, die von der jungen bis zur alten Riesenkolonie eine ganze Skala durchlaufen können. Schon bei einer geringen Änderung der Wachstumsbedingungen macht sich ein Wechsel in der Farbe bemerkbar. Neben Einwirkungen physikalischer Art dürfte auch hier hauptsächlich die Beschaffenheit des Nährbodens Aufklärung bringen. Schon THOM macht 1910 auf die Bedeutung der Reaktion des Nährbodens und auf die Wirkung von Zucker aufmerksam. Er schreibt S. 14 „... HEDGECOCK has noted that *P. aureum* Corda produces colonies orange-red upon alkaline media, but lemonyellow in acid media“, und weiter unten: „One species is included which produces feeble gray or brownish cultures when carbon is presented from gelatin, starch, or lactose, but becomes a clear green when cane sugar is added.“

Auch STOLL und BESSEY (Spore forms of *Spegazzina ornata* Sacc., Journ. of Mycology 1907) finden Zusammenhänge zwischen der Farbänderung und dem Nährboden.

Erzeugung von Farbstoffen. — Besondere Untersuchungen „Über Änderungen der Farben bei Pilzen und Bakterien“ hat MILBURNE angestellt. Seine Arbeit ist hauptsächlich mit *Hypocrea rufa* durchgeführt. Auf Agar + Pflaumensaft + Weinsäure zeigte der Pilz eine grüne Farbe, auf Agar + Pflaumensaft + Casein wird er grün und gelb, auf Agar + Pflaumensaft + Bouillon gelb und auf Agar + künstlicher Nährlösung + 20% Traubenzucker bleibt die Farbe weiß. THOM findet weiter (S. 16), daß einige Arten auf Nährböden mit Milhzucker, auf Milch und auf Pepton-Milhzucker-Gelatine hellgelb sind. Nach BROUÉE lösen sich die Pigmente vieler Arten in Milch (S. 39). Auf neutralisierter Bouillon + 3% Glycerin + 5% Saccharose und evtl. 10% Gelatine altern die Farben sehr schnell und werden oliv oder braun. Alkalische

Bouillon, neutrale RAULIN-Gelatine oder Würzegeleatine zeigen eine ganze Reihe von Farben. Auf Reis halten sich die hellen reinen Farben am längsten. BOURGE schreibt auf Seite 53: „Nous savons que le plus souvent c'est une question de réaction acide ou alcaline. — STOLL a très bien vu que la production des pigments est en relation intime avec la présence des sucres dans les milieux nutritifs.“ Tiefe schöne Farben werden bei Anwesenheit von Zucker angetroffen, während ohne diese Kohlenstoffquelle die Färbung ganz schwach ist. GÄUMANN gibt an, daß viele Penicillien auf Papier eine weiße oder hellrote Farbe hervorbringen. *Penic. candidum* schnürt auf Papier oder saurem Boden weiße Konidien ab, während auf stark alkalischem oder mit viel Eiweiß hergestelltem Boden ein dunkles, fast schwarzes Myzel entsteht.

Versuche in dieser Arbeit mit verschiedenen Nährböden zeigten, daß die oben angegebenen Erklärungen in gewisser Weise zutreffend sind. Die mit *Hypocrea rufa* nach 26 Tagen gemachten Beobachtungen ergeben auf Würze-Agar mit Milchsäure meistens eine tiefgrüne Farbe, einige gelbe und wenige weiße Haufen. Wird zuviel Milchsäure zugegeben, so tritt eine Hemmung des Wachstums ein, doch ist

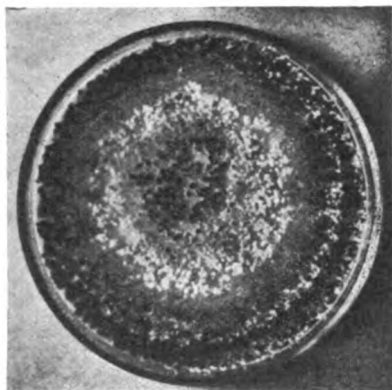


Fig. 5 ($\frac{3}{5}$ natürl. Größe)
Hypocrea rufa
(nach 8 Tagen auf Nährstoffagar)

immer noch eine grüne Fruchtbildung vorhanden. Auf Nährstoffagar ist durchweg eine grüne und dunkelgrüne, in breiten Ringen angeordnete Masse mit ganz wenig gelben Häufchen sichtbar (Fig. 5). Dieser Nährboden ist sauer und hat die PH-Konzentration 5,4. Das Wachstum ist gut und macht einen normalen Eindruck. Wird dem Nährstoffagar 12% Traubenzucker zugesetzt, so ist die Menge der blaßgrünen und hellgelben Ringe gleich groß. Auf diesem noch sauren Boden ist das Wachstum ebenfalls noch gut und normal. Bei Erhöhung der Traubenzuckerkonzentration auf 18% nehmen die blaßgrünen Massen und auch etwas die gelben Ringe ab, während die weiße Farbe eine Vermehrung erfährt. Bouillon-Agar zeigt wenig gelbe Haufen und dünnes Gewebe. Der alkalische Boden läßt offensichtlich nur ein gehemmtes Wachstum zu, so daß eine unvollständige Reife des Pilzes, der wegen der

mangelnden Säure nicht die normale grüne Farbe erreicht, anzunehmen ist. Wird die alkalische Reaktion durch 0,5 % Soda bei dem Bouillon-Agar verstärkt, so treten weder weiße und gelbe, noch grüne Haufen auf. Ein kümmerliches Gewebe kennzeichnet die Ungeeignetheit des Nährbodens. Eingehende Versuche mit Zusatz verschiedener Mengen Soda zu Nährstoff-Agar bestätigen die gemachten Beobachtungen: bei Zunahme des alkalischen Charakters des Nährbodens tritt eine Hemmung des Wachstums und ein Zurückbleiben der grünen und schließlich auch der gelben Farbe ein, bis auf sehr alkalischem Boden nur noch weiße Massen erscheinen. Andere grüne Penicillien wachsen auf Bouillon-Agar schwach und sind schon nach drei Wochen violettgrau. Noch schneller tritt die gleiche Farbe auf alkalischem Milchzucker-Agar auf.

Das Verhalten der Penicillien in der Änderung ihrer Färbung ist aber durchaus nicht einheitlich. *Penic. 2* z. B. behielt auf vielen Nährböden die einmal erhaltene blaue, grüngraue Farbe (nach OSTWALD schwer zu bestimmen, etwa zwischen 88g e und g c) 12 Tage fast unverändert bei. Erst am 15. Tage trat auf den Gelatineböden und auf Milchzucker-Agar ein langsames Grauwerden ein. *Penic. 6* wurde auf Papier mit Nährsalzlösung zuerst blaugrün und sehr bald hellgrau. *Penic. 7* stand 10 Tage auf Nährstoffagar bei + 30° C und bildete abwechselnd grüne und graue Ringe, ohne daß Licht und Temperatur geändert wurden.

Eine Farbänderung und ein Hemmen des Wachstums tritt aber auch bei erhöhter Konzentration des Zuckergehaltes auf. Andere Versuche, eine entsprechende Färbung des ganzen Nährbodens, wie bei *Penic. luteum* zu erreichen, wurden besonders auf Milchzucker-Agar mit Milch und weiter auf Nährstoffagar mit Milch und auf Milch mit verschiedenen Nährsalzen durchgeführt, ohne ein Übergehen des Pigmentfarbstoffes in den Nährboden zu finden. Auf Brot werden einige grüne Penicillien graubraun, andere bleiben graugrün.

Eine interessante Beobachtung wurde in einer Petrischale beim Abtötungsversuch einer *Penic. luteum* ähnlichen Infektion mit Filtrierpapier gemacht, welches mit 70% Alkohol und 10% Salizylsäure getränkt war. Der Pilz starb nicht ab, sondern bildete ein dichtes Sekundärmyzel, welches durch das gift-haltige Papier wuchs und zuerst eine schöne rosarote Färbung annahm, bis es nach 3 Tagen blau und schließlich blaugrün wurde. Davon abgeimpfte Konidien erzeugten unter verschiedenen Bedingungen stets nur die bekannte blaugrüne Farbe. Die Untersuchung kränklicher Pilze dürfte in diesem Zusammenhang nicht uninteressante Aufschlüsse ergeben.

Aus allem geht hervor, daß die eigentlichen Ursachen der Farbänderung jedenfalls recht verschiedenartig sind.

Farbenbestimmung. — Obgleich die Meinung einiger Forscher geteilt ist, darf die Bedeutung der Farbe als Hilfsmittel bei dem Unterscheiden der grünen Penicillien nicht unterschätzt werden. Zweifellos ist die vorherrschende Farbe des „grünen Schimmels“ die blaugrüne. Einige sind graugrün, vereinzelte gelblichgrün. Eine große Schwierigkeit besteht darin, die gefundenen Farben der Rasen so anzugeben, daß sie später auch wieder erkannt werden können. Die Bestimmung der Unterschiede und Übergänge in der Abtönung wird häufig bei den gleichen Beobachtern durch die Verschiedenartigkeit der Farbaufnahme nicht unbeträchtlich auseinandergehen. In empfehlenswerter Weise haben sich die neueren Mykologen bei der Wiedergabe z. T. einer Farbtafel oder farbiger Bilder bedient. Bei BIOURGE und WESTLING fand der Code des couleurs von KLINCKSIECK und VALETTE Anwendung. Der Verfasser benutzte den OSTWALDSchen Farbenatlas, der auch noch nicht ganz ausreichend ist, aber dem Ziele näher kommt. Trotz geringer Verschiedenheiten ließ es sich wegen des Mangels der Sprache nicht vermeiden, daß manche Farben bei abweichender Bezifferung den gleichen Namen erhielten. Hier ist der Wert auf die Ziffern als geeignetes Hilfsmittel zu legen. Auffallend bewegen sich die Farbveränderungen eines bestimmten *Penicillium* meist in einem horizontalen Farbkreise, während die verschiedenen Pilze sich in den Längskreisen des vielleicht als Globus vorstellbaren Farben-Atlas unterscheiden. Eine gewisse Norm ist dabei nicht von der Hand zu weisen. Die Farbänderung geht vom jungen Pilz meist über hellblau, grün, dunkelgrün und grau zur alten graubraunen Kolonie.

Guttation. — Bei fast allen Arten ist an den Rasen die Gegenwart kleiner oder sehr großer, von den Hyphen ausgepreßter Flüssigkeitstropfen bemerkenswert. Die Intensität der Bildung dieser, wie klare Perlen aussehenden, je nach dem Nährmedium recht verschiedenfarbigen Tropfen hängt von einer ganzen Reihe von Bedingungen ab. Ihre Bedeutung deckt sich nicht ganz mit der der Transpiration. Die Flüssigkeit enthält häufig ausgeschiedene Stoffe. Ihre Reaktion war meist sauer. Einige Penicillien, die unter gewöhnlichen Bedingungen keine Perlen absondern, zeigten zeitweilig auf einem anderen Nährboden Flüssigkeitstropfen, andere wieder zeichneten sich durch eine stetige starke Guttation aus. Bekannt ist die gelegentliche Kristallisation der Ausscheidungsprodukte.

Hervorbringen von Geruchsstoffen. — Der Abbau der Nährstoffe wirkt sich bei manchen Penicillien in einem ausgeprägten ätherischen muffigen, auch stark naphthaähnlichen Geruch aus, der für einige Arten charakteristisch ist. Für die Versuche, die Bedingungen dieser Geruchsbildung festzustellen oder den Geruch zu verringern, wurden besondere Nährböden benutzt. Nach Literaturangaben soll die Entstehung der Gerüche besonders durch Eiweißabbauprodukte

begünstigt werden. Dementsprechend wurde eine gewöhnliche Nährstofflösung mit Agar (a) verwendet und einmal Albumin (b), dann Pepton (c) oder Kasein (d) zugegeben. *Penic. 3 (spinulosum)*, welches sonst auf a geruchlos ist, riecht etwas auf b, wenig auf c und mehr auf d, während *Penic. 7*, dem auf allen Medien ein starker „Naphtageruch“ eigen ist, auf b einen widerlichen penetranten Geruch verursachte, auf c nur wenig und auf d normal bleibt. Auf Albumin war deutlich eine Geruchszunahme, auf Pepton eine geringe Abnahme festzustellen. Ähnliche Versuche auf Romadurkäse ließen keine Veränderung des spezifischen Geruchs der betreffenden Schimmelpilze erkennen. Auf frischem Romadur wuchsen die Pilze gut, sie machten den Käse unansehnlich, stark riechend, bitter und sehr weich. Auf vier Wochen altem Romadur keimten die eingesäten Konidien kaum. Wegen der ungünstigen Bedingungen, vor allem der alkalischen Reaktion, war kein Wachstum vorhanden.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß sogar auf einem Benzin-Benzol-Gemisch geimpfte Sporen auskeimten und eine weiße schwammige Masse bildeten.

Enzymwirkungen

Pepsin und Trypsin ähnliche Enzyme. — Daß die *Penicillien* auch eine Reihe von Enzymen besitzen, ist seit langem bekannt. Hier dürften zuerst die proteolytischen Enzyme von besonderem Interesse sein. Schon DuCLAUx (Le lait, 1894) und HANSEN (Flora 89. 88) haben mit *Penicillium* und anderen Schimmelpilzen Untersuchungen durchgeführt. BOKORNY (Chemikerzeitung 26) betont die Ähnlichkeit mit der Pepsinwirkung. BUTKEWITSCH (Annal. Pasteur 1900) stellte sowohl bei sauer, wie bei alkalisch reagierenden Nährböden eine Verflüssigung von Gelatine fest. Wurde anstelle von Pepton eine anorganische Stickstoffquelle gesetzt, so konnte in der Kultur kein Enzym, wohl aber in geringer Menge innerhalb des Pilzkörpers gefunden werden. Hauptsächlich verflüssigen die proteolytischen Enzyme die Gelatine, die bis zu Albumosen oder bis zu Pepton abgebaut wird. Die auf Würze-Gelatine, Wassergelatine und RAULIN-Gelatine angestellten Untersuchungen ergaben Resultate, die kaum von den Befunden von BOURGE, THOM, DOX und anderen Forschern abweichen. Die behandelten grünen *Penicillien* verflüssigten alle mehr oder weniger schnell die mit Gelatine hergestellten Nährböden. Das Verhalten dieser Pilze auf Milch fand vor allem Beachtung. Einige veranlassen vor der Gerinnung eine gewisse Schleimbildung. Die durch die untersuchten Schimmelpilze hervorgerufene Koagulation der Milch beruht auf der durch gebildete Säure veranlaßten

Kaseinfällung (Säurekasein) oder auf dem verschieden starken Zusammenwirken von Säure und Lab. Doch geht der Abbau der Milch durch weitere Enzyme noch über Kaseinfällung und tiefere Zersetzungsprodukte hinaus bis zu den Aminosäuren und bis NH_3 vor sich. In Milch-Agar (im Prinzip ähnlich nach der Methode von EIJKMAN hergestellt) konnte an der Bildung von aufgehellten Zonen rings um die Kolonien die peptonisierende Wirkung der einzelnen Organismen z. T. beobachtet werden.

Zellulose. — Eine Tätigkeit der Penicillienarten, die bisher noch nicht genügend untersucht wurde, aber ein genaues Studium verdient, ist die Mitwirkung der Schimmelpilze bei der Bildung des Humus. Die meisten Vertreter der genannten Gruppe finden sich, wie SOPP gebührend nachwies, auf und in der Erde. Dies gilt besonders für den nicht angebauten Boden und vor allem für den Waldboden. Bei bebautem Boden wird das Vorkommen der Penicillien von der Düngung und von zahlreichen Bakterien und dgl. beeinflusst. Für die Bildung des Waldbodens ist das Vermögen der Penicillien, Holzstoff aufzulösen und wieder zu mineralisieren, von größter Bedeutung. Diese Fähigkeit, Holz zu zersetzen, ist auch in der Käseerei nicht unwesentlich, da die Holzgegenstände (Horden) bisweilen von den grünen Schimmeln besiedelt werden. NEWCOMBE (Ann. of Botan. 1899), VAN ITERSOM (nach KONING, Verhandl. Akad. Wetensch., Amsterdam) und CARBONE fanden, daß einige Penicillien eine Zellulose zersetzende Wirkung entwickelten. Doch muß berücksichtigt werden, daß Mikroorganismen reine Zellulose schwerer angreifen als andere Polysaccharide. Versuche mit einer Nährstofflösung, die zur Anregung nur ganz geringe Spuren Glycerin als C-Quelle, sonst aber reines Filtrierpapier enthielt, bestätigten diese Tatsache.

Fettspaltung. — Unter natürlichen Verhältnissen spielt die Spaltung der Fette in den Abfallstoffen pflanzlichen und tierischen Ursprungs und bei den fetthaltigen Nahrungsmitteln der Prozeß des Ranzigwerdens eine große Rolle. SCHREIBER¹⁾ isolierte von einigen Erregern auch ein *Penicillium* und fand, daß die Zersetzung durchweg an den Zutritt von Sauerstoff gebunden ist. In den Nahrungsmitteln mit einem Wassergehalt von 30% werden die Fette vornehmlich durch die Schimmelpilze zerstört. Diese Organismen haben dementsprechend in der Natur und in den Buttereien und Margarinefabriken ein günstiges Feld. Die Verarbeitung des Fettes stellt im

¹⁾ Archiv für Hygiene, Nr. 41.

wesentlichen eine vollständige Verbrennung dar. Oxalsäure wird nach DUCLAUX und WEHMER zeitweise nicht fehlen. HERZOG und MEIER fanden, daß die Penicillien die razemischen Verbindungen kaum angreifen. Auch SPIEKERMANN und BOUSSY beschäftigen sich mit der Fettzersetzung. In der vorliegenden Arbeit wurde in erster Linie die Schnelligkeit beim Abbau des Milchfettes im Federstrich unter dem Mikroskop bis zur Kristallbildung und vollständigen Zersetzung der Fetttropfchen beobachtet (HENNEBERGS Methode).

Diastase. — Häufig kommen Schimmelpilze auch bei der Verzuckerung der Stärke in Betracht. Dabei treten aber die Penicillien gegenüber den Aspergillen sehr zurück. Nicht unerheblich wird die Bildung der Diastase durch die Anwesenheit von Zucker, Glyzerin, Weinsäure und vielen anderen Stoffen beeinflusst. In Übereinstimmung mit anderen Forschern wurde gefunden, daß das Wachstum der grünen Penicillien auf Stärkeböden meist kümmerlich ist. Der Stärkeabbau ist nur gering.

Zur Vervollständigung sei die Invertase erwähnt, die auch den grünen Arten eigen ist. FERNBACH sind interessante quantitative Untersuchungen über die Bildung und Absonderung der Invertase während des Pilzwachstums auf RAULINScher Nährlösung zu verdanken.

Einfluß physikalischer Faktoren

Licht. — Ein günstiger Einfluß der Belichtung auf Penicillienkulturen ist bisher nur von GAILLARD¹⁾ gefunden worden. ELFVING²⁾ sah umgekehrt eine Verlangsamung des Wachstums eintreten. BREFELD hat wiederum angegeben, daß das Licht die Fruchtbildung begünstige. Übereinstimmung herrscht darüber, daß zu starke Belichtung, etwa durch direkte Sonnenstrahlen oder durch eine Bogenlampe, für die Pilze schädlich ist. Am besten entwickelten sich die Penicillien von BIOURGE und WESTLING bei gewöhnlichem diffusum Tageslicht. WESTLING verneint im „Arkiv för Botanik“ jeden Einfluß des Lichtes auf die Entwicklung und das Wachstum von Penicillien. SOPP trifft das Richtige. Er findet, daß die Arten keinen Unterschied zwischen Licht und Finsternis machen. Nach seiner Mutmaßung geht vielleicht die Myzelbildung im Dunkeln besser vor sich, während bei Licht die Konidienbildung beschleunigt wird und die Farben intensiver werden können. Vom

¹⁾ Bei RAUM, Zeitschr. f. Hyg., 6, 331.

²⁾ Studien über die Einwirkung des Lichtes. Helsingfors (nach DUCLAUX).

Verfasser dieser Arbeit wurde bei sonst gleichen Bedingungen die ganze Reihe sämtlicher untersuchter Penicillien unter sorgfältigster Beobachtung des Lichtabschlusses (schwarzes Papier, Dunkelkammer, rotes Licht) mit einer anderen Reihe, die dem direkten Tageslicht am Fenster ausgesetzt war, verglichen. Unterschiede waren kaum wahrzunehmen, höchstens war die Farbe bei einigen belichteten Kulturen eine Spur heller. Direkte, grelle, warme Sonnenstrahlen wirken hemmend und teilweise abtötend. Bei einer geringen Anzahl von Kulturen konnte grauweißes Myzel und verkümmerte Fruchtbildung mit blasser Farbtonung festgestellt werden. Die Zonenbildung wurde durch Licht nicht beeinflusst.

Temperatur. — Das gewöhnliche grüne *Penicillium glaucum* wächst bei Zimmertemperatur am besten. Bei besonderen Temperaturversuchen ist zu berücksichtigen, daß sich Nährboden und Temperatur, wie THIEL nachwies, in ihren Wirkungen gegenseitig beeinflussen. Ein Wachsen der Pilze außerhalb ihrer Optimaltemperaturen wird trotz mancher Anpassungsfähigkeit doch meist eine Entartung des Organismus zur Folge haben. Atmung, Farbstoffherzeugung und Fruchtbildung werden von der Temperatur beeinflusst. Sämtliche vom Verfasser beobachteten Penicillien wurden bei sonst gleichen Voraussetzungen, aber verschiedenen Temperaturen kultiviert. Die Befunde wichen z. T. etwas von den Angaben THOMS ab. Bei $+5^{\circ}\text{C}$ war das Wachstum sehr langsam, das Myzel mitunter gut entwickelt, leicht wollig und hoch, und die Farben hielten sich viel länger hell. Kolonien, die 24 Tage im Eisschrank bei $+5^{\circ}\text{C}$ standen und plötzlich in einem Brutschrank von $+30^{\circ}\text{C}$ gebracht wurden, verwandelten schon in drei Tagen ihre bis dahin stetige tiefblaugrüne Farbe in ein blasses Hellgrau. Bei Zimmertemperatur ($18-25^{\circ}\text{C}$) lag das Optimum. Während die Entwicklung im Eisschrank gehemmt wurde, trat bei $+30^{\circ}\text{C}$ im Brutschrank eine sichtbare Beschleunigung des Wachstums ein. Die Änderung des Aussehens war häufig auffallend. Die sonst wolligen Kolonien waren hier flach, fest oder krümelig. Das Myzel trat zurück, die Fruchtbildung war reichlicher und die Farbe intensiver und viel schneller grau. Überhaupt hat erhöhte Temperatur, durch die damit verbundene Veränderung vieler anderen Bedingungen, ein schnelles Altern zur Folge. Es ist verständlich, daß man durch schroffe Temperaturgegensätze die Farben vielseitig verändern kann. Waren Konidien nur 8 Tage einer Wärme von $+37^{\circ}\text{C}$ oder $+42^{\circ}\text{C}$ ausgesetzt, so keimten sie bei Zimmertemperatur fast alle, wurde die Aufbewahrung im Brutschrank aber noch über längere Zeit aus-

gedehnt, so keimten bei Rückkehr zu normalen Bedingungen nur noch einige. Nach einem Aufenthalt von 14 Tagen bei $+37^{\circ}\text{C}$ keimten die Konidien nicht mehr, sondern waren durchweg abgetötet.

Feuchtigkeit. — Von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist der Grad der Luftfeuchtigkeit und die damit zusammenhängende Wasserdampfabgabe seitens der Organismen auf deren Wachstumstätigkeit und ihre Wuchsformen. Schimmelpilze sind im allgemeinen als feuchtigkeitsliebend bekannt, doch besteht schon die Möglichkeit eines Wachstums bei dem Vorhandensein ganz geringer Flüssigkeitsmengen. Auch die Bodenfeuchtigkeit spielt eine Rolle. Versuche mit trockenem Kasein und einigen Tropfen Nährlösung brachten nicht die erhofften Resultate. Die in Petrischalen mit Plastilin dicht verschlossenen Kulturen auf gewöhnlichem trockenem Kasein wuchsen bei einem Zusatz von 10—40% Wasser sehr schlecht. Erst bei 45% wurden die Kolonien größer, bei 60% wuchs die Kolonie normal und bei 70% üppig. Beobachtungen auf Gipsplatten, die einige Tropfen Nährlösung enthielten und in mit Pastilin verschlossenen Petrischalen aufbewahrt wurden, zeigten kein Wachstum. Nach WALTER¹⁾ tritt für *Penicillium* schon bei 97% Dampfspannung eine Wachstumshemmung ein, bei 95% ist diese noch etwas stärker, bei 90% bleibt die Kolonie schon stark zurück, bei 85% fand er nur selten Keimung, und die Kolonie war noch nach einem Monat außerordentlich klein. Vom Verfasser angestellte Untersuchungen ergaben eine nicht vollständige Übereinstimmung mit den Ergebnissen von WALTER. Die relative Dampfspannung wurde nach der oben genannten Arbeit (S. 391) für 95% durch 10% H_2SO_4 (10 gr H_2SO_4 in 100 gr H_2O), für 90% Dampfspannung durch 16,32% H_2SO_4 , und für 85% D. durch 26,75% H_2SO_4 dargestellt. Bemerkenswert ist, daß fast alle Pilze sehr lange eine fast einheitliche blaue Farbe beibehalten. Überall nimmt das Wachstum von der 95%igen nach der 85%igen Dampfspannung ab. Bei 95% tritt eine nicht sehr bedeutende Wachstumshemmung ein, die dann bei 90% schon stärker zunimmt. Bei 85% sind die Kolonien schon recht klein, aber überall war meist mehr als die von WALTER gefundene geringe Keimung festzustellen. Bei dem festen Abschluß gegen die Außenluft zeigte sich, daß auch die Farben nicht so schnell wie gewöhnlich altern, und daß das Myzel bei der Spannung 95% wollig, bei 90% weniger wollig und 85% kaum noch wollig und sehr niedrig und kriechend ist.

¹⁾ Zeitschr. f. Botanik 1924, S. 397.

Bewegungserscheinungen, die durch die verschiedenartigsten Reize hervorgerufen werden können, sind wohl schon früher beobachtet, doch hier nicht zum Gegenstand eingehender Untersuchungen gemacht worden. Immerhin ist ihr Einfluß auf Änderungen im Wachstum einer Berücksichtigung wert.

Widerstandsfähigkeit gegen geringe Giftmengen. — Daß die einzelnen Schimmelpilze eine erhebliche Widerstandsfähigkeit gegen schädliche Einflüsse, z. B. gegen ihre eigenen Stoffwechselprodukte, ferner gegen künstliche antiseptische Zusätze, Erhitzung und Trocknung besitzen, ist bekannt. Sehr viel Literatur ist darüber vorhanden. Eine ausgezeichnete Arbeit von WATERMANN behandelt einige Faktoren, welche die Entwicklung von *Penicillium glaucum* beeinflussen. Die Wirkung einer großen Reihe von Säuren und die der Wasserstoffionen findet weitgehende Berücksichtigung. ABEL und BUTTENBERGS Arbeit behandelt die Einwirkung von Arsen auf Schimmelpilze. MOLZ schildert seine Versuche ausführlich und fügt zahlreiche Bilder über die hemmende Wirkung der Teeröle auf *Penicillium* bei. Er findet u. a., daß *Penic. glaucum* auf Wasser meist steriles, wolliges Myzel und auf Öl anscheinend nur Konidien bildet. BHAT beobachtete die Wirkungslosigkeit des in England häufig gebrauchten Gaskalkes.

Die kritischen Temperaturen für die Konidien hat THOM angegeben.

Eine alte Erfahrung ist, daß sich die Giftwirkung von Chemikalien um so kräftiger erweist, je schwächer die Nährkraft des Nährbodens ist; also am größten im Wasser, am schwächsten in Eiweißlösung. So erklärt sich auch die stärkere Giftwirkung bei der Verwendung von Asparagin in normalem Nährboden durch LEONISE und die geringe Wachstumshemmung bei den vom Verf. angestellten Versuchen mit Asparagin in Milch. Für die Praxis werden deshalb die Laboratoriumsversuche später stets den natürlichen Verhältnissen angepaßt werden müssen. Um für die Milchwirtschaft die Wirksamkeit einiger Schutzmittel gegen die Penicillien-Infektion festzustellen, wurden Reihenversuche mit Milch bei einem Zusatz von etwa 0,15% Essigsäure, 1,5% Milchsäure oder 3% Asparagin oder 10% Kochsalz als Desinfektionsmittel durchgeführt. Es konnten naturgemäß nur Stoffe und Konzentrationen zur Anwendung gelangen, die praktisch keine Schädigung der Molkereiprodukte hervorrufen.

Lebensdauer der Konidien. — Die beschränkte Lebensdauer der Konidien ist häufig beschrieben worden. Nach Abschluß der vom

Verfasser angestellten Versuche (nach 10 Monaten) besaßen alle Penicillien-Konidien noch die Fähigkeit zum Auskeimen und Wachsen, nur *Penic. Roquefort* zeigte gelegentlich auf Nährstoffagar schon nach 4 Wochen nicht keimfähige Konidien, während andererseits solche von Würze-Agarkolonien noch nach 10 Monaten abgeimpft neues Myzel und Konidien bildeten.

Pathogenität. — Daß die hier untersuchten Vertreter kaum menschenpathogen sind, darf angenommen werden. Ihr aerobes Wachstum und ihr Temperaturoptimum von unter $+37^{\circ}$ C sind Merkmale, die eine solche Annahme berechtigt erscheinen lassen, so daß Befürchtungen für die Menschen kaum am Platze sind.

Anders liegt es bei der Pflanzenpathogenität. Häufig wird Obst von grünem Schimmel befallen. Doch sind nicht alle Penicillien als besonders phytopathogen anzusprechen. Die behandelten Vertreter waren nicht imstande, frische Äpfel (s. S. 299), wohl aber Bananen anzugreifen. SCHNEIDER fand bei seiner Spezialuntersuchung, daß unreifes Obst kaum befallen wird, daß es aber nach langem Liegen oder an Wundstellen eine gute Wachstumsmöglichkeit bietet.

Berücksichtigt man alle Vorgänge physiologischer Art, von denen im Vorhergenannten nur ein Teil beschrieben werden konnte, so wird ersichtlich, wie nötig möglichst gleiche Bedingungen sind, um unterscheidende Merkmale einwandfrei zu finden und eine Bestimmung und genaue Einteilung nach der heutigen Methode durchzuführen. Und doch muß wiederum bedacht werden, daß nicht alle Arten oder Rassen bei gleichen äußeren und inneren Verhältnissen gleichmäßig wachsen und manche überhaupt nicht gedeihen können.

III. Spezielle Untersuchungen

Die nicht ganz vollständige Klarheit in der Systematik dieser Gattung und die Schwierigkeit beim Bestimmen der in der Natur frei wachsenden Penicillien wird durch die in den ersten Abschnitten beschriebenen Untersuchungen verständlich. Nichts wäre nun aber überflüssiger, als leichthin neue Arten aufzustellen. Um bei der Untersuchung einen sicheren Weg zu gehen, wurden darum die, in früher bereits gekennzeichnete Weise, in Reinkultur gezüchteten Penicillien eingehend auf den vielen verschiedenen Nährmedien untersucht (S. 313—370) und dann die besonderen Merkmale mit den in der umfangreichen Literatur angegebenen Beschreibungen verglichen (s. S. 374—380). Wie BOURGE, so sah sich auch Verfasser genötigt, an der ausführlichen Wiedergabe der ge-

machten Beobachtungen festzuhalten, um den Nachweis zu erbringen, daß sich die behandelten Penicillien meist nur unwesentlich unterscheiden (s. Tab. I—IV).

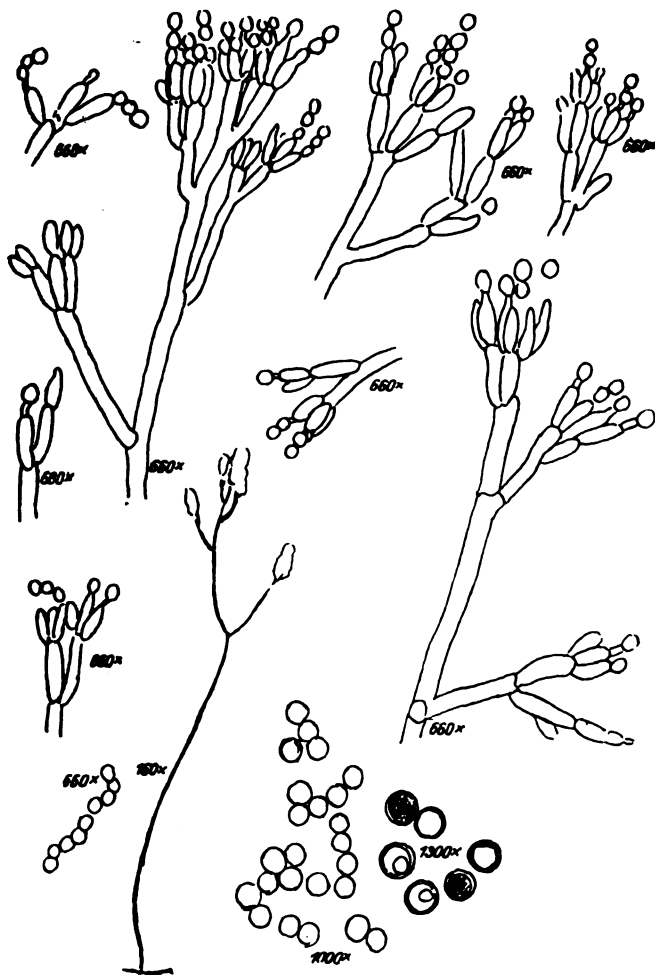


Fig. 6

Gruppe I

Gruppe I umfaßt *Penic. 1*, 15 und 12 (Seite 313—326). Gruppeneigenschaften s. S. 376. Übersicht s. Tabelle I—IV und Fig. 7—9.

Penicillium 1

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 6)

Die Konidien sind zuerst länglich, später aber durchweg kugelig und glatt. Die Größe schwankt zwischen 2,4 und 3,2 μ und beträgt

Tabelle I

Mikroskopische

(Sämtliche Organismen sind auf Nährstoffagar

* bedeutet:

Gruppe	Name	Konidien	Sterigmen
I	Penic. 1 u. 15	jung: länglich; Durchschn. alt: kugelig 2,4—3,2 2,6	lang zu je drei 8 2,5
	" 12	länglich und kugelig (3,2—4):(2,8—3) 3,5—4,5*	zu je drei bis vier 7 3
II	" 14	länglich oder kugelig (2,7—3,2):(2,7—4) 3,3	zu je drei 6—8 2—2,5
III	" 11	länglich und kugelig (3—4,7;3,3) 3	zu je drei 5—9 (2—3) 3
IV	" 9	länglich (4—6*) 4,2 : 3,5	zu je drei (12—18) 15 3—4*
	" 10	(4—6*) : 3,5	zu je drei (12—17) 15 4*
V	" 7	jung: länglich; alt: kugelig (2,3—2,7):3 3	(6,5—10) 10 3,3
	" 8	jung: länglich; alt: kugelig (3,3—4,2):4(3,3) 3,3	zu je drei (9—14) 12;2,5—3,5 3,2
	" 6	jung: länglich; alt: kugelig 3—5 3,7	zu je drei 8—11 3
	" 5	kugelig 2,7—3,5 3	zu je vier (7—8) 14 2,5—2,7
VI	" 2	kugelig 2—2,6 2,5*	zu je drei und mehr 8 3
VII	" 4	kugelig 3,2—4 3,4	zu je vier 8—13 3
VIII	" 3	kugelig und rauh* 3—5 3,3	zu zehn* und mehr 9—13 3
IX	" 13	länglich (4—10*) 7:(3—6) 5*	10—13 3—5*

Tabelle I

Beobachtungen

gewachsen; die Maße sind in μ angegeben)

besonders charakteristisch

Metulen	Aste	Stiel	Gesamter Frucht-träger	Konidien-ketten	Besonderes
lang breit zu je zwei 10 3	breit	breit	lang	380 + 40	
zu je drei 3	3	4	(160—360) +	(50—80)	
*2—2,5	—	3	400 +	80	Größe d. Konidien nimmt bei Kei- mungsehrstark zu
2—3) 2	2,5	*2,5	360 +	30	
zu je drei oder vier 4*	zwei 4	4			Konidien besitzen im Alter hell- braune* Vakuolen
zu je drei 4*	3,5—4	3,5—4	260 +	40	
zu je zwei 3,5	zwei (3,5) 4	4,5*	180 +	80	
zu je vier 3	3	3,5	380 +	130	
zu je drei 3		4—5*	240 +	170	Stiel und Metulen häufig rauh
	zwei				
2,2—3,1	3,5	3—3,8	340 +	80	
10—12 : 3,5—4	3—4	3,5	90—220 +	200*	
zu je drei	meist zwei				
13—17 : 2,5—4		3,5—5*	280 +	200	
	—	3,5	120 +	170	aspergilloide Form, Konidien rauh*
3	3	4	Coremien: Stiel $1\frac{1}{3}$ mm lg. Konidienkolben $\frac{1}{2}$ „ lg. Stiel m. Kolben ca. $\frac{3}{4}$ „ lg.		Coremien

Tabelle III

Proteolytische Enzymwirkungen bei einigen spez. Nährböden

* bedeutet: charakteristisch

Gruppe	Name	Wasser-Gelatine	Würze-Gelatine	Milch-Agar
		→ Strich gibt an, bis zu welchem Tage die Gelatine fest bleibt 3. Tag, 6. Tag, 14. Tag	→ Strich gibt an, bis zu welchem Tage die Gelatine fest bleibt 5. Tag, 10. Tag, 15. Tag	aufgehellte Zone nach 6 Tagen Breite in mm
I	Penic. 1	→	→	0,5
	Penic. 15	→	→	0,3
	Penic. 12	→	→	0,6
II	Penic. 14	→	→	2
III	Penic. 11	→	→	2
IV	Penic. 9	→ *	→ *	0 erst später etwas mehr
	Penic. 10	→ *	→ *	0
V	Penic. 7	→	→	0
	Penic. 8	→	→	0,3
	Penic. 6	→	→	0
	Penic. 5	→	→	1
VI	Penic. 2	→ *	→	* 3
VII	Penic. 4	→ *	→ *	0,5
VIII	Penic. 3	→	→	0
IX	Penic. 13	→	→	0

IX	Penic. 13	-0.5°	$\longrightarrow$	7		4		—		18	7
----	-----------	----------------	-------------------	---	--	---	--	---	--	----	---

Tabelle IV
Die durch die Organismen hervorgerufene Veränderung der Reaktion des Nährbodens
* bedeutet: charakteristisch

Gruppe	Name	Lackmus-Bouillon—Gelatine Schematische Darstellung der durch Säuerung sich rot färbenden blauen Gelatine. Die Zahlen geben das Vor- dringen der Rotfärbung in mm an. 1. Teilstrich bedeutet am 5. Tage 2. „ „ „ 12. „ 3. „ „ „ 20. „ 4. „ „ „ 31. „	Würze (100 cm ³ Würze neutralisieren 10 cm ³ n -Lauge) Titration nach 21 und 56 Tagen, für 100 cm ³ Würze verbrauchte n -Lauge in cm ³ am 21. Tag am 56. Tag	Milch Titration nach 19 Tagen, für 100 cm ³ Milch ver- brauchte n -Lauge in cm ³ :	Nährlösung mit 1% Ammoniumsulfat (100 cm ³ Nährlösung neutrali- sieren 12 cm ³ n -Salzsäure) Titration nach 50 Tagen, für 100 cm ³ Medium ver- brauchte n -Lauge in cm ³ :
I	Penic. 1	— 6 16 28	12	45	34
	Penic. 15	— 4 14 23	12	48	80*
	Penic. 12	— 4 15 24	11	32	69
II	Penic. 14	— 0,8 10 20	11	18	26*
III	Penic. 11	— 2 12 16*	9	24	37
IV	Penic. 9	— 4 15 27	14	22	50
	Penic. 10	— 3 12 27	14	26	53
V	Penic. 7	— 5 16 26	21	26*	70
	Penic. 8	— 6 20 37	25	65	58
	Penic. 6	— 7 22 36	18	61	62
	Penic. 5	— 6 22 35	66	53	75*
VI	Penic. 2	— 7 21 35	15	61	46
VII	Penic. 4	— 0,5*	8	31	11*
VIII	Penic. 3	— 0,5 15 28	38	18	50
IX	Penic. 13	— 0,5*	7	—	18

durchschnittlich $2,6 \mu$. Die Anschwellung bei der Keimung ist normal. Bei starker Vergrößerung erkennt man bei 5 Monate alten Konidien häufig eine Trübung und Vakuolen. Die Sterigmen wachsen meist zu je drei. Ihre Länge ist im Durchschnitt 8μ und die Breite $2,5 \mu$. Kleinere und größere sind keine Seltenheit. Die nicht sehr häufigen Metulen wachsen gewöhnlich zu je zwei und sind etwa 3μ breit und 10μ lang. Auffallend früh beginnt die alternde Verzweigung, die dann am oberen Ende weniger ausgeprägt ist. Der Fruchttträgerstiel ist glatt und $3,5 \mu$ bis 4μ breit. Die Größe des gesamten Fruchttägers von der Ausgangshyphe bis zu den Sterigmen einschließlich ist recht verschieden und beträgt durchschnittlich etwa 380μ , dazu kommen noch die Konidienketten mit 40μ .

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 7)

Auf Nährstoff-Agar zeigt *Penicillium 1* ein normales Wachstum. In 6 Tagen erreicht die Riesenkolonie einen Durchmesser von 16 mm. Der Rasen ist hoch und wollig und die Farbe am vierten Tage nach der OSTWALDschen Farbentafel etwa 67 ga. Es tritt langsame Fruchtbildung ein. Schon am sechsten Tage ist die Kolonie hell-graugrün (OSTWALD 83 ge) angehaucht und die etwas erhobene Mitte hellbraun (OSTWALD 80 ie.) Der ca. 3 mm breite weiße Rand geht dabei noch ohne Abgrenzung in die hohe Kolonie über. Der Geruch ist schwach. Die deutlich sichtbaren kleinen, hellen Tröpfchen verschwinden nach 8 Tagen wieder. Am 10. Tage hat die Kolonie durchschnittlich ein wolliges, blaugrünes Aussehen. Am 14. Tage wird die Mitte bräunlich (OSTWALD 08 ng). Noch am 15. Tage ist die Zonenbildung schwach. Nach $7\frac{1}{2}$ Monaten hat die Farbe einen blaßgrünen, schmutzigen Ton (OSTWALD 00ni) angenommen. Die Rückseite ist hellgelb bis gelborange.

Auf Raulin-Gelatine-Agar ist das Wachstum normal. Am 3. Tage hat die Kolonie einen Durchmesser von 2 mm und ist weiß. Am 6. Tage ist sie 14 mm groß und blaß-hellblau (OSTWALD 75 ie oder 71 ia), am 14. Tage dunkel-blaugrün (OSTWALD 83 mg), nach 4 Wochen dunkelgrün bis dunkelgrau und nach 7 Wochen dunkelgrau mit schwachrötlichem Schimmer (OSTWALD 04 li). Die Fruchtbildung ist am 4. Tage sichtbar. Der Rand der Kolonie ist zuerst weiß, schwach bläulich, 2 mm breit und flach wollig. Der schwach esterartige Geruch ist wenig charakteristisch. Die Tröpfchen auf dem Myzel sind klein. Erst spät tritt eine reichliche, aber verschwommene Zonenbildung ein. Die Rückseite der Kolonie geht von schwach gelblich in weiß über.

Langsam geht das Wachstum auf Würze-Gelatine vor sich. Nach 10 Tagen ist die Kolonie 16 mm groß, weiß, etwas wollig und die untere Seite faltig, am 15. Tage hoch, locker-wollig, in der Mitte fest und hell-blaugrün, dem sich ein 10 mm breiter weißer bis rötlicher, hochwolliger Rand anschließt. Nach 4 Wochen hat der Rasen eine grünlich-graue Farbe (OSTWALD 00 li) angenommen. Die zuerst schwach orange gefärbte Rückseite ist inzwischen schmutzig-orange geworden. Der Geruch ist schwach und Zonenbildung nicht

vorhanden. Das Auftreten kleiner Tropfen ist kaum von Bedeutung. Die Gelatine ist nach 15 Tagen noch fest.

Auf Würze-Agar ist die Farbe des Rasens nach $8\frac{1}{2}$ Monaten schwach bräunlich-hellgrau (08ig).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker wächst der Pilz im allgemeinen gut, wenn auch zuerst etwas langsam. Am 6. Tage beträgt der Durchmesser der etwas wolligen, grünen (92pg) Kolonie 16 mm. Die Farbe geht nach 4 Wochen in dunkel-blaßgrün (92ip) über. Der Geruch ist auf diesem Medium schimmelig und käsig. Die kleinen, hellen Tropfen verschwinden bald wieder, und die schwache Zonenbildung nimmt später ein verschwommenes Aussehen an. Die Rückseite ist stets weißlich.

Auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker ist das Wachstum recht kümmerlich. Nach 6 Tagen sind nur unbedeutende, 6 mm große grau-grüne dünne Inseln erkennbar. Der Geruch ist käsig.

Auf Wasser-Gelatine ist ein sehr langsames Wachstum zu beobachten. Die entstandene kleine Kolonie hat in der Mitte am 3. Tage eine geringe hellblaue Farbe, die am 6. Tage in ein schönes, tiefes Blaßgrau (67 lc), am 14. Tage in ein Blaugrau (67 mg) und nach 6 Wochen in ein Dunkelgrau übergeht. Nach 3 Tagen ist die Fruchtbildung bemerkbar. Der Rand der Kolonie ist 3 mm breit, hochwollig, weiß und hellblau. Die Zonen sind schwach, der Geruch gering und die Rückseite der Kultur nach 14 Tagen hellgrün. Dieses Nährmedium wird im Gegensatz zur Würzegeelatine langsam verflüssigt, so daß es nach 14 Tagen schon ganz weich und nach 6 Wochen in eine gelbliche Flüssigkeit verwandelt ist.

Auf Milch-Agar ist das Wachstum gut. Der Durchmesser der 6 Tage alten, flach wolligen, blaß hellblauen Kolonie beträgt 16 mm. Die Farbe wird langsam dunkel blaugrün und später blaugrau. Der große, 3 mm breite Rand geht leicht in die Kolonie über. Die Fruchtbildung wird am 4. Tage deutlich. Der Geruch ist schwach. Die zuerst kleinen, hellen Perlen auf dem Rasen nehmen später an Größe beträchtlich zu. Der Kaseinabbau zeigt sich nach 3 Tagen in einer 1 mm breiten und nach 10 Tagen in einer breiteren, aufgehellten Zone.

Auf Milch wächst dies *Penicillium* normal. Das am 5. Tage noch weiße Myzel ist am 12. Tage oben tiefer grün und hellblau und am Rand des Glases unten orangegelb, später gelblichgrün. Am 18. Tage sieht der Rasen bläulichgrün aus. Die Milch wird zuerst wenig schleimig, dann schwach bräunlichweiß. Ihr Geschmack ist schlecht und ein Geruch kaum wahrnehmbar. Der Säuregrad beträgt am 19. Tage 4,5 (mit n/10 NaOH zu 100 ccm) und die Formoltitration nach 6 Monaten bei Magermilch 13,5, bei Vollmilch 11 (mit n/5 Ba (OH)₂ zu 10 cmm).

Das Wachstum auf Labkäse ähnelt dem auf Milch. Die Kolonie ist hoch und wollig, nach 17 Tagen blaugrün und nach 4 Wochen dunkelgrün und ruft einen nach 4 Wochen deutlich sichtbaren Abbau des Nährbodens hervor. Am 10. Tage sind auf dem Rasen kleine Perlen sichtbar. Der untere Teil der am Glase haftenden Pilzdecke hat eine gelbliche Farbe.

Auch die Kultur auf Sauerkäse unterscheidet sich wenig von der vorhergehenden. Die nach 10 Tagen hoch wollige, blasse blaugrüne und weiß

angehauchte Kolonie hat sich nach 4 Wochen in eine dichte blaugrüne Decke verwandelt, die ihr Substrat deutlich abbaut.

Die mit Lackmus blaugefärbte Bouillon-Gelatine ist für das Wachstum nicht übermäßig günstig und ruft schnelle Konidienbildung hervor. Schon nach 5 Tagen hat die weiße und grünliche Decke von oben herab 6 mm der blauen Gelatine rot gefärbt. Am 12. Tage ist die Rotfärbung schon 16 mm und am 20. Tage 28 mm weit vorgedrungen, während die geschlossene, feste Decke inzwischen dunkelgrün geworden ist und sich später kleine weiße Häufchen zeigen. Am 31. Tage ist, nachdem die ganze Gelatine rot war, der Lackmusfarbstoff stark reduziert.

Die Fettspaltung macht sich erst nach 5 Tagen langsam bemerkbar und hat auch am 12. Tage wohl das Fett schon deutlich angegriffen, doch noch nicht übermäßig zersetzt.

Auf Stärke-Agar beträgt die Größe der Kolonie am 7. Tag 17 mm. Die Kultur ist dünn, sehr flach und schwach hellblau. Am 12. Tage hat sie einen Durchmesser von 22 mm und einen dünnen, spärlichen Rand. Das Wachstum ist recht kümmerlich und der Geruch schimmelig. Der die Diastasewirkung anzeigende hellere Hof beträgt 2 mm.

Auf Filtrierpapier ist das Wachstum schlecht. Nach 7 Tagen sind einige kleine, flache, weiße bis hellblaue Kolonien entstanden, die auch später nicht größer werden und scheinbar nur auf den Einfluß des gering zugesetzten Glycerins zurückzuführen sind. Zellulase ist nicht oder wenig zu erkennen.

Auf Würze ist das Wachstum nicht allzu üppig. Die Konidien bilden sich sehr schnell. Am 15. Tage ist die Flüssigkeit im Röhrchen oben von einer dichten, bräunlichgrünen Decke abgeschlossen, die kleine Perlen absondert. Am 21. Tage ergab die Titration einen Säuregrad von 12 und am 56. Tage von 4.

Auf Nährlösung mit 1% Ammoniumsulfat ist am 5. Tage die Hälfte der Flüssigkeit mit untergetauchtem Myzel angefüllt. Auch am 7. Tage überwiegt noch das submerse Myzel, doch sind an der Oberfläche schon zwei kleine Kolonien entstanden. Am 17. Tage ist die Nährflüssigkeit schwach weißlichgelb, voll Myzel und das Kongopapier blaßrot. Am 21. Tage besteht eine geschlossene hellblaue bis bräunliche Decke, während die Flüssigkeit hell blaßbräunlich und undurchsichtig geworden ist und das Kongopapier seine blaßrote Farbe kaum veränderte.

Milch mit 0,15% Essigsäure zeigt zuerst ein langsames und gehemmtes Wachstum. Erst am 14. Tage besteht eine wollige, weiße und blasse blaugrüne Kolonie, doch nimmt die Ausbreitung dann bald üppige Formen an, und der Abbau ähnelt nun dem normaler Milch.

Auf Milch mit 1,5% Milchsäure ist eine Wachstumshinderung kaum zu beobachten. Am 5. Tage hat die weiße bis hellblaue Kolonie eine Größe von 9 mm. Am 10. Tage ist die ganze Milch durch eine dunkle blaugrüne, klumpige Decke abgeschlossen, deren unterer Rand am Glase eine schwache gelbe Färbung besitzt. Nach 24 Tagen ist auf der alten eine neue hellblaue Decke entstanden. Dem guten Wachstum entspricht auch der Abbau des Nährbodens.

Mit 3 % Asparagin versetzte Milch läßt zuerst nur ein langsames, dann aber am 5. Tage ein gutes Wachstum zu. Doch bleibt die gebildete Decke lange weiß. Der Abbau ist kaum merklich.

Auf Milch mit 10 % Kochsalz ist das Wachstum deutlich gehemmt. Erst am 12. Tage sind einige hohe, wollige, feste und weiße bis schwach hellblaue Kolonien vorhanden. Ihr Rand am Glase ist eigelb. Nach 25 Tagen hat sich aber doch eine weiße und hellblaue, faltige, dicke Decke herausgebildet. Der Abbau der Milch ist gering.

Nach 18 Tagen ist bei einer Temperatur von $+ 5^{\circ}$ C eine gute, mehr blaue, in der Mitte bräunliche Kolonie gewachsen, die kleine Tropfen ausscheidet. Das Optimum liegt bei Zimmertemperatur. Bei $+ 30^{\circ}$ C wächst der Pilz sehr gut, nur ist hier die Farbe nach 18 Tagen schon mehr grün. Bei 37° werden die Konidien und auch das Myzel bereits getötet.

Während frische Äpfel nicht angegriffen werden, ist ein Wachstum auf dem Fruchtfleisch der Banane in geringem Maße vorhanden. Das Fleisch um die Kolonie herum wird orange gefärbt.

Charakteristisches siehe unter Pilz-Gruppe I und Tabelle I—IV.

Besonders bemerkenswert ist also außerdem noch bei *Penicillium 1* die schwache bräunliche Färbung der Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat.

Penicillium 15

Die mikroskopischen Beobachtungen stimmen mit denen von *Penic. 1* überein.

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 8)

Auf Nährstoff-Agar ist das Wachstum normal. Am 4. Tage ist die Kolonie weiß (71 ea), am 6. Tage 16 mm groß und in der Mitte 08 ga und am Rande 67 ie, am 10. Tage hoch und wollig, nach $7\frac{1}{2}$ Wochen schmutzig bräunlichgrau (lg bis 08 lg) und nach 3 Monaten dunkel braungrau bis schwarz. Der 4 mm breite, weiße Rand geht in die hohe Kolonie über. Die Fruchtbildung ist am 5. Tage deutlich erkennbar. Am 6. Tage ist eine Zone vorhanden. Der Geruch ist schwach käsig. Am 7. Tage sind hellbräunliche Tröpfchen auf dem Rasen sichtbar. Die Rückseite ist hellgelb bis weißlich und zeigt Ringe.

Auf Raulin-Gelatine-Agar wächst der Pilz fast normal. Am 3. Tage ist die Kolonie 3 mm groß und weiß, am 6. Tage dunkelblau (71 le) und 11 mm groß und am 14. Tage grüngrau (83 lg). Der Rand ist 1 mm breit und weiß, gelegentlich auch ausgebuchtet. Die Fruchtbildung ist am 4. Tage deutlich sichtbar. Später treten reichliche Zonen auf. Der Geruch ist schimmelig. Die Tröpfchen auf dem Rasen sind klein. Die Rückseite der Kolonie ist gelblich bis schwach orange.

Auf Würze-Agar hat der Rasen nach $8\frac{3}{4}$ Monaten eine bräunliche bis graue Farbe (31 lg).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker wächst der Pilz im allgemeinen gut. Am 3. Tage ist die Kolonie hellblau bis grün, am 6. Tage

14 mm groß und blaßblau (71 ic), am 9. Tage dunkelgrün (88 pg) und etwas hoch, nach 4 Wochen dunkler grün (92 lg). Der Rand ist flach, 1,5 mm breit und weiß. Die Zonenbildung ist schwach und im Alter erst erkennbar. Der Geruch ist käsig. Die Tropfen auf dem Rasen sind groß. Die Rückseite ist gelblich bis hellgrünlich.

Auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker ist das Wachstum mäßig. Am 6. Tage ist die Kultur 15 mm groß und 71 ne, nach 4 Wochen in der Mitte 08 ig und am Rande 92 lg. Später treten schöne Zonen auf. Der Geruch ist käsig. Die hellen Tröpfchen auf dem Rasen hinterlassen nur noch Löcher.

Auf Wassergelatine ist das Wachstum leidlich. Am 3. Tage ist die Kolonie hellblau, am 6. Tage dunkler bis grün, am 10. Tage flach, fest, schwach und krustig und am 14. Tage dunkelgrün (88 ng). Der Rand ist 1 mm breit und weiß, die Fruchtbildung am 3. Tage deutlich. Die Zonen sind ganz verschwommen und der Geruch ist schwach. Die Rückseite ist blaßgrün. Am 6. Tage ist die Gelatine flüssig, später trübe.

Auf Milch-Agar wächst der Pilz gut. Am 6. Tage ist die in der Mitte hellblaue Kolonie 20 mm groß und hoch, am 10. Tage grün und am 14. Tage dunkler. Der Rand ist bis 4,5 mm breit und weiß. Die Fruchtbildung ist am 4. Tage deutlich. Zonen 0. Der Geruch ist schwach käsig, die Tropfen auf dem Rasen klein. Die Rückseite ist schwach orange und faltig. Die aufgehellte Zone ist unbeträchtlich.

Auf Labkäse ist die Kultur hoch und wollig, nach einer Woche blaßblau und später dunkler. Der Abbau ist deutlich. Am 10. Tage sind auf dem Rasen kleine Tröpfchen vorhanden. Der am Glasgefäß sichtbare untere Rand der Kultur ist gelblich.

Auf Sauerkäse ist die Pilzdecke am 10. Tage hoch, wollig und weiß bis blaßblaugrün, mit z. T. weißem Sekundärmyzel.

Auf blauer Lackmus-Bouillon-Gelatine ist am 5. Tage eine kleine, flache, blaugrüne Kolonie sichtbar, die den Nährboden 4 mm rot gefärbt hat. Am 12. Tage ist die Decke geschlossen, kaum noch wollig, flach und dunkelgrün, die Rotfärbung der Gelatine 14 mm und am 20. Tage 23 mm vorgedrungen. Später wird die ganze Gelatine rot und der Farbstoff verschwindet. Auf der Kultur bildet sich weißes Sekundärmyzel.

Die Fettspaltung ist schon am 5. Tage zu erkennen. Viele Fetttröpfchen sind verschwunden und haben nur noch eine Haut übrig gelassen. Am 12. Tage hat die Zersetzung langsame Fortschritte gemacht, so daß einige kleine Kristalle sichtbar sind. Am 31. Tage ist die Zunahme der Fettspaltung nicht beträchtlich.

Auf Stärke-Agar ist die Kolonie am 4. Tage 15 mm groß, der Geruch käsig und die Diastase unbedeutend.

Auf Filtrierpapier ist das Wachstum schlecht und der Geruch etwas schimmelig.

Auf Würze ist die Pilzdecke am 15. Tage tiefgrün und weist kleine Tröpfchen auf. Der Säuregrad beträgt am 21. Tage 12.

Auf Milch mit Asparagin ist das Wachstum später sehr gut. Der Abbau des Nährbodens ist gering.

Auf Milch mit Kochsalz wächst der Pilz erst langsam. Am 6 Tage ist die Kultur 4 mm groß, wollig und weiß, und am 25. Tage üppig. Der Abbau der Milch ist nicht beträchtlich.

Das Temperaturoptimum liegt bei Zimmerwärme. Bei $+5^{\circ}\text{C}$ ist die Kultur am 7. Tage 4 mm, am 15. Tage 11 mm und am 20. Tage 18 mm

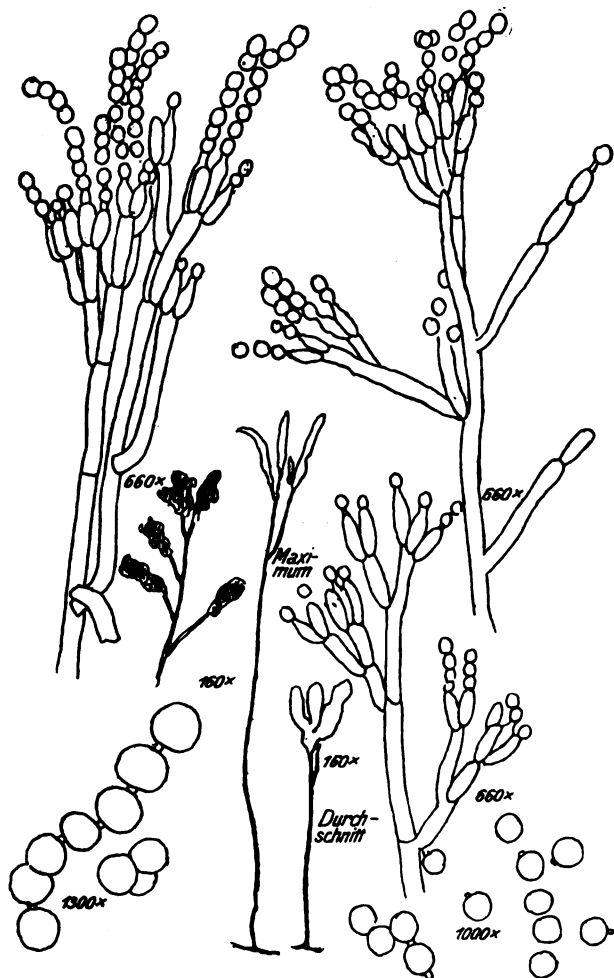


Fig. 10

groß, locker und flockig. Bei $+30^{\circ}\text{C}$ ist das Wachstum erheblich beschleunigt. Am 7. Tage ist die etwas dunkelgrüne Kolonie 18 mm, am 15. Tage 30 mm und später noch größer. Die Rückseite ist grünlich bis eigelb. Ein mehrtägiger Aufenthalt der Konidien bei 37°C tötet diese ab.

Auf Äpfeln wächst der Pilz kaum und auf Bananen nur langsam. Die Phytopathogenität ist für diese Früchte gering.

Charakteristisches siehe unter Pilz-Gruppe I und Tabelle I—IV.

*Penicillium 12**Mikroskopische Beobachtungen* (Fig. 10)

Die Konidien sind länglich (3,2 bis 4 μ lang und 2,8 bis 3 μ breit) oder kugelig und 3,5 bis 4,5 μ groß. Auffallend häufig besitzen sie noch stielartig das früher die Ketten zusammenhaltende Verbindungsstück. Die zu je drei bis vier wachsenden Sterigmen sind meist 7 μ lang und 2,5 bis 3 μ breit. Die bis zu je drei vorkommenden Metulen sind 3 μ breit. Die primären und sekundären Äste haben eine Breite von 3 μ und der Stiel eine solche von 4 μ . Die Fruchträger erreichen im Maximum eine Höhe von $360 + 80 \mu$ und im Durchschnitt von $160 + 56 \mu$.

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 9)

Auf Nährstoff-Agar ist das Wachstum normal. Die Kolonie ist am 4. Tage weiß (96 ca), am 6. Tage 15 mm groß und 83 ic, am 10. Tage hoch, locker, wollig und bald sternförmig, nach 7½ Wochen schmutzig hellbräunlich (08 lg) und später hellgrau, rosa und grün. Der 2 mm breite Rand ist weiß und hoch. Die Fruchtbildung ist erst am 7. Tage deutlich. Zonen 0. Der Geruch ist käsig. Die Rückseite ist gelblich weiß und zeigt später orangefarbene Ringe.

Auf Raulin-Gelatine-Agar wächst der Pilz schnell. Die am 3. Tage sehr hohe, weiße, 5 mm große Kolonie hat am 6. Tage einen bläulichen Anflug und ist 16 mm groß. Am 14. Tage ist sie grünlich-blau (63 ng), sonst weiß und nach 4 Wochen dunkel blaugrün. Der Rand ist 3 bis 4 mm breit, hoch und weiß. Die Fruchtbildung ist nach einer Woche deutlich erkennbar. Zonen sind nicht vorhanden. Dafür ist eine rosettenartige Faltung auffallend. Geruch fehlt. Die Rückseite ist gelblich bis orange, während die durchscheinenden Ringe eine bräunliche Farbe besitzen.

Auf Würze-Gelatine ist das Wachstum normal. Am 5. Tage ist die Kolonie weiß, am 7. Tage wollig, hoch und hell blaßgrün; am 10. Tage 35 mm groß, dunkel blaugrün und faltig und nach 4 Wochen dunkelgrau (04 li) und zeigt etwas Sekundärmyzel. Der Rand ist 3 mm breit, wollig und weiß. Zonen fehlen. Der Geruch ist etwas käsig. Auf dem Rasen sind große Tropfen zu beobachten. Die Rückseite zeigt die Farbe des Mediums. Am 10. Tage ist die Gelatine verflüssigt.

Auf Würze-Agar ist die Farbe nach 8¼ Monaten grau und heller bis rosa (08 ec).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker ist das Wachstum mäßig. Am 3. Tage ist die Kolonie weiß und hellgrün, am 9. Tage schwach bläulich und nach 4 Wochen dunkler. Ein scharf abgegrenzter Rand ist nicht zu beobachten. Der Geruch ist stark käsig. Auf einer Zone entstehen große Tropfen. Die Rückseite ist gelblich bis hellbraun.

Auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker wächst der Pilz mittelmäßig. Am 3. Tage ist die Kolonie hellblau bis hellgrün, am 6. Tage 15 mm groß und blaßblau (75 ec), am 9. Tage etwas hoch und dunkelgrün (88 pe) und

nach 4 Wochen in der Mitte 96 ni und am Rande 88 gc. Der Rand ist 2 mm und breiter, hoch und weiß. Die Kolonie ist strahlig und hat Zonen. Der Geruch ist käsig. Die Tropfen auf dem Rasen sind klein. Die Rückseite läßt die Zonen durchscheinen.

Sehr gut ist das Wachstum auf Wassergelatine. Am 3. Tage ist die Kultur flach und graublau, am 6. Tage grün (83 le), am 10. Tage hoch, wollig, locker und grün, am 14. Tage 96 ni. Der Rand ist 4 mm breit, hoch und weiß. Die Fruchtbildung ist am 3. Tage deutlich. Zonen fehlen. Der Geruch ist schwach käsig und die Rückseite blaßgrünlich bis weiß. Die Gelatine ist am 3. Tage schwach flüssig.

Auf Milchagar wächst der Pilz gut. Am 6. Tage ist die Kolonie weiß und in der Mitte hell-grünblau und 12 mm groß. Am 10. Tage sehr hoch und fest. Die Fruchtbildung ist am 5. Tage deutlich. Der Geruch ist schwach. Nur eine feste und hohe Zone ist zu beobachten. Die Rückseite hat eine schwache orangeartige Farbe. Eine aufgehellte Zone tritt kaum auf.

Auf Milch ist das Wachstum langsam. Am 5. Tage ist die Kultur weiß, am 12. Tage schwach grünlich. Der Rand der unteren Seite der Pilzdecke ist eigelb. Am 8. Tage ist die Milch noch fast normal, dann etwas schleimig und am 18. Tage bräunlich weiß. Der Geschmack ist etwas schlecht und der Geruch schwach. Am 19. Tage beträgt der Säuregrad 32.

Auf Labkäse ist das Wachstum stark. Am 6. Tage ist die Kultur wollig, weiß und wenig hellblau bis grünlich, am 10. Tage hoch wollig und weiß bis blaßblau mit großen Perlen, am 17. Tage grün mit weißem Sekundärmyzel und nach 4 Wochen grüngrau mit weißem Schimmer. Am 10. Tage ist der Käse oben etwas hellbräunlich, am 17. Tage ist er oben zu einer trüben und nach 4 Wochen zu einer klaren hellbraunen Flüssigkeit zersetzt.

Auf Sauerkäse ist das Wachstum normal. Am 6. Tage ist die Kultur wollig und weiß bis gering hellblau, am 10. Tage blaugrün mit kleinen Perlen, am 17. Tage grünlichgrau mit weißem Sekundärmyzel und nach 4 Wochen grün und fast ganz von einem schmutzigen Weiß überzogen und von hellen Tropfen bedeckt. Der Käse ist am 10. Tage fast unverändert, am 17. Tage kaum angegriffen und nach 4 Wochen trübe und gelblich schmutzig.

Die blaue Lackmus-Bouillon-Gelatine ist von der am 5. Tage flachen, blaugrünen Pilzdecke 4 mm rot gefärbt, am 12. Tage von der inzwischen dunkelgrün gewordenen Decke 15 mm rot, am 20. Tage 24 mm rot und am 31. Tage ganz blaßrot gefärbt. Nach 3 Wochen bildet sich weißes Sekundärmyzel.

Für die Fettspaltung des Pilzes ist am 5. Tage noch wenig Charakteristisches zu beobachten. Die Zahl der schon angegriffenen Fetttropfchen hat am 12. Tage noch zugenommen. Schließlich ist nach 6 Wochen der größte Teil des Fettes zerstört und in einige Kristalldrüsen umgewandelt.

Auf Stärkeagar ist die Kolonie am 7. Tage 14 mm groß, wollig und weiß bis blau und am 12. Tage flacher und 26 mm groß. Der Rand ist 2 mm breit und der Geruch käsig. Diastase ist wenig vorhanden.

Die am 7. Tage auf Filtrierpapier kleine, wollige, weiße bis hellblaue Kolonie besitzt einen starken Kellergeruch und zeigt wenig Zellulase.

Auf Würze ist die Kultur am 15. Tage dunkelgrün und besitzt am 21. Tage einen Säuregrad von 11 und am 56. Tage von 12.

Die Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat ist am 5. Tage fast zu 70% mit untergetauchtem Myzel angefüllt, während sich an der Oberfläche eine kleine, wollige und weiße bis schwach blaue Kultur gebildet hat, die am 21. Tage blaugrün und faltig ist. Das submerse Myzel ist gelblich, nach 5 Wochen schwach orange bis gelb. Das Kongopapier ist am 21. Tage etwas blau und nach 5 Wochen ganz blau. Zur Titration wurden 69 ccm Lauge verwendet.

Schlecht wächst der Pilz auf Milch mit Essigsäure. Nach 14 Tagen ist die Kultur noch ganz winzig, erst später nimmt die Entwicklung zu. Der Abbau entspricht dem Wachstum.

Auf Milch mit Milchsäure wächst der Pilz sehr gut. Am 5. Tage ist die Kultur 6 mm groß und weiß und am 10. Tage die faltige Decke weiß und hellblau. Am 24. Tage ist die Decke untergesunken. Der untere Rand der Pilzdecke ist blaß orange gefärbt.

Auf Milch mit Asparagin ist das Wachstum zuerst langsam. Am 5. Tage ist eine kleine, wollige und weiße Kolonie feststellbar. Am 10. Tage ist eine schwache, dünne, weiße Decke vorhanden, die sich später noch gut entwickelt. Ein Abbau ist kaum zu beobachten.

Auf Milch mit Kochsalz wächst der Pilz langsam. Am 12. Tage ist die Kolonie noch klein, weiß und schwach grün, und am 25. Tage sind auf dem Rasen kleine weiße Zusammenballungen zu erkennen.

Bei einer Temperatur von $+5^{\circ}\text{C}$ ist das Wachstum noch gut. Am 6. Tage ist die Kultur 7 mm groß, am 10. Tage 14 mm und weiß mit blauem Anflug und am 16. Tage in der Mitte blau. Das Optimum liegt bei Zimmertemperatur. Bei $+30^{\circ}\text{C}$ ist das Wachstum erst beschleunigt und läßt aber dann bald nach. Am 6. Tage ist die Kolonie 11 mm groß und zeigt einen schwachen grünen Ton. Ein mehrtägiges Einwirken von $+37^{\circ}\text{C}$ tötet die Konidien.

Die beobachtete Pflanzenpathogenität ist nicht bedeutend. Auf Äpfeln wächst der Pilz nicht, und auf Bananen ist die kleine Kolonie am 8. Tage erst 6 mm groß, dünn und hellblau, am 12. Tage etwas grüner. Das Fruchtfleisch wird hellbraun und später faulig.

Charakteristisches siehe unter Pilz-Gruppe I, S. 376, und Tabelle I—IV.

Besonders bemerkenswert ist also außerdem noch für *Penicillium 12* das sehr gute Wachstum auf der gewöhnlichen Wassergelatine und die Färbung des submersen Myzels und der Flüssigkeit des Mediums mit Ammoniumsulfat, die nach 5 Wochen in gelb bis orange übergegangen ist.

Gruppe II

Penicillium 14

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 11)

Die Konidien sind glatt, länglich oder kugelig und 2,7 bis 4 μ , meist 3,3 μ lang und 2,7 bis 3,2 μ breit. Bei der Auskeimung ver-

doppelt sich ihre Größe. Die zu je drei wachsenden Sterigmen haben eine Länge von 6 bis 8 μ und eine Breite von 2 oder 2,5 μ . Die Metulen sind sehr lang und 2 bis 2,5 μ breit. Weitere Verzweigungen sind selten. Der Stiel ist meist etwa 3 μ breit. Der ganze Frucht-

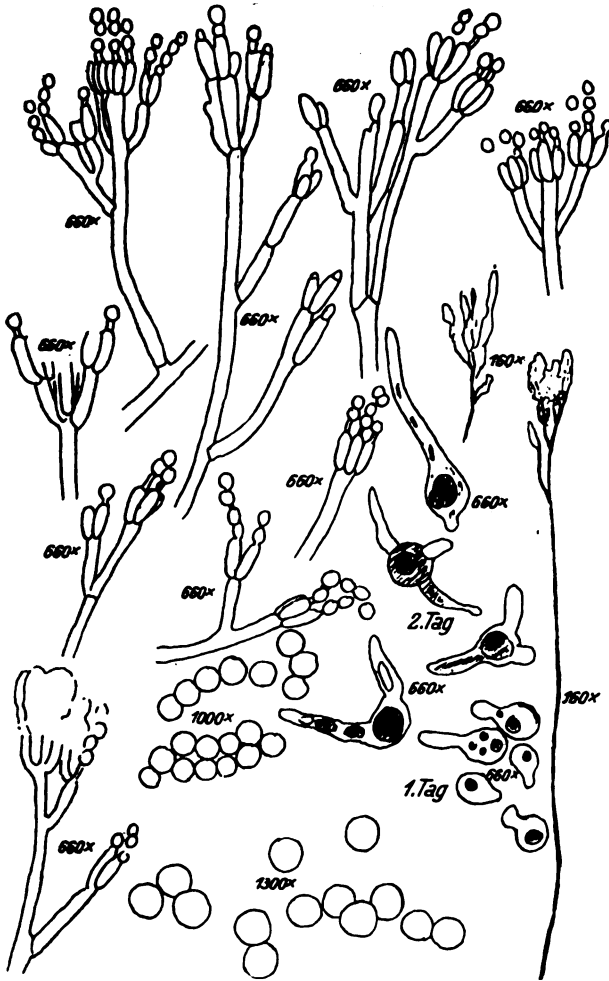


Fig. 11

träger erreicht eine Länge von 480 μ . (Stiel = 400 μ + Konidienketten = 80 μ .)

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 12)

Auf Nährsalzagar ist das Wachstum mittelmäßig. Am 4. Tage ist die hohe, lockere, wollige Kolonie weiß mit einem schwachen Anflug (00 ca),

am 6. Tage beträgt der Durchmesser 15 mm und nach 3 Monaten ist der Rasen grau bis rötlichgrau. Ein besonders abgegrenzter Rand ist nicht vorhanden. Öfters treten viele verschwommene Zonen auf. Ein Geruch ist kaum zu beobachten. Die Rückseite der Kultur ist charakteristisch gelblichbraun mit später deutlich erkennbaren braunen Ringen.

Auf Raulin-Gelatine-Agar wächst der Pilz langsam. Am 3. Tage ist die 3 mm große Kolonie gelblich bis weiß, am 6. Tage 11 mm groß, hoch und weiß mit blauem Schimmer, am 10. Tage sehr hoch wollig, am 14. Tage weißlich bis hellgrau und nach 4 Wochen heller grau. Zonen fehlen. Der Geruch ist schwach. Wieder charakteristisch ist die tief violette bis braune Farbe der Rückseite.

Auf Würze-Gelatine ist das Wachstum normal. Am 5. Tage ist die Kolonie noch fast weiß, am 7. Tage wollig, hoch und weiß bis sehr schwach rötlich, am 10. Tage hell graugrün, am 15. Tage sehr hell blaßgrün und nach 4 Wochen grau bis schwach rosa (zwischen 04 ge und 96 ge). Der Rand ist 2 mm breit und weiß. Die Zonenbildung ist schwach, auf sehr flachem, dünnem Nährboden besser. Der Geruch ist schwach. Die Rückseite ist zuerst schmutzigbraun, später auffallend dunkel schwarzbraun. Am 5. Tage ist die Gelatine braun, am 10. Tage schwach und am 15. Tage ganz flüssig. Nach 4 Wochen ist die Gelatine in eine bräunliche Flüssigkeit verwandelt.

Auf Würze-Agar ist der Rasen nach 8½ Monaten 08 ge (mehr weißlich bis grau mit schwach rosa) und die Unterseite violett bis dunkelbraun (17 pg bis 17 pi).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker ist das Wachstum gut. Am 3. Tage ist die Kolonie hellgrau bis blau, am 6. Tage 5 mm groß und schwach hellgrün, am 10. Tage hochwollig und weiß bis blaß grünlichblau und nach 4 Wochen (00 ig) blaß grüngrau. Der Geruch ist schwach. Nach einiger Zeit nimmt auch hier die Rückseite die dunkelbraune Farbe an.

Mittelmäßig wächst der Pilz auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker. Am 3. Tage ist die Kolonie hellgrün, am 6. Tage 13 mm groß und 75 ea, am 10. Tage flach und blaß hellblau (71 ec) und nach 4 Wochen der Rand 83 le und die Mitte 96 ge. Der 1 mm kleine, seidenartige Rand nimmt später noch etwas zu. Die Zonenbildung ist sehr ausgeprägt. Der Geruch ist schlecht und käsig. Die Rückseite ist dunkelbraun.

Auf Wassergelatine ist das Wachstum gut. Am 3. Tage ist die Kolonie klein und weiß, am 6. Tage in der Mitte blau und am Rande schwach rosa, am 10. Tage schön rund, hoch und fest und am 14. Tage hell grüngrau (83 ec). Der feste Rand ist 3 mm breit und weiß. Die Fruchtbildung ist am 4. Tage deutlich. Zonenbildung und Geruch ist kaum vorhanden. Die Rückseite ist dunkelbraun. Die Gelatine ist schon am 3. Tage aufgelöst und später eine ganz dünne Flüssigkeit.

Auf Milchagar ist das Wachstum mäßig. Am 6. Tage ist die Kolonie 10 mm groß und weiß, am 10. Tage hoch und graublau und nach 4 Wochen weiß bis grau und schwach rosa. Die Zonenbildung ist undeutlich und der Geruch schwach. Die Farbe der Rückseite ist zuerst ausgesprochen orange, aber später tief violettbraun. Die aufgehellte Zone ist 2 mm breit.

Auf Milch wächst der Pilz langsam. Am 5. Tage ist die Kultur schwach blau. Die Decke nimmt deutlich zu, aber die Farbe des Rasens ist noch am

15. Tage schwach bläulich, während der Rand der Unterseite am Glase frühzeitig violett, später braun gefärbt ist. Am 8. Tage erscheint die Milch noch normal. Am 18. Tage ist sie schwach bräunlichweiß. Doch ist der Geschmack schlecht und der Geruch zeigt schwach Ammoniak an. Am 15. Tage beträgt der Säuregrad 18.

Auf Labkäse ist das Wachstum normal. Am 6. Tage ist die Kultur wellig und weiß und am Glasrande die Unterseite der Decke hellbraun. Am 17. Tage ist der Rasen weiß mit grünlichem Schimmer und nach 4 Wochen grau bis weiß. Am 10. Tage ist der Abbau noch schwach und nach 4 Wochen ist der Käse oben klar hellbraun.

Auf Sauerkäse ist das Wachstum schwach. Am 6. Tage ist die Kolonie wellig und weiß, besitzt einen schwachen bläulichen Schimmer und hat auf dem Käse eine gelbliche Zone hervorgerufen, die am 10. Tage bräunlich und 3 mm breit ist. Nach 4 Wochen ist die Kultur grünlich bis blaßgrau und mit einem merklichen hellgrauen Schleier überzogen. Der Abbau des Mediums ist am 17. Tage noch kaum wahrnehmbar. Nach 4 Wochen ist der Käse blaßgelblich bis weiß.

Auf blauer Lackmus-Bouillon-Gelatine ist am 5. Tage eine kleine, hoch wollige, weiße Kultur vorhanden, die 0,8 mm des Nährbodens rot gefärbt hat. Am 12. Tage ist die Decke geschlossen und heller blaßgrün und die Rotfärbung der Gelatine 10 mm und am 20. Tage 20 mm vorgedrungen. Am 31. Tage befindet sich auf der Kultur ein weißes Sekundärmyzel, während die Gelatine vollständig rot ist.

Am 5. Tage ist die Fettspaltung noch gering. Am 12. Tage sind fast alle Fettröpfchen angegriffen und nach 6 Wochen ist das Fett stark abgebaut.

Auf Stärkeagar ist die Kultur am 12. Tage wellig und 22 mm groß und Diastasewirkung kaum wahrnehmbar.

Am 7. Tage ist auf Filtrierpapier eine kleine hellbraune Kolonie und keine Zellulase vorhanden.

Auf Würze ist die Kultur am 15. Tage hoch wellig und hellgrün. Am 21. Tage beträgt der Säuregrad 11 und am 56. Tage 10.

Auf Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat ist die Kolonie am 5. Tage hoch wellig und weiß, die Unterseite gelblich. Am 7. Tage hat der Rasen einen schwach blauen Anflug und am 20. Tage ist die Pilzdecke dünn und hell blaugrün, während die Flüssigkeit ganz klar und hellgelb, das Kongopapier nur noch schwach rötlich ist. Nach 5 Wochen ist das Papier rötlichblau gefärbt. Zur Titration des Mediums sind 26 ccm Lauge nötig.

Auf Milch mit Essigsäure besteht am 9. Tage eine kleine, flach wollige und schwach bläuliche Kolonie, die sich erst später besser entwickelt.

Auf Milch mit Milchsäure wächst der Pilz sehr langsam. Am 5. Tage ist die Kultur 12 mm groß, wellig und weiß, am 10. Tage hat die Entwicklung kaum zugenommen. Der Rand der Kolonie ist am 24. Tage schwach bräunlich gefärbt.

Auf Milch mit Asparagin ist das Wachstum gut. Am 5. Tage ist die Kultur flach wellig und weiß bis schwach rosa, am 10. Tage rosa bis hellgrau und unten hellviolett. Am 18. Tage ist das Wachstum sehr gut und der Abbau noch gering.

Auf Milch mit Kochsalz wächst der Pilz langsam. Am 6. Tage ist die Kultur 6 mm groß und etwas grau und die Milch oben rotbraun. Am 25. Tage haben sich auf dem untergetauchten Myzel kleine violettbraune Klumpen gebildet.

Das Temperaturoptimum liegt bei Zimmerwärme. Bei $+ 5^{\circ} \text{C}$ wächst der Pilz langsam. Am 7. Tage ist die Kolonie 2 mm groß, am 15. Tage 6 mm und hoch wollig und fest, am 20. Tage 10 mm. Bei $+ 30^{\circ} \text{C}$ hat die Kultur am 7. Tage einen Durchmesser von 11 mm, ist oben schwach bläulich und unten braun, am 15. Tage ist die dünne Kultur schwach grünlich mit bräunlichem Ton der durchschimmernden Unterseite. Am 20. Tage ist die Kolonie 24 mm groß, flach, fest und blaß hellgrün und die Rückseite dunkelbraun.

Auf Äpfeln wächst der Pilz nicht und auf Bananen nur sehr mäßig. Das Fruchtfleisch wird nur wenig angegriffen.

Charakteristisches siehe unter Gruppe II (S. 377) und Tabelle I—IV.

Besonders bemerkenswert für *Penic. 14* ist also außerdem noch die gute Entwicklung auf Wassergelatine und die Farbe der Nährstofflösung mit Ammoniumsulfat, die am 20. Tage ganz klar hellgelb ist.

Gruppe III

Penicillium 11

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 13)

Die Konidien sind länglich und kugelig. Die Länge schwankt zwischen 3 und $4,7 \mu$ und beträgt durchschnittlich $3,3 \mu$ und die Breite etwa 3μ . Die zu je drei und mehr wachsenden Sterigmen sind 5 bis 9μ lang und 2 bis 3μ , meist 3μ breit. Die seltenen Metulen sind 2 bis 3μ , meist 2μ breit. Die Breite der sehr langen Äste und des Stieles geht selten über $2,5 \mu$. Die Verzweigung ist weniger dicht als gewöhnlich. Der ganze Fruchträger ist 360μ und dazu die Konidienketten oft 30μ lang.

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 14)

Auf Nährstoff-Agar ist das Wachstum normal. Am 4. Tage ist die Kolonie weiß, am 6. Tage hoch und wollig und 16 mm groß, am 10. Tage hell gelblichgrün und am 14. Tage 92 ic. Der Rand geht in die Kolonie über und die Fruchtbildung ist erst nach einer Woche deutlich. Einige Zonen sind zu beobachten. Der Geruch ist schwach und die Farbe der Rückseite blaß gelblichbraun (08 ic).

Auf Raulin-Gelatine-Agar wächst der Pilz langsam. Am 3. Tage ist die Kolonie weiß, am 6. Tage noch weiß, aber mit ganz schwachem, blauem Schimmer und 9 mm groß, am 10. Tage hoch wollig und hellgrün.

am 14. Tage frisch hellgrün (92 gc) und nach 4 Wochen sehr hellgrau. Der Rand ist hoch, weiß und nicht abgegrenzt. Die Fruchtbildung ist am 7. Tage deutlicher. Die Zonen sind nur schwach. Ein Geruch ist kaum vorhanden. Die Rückseite ist gelblichweiß bis orange.

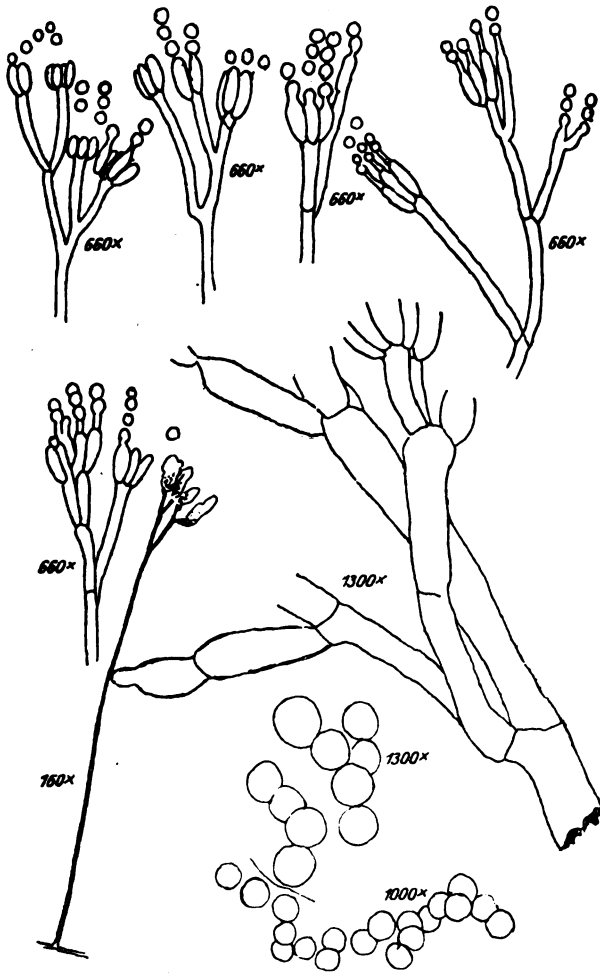


Fig. 13

Auf Würze-Gelatine ist das Wachstum ebenfalls langsam. Am 7. Tage ist die Kolonie noch weiß, am 10. Tage 14 mm groß, hoch wollig und weiß bis ganz schwach hellgrün. Am 14. Tage besteht ein breiter weißer Rand, während die Mitte ein helles, frisches Laubgrün aufweist. Nach 4 Wochen ist der Rasen blaß grünlich und gelblichgrau. Zonen fehlen. Der Geruch ist schwach käsig. Es treten wenig Tropfen auf dem Rasen auf. Die Rückseite der Kultur ist schwach orange und gelblichbräunlich. Die Gelatine ist fast zwei Wochen lang fest und erst am 15. Tage etwas flüssig.

Auf Würze-Agar hat der Rasen nach 8½ Monaten eine blasse, gelblich hellbraune Farbe (08 ie).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker ist das Wachstum gut. Am 3. Tage ist die Kolonie weiß und z. T. schön hellgrün, am 6. Tage 18 mm groß und grün (96 ea), am 9. Tage 96 ea mit braunem Anflug und hoch wollig, nach 4 Wochen bräunlichgrünlich (00 ie). Der Rand ist 2—3 mm breit, hoch, weiß und in die Kolonie übergehend. Die beiden Zonen sind verschwommen. Der Geruch ist stark käsig und die Farbe der Rückseite hellbräunlich.

Auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker ist ein mittleres Wachstum zu verzeichnen. Am 3. Tage ist die Kolonie weiß und hellgrün, am 6. Tage 17 mm groß, am 9. Tage hellgrün (96 ea) und etwas hoch; nach 4 Wochen in der Mitte 08 ge und am Rande hellgrün. Die Zonenbildung ist schwach, der Geruch käsig.

Bemerkenswert ist das zuerst langsame, dann auffallend gute Wachstum auf Wasser-Gelatine. Am 3. Tage besteht eine kleine weiße Kolonie, die am 6. Tage zugenommen hat. Am 14. Tage ist sie sehr hoch, weiß und wie Watte, nach Wochen hell bis dunkelgrau mit einem Ton rosa. Die Fruchtbildung tritt sehr spät ein. Der Geruch ist schwach käsig und die Rückseite gelblich weiß. Die Gelatine ist schon am 3. Tage schwach flüssig. Die Auflösung nimmt aber nur langsam zu.

Auf Milchagar wächst der Pilz gut. Am 6. Tage ist die Kultur weiß bis sehr schön hellgrün, wollig und 18 mm groß und am 10. Tage hoch. Am 14. Tage ist die Farbe des Rasens ein schönes, saftiges Hellgrün. Der Rand ist 2 mm breit, flach und weiß. Die Zonen sind undeutlich. Der Geruch ist petersilienartig. Tropfen treten auf älteren Kulturen hervor. Die aufgehellte Zone ist 2 mm breit.

Auf Milch ist das Wachstum langsam. Am 5. Tage ist die Kultur weiß, am 8. Tage schwach hellblau, am 12. Tage weiß und schön hellgrün, und am 18. Tage saftig hellgrün. Die untere Seite der Pilzdecke ist am Rande des Glasgefäßes gelblich. Die Milch ist am 8. Tage oben schon etwas und am 12. Tage 50 % zersetzt. Am 18. Tage ist sie in eine hellbraune durchsichtige Flüssigkeit verwandelt. Der Geschmack ist schlecht und ein Ammoniak-Geruch bemerkbar. Der Säuregrad geht von 36 am 12. Tage auf 24 am 19. Tage zurück.

Auf Labkäse ist das Wachstum stark. Am 6. Tage ist die Kultur flach wollig, weiß und am Glasrand hellgelblich. Am 10. Tage ist die Farbe des Rasens ein frisches Laubgrün, das nach 4 Wochen dunkler wird. Am 10. Tage ist die Zersetzung des Käses schon deutlich. Er ist oben noch nicht ganz flüssig und unten hellbräunlich. Am 17. Tage hat der Abbau weiter zugenommen und nach 4 Wochen ist der Käse oben in eine klare, hellbraune Flüssigkeit umgewandelt.

Auf Sauerkäse ist das Wachstum normal. Die hoch wollige, wattenartige Kolonie zeigt am 6. Tage ein ganz helles Grün. Am 17. Tage ist die Kultur hellgrün und hat Sekundärmyzel, nach 4 Wochen ist sie sehr hell und schwach bräunlichgrau und hat auf dem Rasen orangefarbige Tropfen. Am 10. Tage erscheint der Käse fast normal, am 17. Tage ist er oben schon hell, klar und flüssig und unten hell bräunlich-weiß. Nach 4 Wochen ist er trübe, flüssig und bräunlich gefärbt.

Auf blauer Lackmus - Bouillon - Gelatine ist am 5. Tage eine wollige, weiße bis schön hellgrüne Kolonie zu beobachten, die das Medium 2 mm rot gefärbt hat. Am 12. Tage ist die Pilzdecke geschlossen, der Farbstoff etwas reduziert und die Rotfärbung 12 mm vorgedrungen. Am 20. Tage ist die Farbe des Mediums bis zu 16 mm schwach rosa und am 31. Tage bläulichgrau. Zur gleichen Zeit sind 50% des Farbstoffes reduziert. Auf der Pilzdecke hat sich weißes Sekundärmyzel gebildet.

Am 5. Tage sind bei der Beobachtung der Fettspaltung viele angegriffene Fetttröpfchen bemerkenswert, die am 12. Tage sichtlich weiter abgebaut sind. Nach 6 Wochen sind die meisten Tröpfchen verschwunden und eine Menge Kristalldrüsen zurückgeblieben.

Auf Stärkeagar hat die Kolonie am 7. Tage einen Durchmesser von 20 mm und ist wollig und sehr hellgrün. Am 12. Tage ist die Kultur 28 mm groß und flach. Der Rand ist 3 mm breit und weiß. Ein Geruch ist kaum und Diastase wenig zu beobachten.

Auf Filtrierpapier ist am 7. Tage eine kleine weiße bis sehr hellgrüne Kolonie vorhanden, die kaum einen Geruch und Zellulase erkennen läßt.

Auf Würze ist am 15. Tage die wollige Decke frisch hellgrün und der Säuregrad am 21. Tage 9, am 56. Tage 10.

Die Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat ist am 5. Tage zur Hälfte und am 7. Tage fast ganz mit submersen Myzel angefüllt. Am 21. Tage ist die gebildete Decke oben hellgelblich, z. T. ganz hell frischgrün und unten orange, das Kongopapier rötlichblau gefärbt. Nach 5 Wochen ist das Grün noch intensiver und die Farbe des Kongopapieres bläulicher. Zur Titration wurden nach 50 Tagen 37 ccm Laugel verwendet.

Auf Milch mit Essigsäure wächst der Pilz langsam. Erst am 14. Tage ist eine kleine weiße Kultur vorhanden, die später sich etwas besser entwickelt. Der Abbau der Milch ist nach 3 Wochen noch gering.

Auf Milch mit Milchsäure ist das Wachstum zuerst langsam. Am 5. Tage ist die Kultur 8 mm groß, weiß und hellblau, am 10. Tage weiß und hellgrün. Am 24. Tage ist ein schwaches weißes Sekundärmyzel zu beobachten.

Bemerkenswert ist auf Milch mit Asparagin ein langsames Wachstum. Am 5. Tage ist wenig weißes Myzel vorhanden, am 10. Tage besteht nur eine dünne, schwache weiße Decke, die kaum noch zunimmt.

Auf Milch mit Kochsalz wächst der Pilz langsam: am 6. Tage ist die kleine Kultur 5 mm groß und weiß bis bläulich, am 12. Tage etwas hoch und hellgrün und am 12. Tage blaß hellgrün. Der Abbau ist nicht bemerkenswert.

Der Einfluß der Temperatur ist beachtlich. Bei $+ 5^{\circ} \text{C}$ ist das Wachstum recht langsam. Am 6. Tage ist die Kultur 2 mm, am 10. Tage 15 mm, am 16. Tage 25 mm groß und noch weiß. Das Optimum liegt bei 25 bis 30°C . Bei $+ 30^{\circ} \text{C}$ ist die Entwicklung beschleunigt. Am 6. Tage ist die Kolonie 17 mm groß, weiß und die Rückseite gelb. Am 10. Tage ist der Rasen in der Mitte hellgrün bis bläulich und sternförmig schwach gefaltet, am 16. Tage der Durchmesser der Kultur 50 mm groß, der weiße Rand 13 mm breit und die Mitte hellgrün. Wirken $+ 37^{\circ} \text{C}$ einige Tage auf die Konidien ein, so werden diese abgetötet.

Auf Äpfeln und Bananen war kaum ein Wachstum vorhanden.

Charakteristisches siehe unter Gruppe III (S. 377) und Tabelle I—IV.

Bemerkenswert ist also außerdem noch für *Penic. 11* die gute Entwicklung auf Wassergelatine, die Farbe der Unterseite der Pilzdecke auf Nährlösung mit Ammoniumsulfat, die am 21. Tage in orange umgewandelt ist, und das Temperaturoptimum von 25 bis 30° C.

Gruppe IV

Penicillium 9

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 15)

Die Konidien sind meist länglich, 4 bis 6 μ , häufig 4,2 μ lang und meist 3,5 μ breit. Doch kommen mitunter auch kugelige vor. Sie enthalten im Alter Vakuolen, besitzen eine hellbräunliche Farbe und nehmen später noch an Größe zu. Die zu je drei wachsenden Sterigmen sind 12 bis 18 μ , durchschnittlich 15 μ lang. Ihre Breite beträgt 3 bis 4 μ . Die Metulen wachsen zu je drei, auch zu vier, die Äste, die manchmal auch fehlen, zu je zwei. Metulen, Äste und Stiel sind 4 μ breit.

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 16)

Auf Nährstoff-Agar ist das Wachstum normal. Am 4. Tage ist die Farbe des Rasens 83 ec, am 6. Tage 92 ig, am 10. Tage grünlichgrau, am 14. Tage 96 ig und nach 7 1/4 Wochen grau mit einem Stich rosa (08 ge). Die Kolonie ist am 6. Tage 15 mm groß und am 10. Tage fest, wollig und weiß. Zonen treten erst nach zwei Wochen und nur verschwommen auf. Der Geruch ist schimmelig. Die hellen, durch den Rasen grau schimmernden Tropfen lassen

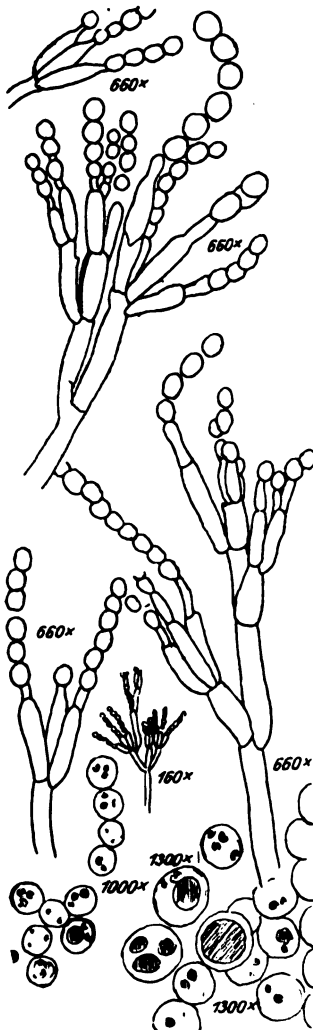


Fig. 15

später nur Löcher zurück. Die Rückseite zeigt weiße Ringe.

Auf Raulin-Gelatine-Agar wächst der Pilz schnell und erreicht am 6. Tage einen Durchmesser von 20 mm. Schon am 3. Tage ist die weiße Kolonie 7 mm groß. Die Fruchtbildung ist am 4. Tage deutlich. Am 6. Tage ist der Rasen grau (96 ge), am 10. Tage wollig und gelblich hellgrau,

am 14. Tage 92 ge, nach 4 Wochen hellgrau und nach 7 Wochen grünlich hellgrau (00 ig). Der Rand ist 4 mm breit, weiß, fest und wollig. Zonen 0. Der Geruch ist später schimmelig. Die kleinen Perlen verschwinden bald wieder. Die Rückseite ist schwach gelb bis weiß.

Auf Würze-Gelatine ist das Wachstum normal. Am 5. Tage ist die Kultur weißlich bis blaß hell gelblichgrün, am 7. Tage flach wollig, hellgrün bis grau, am 10. Tage 40 mm groß, am 15. Tage hoch wollig, faltig und hell graugrün und nach 4 Wochen grau (04 ig). Der kleine 3 mm breite weiße Rand ist faserig. Die Zonenbildung ist am 6. Tage stark, noch besser auf sehr dünnem Nährboden. Der Geruch ist schwach schimmelig. Die kleinen Perlen hinterlassen bald Löcher. Die Rückseite ist hellorange. Am 15. Tage ist die Gelatine noch fest und nach 4 Wochen flüssig.

Auf Würze-Agar ist nach 8¼ Monaten der Rasen grau mit einem Stich rosa (08 ge etwas dunkler).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker ist das Wachstum gut. Am 3. Tage ist die Kolonie weiß bis gelb, am 6. Tage 22 mm groß und 96 ca, am 10. Tage etwas hoch und grünlich hellgrau (62 ec) und nach 4 Wochen grünlichgrau (96 ge). Die Fruchtbildung ist am 3. Tage deutlich. Zonen sind vorhanden. Der Geruch ist schwach schimmelig, die Rückseite gelblich.

Auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker wächst der Pilz nur mittelmäßig. Am 3. Tage ist die Kolonie hellgrün, am 6. Tage 17 mm groß und 96 ge, am 9. Tage grünlichgrau (00 ge), flach und am Rande gefasert, nach 4 Wochen hellgrau (04 ge). Der Rand ist schwach und seidenartig. Die Fruchtbildung ist am 3. Tage erkennbar. Die Ringe sind zahlreich. Der Geruch ist schwach und die Rückseite gelblich.

Auf Wassergelatine ist das Wachstum kümmerlich. Am 3. Tage besteht eine kleine weiße Kolonie und am 6. Tage sind kleine schmutzigweiße Haufen bemerkbar. Nach 14 Tagen hat die Kultur schmale Ringe, ist kräftig und hellgrau (92 ge). Der Geruch ist schwach und die Gelatine nach 14 Tagen kaum flüssig.

Milchagar ist ein guter Nährboden. Am 6. Tage hat die Kolonie einen hellgrünlichen Anflug, ist weiß, hochwollig und 17 mm groß. Am 10. Tage hat sie einen ganz schwachen hellen gelblichgrauen Schimmer und ist sehr hoch und weiß, am 14. Tage hell gelblichgrau. Der Rand geht in die hohe Kolonie über. Die Fruchtbildung ist am 6. Tage deutlich. Zonen 0. Der Geruch ist eigenartig scharf, später schwach birnenartig. Die Rückseite ist gelblich und die aufgehellte Zone am 12. Tage etwas deutlich.

Auf Milch ist das Wachstum normal. Am 5. Tage zeigt die Kultur einen schwachen graublauen Schimmer, am 8. Tage ist sie schwach hellblau und hat Tröpfchen. Am 12. Tage ist die Pilzdecke hell blaßgrün, am 18. Tage blaßbläulich. Am 8. Tage ist die Milch fast normal, am 18. Tage oben etwas peptonisiert. Der Geruch ist pilzartig und der Geschmack schwach bitter. Der Säuregrad erreicht am 19. Tage 22.

Stark wächst der Pilz auf Labkäse. Am 6. Tage ist die Decke wollig weiß und hell grünlichgrau, am 10. Tage hellgrau, am 17. Tage schwach graugrün mit etwas Sekundärmyzel und nach 4 Wochen dunkelgrün. Der Rand der das Glasgefäß berührenden Decke ist weißlich. Am 10. Tage ist der Käse oben bräunlich weiß, am 17. Tage oben noch nicht ganz flüssig und nach 4 Wochen oben schwach hellbraun.

Auf Sauerkäse ist das Wachstum stark. Die wollig weiße Kolonie hat am 6. Tage z. T. eine helle grünlichgraue Farbe und einen weißen Rand, am 17. Tage ist sie hellgrau und nach vier Wochen hell braungrau. Am 10. Tage ist etwas Abbau zu beobachten, am 17. Tage ist fast die obere Hälfte des Käses flüssig und die untere schmutzig und weich, nach 4 Wochen ist eine hellere trübe Flüssigkeit vorherrschend. Auf dem flachen und wolligen Rasen sind am 6. Tage kleine helle Perlen, die am 10. Tage noch größer werden und später Löcher zurücklassen.

Auf blauer Lackmus-Bouillon-Gelatine ist am 5. Tage eine wollige, weiße bis schwach hellgrüne Decke gewachsen, die die Gelatine 4 mm rot gefärbt hat. Am 12. Tage ist die Decke kaum noch wollig und blaßgrün und die Gelatine 15 mm rot, am 20. Tage 27 mm rot und 2 mm des Farbstoffes reduziert, am 31. Tage ist das ganze Nährmedium blaßrot.

Viele angegriffene Fetttropfchen, aber keine Kristalle, kennzeichnen die Fettspaltung am 5. Tage. Am 12. Tage sind alle Tropfchen angegriffen und nach 6 Wochen ist das Fett zerstört.

Auf Stärkeagar ist die Kolonie am 7. Tage 18 mm groß, wollig, weiß bis hell graugrün und hat einen 2 mm weißen Rand. Am 12. Tage ist sie etwas wollig und 40 mm groß. Der Geruch ist schwach und die Diastase gering.

Auf Filtrierpapier ist am 7. Tage die kleine weiße Kolonie ganz schwach und hellbläulich, der Geruch schwach schimmelig und Zellulase nicht vorhanden.

Auf Würze ist die langsam wachsende Kultur am 15. Tage wollig und hellgrau, der Säuregrad am 21. Tage 14 und am 56. Tage 10.

Auf Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat ist die Kolonie am 5. Tage sehr hoch wollig und hellgelb und 60% der Flüssigkeit mit untergetauchtem Myzel angefüllt, am 7. Tage weiß und hellgrau, am 21. Tage ist eine geschlossene helle, blasse blaugrüne Decke vorhanden, während die mit submersen Myzel angefüllte Flüssigkeit stark gelblich gefärbt ist. Das Kongopapier ist rötlichblau und nach 5 Wochen bläulich.

Sehr gut wächst der Pilz auf Milch mit Essigsäure. Am 9. Tage ist die dichte, wollige Decke hell blaßbläulich, am 12. Tage dunkelgrün und am 30. Tage von Sekundärmyzel überwuchert. Der Abbau ist am 14. Tage deutlich erkennbar.

Auch auf Milch mit Milchsäure ist das Wachstum sehr gut. Die am 5. Tage weiße Decke ist am 10. Tage hell blaugrau und hat einen wolligen weißen Rand. Am 24. Tage hat sich auf der untergesunkenen alten eine schwache, schmutzigweiße neue Decke gebildet.

Milch mit Asparagin ist ebenfalls ein sehr guter Nährboden. Am 5. Tage ist die wollige Kolonie weiß und z. T. sehr hellgrau, am 10. Tage dunkelgrau mit einem schwachen Hauch von rosa. Später gedeiht der Pilz üppig weiter. Ein Abbau ist nach 20 Tagen kaum zu beobachten.

Auf Milch mit Kochsalz wächst dieser Pilz sehr gut. Die am 6. Tage 8 mm breite, hoch wollige Kolonie ist hellblau, und am 12. Tage hat sich die Decke stark verbreitet und ist weiß mit einem bläulichen Anflug. Am 25. Tage ist der Rasen schön dicht, sammetartig und hellblau. Abbau ist etwas vorhanden.

Bei einer Temperatur von $+5^{\circ}\text{C}$ ist die sonst gut gewachsene Kolonie noch weiß, bei $+30^{\circ}\text{C}$ 13 mm groß und z. T. schon schwach hellblau. Das

Optimum liegt bei Zimmertemperatur. Konidien, die man mehrere Tage einer Wärme von $+37^{\circ}\text{C}$ aussetzt, sterben ab.

Die Pflanzenpathogenität ist für frische Äpfel nicht beobachtet und bei Bananen recht gering. Am 12. Tage hat sich auf dem Fruchtfleisch ein schwaches und dünnes Myzel gebildet. Der Geruch ist esterartig.

Charakteristisches siehe unter Gruppe IV (S. 378) und Tabelle I—IV.

Bemerkenswert ist also außerdem für *Penic. 9* noch die Farbe nach 8 Monaten auf Würze-Agar, die als grau bis rosa auffällt, weiter das recht gute Wachstum auf Stärke-Agar.

Penicillium 10

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 17)

Die Konidien sind gewöhnlich länglich und 4 bis 6 μ , manchmal sogar 7,5 μ lang und 3,3 bis 4 μ , auch 6,5 μ , durchschnittlich 3,5 μ breit. Die alten Konidien sind oft auch kugelig, enthalten meist *Vakuolen* und sehen *hellbräunlich* aus. Die zu je drei wachsenden Sterigmen sind 12 bis 17 μ , durchschnittlich 15 μ lang und bisweilen 4 μ breit. Die zu je drei vorkommenden Metulen, die selteneren Äste und der Stiel sind 3,5 bis 4 μ breit. Die Fruchträger erreichen eine Höhe von 260 μ .

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 18)

Auf Nährstoff-Agar ist das Wachstum recht gut. Am 4. Tage ist die Kultur 83 ca, am 6. Tage 22 mm groß und 83 ca, am 10. Tage flach, fest und hell grünlichgrau, am 14. Tage 92 ge, nach 7½ Wochen rosa bis grau (08 ge), und nach 3 Monaten ist die Farbe noch etwas heller. Ein Geruch ist zuerst kaum vorhanden, später riecht die Kultur etwas schimmelig. Die wasserhellen Perlen verschwinden bald. Der Rand ist 4 mm breit, weiß und wollig. Die Rückseite ist weiß.

Auf Raulin-Gelatine-Agar wächst der Pilz schnell. Am 3. Tage besteht eine 4 mm große, weiße Kolonie. Diese ist am 6. Tage gelblich hellgrau (96 ec), am 10. Tage 26 mm groß und wollig, am 14. Tage sehr hell gelblichgrau (00 ge) und nach 7 Wochen hell grünlichgrau (zwischen 04 ig und

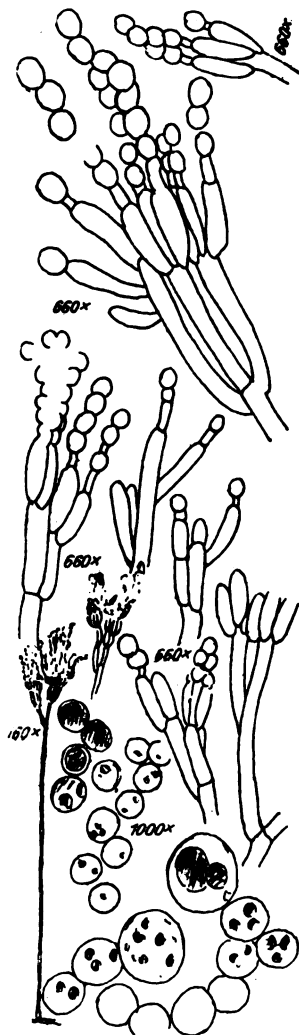


Fig. 17

04 ge). Der Rand ist zuerst 7 mm breit, weiß und fest. Die Fruchtbildung macht sich am 5. Tage bemerkbar. Die Zonen sind später zahlreicher und verschwommen. Der Geruch ist schwach schimmelig und die gebildeten Tropfen nur klein. Die Rückseite ist gelblichweiß bis schwach orange.

Auf Würze-Gelatine ist das Wachstum normal. Am 5. Tage ist die Kolonie weiß bis hell grünlichgrau und faltig, am 7. Tage flach wollig, am 15. Tage hoch wollig, faltig und hell graugrün und nach 4 Wochen hellgrau (04 ge). Der Rand ist 3 mm breit und faserig. Die Zonenbildung ist später reichlich. Der Geruch ist schwach schimmelig. Die Tropfen auf dem Rasen, die teilweise recht groß werden, verschwinden bald wieder. Die Rückseite ist schwach goldgelb bis hellorange. Nach 14 Tagen ist die Gelatine weich und bald flüssig.

Die Farbe des Rasens auf Würze-Agar ist nach 8½ Monaten grau mit einem Ton rosa (31 ge).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker ist das Wachstum gut. Am 3. Tage ist die Kolonie weiß und hat einen braunen Schimmer. Am 6. Tage ist sie 22 mm groß und hellblau (79 ea), am 9. Tage 88 ge, am 10. Tage etwa mittelhoch und nach 4 Wochen hellgrau (96 ge). Der kleine Rand ist weiß und seidenartig. Die Fruchtbildung ist am 3. Tage deutlich. Die Zonen sind zahlreich und der Geruch schimmelig. Die Farbe der Rückseite ist grünlich.

Auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker wächst der Pilz mittelmäßig. Am 3. Tage ist der Rasen weißlich, am 6. Tage schmutzig weiß und 17 mm groß, am 9. Tage hellgrau (00 ec) und flach, nach 4 Wochen hellgrau (08 ge). Der kleine 2 mm breite Rand geht leicht in die Kolonie über. Eine verschwommene Zonenbildung ist bei alten Kulturen zu beobachten. Der Geruch ist käsig. Die kleinen hellen Tröpfchen auf dem Rasen verschwinden bald wieder. Die Rückseite ist nicht charakteristisch.

Auf Wasser-Gelatine ist das Wachstum schlecht. Am 3. Tage sind kleine weiße Häufchen vorhanden, die am 6. Tage schmutzig weiß und am 14. Tage hellgrau aussehen. Der Rand ist klein, die Zonenbildung dünn und der Geruch schwach. Die Fruchtbildung tritt erst nach einer Woche deutlich in Erscheinung. Die Rückseite ist weißlich. Am 14. Tage ist die Gelatine schwach flüssig.

Auf Milchagar wächst der Pilz gut. Am 6. Tage ist die Kultur weiß, sehr hoch wollig und 20 mm groß, am 10. Tage hellgrau und am 14. Tage gelblich, in der Mitte grau. Der Rand ist wenig scharf von der Kolonie getrennt. Der Geruch ist schwach. Zonen 0. Die Rückseite ist schwach rötlich. Die aufgehellte Zone ist schwach.

Auf Milch wächst der Pilz schnell. Am 5. Tage ist die Kultur weiß. Am 8. Tage hat die dicke weiße Decke einen hellblauen Schimmer. Am 12. Tage ist sie hell und sehr blaßgrünlich und am 18. Tage blaßbläulich. Auf der Kultur sind später große weiße Tropfen bemerkenswert. Am 8. Tage ist die Milch noch ziemlich normal, am 18. Tage schwach bräunlich. Der Geschmack ist etwas schlecht, der Geruch stark pilzig. Der Säuregrad beträgt am 19. Tage 26.

Auf Labkäse ist das Wachstum stark. Am 6. Tage ist die Kultur wollig, weiß und wenig hellgrünlich, am 17. Tage schwach graugrün, nach 4 Wochen grünlichgrau. Am 10. Tage ist der Käse oben bräunlichweiß. Am 17. Tage ist

der Abbau langsam fortgeschritten, und nach 4 Wochen ist das Medium schwach hellbraun.

Auch auf Sauerkäse ist ein starkes Wachstum zu beobachten. Alle weiteren Feststellungen stimmen mit dem *Penic. 9* überein.

Auf blauer Lackmus-Bouillon-Gelatine ist am 5. Tage eine wollige, hohe und weiße Decke vorhanden, die 3 mm der Gelatine rot gefärbt hat. Am 12. Tage ist die geschlossene Decke blaßgrünlich und die Rotfärbung 12 mm, am 20. Tage 27 mm vorgedrungen. Am 31. Tage ist bis auf einen geringen Rest fast das ganze Medium blaß- bis bläulichrot.

Die Fettspaltung stimmt mit der von *Penic. 9* überein.

Auf Stärke-Agar erreicht die Kolonie am 7. Tage einen Durchmesser von 18 mm. Am 12. Tage ist die etwas wollige Kultur 34 mm groß. Der Rand ist klein und weiß, der Geruch schwach. Kleine Tropfen kennzeichnen den Rasen. Diastase ist kaum wahrnehmbar.

Auf Filtrierpapier unterscheidet sich *Penic. 10* nicht von *Penic. 9*. Die gleiche Feststellung trifft für die Untersuchungen auf Würze zu.

Mit ganz geringen Abweichungen gleichen sich die Wachstumserscheinungen von *Penic. 9* und *Penic. 10* auf Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat. Nur rollt sich hier die Pilzdecke nach kurzer Zeit zusammen, so daß die Konidien gegen das Medium geschützt sind.

Auf Milch mit Essigsäure wächst der Pilz sehr gut. Die am 9. Tage dichte hellblaue Decke nimmt später nicht in dem Maße wie bei *Penic. 9* zu. Der Abbau der Milch beträgt auch nur 50% von dem bei *Penic. 9*.

Auf Milch mit Milchsäure wächst *Penic. 10* wie *Penic. 9* und bringt außerdem nach 10 Tagen noch einige Tropfen auf dem Rasen hervor.

Auf Milch mit Asparagin gleicht *Penic. 10* dem *Penic. 9*. Das Wachstum ist nur um einen geringen Grad langsamer.

Auf Milch mit Kochsalz wächst *Penic. 10* ähnlich dem *Penic. 9*, nur etwas langsamer.

Das Verhalten bei einer Temperatur von $+5^{\circ}\text{C}$, bei Zimmerwärme und bei 37°C stimmt mit dem von *Penic. 9* überein. Bei $+30^{\circ}\text{C}$ ist das Wachstum etwas gehemmt und die Farbe des Rasens nach 8 Tagen hellgrün.

In bezug auf Pflanzenpathogenität stimmt *Penic. 10* gleichfalls mit *Penic. 9* überein.

Charakterstisches siehe unter Gruppe IV (S. 378) und Tabelle I—IV.

Gruppe V

Penicillium 7

(ähnlich dem *Penic. verrucosum* Dierckx [Biourge])

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 19)

Die jungen, glatten und länglichen Konidien sind meist $3\ \mu$ lang und $2,3$ bis $2,7\ \mu$ breit, während die alten kugeligen Konidien einen Durchmesser von $3\ \mu$ haben. Die Sterigmen sind $6,5$ bis $11\ \mu$, meist $10\ \mu$ lang und $3,3\ \mu$ breit. Die Metulen, gelegentlich zu je drei

vorkommend, sind $3,5\ \mu$, die beiden Zweige bis $4\ \mu$ und der Stiel bis $4,5\ \mu$ breit. Die Länge der Fruchtträger ohne Konidienketten schwankt und beträgt durchschnittlich $180\ \mu$.

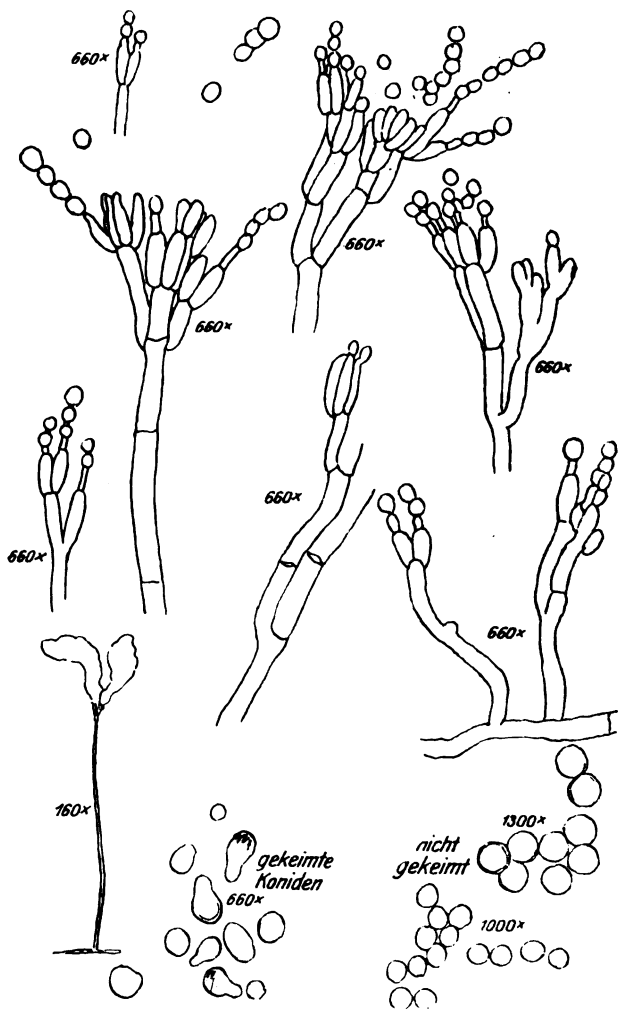


Fig. 19

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 20)

Auf Nährstoff-Agar ist das Wachstum weniger gut und zuerst langsam. Am 4. Tage hat die Kultur die Farbe 71 ic, am 6. Tage ist die Kolonie körnig und 83 pg, nach 14 Tagen 88 li und nach $7\frac{1}{2}$ Wochen blaßgrün, schwach bräunlich (00 li). Der Rand ist weiß und wollig, der Rasen sonst flach wollig und ohne Zonen- und Tropfenbildung. Der Geruch ist schimmelig und die Rückseite der Kolonie grauweiß bis hellgrün und schwach gelblich.

Auf Raulin-Gelatine-Agar wächst die Kultur schnell. Sie ist am 3. Tage 6 mm groß und hellblau, am 6. Tage 24 mm groß und grau, aber etwas blaugrünlich (92 ig bis 83 gc), nach 10 Tagen flach, fester wollig, blaß blaugrün, am 14. Tage blaugrau (79 le), nach 4 Wochen blaß grüngrau und nach 7 Wochen grau (in der Reihe ig, aber fast i). Der Geruch ist stark schimmelig und die Rückseite schwach gelblich bis grünlich.

Würzegelatine läßt normales Wachstum zu. Am 5. Tage ist die Kolonie flach und hellblau, am 7. Tage pulverig und hell blaßblau, am 10. Tage etwas hoch fest, blaß blaugrün und 40 mm groß, nach 4 Wochen grünlichgrau (96 ig, etwas mehr grau). Der Rand ist 2 mm breit und weiß. Die Zonen sind zuerst schwach, später zahlreicher, aber verschwommen. Der Geruch ist schimmelig, champignonartig und die Rückseite schwach bräunlichgrünlich. Die Gelatine ist nach 15 Tagen noch fest, nach 4 Wochen flüssig.

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker wächst der Pilz auch erst langsam, dann gut. Am 6. Tage ist er hellblau (67 ea) und nach 4 Wochen graugrün (79 le). Die Kolonie ist etwas hoch, der Geruch sehr stark schimmelig und die Rückseite gelb bis orange, am Rande blaugrün.

Auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker ist das Wachstum zuerst kümmerlich, später recht gut. Am 6. Tage ist die Kultur hellblau (67 ea) und 5 mm groß, am 10. Tage etwas hoch und nach 4 Wochen graugrün (71 le). Der Geruch ist schimmelig.

Auf Wassergelatine wird die Entwicklung erst später etwas besser. Am 3. Tage ist dünnes flockiges Myzel vorhanden. Am 6. Tage sind graue Ringe zu beobachten. Am 14. Tage ist die Kolonie etwas grau (88 lg) und krustig. Der Rand ist heller grau. Die Fruchtbildung tritt recht spät ein. Die Zonen sind gering und der Geruch stark schimmelig. Die Rückseite ist blaßgrün gefärbt. Die Gelatine ist am 3. Tage noch fest, am 6. Tage schwach flüssig und nach 14 Tagen sehr flüssig.

Auf Milchagar erreicht die Kultur nach 6 Tagen einen Durchmesser von 15 mm und ist flach, fest und blaß hellblau. Am 10. Tage ist der Rasen etwas höher und blaugrün, am 14. Tage bläulich-grüngrau. Der Rand ist nur flach, 1,5 mm breit und weiß. Die Fruchtbildung ist schon am 3. Tage deutlich. Der Geruch ist zuerst birnenartig, später schimmeliger. Nach zwei Wochen sind große Perlen auf dem Rasen sichtbar. Die Rückseite der Petrischalen war etwas dunkel. Die aufgehellte Zone breitet sich später mehr aus.

Auf Milch ist das Wachstum normal. Am 5. Tage ist der Pilz schwach blau, am 8. Tage grünlich und weiß und an der Unterseite, am Rande des Glasgefäßes, gelblich bis orange. Am 18. Tage ist die Kultur dunkelgrün und weiß. Die Milch ist am 8. Tage noch fast normal, am 12. Tage etwas peptonisiert und am 18. Tage der Geruch unangenehm. Der Säuregrad beträgt am 19. Tage 26.

Das Wachstum auf Labkäse ähnelt dem auf Milch. Am 6. Tage ist die Kolonie wollig und weiß bis sehr blaß hellgrün; am 10. Tage flach wollig, sehr blaß blaugrün mit viel weißem Sekundärmyzel und nach 4 Wochen dunkelgrün mit kleinen weißen Klumpen. Am 10. Tage ist kaum ein Abbau zu beobachten, am 17. Tage ist der obere Teil sehr schwach bräunlich, nach 4 Wochen etwas klar und hellbraun.

Auf Sauerkäse ist das Wachstum ebenfalls normal. Am 6. Tage hat sich eine blasse blaugrüne Decke mit etwas hellerem weißen Rand gebildet. Am

10. Tage ist die Kultur etwas wollig, dunkel, blaßgrün mit weißem Sekundärmyzel und kleinen Büscheln, nach 17 Tagen dunkelgrün und nach 4 Wochen schmutzig grüngrau mit kleinen weißen Klumpen. Am 10. Tage ist der Käse schon etwas gelblich und ein langsamer Abbau ersichtlich, nach 4 Wochen besteht der obere Teil des Mediums nur noch aus einer braunen klaren Flüssigkeit. Am 6. Tage sind auf dem Rasen kleine und am 10. Tage große Perlen vorhanden.

Die am 5. Tage von einer flachen, grünen Pilzdecke überzogene blaue Lackmus-Bouillon-Gelatine ist zu dieser Zeit oben 5 mm rot gefärbt. Am 12. Tage ist die geschlossene Decke fest und dunkel blaßgrün, die Rotfärbung bis zu 16 mm und am 20. Tage bis zu 26 mm vorgedrungen. Am 31. Tage ist die gesamte Gelatine rot.

Die Fettspaltung ist am 5. Tage offensichtlich. Wenn auch keine Kristalle vorhanden sind, so ist doch ein großer Teil der Fetttropfen verschwunden. Am 10. Tage sind alle Tropfen bis auf einen Rest von 10% angegriffen. Nach 6 Wochen ist alles Fett zerstört.

Auf Stärke-Agar ist die Kolonie am 7. Tage 15 mm groß, dünn, flach und hell blaßgrün, am 10. Tage 26 mm und krustig. Der dünne 1 mm kleine weiße Rand fällt wenig auf. Der Geruch ist schwach schimmelig. Die Diastase wird am 12. Tage durch eine 1 mm breite aufgehellte Zone nur undeutlich angezeigt.

Auf Filtrierpapier besteht am 5. Tage eine kleine und blaßgrüne Kolonie. Der Rand ist 0,5 mm breit, der Geruch schimmelig und Zellulase kaum vorhanden.

Auf Würze ist am 15. Tage die kleine Decke dunkel blaßgrün, etwas bräunlich und hat einige Perlen. Am 21. Tage wird ein Säuregrad von 21 und am 56. Tage von 94 erreicht.

Die Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat ist am 5. Tage zur Hälfte mit untergetauchtem Myzel angefüllt, oben schwimmt eine kleine weiße Kolonie. Am 7. Tage ist oben kaum, aber bei dem submersen Myzel eine starke Zunahme festzustellen. Am 21. Tage ist an der Oberfläche die kleine Kolonie schön hellfrischgrün gefärbt, nach 5 Wochen ist der Rasen hellbraungrün, die Flüssigkeit schwach gelblich und voll Myzel, das Kongopapier noch rot.

Auf Milch mit Essigsäure ist das Wachstum gut. Am 9. Tage ist die Kultur noch schwach und am Glase grüngelb, am 14. Tage weiß und blaß blaugrünlich und später die Decke üppig. Erst nach 14 Tagen ist etwas Abbau wahrzunehmen.

Auf Milch mit Milchsäure ist das Wachstum sehr gut. Am 5. Tage hat sich schon eine ganze weiße Decke entwickelt, die am 10. Tage blaß-blaugrün ist und bis zum 24. Tage auf der alten eine neue hellblaue Decke hervor gebracht hat.

Auf Milch mit Asparagin wächst der Pilz langsamer. Am 10. Tage ist erst eine schwache, dünne, schmutzig-weiße Decke vorhanden, die am 18. Tage etwas zugenommen hat. Ein Abbau ist kaum zu beobachten.

Mäßig und langsam ist das Wachstum auf Milch mit Kochsalz. Am 6. Tage ist die kleine Kultur etwas hellblau, am 12. Tage krustig und dunkelgrün, fast ohne Myzel, und am 25. Tage schwimmen oben einige Konidieninseln.

Das Temperatur optimum liegt etwas unter Zimmertemperatur. Bei $+ 5^{\circ} \text{C}$ ist das Wachstum wohl gehemmt, aber noch gut. Am 16. Tage ist die Kolonie auf Nährstoff-Agar hellblau. Bei $+ 30^{\circ} \text{C}$ wächst und altert der Pilz

sind bisweilen kugelig und bis zu $4\ \mu$ groß. Die Länge der bis zu je drei vorkommenden Sterigmen schwankt zwischen 9 und $14\ \mu$ und beträgt gewöhnlich $12\ \mu$, ihre Breite 2,5 bis $3,5\ \mu$, häufig $3,2\ \mu$. Die bis zu je 4 wachsenden Metulen und die Äste sind $3\ \mu$ und der Stiel $3,5\ \mu$ breit. Die Fruchträger ohne Konidienketten erreichen eine Höhe bis zu $380\ \mu$.

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 22)

Auf Nährstoff-Agar ist das Wachstum schnell. Am 4. Tage ist die Kolonie in der Mitte 75 ic, dann 88 ec, graugrün, am 6. Tage graugrün (88 gc) und 20 mm groß, am 10. Tage fest, wollig und etwas hoch, am 14. Tage 96 lg und nach $7\frac{1}{2}$ Wochen grau, schwach bräunlichgrün (04 lg). Der Rand ist 3 mm breit und fest, wollig und hoch. Am 15. Tage sind 7 Zonen vorhanden. Der Geruch ist muffig. Die auftretenden großen hellbraunen Tropfen verschwinden später und lassen Löcher zurück. Die Rückseite ist gelblich-weiß und zeigt Ringe.

Auf Raulin-Gelatine-Agar wächst der Pilz schnell. Am 3. Tage ist die Kultur weiß, am 4. Tage die Fruchtbildung deutlicher. Am 6. Tage ist die Kolonie 26 mm groß und hell grünlichblau (83 gc), am 14. Tage hell blaugrau (92 ig), nach 4 Wochen dunkel blaßgrau und nach 7 Wochen dunkelgrau (08 li). Später lassen sich verschwommene Zonen beobachten. Der Geruch ist stark schimmelig. An Stelle der kleinen Tropfen bleiben später Löcher zurück. Die Rückseite ist gelb.

Normal ist das Wachstum auf Würze-Gelatine. Am 5. Tage ist die Kolonie flach und hellblau, am 7. Tage heller blaß-blaugrün, am 10. Tage 43 mm groß, etwas hoch und fest, am 15. Tage blaß blaugrün und nach 4 Wochen etwas dunkelgrau (04 ig). Der zuerst 2 mm kleine Rand verschwindet bald. Die Zonenbildung ist am 6. Tage deutlich und wird später verschwommen. Der penetrante Geruch ist naphthaartig. Die Rückseite ist schmutzig-grünlich. Am 7. Tage ist die Gelatine noch fest, am 10. Tage weich und am 15. Tage ganz klar, nach 4 Wochen sehr flüssig.

Auf Würze-Agar ist das Aussehen nach $8\frac{1}{2}$ Monaten bräunlichgrau, 08 ge (etwas dunkler).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker ist das Wachstum noch gut. Am 3. Tage ist die Kultur hellblau, am 6. Tage blaß-hellgrün (83 gc), am 9. Tage 20 mm groß, etwas hoch und grüngrau (88 ec), und nach 4 Wochen graugrün (96 ig). Der Rand ist ganz außen seidenartig, dann 3 mm breit und hell. Die Fruchtbildung ist am 3. Tage deutlich. Die Zonen sind zuerst schwach, später sehr deutlich. Der Geruch ist schwach schimmelig. Die Rückseite des Mediums läßt die Ringe durchscheinen.

Auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker ist nur ein mittleres Wachstum vorhanden. Am 3. Tage ist die Kolonie hellblau, am 6. Tage 17,5 mm groß und 79 le (in der Mitte dunkler), am 10. Tage flach und blaß blaugrün, am 14. Tage schmutzig grün (96 ni) und nach 4 Wochen grau (00 li). Der Rand ist klein, die Zonen später sehr zahlreich, der Geruch käsig und nach 2 Wochen stark schimmelig. Die Rückseite zeigt grünliche Ringe.

Wassergelatine ist hier ein wenig günstiges Nährmedium. Am 5. Tage sind kleine weiße Kolonien und am 6. Tage schwache graue Haufen zu beobachten. Nach 14 Tagen ist die Farbe (92 ge) hell grünlichgrau und die Form krustig mit schwachen Ringen. Fruchtbildung ist erst nach einer Woche deutlicher; Zonen sind reichlich. Der Geruch ist schimmelig und die Gelatine nach 14 Tagen noch fest.

Auf Milchagar wächst der Pilz gut. Am 6. Tage ist er 22 mm groß, hoch, fest und weiß bis hellblau und grün, am 14. Tage graublau. Der Rand ist 2,5 mm breit, fest und weiß, dann folgt ein hellblauer Ring. Die Zonen sind sehr breit. Von der Mitte nach außen strahlen sternförmig Falten aus. Der Geruch ist stark schimmelig. Die großen Tropfen lassen nach Wochen nur Löcher zurück. Die Rückseite ist schwach weiß mit einem Stich rosa. Am 10. Tage ist die aufgehellte Zone schwach, am 14. Tage 3 mm breit.

Recht schnell ist das Wachstum auf Milch. Am 5. Tage hat die Kultur weißes Myzel, am 8. Tage ist sie grün und zeigt einen weißen Überzug. Dabei ist der untere Rand am Glasgefäß gelblichgrün. Am 18. Tage ist die Pilzdecke dunkel blaßgrün und unten gelblich bis schwach bräunlichgrün. Am 8. Tage ist die Milch noch fast normal, am 11. Tage schon koaguliert und am 18. Tage oben peptonisiert, während der untere Teil schwach bräunlichweiß aussieht. Der Geschmack ist bitter und der Geruch pilzartig. Der Säuregehalt beträgt am 11. Tage 51 und am 19. Tage 65.

Auf Labkäse ist das Wachstum stark. Der Rasen ist am 6. Tage etwas wollig und blaß bläulichgrün, der untere Rand am Glase gelblichgrün. Am 17. Tage ist der Pilz oben dunkelgrün und hat wenig Sekundärmyzel, nach vier Wochen ist der Rasen dunkelgrün mit einem an der Unterseite sichtbaren orangefarbenen Rand. Am 6. Tage sind auf der Decke kleine Tropfen zu beobachten. Nach 4 Wochen ist der Käse oben schwach hellbraun.

Auf Sauerkäse wächst der Pilz normal. Die Kolonie ist am 6. Tage etwas wollig, blaß bläulichgrün (etwas dunkler) und hat einen kleinen weißen Rand. Am 10. Tage sind etwas Sekundärmyzel und kleine Häufchen zu beobachten, nach 4 Wochen ist die Decke schmutzig grüngrau mit kleinen Myzelbällen. Am 10. Tage ist der Käse noch fast normal und nach 4 Wochen nicht ganz reinweiß und gelblich. Am 6. Tage sind die Tropfen auf dem Rasen klein, am 10. Tage größer.

Am 6. Tage sind 6 mm des oberen Teiles der blauen Lackmus-Bouillon-Gelatine rot und die Pilzdecke flach und grün. Am 12. Tage sind 20 mm der Gelatine rot gefärbt, der Rasen ist dunkel blaßgrün. Am 20. Tage sind 37 mm rot und 4 mm des Farbstoffes reduziert. Nach 31 Tagen ist das ganze Nährmedium blaßrot und auf der Kultur ein weißes Sekundärmyzel.

Die Fettspaltung ist am 5. Tage schon durch Kristalle und zerstörte Fetttropfen erkennbar. Am 12. Tage sind 60% des Fettes in Kristalle umgewandelt, die zu Haufen zusammenliegen. Nur 10% des Fettes sind wenig angegriffen. Nach 6 Wochen lassen sich neben den kleinen Kristallen auch einige schmale, lange Kristallnadeln feststellen.

Auf Stärke-Agar ist die Kultur nur dünn und flach und am 7. Tage 18 mm groß und blaßgrün. Am 12. Tage beträgt der Durchmesser 26 mm. Die Kolonie ist fest und krustig. Der Rand und die Perlen sind klein, der Geruch ist stark schimmelig und die Diastase gering.

Auf Filtrierpapier besteht am 7. Tage eine kleine weiße und blaßgrüne Kolonie. Ihr Geruch ist penetrant schimmelig. Zellulase ist wenig feststellbar.

Auf Würze ist die schnell Konidien bildende Decke am 15. Tage dunkel blaßgrün, gering bräunlich und hat einige kleine Tropfen. Der Säuregrad erreicht am 21. Tage 25, geht dann zurück und beträgt am 56. Tage 16.

Die Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat ist bis zu 50% am 5. Tage mit submersen Myzel angefüllt. An der Oberfläche hat sich eine hohe wollige, weiße Kolonie gebildet, die am 7. Tage heller blaßgrün und am 21. Tage hellbräunlich-grünlich ist. Die Flüssigkeit mit dem untergetauchten Myzel nimmt eine schwach gelbbraunliche Farbe an. Das Kongopapier ist am 21. Tage rötlichblau, nach 5 Wochen bläulich.

Auf Milch mit Essigsäure ist das Wachstum sehr gut. Am 9. Tage ist der Rasen etwas blaugrün und am Glasrand grüngelb, am 14. Tage dicht blaugrün und später üppig. Abbau ist etwas vorhanden.

Auch auf Milch mit Milchsäure ist am 5. Tage schon eine vollständige blasse hellblaue Decke gebildet. Sie ist am 10. Tage blaß blaugrün und hat viele Perlen. Nach 24 Tagen ist die Farbe blaugrau. Die Milch nimmt beim Abbau eine auffallende rötliche Färbung an.

Auf Milch mit Asparagin ist das Wachstum ebenfalls sehr gut. Am 5. Tage ist die Kultur wollig und weiß bis blaugrün, am 10. Tage dunkler und faltig, später noch besser. Etwas Abbau ist zu beobachten.

Sehr langsam wächst der Pilz auf Milch mit Kochsalz. Die Kolonie ist am 6. Tage 5 mm groß, wollig und weiß und am 12. Tage dunkel grünblau. Am 25. Tage haben sich Myzel und einige Konidien zu blaugrünen Klumpen zusammengeballt.

Bei einer Temperatur von $+5^{\circ}\text{C}$ wächst der Pilz noch gut. Am 8. Tage ist seine Kolonie in der Mitte hellgrün und am 10. Tage schön hellblau. Das Optimum liegt bei Zimmertemperatur. Bei $+30^{\circ}\text{C}$ ist die Kultur am 6. Tage blaugrün mit weißem Rand und am 8. Tage grau. Ein Aufenthalt von mehreren Tagen bei $+37^{\circ}\text{C}$ wirkt abtötend.

Auf frischen Äpfeln wächst der Pilz nicht. Auf Bananen bildet er eine dichte blaue, blaßgrüne und z. T. weißliche Decke, die am 8. Tage 14 mm groß ist und am 12. Tage das Fruchtfleisch braun färbt und faulig macht.

Charakteristisches siehe unter Gruppe V (S. 378) und in Tabelle I—IV.

Besonders bemerkenswert ist also außerdem eine deutliche Zonenbildung auf Wassergelatine, das sternförmige und faltige Wachstum auf Milchagar und die Koagulation der Milch am 11. Tage.

Penicillium 5

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 23)

Die kugeligen und glatten Konidien sind 2,7 bis 3,5 μ durchschnittlich 3 μ groß. Die Länge der bis zu je vier vorkommenden Sterigmen beträgt 7 bis 14 μ , im Durchschnitt 8 μ , und die Breite

2,5 bis 2,7 μ . Die Dicke der verschieden langen Metulen schwankt zwischen 2,2 und 3,1 μ . Der 3 bis 3,8 μ breite Stiel zweigt sich in zwei 2,5 bis 3,5 μ breite Zweige. Der ganze Fruchtträger erreicht einschließlich der Konidienketten eine Höhe bis 420 μ und auch mehr.

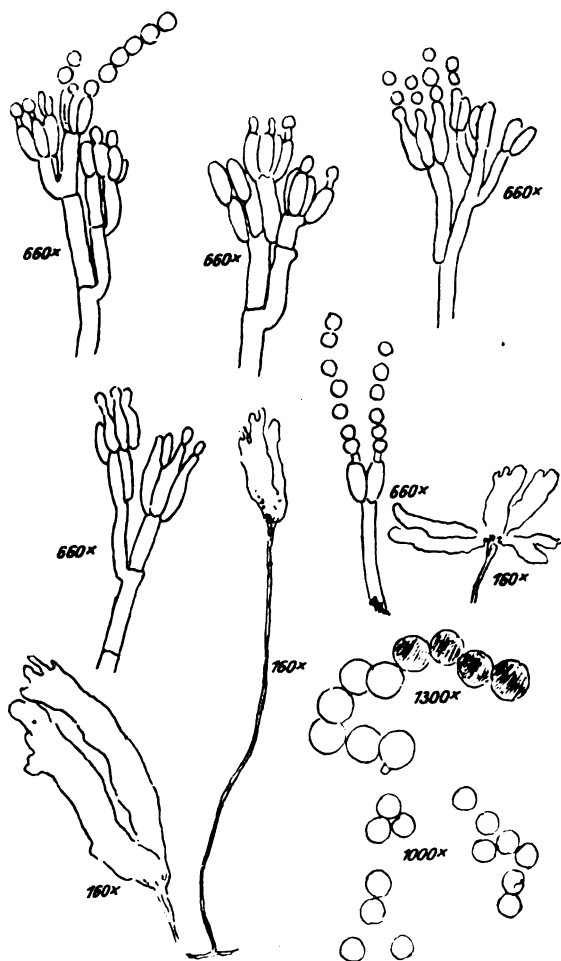


Fig. 23

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 24)

Schnell wächst das *Penicillium* auf Nährstoff-Agar. Am 3. Tage ist Fruchtbildung schon deutlich. Am 4. Tage ist das Aussehen der Kolonie ga., am 6. Tage 75 ne, außerdem ist sie 22 mm groß. Am 10. Tage ist die altur blaß grünblau und in der Mitte flach und fest, am 14. Tage 83 ng und ch 7½ Wochen hellbräunlich grau (08 li, aber heller). Der Rand ist am

6. Tage wollig, 4,5 mm breit und weiß. Die Zonenbildung tritt erst später und nur verschwommen auf. Der Geruch ist schwach. Große wasserhelle Tropfen auf dem Rasen sind recht charakteristisch. Die Rückseite ist schwach hellgelb gefärbt.

Auf Raulin-Gelatine-Agar ist das Wachstum ebenfalls schnell. Am 3. Tage ist die Kolonie weiß, zeigt schon etwas Fruchtbildung und ist 7 mm groß, am 9. Tage hell grüngrau (92 ig) oder grüner, 26 mm groß und flach wollig, nach 4 Wochen dunkel grünlichgrau. Der Rand ist entweder normal kreisrund oder ausgebuchtet. Die zuerst verschwommenen Zonen werden später deutlicher. Ein Geruch ist kaum vorhanden. Flüssigkeitstropfen werden von manchen Kolonien ausgepreßt, von manchen nicht. Die Rückseite ist schwach weißlich-gelblich.

Auf Würze-Gelatine ist das Wachstum normal. Am 5. Tage sieht die Kultur flach pulvrig und sehr hellblau aus, am 7. Tage hell blaßblau-grünlich, am 10. Tage etwas hoch, fest, faltig. Am 15. Tage fester und grün bis etwas grau und nach 4 Wochen dunkel grünlichgrau (96 li). Auf sehr flachem Nährboden ist Zonenbildung, die später zunimmt, aber verschwommen bleibt, sichtbar. Der Geruch ist schwach. Die ausgepreßten kleinen Perlen sind später wieder verschwunden. Die Farbe der Rückseite ist stets durch das Nährmedium beeinflußt und schmutzig gelblichgrün. Die Gelatine ist am 5. Tage noch fest, am 10. Tage schon etwas weich, am 15. Tage aufgelöst und nach 4 Wochen sehr flüssig.

Auf Würze-Agar ist der Pilz nach 8½ Monaten bräunlichgrau (13 li, aber heller).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker ist das Wachstum gut. Am 3. Tage zeigt die Kolonie einen schwach hellblauen Anflug. Am 6. Tage ist sie blaßgrün (71 le) und 21 mm groß, nach 4 Wochen blaß blaugrün (92 lg). Der zuerst kleine, 2 mm breite, seidenartige Rand ist weiß. Fünf Ringe sind deutlich erkennbar. Der Geruch ist stark käsig und die Rückseite grünlich. Später ist alles etwas krustig.

Mäßig wächst das *Penicillium* auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker. Am 3. Tage ist die Kultur weiß bis grüngrau, am 6. Tage grüngrau (79 le) und 14 mm groß, am 10. Tage flach und grün, am 14. Tage 83 le, nach 4 Wochen grau, schwach grün mit bräunlichem Schimmer (i bis 96 li) und hat nach 6 Wochen ganz dunkelgraue Ringe. Neun Ringe sind schon nach 2 Wochen sichtbar. Der Geruch ist käsig. Die Tropfen auf dem Rasen sind klein. Die Rückseite der Kultur ist gelb, wobei die Farbe des Mediums mit berücksichtigt werden muß.

Auf Wassergelatine ist das Wachstum zuerst langsam und später noch schlechter. Am 3. Tage besteht ein dünnes, flockiges Myzel, am 6. Tage sind kleine dünne Ringe vorhanden, die am 14. Tage grau sind. Die vielen dünnen Zonen fallen auf. Der Geruch ist schwach und die Rückseite nicht typisch. Die Gelatine ist am 3. Tage noch fest, am 6. Tage schwach und am 14. Tage stark flüssig.

Auf Milchagar ist das Wachstum gut und die Kolonie am 6. Tage 22 mm groß. Die Kultur wird hoch und fest, hat kaum Geruch, preßt große Perlen aus und bildet nach 10 Tagen eine kleine aufgehellte Zone. Die Farbe der Rückseite ist gelborange.

Auf Milch wächst das *Penicillium* schnell. Am 5. Tage besteht weißes Myzel, am 8. Tage ist die Decke in der Mitte grün und am Rand grüngelb bis orange, am 12. Tage tiefgrün und am Glase eigelb. Am 18. Tage ist die Decke oben dunkelgrün mit Perlen, unten gelblichgrün. Die Milch ist am 8. Tage etwas schleimig und am 18. Tage schwach bräunlichweiß. Der Geschmack ist etwas schlecht und der Geruch käsig. Am 19. Tage hat die Milch den hohen Säuregrad von 53.

Stark ist das Wachstum auf Labkäse. Am 6. Tage ist die Decke blaß bläulichgrün und am Glasgefäßrand gelb bis orange, am 10. Tage flach wollig, blaß blaugrün mit sekundärem Myzel. Am 17. Tage dunkelgrün und nach vier Wochen dunkelgrün mit kleinen, hellen Klumpen. Die am 6. Tage sichtbaren kleinen Tropfen auf dem Rasen sind am 10. Tage größer. Der untere Rand der Pilzdecke ist später gelblich bis grünlich. Der Abbau des Mediums ist am 10. Tage schon erkenntlich. Am 17. Tage sind noch nicht mehr als 5 cm von oben flüssig, der Rest schwach bräunlichweiß und nach 4 Wochen etwas hellbraun.

Auf Sauerkäse ist das Wachstum normal. Am 6. Tage besteht eine flach wollige, blaß bläulichgrüne Kolonie mit kleinem, weißem Rand. Am 17. Tage ist die Kultur dunkelgrün und nach 4 Wochen schmutzig grüngrau mit schmutzigweißen, klumpenartigen Ballen. Am 10. Tage ist der Käse fast normal, am 17. Tage ein nur langsamer Abbau zu beobachten, nämlich am Rande schwach bräunlich und flüssig, sonst aber nur weich und schwach bräunlichweiß. Nach 4 Wochen hat die Zersetzung erheblich zugenommen. Der Käse ist stark bräunlich und grauweiß.

Auf blauer Lackmus-Bouillon-Gelatine ist bis zum 6. Tage schon eine flache, grüne Decke entstanden. Die Rotfärbung beträgt bis zu dieser Zeit 6 mm. Am 12. Tage ist die Decke krustig und dunkelgrün und die saure Reaktion 22 mm vorgedrungen. Nach 20 Tagen sind 35 mm rot und 4 mm des oberen Farbstoffes reduziert. Nach 31 Tagen ist die ganze Gelatine blaßrot.

Die Fettspaltung des Milchfettes geht sehr schnell vor sich. Schon am 5. Tage wimmelt es von vielen kleinen Kristallen (s. Bild Nr. 18, S. 20 im Original). Am 12. Tage sind die Hyphen auffallend mit Fett angefüllt, 50% aller Tropfen sind zerstört und die Spaltungsprodukte auskristallisiert. Nur etwa 30% des Fettes ist wenig angegriffen. Nach 6 Wochen ist das Fett fast vollständig aufgelöst, und es sind nur noch einzelne Kristalle zu beobachten.

Auf Stärkeagar ist die dünne, flache, feste, hellgrüne Kolonie am 7. Tage erst 17 mm und am 12. Tage flach, krustig und 32 mm groß. Der Rand ist 2 mm breit, weiß und dünn. Die Zonenbildung und der Geruch sind schwach. Kleine Tropfen sind auch hier bemerkbar. Die aufgehellte, die Diastase anzeigende Zone ist nach 12 Tagen erst 2 mm breit.

Auf Filtrierpapier ist am 7. Tage die kümmerliche, flach wollige Kolonie blaugrün und der Rand 1 mm breit. Der Geruch ist schwach, die Tropfenbildung noch sichtbar und die Zellulase wenig festzustellen.

Auf Würze entsteht langsam eine Decke mit vielen Konidien, die am 15. Tage dem Rasen ein dunkelgrünes, z. T. bräunliches Aussehen geben. Außerdem sind Perlen und kleine Büschel zu erkennen. Der Säuregrad ist, wie zu erwarten war, hoch und beträgt am 21. Tage 66 und am 56. Tage 100.

Eigenartig ist das Wachstum auf Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat. Am 5. Tage ist 50% der Flüssigkeit von submersem Myzel ausgefüllt und die oben sich bildende Decke etwas wollig und weiß, am 7. Tage blaugrün, am 17. Tage die Flüssigkeit kaum gelblich und voll von Myzel, am 21. Tage heller und auch dunkler blaugrün, während das Kongopapier von hellrot in blaßrot übergegangen ist. Nach 5 Wochen ist die Kultur gelblichweiß mit wenig dunklen, blaßgrünen Stellen, die Flüssigkeit selbst gelb und das Kongopapier rotblau.

Auf Milch mit Essigsäure ist ein langsames Wachstum festgestellt. Am 9. Tage ist die Kultur noch sehr schwach und am Glasgefäßrand etwas grüngelb. Am 14. Tage ist die beginnende Decke weiß und wenig blaugrün. Der Unterschied im Wachstum auf normaler Milch und auf diesem Medium ist unkenntlich.

Erst langsam, dann sehr gut ist die Entwicklung auf Milch mit Milchsäure. Am 5. Tage ist die Kolonie weiß und etwas schwach blau, am 10. Tage dunkel blaugrün mit vielen Perlen, und am 24. Tage hat sich bereits weißes Sekundärmyzel gebildet.

Auf Milch mit Asparagin wächst das *Penicillium* ausgezeichnet. Am 5. Tage ist der Rasen weiß und flach. Am 10. Tage ist eine dicke, faltige weiße Decke vorhanden. Die Kultur entwickelt sich auch weiter günstig, während der Abbau des Mediums schwach bleibt.

Milch mit Kochsalz ist für das Wachstum wenig geeignet. Am 12. Tage ist eine kleine, wollige, weiße und auch dunkelgrüne Kolonie vorhanden. Nach 25 Tagen ist die dünne Decke weiß, z. T. bläulich mit einigen kleinen Häufchen. Abbau fehlt.

Noch gut ist das Wachstum bei einer Temperatur von $+5^{\circ}\text{C}$. dabei ist die Farbe des Rasens etwas heller. Schnell wächst der Pilz bei Zimmertemperatur; hier ist er nach 18 Tagen blaß grünblau und in der Mitte flach und fest. Bei $+30^{\circ}\text{C}$ ist die Entwicklung schon etwas langsamer. Längere Einwirkung von $+37^{\circ}\text{C}$ tötet alles ab.

Wenn auch auf frischen Äpfeln das *Penicillium* sich nicht entwickelt, so scheint seine Pflanzenpathogenität doch nicht ganz unbedeutend zu sein. Auf Bananen ist die Kolonie am 8. Tage dicht, grün, schimmelig und am 12. Tage das Fruchtfleisch schon braun und faulig.

Charakteristisches siehe unter Gruppe V (S. 378) und in Tabelle I—IV.

Besonders bemerkenswert ist also außerdem eine umfangreiche Zonenbildung auf Wassergelatine, ein recht gutes Wachstum auf Stärkeagar und eine gelblichweiße Färbung der Kultur nach 5 Wochen auf Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat.

Penicillium 6

(dem *Penic. flavo-glaucum* von BOURGE etwas ähnlich)

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 25)

Die jungen Konidien sind meist länglich und klein, die alten mehr kugelig, stets glatt, mit einem Durchmesser von 3 bis 5 μ , im

Durchschnitt $3,7 \mu$. Die Sterigmen wachsen zu je drei und ihre Länge schwankt zwischen 8 und 11μ , während die Breite häufig 3μ beträgt. Die Metulen kommen bis zu je drei vor und sind ge-

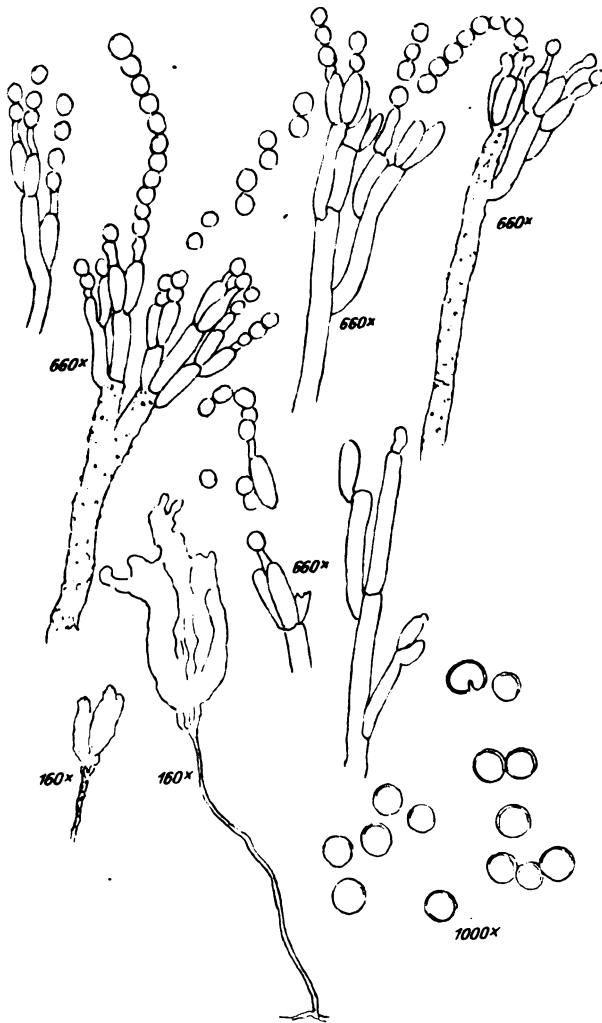


Fig. 25

wöhnlich 3μ breit. Der Stiel ist *glatt oder rauh*, ersteres meist im jugendlichen Alter. Er ist 4 bis 5μ breit und verzweigt sich nicht immer oder aber in zwei $3,5 \mu$ breite, mitunter auch durch Ausscheidungen rauh gewordene Zweige. Der Fruchträger besitzt eine durchschnittliche Höhe von 240μ ohne Konidien.

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 26)

Die am 6. Tage 23 mm große Kolonie zeigt ein schnelles Wachstum auf Nährstoff-Agar. Am 4. Tage ist die Farbe nach OSTWALD 88 ie und am 6. Tage 88 gc. Am 10. Tage ist die Kultur in der Mitte fest und die Farbe blaß-blaugrün, am 14. Tage 96 ni und nach 7½ Monaten grau bis schwach bräunlich mit grünlichem Stich (00 ie, schwach dunkler). Die Fruchtbildung ist am dritten Tage schon deutlich. Während am 6. Tage kaum Zonen vorhanden sind, lassen sich am 15. Tage gut neun Ringe unterscheiden. Der Geruch ist stark muffig und auf dem Rasen befinden sich zahlreiche hellbraune Tropfen. Die Rückseite ist bräunlich. Der Rand ist bei manchen Kulturen nach 2 Wochen merkwürdig ausgebuchtet.

Auf Raulin-Gelatine-Agar wächst dies *Penicillium* sehr schnell. Am 3. Tage ist die Kolonie 9 mm groß und weiß, am 6. Tage 30 mm groß und dunkelgrün (88 ig), wobei in der Mitte die Farbe etwas tiefer ist, am 10. Tage flach wollig, am 14. Tage hell blaugrau (96 ig), nach 4 Wochen dunkel blaß-grau und nach 7½ Wochen dunkelgrau mit schwach rötlichem Schimmer (04 li). Der Rand ist bei einigen Kulturen rund, bei anderen ausgebuchtet. Die Fruchtbildung ist am 4. Tage deutlich. Bei alten Kolonien sind die zuerst verschwommenen Zonen markanter. Ein stark schimmeliger, penetranter, benzolartiger Geruch ist außerordentlich charakteristisch. Tropfen werden nur manchmal ausgeschieden. Die Rückseite entspricht dem Medium und ist hellgrünlich.

Auf Würze-Gelatine ist das Wachstum normal. Am 5. Tage ist der Rasen hellblau und flach, am 7. Tage fester, pulvrig und hell blaßblau, am 10. Tage etwas höher und grünlicher, am 15. Tage sehr blaßgrün und etwas grau, nach 4 Wochen grünlich bis grau (00 ig). Der kleine, 2 mm breite, weiße Rand verschwindet später. Die Zonen sind nur verschwommen. Der Geruch ist penetrant und naphthaartig. Die Rückseite ist schmutziggrünlich gefärbt. Am 7. Tage ist die Gelatine noch fest, am 10. Tage etwas flüssig und nach vier Wochen sehr flüssig.

Auf Würze-Agar ist die Kolonie nach 4 Tagen flach und dünn und hat einen grünlichen Schimmer. Am 7. Tage sind zwölf helle, blaugrüne Zonen bemerkbar. Nach 8¾ Monaten ist der Rasen grau mit bräunlichem Schimmer (08 ig), dabei aber etwas mehlig weiß und schmutziggrau bis schwarz.

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker ist das Wachstum zuerst langsam, dann besser. Am 3. Tage ist die Kolonie hell blaugrün, am 6. Tage 21 mm groß und blaß hellgrün (85 gc), am 9. Tage (88 gc) blaß grüngrau und nach 4 Wochen heller blaßgrün (96 ig). Der Rand ist 2 mm breit, seidenartig und weiß. Die Zonenbildung tritt erst nach 9 Tagen deutlicher in Erscheinung. Der Geruch ist penetrant schimmelig und petroleumähnlich. Die Rückseite ist gelblichgrün.

Noch leidlich ist das Wachstum auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker. Am 3. Tage ist die Kultur hellblau und blaßgrün, am 6. Tage 16 mm groß und blaß hellgrün (83 gc), am 9. Tage ganz flach und dünn, grünlichgrau (96 ig) und nach 4 Wochen bräunlichgrau (08 ig). Der 1 mm breite Rand ist seidenartig. Später sind schöne einzelne Ringe zu beobachten. Der Geruch ist käsig und die Rückseite grünlich.

Wassergelatine ist als Nährboden wenig geeignet. Am 3. Tage ist die Kolonie flach und blau, am 6. Tage sind die kleinen blaugrünen Haufen noch kaum verändert. Schließlich sind sie am 14. Tage grau. Die Rückseite ist hellgrün gefärbt. Am 3. Tage ist die Gelatine noch fest, am 6. Tage etwas und am 14. Tage schwach flüssig.

Auf **Milchagar** ist das Wachstum gut. Am 6. Tage hat die Kolonie einen Durchmesser von 23 mm erreicht. Die Farbe ist dabei graugrün und das Aussehen etwas wollig und fest. Nach 14 Tagen ist die Kultur heller blaugrau. Der weiße Rand breitet sich außerordentlich aus, wird hoch, fest, 4,5 mm groß und zeigt später einen besonderen Ring mit Fruchtbildung. Zonen sind z. T. recht verschwommen vorhanden. Der Geruch ist fast betäubend, sehr stark schimmelig und benzolartig. Große dichte Tropfen liegen auf dem Rasen. Die Rückseite ist nicht typisch. Nach 12 Tagen ist ein Kaseinabbau noch nicht durch eine aufgehellte Zone erkennbar.

Noch schneller ist das Wachstum auf **Milch**. Am 5. Tage hat die Decke einen blauen Schimmer, am 8. Tage ist sie sehr hoch und dick und in der Mitte etwas flacher, am 12. Tage blaß blaugrün mit sekundärem Myzel und weißlichgelber Unterseite am Rande des Glasgefäßes. Am 18. Tage ist die Kultur tief dunkelgrün. Auffallend ist die Koagulation der Milch am 11. Tage. Erst nach dem Dickwerden nimmt die Peptonisierung überhand, bis schließlich am 18. Tage alles abgebaut ist. Der Geschmack der Milch ist am 19. Tage bitter und der Geruch pilzig. Am 11. Tage, am Tage der Koagulation, beträgt der Säuregrad 59 und am 19. Tage 61.

Auf **Labkäse** ist das Wachstum auch stark. Am 6. Tage ist die Kultur flach wollig, blaß bläulichgrün und am Rand des Glasgefäßes gelblichgrün gefärbt. Am 10. Tage ist etwas Sekundärmyzel vorhanden, und nach vier Wochen ist die Decke dunkelgrün. Der Abbau geschieht langsam. Am 10. Tage ist das Medium oben schwach bräunlichweiß, am 17. Tage hat die Zerstörung nur wenig zugenommen, und nach 4 Wochen ist der Käse oben schwach hellbraun.

Auf **Sauerkäse** wächst der Pilz stark. Am 6. Tage ist der Rasen etwas wollig, pulvrig und blaß bläulichgrün, am 10. Tage dunkel blaßgrün mit Sekundärmyzel, am 17. Tage dunkelgrün und nach 4 Wochen schmutzig grüngrau mit kleinen weißen Myzelballen. Der Abbau des Käses ist am 10. Tage kaum wahrzunehmen, am 17. Tage deutlicher und zwar oben am Rande schwach bräunlich und flüssig, sonst aber unten nur weich und schwach bräunlichweiß, nach vier Wochen schon sehr deutlich bräunlich bis blaßgelblich.

Blaue Lackmus-Bouillon-Gelatine ist nach 6 Tagen in ihrem oberen Teile 7 mm rot gefärbt und zeigt eine flache, grüne Decke. Am 12. Tage ist die Rotfärbung bis zu 22 mm vorgeschritten. Die Decke ist geschlossen, flach, fest und dunkel graugrün. Am 20. Tage sind schon 36 mm rot gefärbt, dabei 4 mm des Farbstoffes vom oberen Teile des Mediums reduziert, nach 30 Tagen ist die ganze Gelatine rot und auf der Pilzdecke weißes sekundäres Myzel vorhanden.

Am 5. Tage ist schon ein großer Teil des Milchfettes gespalten und es sind viele kleine Kristalle erkennbar. Am 12. Tage sind 70% der Fetttropfen in Kristalle umgewandelt, 20% der Tropfen stark angegriffen und nur der Rest wenig abgebaut. Nach 6 Wochen ist das Fett vollkommen verschwunden, und einige lange schmale Kristallnadeln zeigen die weitere Umwandlung an.

Auf Stärkeagar erreicht die Kolonie am 7. Tage einen Durchmesser von 18 mm. Sie ist dabei dünn, flach und hell blaßgrün, am 12. Tage 32 mm groß, flach und krustig. Der Rand wird 2 mm groß und weiß. Die zuerst dünne Zonenbildung ist später recht deutlich. Auch auf diesem Nährboden macht sich trotz des geringen Wachstums ein ausgesprochener Naphthageruch bemerkbar. Diastase ist wenig vorhanden.

Auf Filtrierpapier ist am 7. Tage eine etwas wollige, kleine, helle, blaßgrüne Kolonie gewachsen. Der Rand ist 1 mm breit und der Geruch auch hier penetrant schimmelig. Eine geringe Tropfenbildung zeigt sich auf dem Rasen. Zellulase ist kaum zu beobachten. Nach 4 Monaten ist die Farbe des Rasens rosa bis grau (08 ge).

Langsam hat sich auf Würze eine am 15. Tage dunkle blaßgrüne, schwach bräunliche Decke gebildet. Der Säuregrad beträgt am 21. Tage 18 und am 56. Tage 20.

Auf Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat ist am 5. Tage die Kultur hoch wollig, weiß und z. T. schon blaßgrün, während die Flüssigkeit viel submerses Myzel enthält. Am 21. Tage ist der Rasen hellbräunlich, wenig blau und das Kongopapier blaßrot. Nach 5 Wochen ist die Decke gelblichweiß und blaugrün, die Flüssigkeit schwachgelb und das Papier bläulich.

Auf Milch mit Essigsäure ist das Wachstum sehr gut. Am 9. Tage besteht schon eine Decke, deren unterer Rand am Glasgefäß grüngelb aussieht. Am 14. Tage ist die Kultur sehr dicht und dunkel blaßblaugrün, nach 30 Tagen üppig. Der Abbau des Mediums ist zuerst gering, nach 14 Tagen schon deutlich und am 30. Tage ist die Milch rötlichbraun.

Auf Milch mit Milchsäure ist das Wachstum ebenfalls sehr gut. Am 5. Tage sind schon Tropfen ausgepreßt, und die Decke ist halb geschlossen und hellblau, am 10. Tage dunkel, blaß blaugrün mit vielen Perlen und am 24. Tage blaß grüngrau. Die Milch hat einen rötlichen Anflug.

Milch mit Asparagin bringt ein ähnliches Wachstum hervor. Der Rasen ist am 5. Tage wollig, hell graublau, am 10. Tage dunkel blaugrün und später üppig. Der Abbau des Mediums ist gering.

Zuerst deutlich gehemmt wird der Pilz durch Kochsalz in Milch. Am 6. Tage ist die Kultur nur 4 mm groß und weiß, am 12. Tage hoch wollig, hellblau und am 25. Tage z. T. schon dunkelgrün.

Die optimale Temperatur liegt bei Zimmerwärme. Bei $+5^{\circ}\text{C}$ wächst der Pilz langsam und zeigt am 6. Tage eine flockige, weiße Kolonie. Bei $+30^{\circ}\text{C}$ ist die Kultur in gleicher Zeit schon 15 mm groß. Sie wächst und altert schneller. Die Zonenbildung ist deutlich, und die Farben gehen von hellblau bis grau über. Einen Aufenthalt von mehreren Tagen bei 37°C verträgt der Pilz nicht.

Die Pflanzpathogenität trat auf frischen Äpfeln kaum, deutlich aber bei Bananen in Erscheinung. Am 8. Tage ist eine dichte grüne, 16 mm große, schimmelige Decke erzeugt, die am 12. Tage noch zugenommen und das Fruchtfleisch braun gefärbt und zerstört hat. Ein unangenehm fauliger Geruch ist charakteristisch.

Auf Brot ist der Rasen nach $9\frac{1}{2}$ Monaten dunkelgrün oder fast schwarz (40 pn).

Auf Kartoffeln ist die Kolonie nach $9\frac{1}{2}$ Monaten grau, mehr bräunlich (08 lg).

Auf Würze-Gelatine mit Zucker hat sich die Farbe nach neun Monaten in bräunlichgrau (08 lg, etwas heller) umgewandelt.

Auf Wassergelatine mit Zucker und Pepton ist der Pilz nach 9 Monaten ebenfalls 08 lg.

Auf Gipsplatten ist das Penicillium nach 4 Monaten dunkel bis bräunlichgrau (08 li) gefärbt.

Charakteristisches siehe unter Gruppe V (S. 378) und in Tabelle I—IV.

Außer den für Gruppe V angegebenen Eigenschaften ist also betreffs der Kulturen des Pilzes auf den verschiedenen Medien noch folgendes bemerkenswert: bräunliche Tropfen auf dem Rasen bei der Entwicklung auf Nährstoffagar; nach 8 Monaten auf Würze-Agar über dem Rasen ein weißer, mehliges Überzug und eine schmutzige, fast schwarze, schmierige Zusammenballung des Pilzes; eine Koagulation der Milch am 11. Tage; ein nicht unbedeutendes Wachstum auf Stärkeagar; eine etwas rötliche Verfärbung des Mediums auf Milch mit Essigsäure oder mit Milchsäure; eine stark zersetzende Wirkung auf dem Fruchtfleisch von Bananen.

Gruppe VI

Penicillium 2

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 27)

Die Konidien sind glatt und kugelig und 2 bis 2,6 μ , durchschnittlich 2,5 μ groß. Die Sterigmen wachsen zu drei und mehr auf den Metulen und sind häufig 3 μ breit und 8 μ lang. Die 3,5 bis 4 μ breiten und 10 bis 12 μ langen Metulen wachsen gelegentlich zu dreien, treten aber nicht immer auf. Der Stiel ist meist 3,5 μ breit und glatt. Die Größe des Fruchthäufers ohne Konidien schwankt zwischen 90 und 220 μ .

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 28)

Penic. 2 wächst auf Nährstoff-Agar normal. Der Durchmesser der Riesenkolonie beträgt am 6. Tage 15 mm. Der Rasen ist flach und krümelig und am 4. Tage nach Ostw. 88 lg. Die Fruchtbildung ist bereits am 3. Tage deutlich. Am 6. Tage ist die Kolonie hellgrau mit grünlichem Einschlag (Ostw. 92 ng) und der weiße flache, feste Rand 1 mm breit. Während Zonenbildung zuerst noch nicht vorhanden ist, tritt am 15. Tage eine solche, allerdings nur verschwommen, in Erscheinung. Penic. 2 ist auf Nährstoff-Agar geruchlos und bildet keine Tröpfchen. Das allgemeine Aussehen ist am 10. Tage hell graugrün. Am 14. Tage war der Rand Ostw. 88 pg, es folgte dann eine 4 mm breite Zone 88 ng und die Mitte zeigte Ostw. 00 ig. Die Unterseite der Kolonie

ist schön braun und etwas strahlig. Nach 6 Wochen hat sich die Farbe des Rasens in grau und nach 3 Monaten in bräunlichgrau verwandelt.

Auf Raulin-Gelatine-Agar ist das Wachstum normal und die Kolonie nach 6 Tagen 17 mm groß. Der Rasen ist etwas wollig mit einem

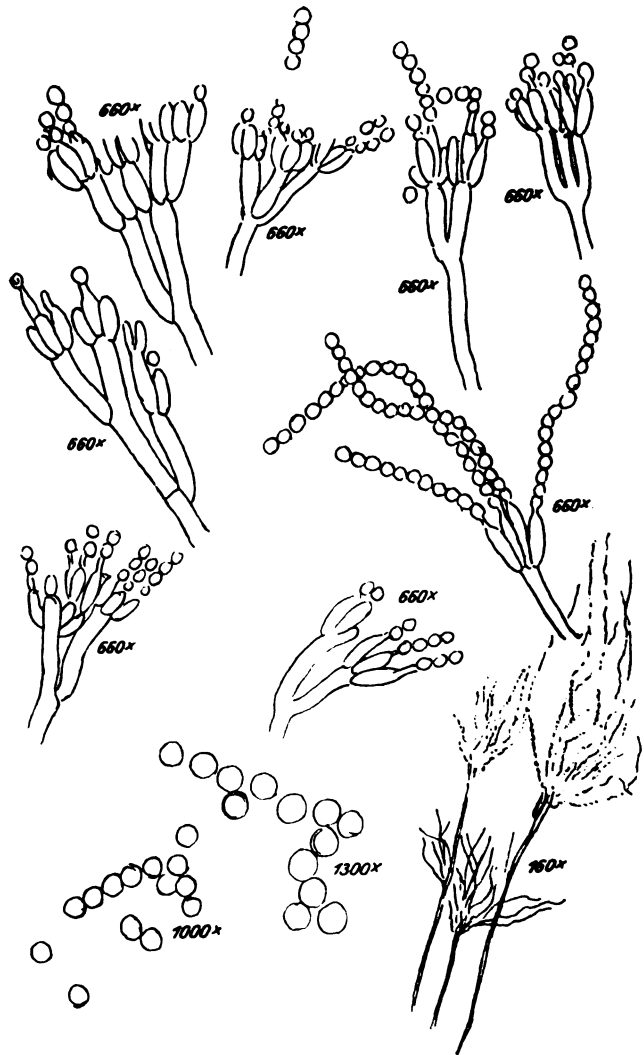


Fig. 27

kleinen Büschel in der Mitte. Schon nach 3 Tagen macht sich die Fruchtbildung bemerkbar. Die schwach bläuliche Kolonie ist am 6. Tage blaß grüngrau (Ostw. 83 lg), nach 14 Tagen dunkel graugrün (Ostw. 96 li) und am Rande bläulicher, nach 4 Wochen dunkelgrün bis grau und nach 7 Wochen grau mit schwach rötlichem Stich (Ostw. 08 li). Der Rand der Kolonie ist zuerst 1 mm

breit, weiß und wollig und normal, häufig aber auch ausgebuchtet, besonders bei den Kolonien, die einige Wochen alt sind. Dichte Zonen, die später besonders schön werden, sind hier charakteristisch. Der Geruch ist sehr schwach und die Tropfenausscheidung gering. Die Rückseite der Kolonie ist später unbedeutend, schwach hellgrünlich gefärbt.

Auf Würze-Gelatine wächst der Pilz ebenfalls normal, hat nach 10 Tagen einen Durchmesser von 20 mm und ist fest, graugrün und faltig. Die zuerst am 5. Tage helle blaßblaue Kolonie ist am 15. Tage etwas hoch, blaßgrün mit einem kleinen Büschel in der Mitte und nach 4 Wochen dunkelgrau (Ostw. 04 li), aber etwas grünlich. Der Rand hat eine Breite von 1,5 mm und ist weiß. Die am 7. Tage vorhandenen kleinen Perlen sind am 10. Tage schon wieder verschwunden. Die Rückseite ist faltig, zuerst weißlich, später schmutzig. Die Gelatine wird langsam verflüssigt und ist erst am 15. Tage vollständig flüssig.

Auf Würze-Agar hat die Riesenkolonie nach 8½ Monaten eine blaßgraue Farbe (Ostw. 04 ig).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker wächst der Pilz zuerst langsam und nach einiger Zeit besser, so daß der Durchmesser der Kolonie nach 6 Tagen 14 mm erreicht. Die junge blaugrüne Kultur ist am 9. Tage flach und blaßgrünlich (Ostw. 00 ig) und nach 4 Wochen blaßgrün (Ostw. 88 ig). Der Rand ist unscheinbar, die Zonenbildung sehr schwach, die Rückseite heller gelblichgrün und die alte Kultur etwas krustig.

Auf Bohnenwasser-Agar ist das Wachstum nicht schlecht und die Kolonie am 6. Tage 16 mm groß und graugrün (79 le), am 14. Tage blaßgrün (88 ie) und nach 4 Wochen grau (96 ig). Der flache weiße Rand ist 2,5 mm breit, die Zonenbildung schwach, der Geruch wenig schimmelig und die Rückseite hellgrünlich.

Auf Wassergelatine entstehen nur sehr kleine Inseln. Sie sind flach pulverig, zuerst blau mit kleinem 2 mm breiten weißen Rand, nach 6 Tagen grüngrau (83 ge) und nach 14 Tagen hellgrau (96 ig) mit einigen Zonen und einer blaßgrünen Rückseite. Schon am 3. Tage ist die Gelatine flüssig.

Auf Milchagar ist das Wachstum gut. Die Riesenkolonie ist am 6. Tage hoch, fest, 19 mm groß und blaßblau, am 10. Tage ist der Rand besonders hoch wollig und die Mitte fester und blaugrün. Am 14. Tage hat sich die Farbe dem Graugrün genähert, während der Rand auffallend schwach orange gefärbt ist. Nach 4 Wochen ist die ganze Kultur schwach rosa und grüngrau. Der 3 mm breite weiße Rand nimmt noch bis zu einer Breite von 5 mm zu. Ringe zeigen sich nur verschwommen und erst nach 14 Tagen. Der Geruch ist etwas käsig und die Rückseite schwach gelblichgrün. Schon am Anfang geht der Kaseinabbau schnell vor sich. Die 3 mm breite aufgehellte Zone hat sich am 10. Tage bereits über die ganze Platte ausgebreitet, so daß der gesamte Nährboden aufgehellt ist.

Milch ist ein sehr guter Nährboden. Das Penicillium wächst auf ihm sehr schnell. Am 5. Tage ist der Rasen hell blaßblau, am 12. Tage tief dunkelgrün mit Sekundärmyzel, und am 18. Tage grün bis hellbräunlich. Die untere Seite bleibt schmutzigweiß. Das Nährmedium wird schnell peptonisiert. Schon nach 10 Tagen ist fast die gesamte Milch hellbraun und durchsichtig. Der Säuregrad erreicht bereits am 8. Tage die Zahl 37 und am 19. Tage 61.

Auf Labkäse ist das Wachstum ebenfalls bedeutend. Am 6. Tage ist die Pilzdecke flach, dunkel blaßgrün, am Glase schmutzig. Am 10. Tage über-

deckt teilweise ein Sekundärmyzel die flache, wollige, blaß blaugrüne Kultur. Am 17. Tage ist der grüne Rasen schon stark von dem jetzt etwas rosa angehauchten Sekundärmyzel überwachsen. Letzteres ist nach 4 Wochen rötlichweiß. Auch hier ist der Abbau stark, am 10. Tage am oberen Teil durch die hellbraune durchsichtige Färbung und am 17. Tage durch die oben hellbraune klare Schicht und den unteren bräunlichweißen Rest und nach 4 Wochen durch die ganz klare hellbraune Flüssigkeit erkennbar.

Auf Sauerkäse wächst der Pilz normal. Die Decke ist am 6. Tage etwas wollig, blaßgrün und besitzt einen lockeren Rand. Am 10. Tage ist der Rasen heller graugrün, am 17. Tage und mehr noch nach 5 Wochen von einem weißen, schwach rosa, später deutlich rosa gefärbten Sekundärmyzel mit hellbraunem Schimmer überwachsen. Besonders fallen die nach 4 Wochen schönen roten Perlen auf der Pilzdecke auf. Der Abbau ist auch hier beträchtlich. Vom 10. bis 31. Tage ist eine immer brauner bis schmutzig werdende Verflüssigung zu beobachten.

Auf mit Lackmus blau gefärbter Bouillon-Gelatine beträgt die Rotfärbung des Mediums von oben herab nach 5 Tagen 7 mm. Am 12. Tage hat die schnell Sporen bildende Decke 4 mm des oberen Farbstoffes reduziert, während die Verfärbung bis zu 21 mm, am 20. Tage bis 35 mm vorgedrungen und nach 31 Tagen der ganze Nährboden blaßrot geworden ist. Dabei ist dann auch bis zur Hälfte der Lackmusfarbstoff abgebaut. Die geschlossene Pilzdecke ist schon nach 2 Wochen dunkelgrün.

Die Fettsäurespaltung ist recht intensiv. Nach 5 Tagen sind schon Kristalle zu beobachten. Nach 12 Tagen sind etwa 70% aller Fetttröpfchen verschwunden und außerordentlich viele Kristalle im Präparat vorhanden. Der Rest der Tropfen ist mehr oder weniger angegriffen. Nach 6 Wochen sind nur noch wenige, schon recht zersetzte Fetttröpfchen festzustellen.

Bei dem spärlichen pulverigen Wachsen auf Stärke-Agar (Kolonie hatte nach 12 Tagen einen Durchmesser von 24 mm) ist die Diastasewirkung gering.

Ähnlich verhält es sich mit der Zellulase, die auf Filtrierpapier kaum zu bemerken ist.

Auf Würze ist zuerst langsam, dann bis zum 15. Tage eine dunkle blaßgrüne Decke mit vielen kleinen Perlen entstanden. Der Säuregrad beträgt am 21. Tage 15 und am 56. Tage 24.

Auf Nährlösung mit Ammoniumsulfat ist das Wachstum recht gut. Am 5. Tage ist die Kolonie schön hoch und wollig, weiß und blau angehaucht und nur ein geringer Teil des Myzels untergetaucht. Am 7. Tage ist der Rasen schon blaugrün, am 21. Tage dunkel blaugrün und von einem watteartigen Sekundärmyzel bewachsen. Das rote Kongopapier ist am 21. Tage bläulichrot und nach 5 Wochen rötlichblau. Die zuerst hellklare, farblose Flüssigkeit wird nach einigen Wochen schwach gelblich. Der Säuregrad beträgt am 50. Tage 46.

Auf Milch mit Essigsäure wächst der Pilz bald ausgezeichnet. Bereits am 9. Tage ist eine dichte blaugrüne Decke vorhanden, die später noch zunimmt und ein üppiges Wachstum zeigt. Schon am 9. Tage sind 25% des Mediums in eine trübe, hellbraune Flüssigkeit verwandelt, der sich eine weitere bräunliche Masse anschließt. Diese Tatsachen lassen die Feststellung zu, daß die zugefügte Menge Essigsäure die zerstörende Wirkung des *Penicillium* nicht verhindert.

Das Wachstum auf Milch mit Milchsäure ist dem auf reiner Milch fast gleich und recht gut. Die am 5. Tage kleine, schmutzigblaue Kolonie hat sich am 10. Tage zu einer faltigen, dunklen, blaß graugrünen Decke ausgewachsen, die am 24. Tage neben blau überwiegend hellrosa ist und rötliche Tropfen aufweist. Der Abbau ist deutlich, aber nicht ganz so stark wie bei gewöhnlicher Milch. Die rötlichen Tropfen sind auch noch später charakteristisch.

Auf Milch mit Asparagin ist nach einer anfänglichen Hemmung das Wachstum im allgemeinen gut. Am 5. Tage ist die Decke weiß und flach, am 10. Tage noch schwach und schmutzigweiß, und auch am 18. Tage kann man ein weiteres langsames Wachsen beobachten. Der Abbau ist schwach.

Der Zusatz von Kochsalz zu Milch hemmt das Wachstum ganz sichtbar. Am 6. Tage ist der Pilz flach und dunkel blaugrau, am 12. Tage ist die Decke noch unvollständig, flach, dünn, krustig und fast nur aus Konidien bestehend und grau. Auch am 25. Tage ist nur eine sehr dünne blaugrüne Sporeninsel zu beobachten. Die Hemmung des Pilzwachstums macht den sehr geringen Abbau verständlich.

Zimmertemperatur (+ 18—25° C) ermöglicht ein gutes Wachstum mit graugrüner Farbe. Auch bei + 30° C werden noch gute Kulturen beobachtet. Der längere Einfluß einer Wärme von 37° C wirkt abtötend. Bei + 5° C entwickelt sich die Kolonie langsam, aber gut und ohne Zonen.

Gegen Äpfel war kaum eine Pflanzenpathogenität zu beobachten. Auf Bananenfruchtfleisch bildet sich innerhalb 8 Tagen eine blasse, blaugrüne, beträchtliche Decke, die das Medium schwach gelb färbt und einen unangenehmen Geruch verursacht. Nach 12 Tagen ist das Fleisch braun, der Geruch penetrant und eigenartig muffig. Die stark zersetzende Wirkung macht sich demnach auch hier bemerkbar.

Charakteristisches siehe unter Gruppe VI (S. 379) und in Tabelle I—IV.

Außer diesen dort angegebenen Eigenschaften ist also noch bemerkenswert nach 4 Wochen eine schwache Rosafärbung auf Milchagar; eine sehr schnelle Peptonisierung der Milch (nach 8 Tagen); das Vorhandensein von roten Perlen nach 4 Wochen auf Sauerkäse und Milch mit Milchsäure; eine starke Zersetzung des Bananenfruchtfleisches.

Gruppe VII

Penicillium 4

(*Penicillium Roquefort* ähnlich BOURGE)

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 29)

Die Größe der immer kugelig vorkommenden alten Konidien beträgt durchschnittlich 3,4 μ und schwankt zwischen 3,3 und 4 μ . Die Sterigmen wachsen bis zu je vier und mehr und sind 8 bis 13 μ lang und 3 μ breit. Auch die 13 bis 17 μ langen und 2,5 bis 4 μ

breiten Metulen kommen bis zu drei auf je einem der zwei Äste des 3,5 bis 5 μ dicken Stieles vor. Die oft recht langen Konidienketten liegen als ein großes oder mehrere kleinere Bündel dicht beieinander.

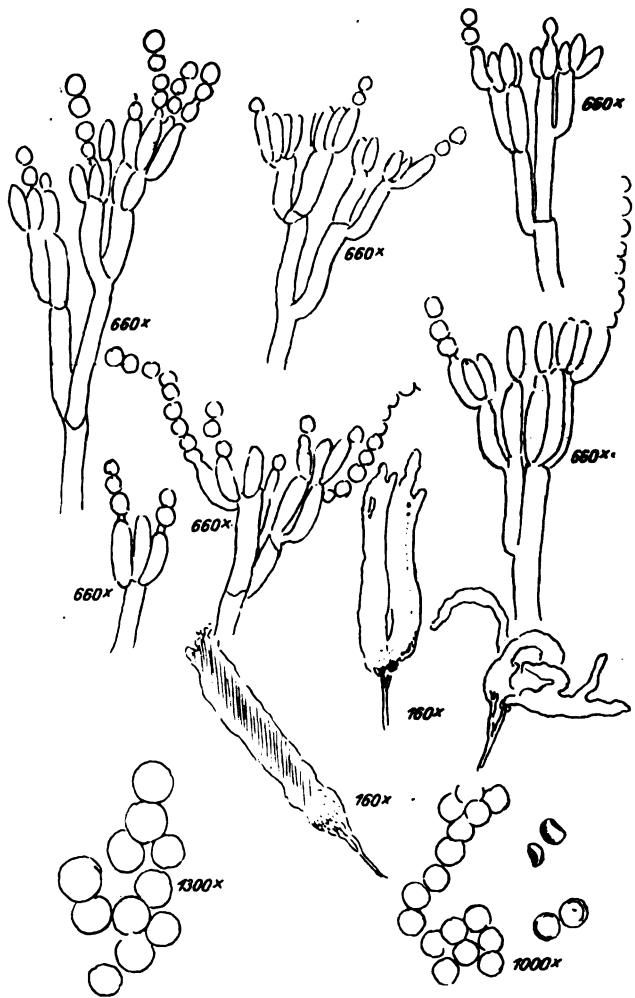


Fig. 29

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 30)

Das Wachstum dieses Pilzes ist auf Nährstoff-Agar außerordentlich schnell. Schon am 4. Tage beträgt die Farbe der gebildeten Kolonie in der Mitte 83 pc, während ein sichtbarer Ring die Farbe 83 ga erkennen läßt. Der Durchmesser der Kultur ist am 6. Tage 30 mm groß und die Farbe 83 und 88 le. Am 10. Tage zeigt das Penicillium in der Mitte ein sehr flaches, festes und a m

Rande auseinander gehendes Wachstum und eine dunkelgrüne Farbe. Am 14. Tage ist die Riesenkolonie grünlich bis hellgrau (88 ng) und nach 7½ Wochen hellgrau bis schwach bräunlich (zwischen 04 ni und 04 ig). Der Rand ist am 6. Tage pulverig und etwa 2—3 mm breit und grünlich. Die Zonenbildung tritt erst nach 7 Tagen auf und bleibt recht undeutlich. Ein Geruch ist kaum vorhanden. Die Rückseite ist verschwommen grünlich.

Auch auf Raulin-Gelatine-Agar hat die schnell gewachsene Kolonie nach 6 Tagen schon einen Durchmesser von 36 mm. Am 3. Tage ist die 3 mm kleine Kolonie, mit gerade beginnender Fruchtbildung weiß, am 6. Tage graublau (75 le), am 14. Tage dunkel grünblau (79 ne), nach 4 Wochen sehr dunkelgrün und nach 7 Wochen dunkel schmutzigrün (04 pl). Ein Geruch ist kaum oder nur sehr schwach vorhanden. In der Mitte der Kultur erscheinen nach 14 Tagen kleine Perlen, die aber bald wieder verschwinden. Die Rückseite ist erst bläulich weiß, später schmutzig dunkelgrün.

Auf Würze-Gelatine ist das Wachstum ganz beträchtlich. Der Durchmesser der Kolonie beträgt am 10. Tage 45 mm. Am 5. Tage ist die Kolonie auseinandergehend, hellgrünlich und blau, am 7. Tage hellblau und in der Mitte grün, am 15. Tage flach pulverig, dünn und grün und nach 4 Wochen graugrünlich (96 ni). Der Geruch ist schwach pilzig und die Rückseite meist grünlich und der Farbe des Nährbodens entsprechend. Die Gelatine ist sogar nach 4 Wochen noch vollständig fest.

Auf Würze-Agar ist die Kultur nach 8¼ Monaten grau mit bräunlichem Schimmer (08 ig).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker wächst der Pilz recht gut. Die Kolonie ist nach 6 Tagen 32 mm groß. Am 3. Tage zeigt die kleine weiße und grüne Kolonie bereits Fruchtbildung. Am 6. Tage ist die Kultur fast ganz grün (79 le), am 9. Tage flach und blaugrün (79 ic) und nach 4 Wochen blaß graugrün (92 lg). Der Rand ist in den ersten Wochen zerfasert, weiß und wollig. Der zuerst etwas käseartige Geruch nimmt nach 9 Tagen einen Geruch von Petersilie an. Die Rückseite ist hellgrün und die ganze Kolonie nach 6 Wochen krustig.

Mäßig wächst der Pilz auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker, wo die Kultur nach 6 Tagen erst 18 mm groß und grünlichgrau ist. Nach 4 Wochen ist das Aussehen der nur dünnen Kolonie sehr schwachgrau (04 ig). Der 7 mm breite faserige Rand ist recht flach. Am 9. Tage sind Ringe erkennbar. Der Geruch ist käsig und petersilienartig. Die Rückseite der Kolonie entspricht dem Nährboden und zeigt erst nach 6 Wochen einige helle graue Ringe.

Obwohl das Wachstum auf Wassergelatine sehr mäßig ist, so läßt sich doch auch hier das schnelle, dünne, in die Breite gehende Ausbreiten beobachten. Am 6. Tage haben sich die schmutzigen Inseln vom 3. Tage noch nicht verändert. Am 14. Tage besteht eine geringe pulverige, grünlichgraue Masse. Schwache Ringe breiten sich bis zum Rand der Petrischale aus. Geruch fehlt. Die Gelatine ist nach 14 Tagen noch fest.

Auf Milchagar ist das Wachstum gut. Am 6. Tage ist die Kolonie flach, fest und 20 mm groß, am 14. Tage dunkelbläulich. Der Rand ist 5 mm breit, hellblau und dünn pulverig. Die Zonen sind nur verschwommen und schwach. Geruch fehlt. Rückseite nicht charakteristisch. Die aufgehellte Zone ist auch am 12. Tage noch sehr schwach.

Das *Penicillium* wächst auf Milch normal. Die Pilzdecke ist am 5. Tage blaugrün, am 8. Tage grün mit grüner Unterseite am Glasrand, am 12. Tage tiefgrün und am 18. Tage tief dunkelgrün. Am 8. Tage ist die Milch kaum angegriffen, am 12. Tage sind nur 2 mm der oberen Schicht peptonisiert und am 18. Tage ist etwas mehr schwach bräunlichweiß gefärbt. Der Geschmack ist kaum unangenehm verändert, der Geruch schwach käsig. Der Säuregrad beträgt am 19. Tage doch 31.

Auf Labkäse ist das Wachstum ähnlich wie auf Milch. Am 6. Tage ist der Pilz flach und heller graugrün, am 10. Tage flach und tief grünblau, am 17. Tage dunkelgrün und nach 4 Wochen tief dunkelgrau. Dabei nimmt der am 10. Tage noch sehr geringe Abbau recht langsam zu. Nach 17 Tagen ist der Käse oben schon flüssig und unten noch weiß, aber schon etwas bräunlich, und nach 4 Wochen befindet sich oben eine nicht ganz klare Flüssigkeit, der ganze Käse ist sonst schmutzig hellbräunlich.

Sauerkäse bewirkt ein auffallend starkes Wachstum. Am 6. Tage ist die Decke flach pulvrig, grün und hellblau, am 10. Tage etwas wollig, dunkelgrün und blaß, am 17. Tage dunkelgrün und nach 4 Wochen dunkel schmutzig bräunlichgrau. Entsprechend dem schnellen Ausbreiten geht auch der Abbau vor sich. Am 10. Tage ist der Käse schwach grünlich, am 17. Tage ist die Zersetzung schon fortgeschrittener. Das Medium ist oben ganz gelblichbräunlich, hell und klar, sonst unten noch fest, aber schon etwas bräunlich, nach 4 Wochen oben grünlichbräunlich mit gelblichem Stich.

Auf blauer Lackmus-Bouillon-Gelatine ist am 6. Tage nur wenig dünnes, weißes Myzel vorhanden. Die Rotfärbung der Gelatine ist hier auffallend schwach und am 5. Tage nur 0,5 mm und auch später kaum mehr. Die geschlossene Pilzdecke ist am 12. Tage flach, fest und tief dunkelgrün.

Milchfett ist nach 12 Tagen schon deutlich angegriffen. Nach sechs Wochen haben die Hyphen viel Fett aufgespeichert, während gleichzeitig schon Kristalldrusen zu beobachten sind.

Auf Stärkeagar erreicht der Pilz schon nach 7 Tagen einen Durchmesser von 21 mm, dabei ist die Kolonie sehr dünn, pulvrig und hellgrünlich. Am 12. Tage ist sie 38 mm groß, sehr dünn und der Rand auseinandergehend. Geruch und Diastase sind hier unbedeutend.

Auf Filtrierpapier ist die nach 7 Tagen flache, dünne, wenig schimmelig riechende Kolonie mit der kaum wahrzunehmenden Zellulase sehr klein.

Auf Würze entsteht langsam eine Pilzdecke, die am 15. Tage tiefgrün und z. T. bräunlichgrau ist und am 21. Tage einen Säuregrad von 8 hat.

Auf Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat ist am 5. Tage trotz der flachen, z. T. dünnen, auseinandergehenden, tief blaugrünen Kolonie die ganze Flüssigkeit mit submersen Myzel angefüllt. Am 31. Tage ist die blasse, hellgrüne Decke noch nicht ganz geschlossen und das Kongopapier noch rot. Nach 5 Wochen ist die Decke vollständig, die Flüssigkeit undurchsichtig grünlich und das Papier noch rot.

Langsam wächst *Penic. 4* auf Milch mit Essigsäure. Am 5. Tage ist die Kultur etwas blaugrün, am 14. Tage etwas schwachgrün und nach 30 Tagen doch recht üppig. Dabei färbt sich die Milch oben etwas grün, während der Abbau gering bleibt.

Auf Milch mit Milchsäure ist das Wachstum sehr gut. Am 5. Tage ist die weiße Decke schon etwas blaugrün, am 10. Tage flach und heller blaugrün und nach 24 Tagen blaßgrün. Das Medium wird langsam abgebaut und in eine gelbliche, schwach hellbraune Flüssigkeit verwandelt.

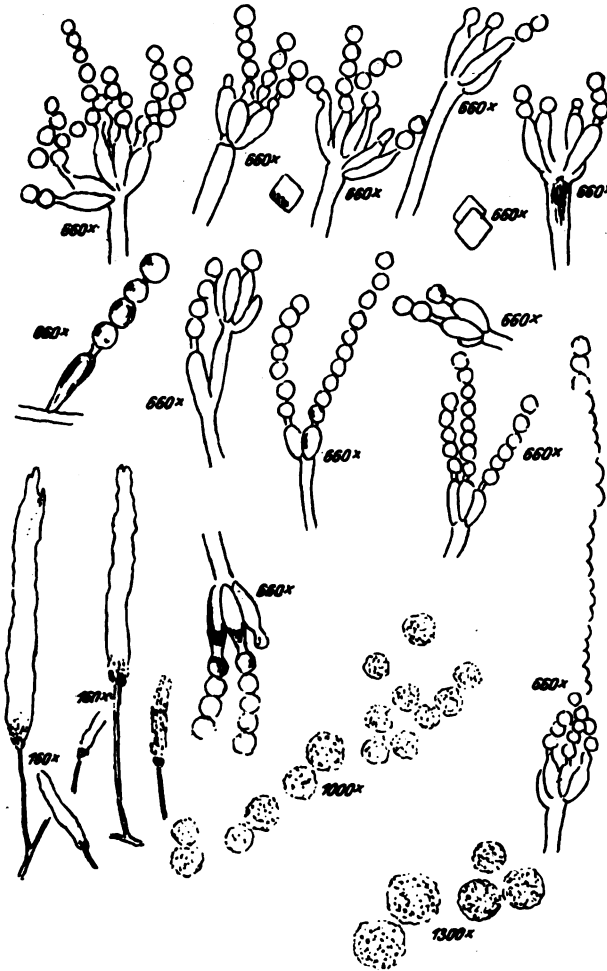


Fig. 31

Viel weniger schnell wächst die Kultur auf Milch mit Asparagin. Am 5. Tage besteht eine kleine, flache, tiefgrüne Kolonie, die sich am 10. Tage zu einer dünnen, blaugrünen Decke ausgewachsen hat. Noch am 18. Tage ist zu erkennen, daß das Wachstum mäßig und auch der Abbau gering ist.

Besonders gehemmt, trotz der reichen Konidienbildung, ist das Wachstum auf Milch mit Kochsalz. Erst am 12. Tage besteht eine kleine, hellgrüne, dünne, krustige, flache Decke von Konidien mit außerordentlich geringer

Myzelbildung, und nach 25 Tagen ist die sehr dünne Sporendecke dunkelgrün. Ein Abbau des Mediums ist kaum festzustellen.

Bei Zimmertemperatur wächst die Kolonie sehr schnell und ist am 18. Tage in der Mitte sehr flach, fest und dunkelgrün. Bei + 5° C und bei + 30° C ist das Wachstum normal, nur bei tieferer Temperatur die Farbe intensiver und bei Wärme heller. Längeres Aufbewahren bei + 37° C wirkt abtötend.

Pathogenität bei Pflanzen zeigt sich bei Äpfeln kaum und bei Bananen wenig. Das Fruchtfleisch der Bananen ist am 8. Tage mit einer 4 mm kleinen, dünnen, blaugrünen Kolonie bewachsen. Am 12. Tage besteht eine grüne Decke; das Fleisch ist hellbraun und etwas faulig.

Vergleiche mit den Beobachtungen über *Penic. Roquefort* von THOM, WESTLING, SOPP, WEIDEMANN und BOURGE lassen das gefundene *Penicillium* dem von BOURGE beschriebenen am ähnlichsten erscheinen.

Charakteristisches siehe unter Gruppe VII (S. 379) und in Tabelle I—IV.

Gruppe VIII

Penicillium 3

(*Penic. spinulosum* Thom sehr ähnlich)

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 31)

Die jungen kugeligen Konidien sind meist glatt und die alten stets *rauh*. Der Durchmesser schwankt von 3 bis 5 μ und ist durchschnittlich 3,3 μ groß. Die 9 bis 13 μ langen und oben meist 3 μ breiten Sterigmen entspringen, wie bei den *Aspergilloiden*, bis zu zehn und mehr dem oberen Teile des fast gleichmäßig bleibenden 3,5 μ breiten und unverzweigten Stieles. Manche Fruchttträger erreichen zusammen mit den 170 μ langen Konidienketten eine Länge bis zu 300 μ . Es kommen aber auch sehr viele kleinere vor. Auffallend ist das häufige Vorhandensein von oxalsauren Kalk-Kristallen zwischen den Hyphen.

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 32)

Auf Nährstoff-Agar zeigt der Pilz ein normales Wachstum. Der Durchmesser der Riesenkolonie hat am 6. Tage 15 mm erreicht. Die Farbe der Kultur ist am 3. Tage noch OSTW. 83 le, am 4. Tage 79 le, am 6. Tage blaß blaugrün 88 lg, nach 10 Tagen flach, fest und dunkelgrün, am 14. Tage 88 pi, nach 3 Monaten braungrau und nach 7½ Monaten blaßbräunlich 08 lg. Der zuerst flache, dünne Rand ist bald schmutzigweiß. Am 6. Tage ist noch am Rand ein grüner Ring sichtbar, aber schon am 15. Tage ist nur noch eine pulvrige, bräunliche Masse vorhanden. Der Geruch ist schwach schimmelig. Die Rückseite ist in den ersten Wochen weißlich hellgrün mit zahlreichen Ringen, nach 7½ Monaten schwach violett.

Auf Raulin-Gelatine-Agar ist ein schnelles Wachstum zu beobachten. Schon am 6. Tage besitzt die Kolonie einen Durchmesser von 26 mm. Die am 3. Tage 8 mm große, weiße Kolonie hat in der Mitte kleine blaue Punkte. Am 6. Tage ist sie dunkel blaugrün (79 lg) mit weißem Überzug, am 10. Tage dunkel graugrün, flach, kriechend mit Büscheln, am 14. Tage 92 ni, nach 4 Wochen sehr dunkel und nach 7 Wochen bräunlich, dunkel schmutzig graugrün. Der sehr flache und 1,5 mm breite Rand der jungen Kolonie ist fest. Die Fruchtbildung ist schon am 3. Tage sichtbar. Zonen sind nur bei alten Kulturen und dann noch sehr verschwommen vorhanden. Der sehr schwache Geruch wird später etwas deutlicher. Die Rückseite ist in der Mitte bräunlich und außen bläulich.

Besonders schnell ist das Wachstum auf Würze-Gelatine, wo die Kolonie nach 10 Tagen schon 60 mm groß ist. Die am 5. Tage blaßgrüne Kultur ist am 7. Tage flach und dunkelgrün, am 15. Tage blaß dunkelgrün und nach 4 Wochen dunkel bräunlichgrau (04 ni). Die Zonenbildung ist sehr deutlich. Der schwach schimmelige Geruch nimmt später ab. Die Rückseite ist meist schmutzig, schwach gelblichgrün. Die Gelatine ist am 5. Tage etwas, am 10. Tage mehr und am 15. Tage ganz flüssig.

Auf Würze-Agar hat der Rasen nach 8½ Monaten eine blasse, grünlichgraue Farbe (00 li ist nicht ganz zutreffend).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker ist das Wachstum zuerst mäßig, später gut. Am 3. Tage ist die Kolonie blaugrün, am 6. Tage dunkelgrün (88 pg) mit einem Durchmesser von 15 mm, am 9. Tage dunkel blaßgrün (88 pi), ganz flach und etwas strahlig und 25 mm groß, nach 4 Wochen etwas dunkler (96 ni). Der Rand ist am 6. Tage nur 1 mm breit, weiß und flach. Der Geruch ist schimmelig und die Zonenbildung sehr schwach. Die Rückseite ist schmutziggelb und später in der Mitte dunkelbraun gefärbt.

Kümmertlich wächst der Pilz auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker, wo er nach 6 Tagen erst 11 mm groß ist und einen sehr flachen Rasen bildet. Am 3. Tage ist die Kolonie weiß und läßt schon Fruchtbildung erkennen, am 6. Tage ist sie bläulichgrau (83 ge), am 10. Tage blau bis dunkelgrün und ganz flach, am 14. Tage (83 lg) und nach 4 Wochen schwarzgrün (04 pn/pl), später fast schwarz. Zonen- und Tropfenbildung ist in geringem Maße vorhanden. Der Geruch ist schwach. Die Rückseite ist dunkelbraun bis schwarz und läßt die Zonen durchscheinen.

Auf Wasser-Gelatine ist das Wachstum sehr schlecht. Die am dritten Tage sich zeigenden blaugrauen Häufchen nehmen später an Größe kaum zu, aber eine mehr graue Färbung an. Die Ringbildung ist schwach und der Geruch käsig. Am 3. Tage ist die Gelatine noch fest, am 6. Tage flüssig. Nach 5 Wochen ist nur noch eine schmutzig gelbe, trübe Flüssigkeit übrig.

Auf Milch ist ein normales Wachstum zu verzeichnen. Am 5. Tage ist eine weiße Haut gebildet, am 8. Tage ist der Pilz eigenartig violettgrau, am Glase heller violettbraun, am 12. Tage hell blaugrau mit schwach durchschimmerndem violetten Stich und am 18. Tage dunkelgrün. Die Milch ist am 8. Tage etwas schleimig, am 18. Tage an der oberen Schicht schwach violett und schmutzig. Der Säuregrad beträgt am 19. Tage 18.

Die auf Labkäse am 6. Tage flache, dunkel schmutziggrüne Decke zeigt ein normales Wachstum. Nach 4 Wochen ist die Kolonie schmutzig grüngrau

und weiß. Der Abbau des Mediums ist sehr gering. Der Käse ist noch nach 17 Tagen schwach bräunlichweiß, nach 4 Wochen aber schmutziggrau gefärbt.

Auf Sauerkäse ist ein bedeutend stärkeres Wachstum als auf Labkäse erkennbar. Am 10. Tage ist die Decke locker, etwas wollig und dunkel blaßgrün, am 10. Tage etwas weißlich, nach 17 Tagen schmutziggrün mit schwachem Sekundärmyzel und nach 4 Wochen dunkel schmutzig-mausgrau mit weißem Sekundärmyzel. Der Abbau entspricht der besseren Entwicklung. Nach 10 Tagen ist der Käse oben schwach violett, nach 17 Tagen am oberen Teile etwas bräunlich, flüssig klar und unten schwach violett bis weißlich, nach 4 Wochen schmutzig grauweißlich.

Auf blauer Lackmus-Bouillon-Gelatine wächst der Pilz nur langsam. Die Rotfärbung des Mediums beträgt am 5. Tage nur 0,5 mm, am 12. Tage, nachdem sich eine geschlossene, kaum wollige, dunkelgrüne Decke gebildet hat, schon 15 mm und am 20. Tage 28 mm. Am 31. Tage hat weißes Sekundärmyzel die Kultur überwachsen und die Lackmusfarbe ist in blaßrot umgewandelt.

Am 5. Tage ist das MilCHFett noch wenig angegriffen. Auch am 12. Tage sind einige Fetttropfen noch vollständig, aber die meisten sind ganz klein und krümelig geworden. Nach 6 Wochen sind fast alle Tropfen zerstört, während die Pilzhypphen sehr reich an Fett geworden sind.

Auf Stärke-Agar beträgt die Größe der zuerst sehr dünnen und grünen Kolonie am 7. Tage 16 mm und am 12. Tage 25 mm. Das Wachstum ist mäßig, der Rand 2 mm breit, dünn und pulvrig, der Geruch pilzig und die Diastasewirkung unbedeutend.

Auf Filtrierpapier ist kein Wachstum zu beobachten.

Die zuerst auf Würze langsam wachsende und schnell Konidien bildende Decke ist am 15. Tage dunkelgrün, z. T. bräunlichgrau. Der Säuregrad beträgt am 21. Tage 38 und am 56. Tage 30.

Auf Nährlösung mit Ammoniumsulfat besteht neben wenig submersem Myzel bereits am 5. Tage eine fast geschlossene, flache, blaugrüne Decke mit kleinem, schmalen, weißem Rand. Am 7. Tage ist sie noch wenig wollig und schmutzig grün; am 21. Tage tief dunkelgrün und nach 5 Wochen sehr dunkel. Die Flüssigkeit hat nach 3 Wochen einen schwach gelblichen Schimmer und das Kongorot ist in rötlichblau, nach 5 Wochen in blaßblau umgeschlagen.

Auf Milch mit Essigsäure wächst der Pilz langsam. Die am neunten Tage schmutziggrüne Decke nimmt erst später reichlich zu. Die Milch ist nur oben zersetzt und der Abbau langsam.

Sehr gut ist das Wachstum auf Milch mit Milchsäure. Am 5. Tage besteht eine halbe, dunkel blaßgraue Decke, am 10. Tage eine dunkle, matt blaugrüne Decke mit kleinen weißen Klumpen. Nach 24 Tagen hat sich wieder eine hellblaue Decke gebildet, während das Medium am oberen Teile hell schwachrot und nach weiteren Tagen kakaobraun gefärbt und klar, der Abbau nicht mehr beträchtlich ist.

Milch mit Asparagin wird durch den Pilz etwas gefärbt. Nach 5 Tagen ist die Kolonie schwach und schmutzig. Schon nach 5 Tagen ist die Milch ganz violett, nach 10 Tagen oben dunkel schmutzigviolett und schließlich nach 18 Tagen dunkel schwarzbraun.

Kochsalz in Milch wirkt auf das Wachstum stark hemmend. Erst am 12. Tage sind spärliche bräunlichgraue Konidien fast ohne Myzel und auch am 25. Tage nur wenige kleine Sporeninseln vorhanden.

Das Temperatur optimum liegt bei Zimmertemperatur. Bei $+ 5^{\circ} \text{C}$ ist das Wachstum nach 18 Tagen wohl gut, aber die Farbe geringfügig dunkler

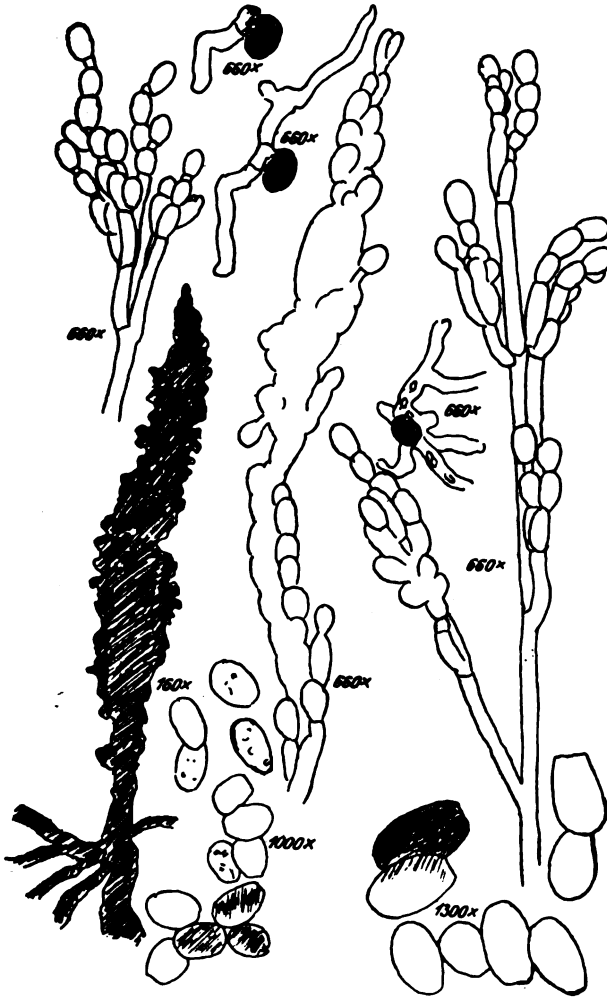


Fig. 33

als bei $+ 25^{\circ} \text{C}$. Bei $+ 30^{\circ} \text{C}$ wächst der Pilz noch normal, doch nimmt der Rasen eine etwas helle Färbung an. Konidien, die mehrere Tage bei 37°C aufbewahrt werden, sterben ab.

Pflanzenpathogenität konnte nicht bei Äpfeln, wohl aber bei Bananen beobachtet werden. Nach 8 Tagen zeigt auf Bananenfruchtfleisch die 4 mm große Kolonie kleine Büschel, die man aber nicht als Coremien bezeichnen

kann. Am 12. Tage ist die Kolonie z. T. dunkelgrün und das Fruchtfleisch hellbraun und etwas faulig.

Charakteristisches siehe unter Gruppe VIII (S. 380) und in Tabelle I—IV.

Gruppe IX

Penicillium 13 (Stysanus)

Mikroskopische Beobachtungen (Fig. 33)

Die Konidien sind glatt, länglich und an der Basis *abgeplattet*. Ihre Länge schwankt zwischen 4 und 10 μ und ist durchschnittlich 7 μ , die Breite beträgt 3 bis 6 μ , häufig 5 μ . Bei der Keimung nehmen die Konidien *kaum* an Größe zu. Die Sterigmen sind 10 bis 13 μ lang und 3 bis 5 μ breit. Die Metulen sind kurz und wie die Äste 3 μ , der Stiel bis 4 μ breit. In den ersten Tagen des Wachstums ähnelt das mikroskopische Bild dieses Pilzes durchaus dem eines gewöhnlichen *Penicillium*. Erst nach einiger Zeit bilden sich deutliche keulenförmige Coremien, die den Stacheln eines Igelfelles gleichen (s. Fig. 13 u. 35 auf S. 81b im Original). Der Stiel von einem Coremium ist $\frac{1}{3}$ mm und die Keule etwa $\frac{1}{2}$ mm lang, so daß für gewöhnlich die Länge von einem ganzen Coremium mit Stiel und Konidien ungefähr $\frac{3}{4}$ mm beträgt.

Makroskopische Beobachtungen (Fig. 34 und 2)

Auf Nährstoff-Agar wächst der Pilz langsam. Am 6. Tage ist die Kultur 9 mm groß, am 10. Tage flach, strahlig und schwach bräunlichgrau, am 14. Tage 00 ig und nach $7\frac{1}{2}$ Wochen bräunlich bis dunkelgrau (08 li. noch bräunlicher) und besitzt kleine Coremien. Der 2—3 mm breite Rand geht in die Kolonie über und ist etwas grau. Die Fruchtbildung ist am 4. Tage deutlich. Am 6. Tage ist eine und am 15. Tage sind zwei dunkle Zonen vorhanden. Geruch fehlt. Die Rückseite ist grau, sehr dunkel bis schwarz.

Auf Raulin-Gelatine-Agar ist das Wachstum normal. Am 3. Tage ist die Kolonie weiß, am 5. Tage die Fruchtbildung deutlich, am 6. Tage die Kolonie 12 mm groß und dunkelgrün, fast schwarz (79 pl), am 14. Tage fast nur noch schwärzlich und nach 7 Wochen sehr dunkel (in der Reihe ni zwischen 04 ni und ni). Der Rand ist flach, 1 mm breit und schmutzig weiß. Die Zonenbildung ist nicht sehr ausgeprägt. Der Geruch ist stark käsig und die Rückseite grauschwarz.

Auf Würze-Gelatine ist die kleine schmutzige Kolonie am 5. Tage 5 mm groß, am 7. Tage stachelig und grünlichgrau und nach 4 Wochen mit Coremien versehen und dunkel bis bräunlichschwarz (00 nl). Rand, Zonen, Geruch und Tropfen fehlen. Die Rückseite hat ein dunkles und schmutziges Aussehen. Die Celatine ist am 10. Tage noch fest.

Auf Würze-Agar ist die Kultur nach $8\frac{1}{2}$ Monaten dunkel und schmutzigbräunlich (25 nl, z. T. dunkler und brauner).

Auf Bohnenwasser-Agar mit Zucker ist das Wachstum mäßig. Am 3. Tage ist die Kolonie grau, am 6. Tage 12 mm groß und 00 ig, am 9. Tage etwas hoch und dunkelgrau (00 ni). Diese Farbe hat sich auch nach 4 Wochen nicht verändert. Der Rand ist 1 mm breit, dünn, flach und schmutzig. Die Fruchtbildung ist am 4. Tage deutlich. Zonenbildung ist später am Rande zu beobachten. Der Geruch ist schwach käsig, die Rückseite dunkel graubraun und sternartig gefaltet.

Auf Bohnenwasser-Agar ohne Zucker ist die Kolonie am 3. Tage grau und dunkler. Am 6. Tage 14 mm groß und dunkel (17 pn), am 10. Tage flach, in der Mitte höher und dunkelgrau bis dunkelbraun, am 14. Tage dunkel (08 li) und nach 4 Wochen 08 pl. Der Rand ist 2 mm breit und grau. Hellere und dunklere Zonen wechseln sich ab. Der Geruch ist schwach käsig und die Rückseite graubraun.

Auf Wassergelatine wächst der Pilz sehr schlecht. Am 6. Tage ist eine schlüpfrige Masse vorhanden und die Gelatine schwach flüssig.

Milchagar und Milch lassen kaum eine Entwicklung des Pilzes erkennen.

Auf Labkäse bildet sich langsam eine kleine feste, warzige und knollige Masse, die das Nährmedium nach längerer Zeit deutlich zersetzt.

Auch Sauerkäse scheint als Nährboden nicht sonderlich geeignet.

Auf blauer Lackmus-Bouillon-Gelatine ist die Kultur am 5. Tage noch dünn und mäßig und hat das Medium 0,5 mm rot gefärbt. Am 12. Tage ist die flache und schmutzige Decke geschlossen. Die Verfärbung des Lackmus hat kaum zugenommen. Die geringe Reduktion des Farbstoffes macht am 20. Tage 1 mm und nach 31 Tagen etwa die Hälfte aus. Am 12. Tage ist die Gelatine kaum rot und am 31. Tage schwach blau. Der Pilz bildet nach vier Wochen eine grauweiße Masse.

Die Fettspaltung geht etwas langsam vor sich. Am 5. Tage sind nur einige Fetttröpfchen, am 12. Tage sämtliche angegriffen, und erst nach 6 Wochen fast alle abgebaut. Einzelne lange Kristalle sind dann charakteristisch.

Stärkeagar und Filtrierpapier sagen als Nährboden dem Pilz nur schlecht zu.

Auf Würze besteht am 15. Tage eine schmutzige Kultur. Der Säuregrad geht von 7 am 21. Tage auf 4 am 56. Tage zurück.

Auf Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat besteht am 5. Tage eine kleine, schmutzigweiße und strahlige Kolonie mit dunkelgrauem Anflug. Die später als schmutzige, etwas graue, schleimige Masse erscheinende Kultur bedeckt schließlich vollständig die Oberfläche, während die Flüssigkeit mit untergetauchtem Myzel angefüllt ist. Das Kongopapier bleibt fast ganz rot. Zur Titration werden nach 50 Tagen 18 ccm Lauge benötigt.

Sehr langsam wächst der Pilz auf Milch mit Essigsäure. Am 14. Tage ist erst eine kleine, weiße bis blaugrüne Kultur vorhanden, deren Entwicklung später besser ist.

Schlechter ist das Wachstum auf Milch mit Milchsäure und auf Milch mit Asparagin. Auf dem letzteren Nährboden besteht nur eine kleine, schmierige und schmutzige Masse

Auf Milch mit Kochsalz wächst der Pilz kaum.

Bei einer Temperatur von $+5^{\circ}\text{C}$ ist das Wachstum mäßig. Am 6. Tage ist die Kolonie 1 mm, am 9. Tage 3 mm, am 15. Tage 8 mm groß, und am 20. Tage ist keine weitere Zunahme zu beobachten. Die Kultur ist sehr dünn. Das Temperaturoptimum liegt bei Zimmerwärme. Bei $+30^{\circ}\text{C}$ hat die dünne, schmierige Kolonie am 7. Tage einen Durchmesser von 20 mm und die Entwicklung ihr Ende erreicht. Eine längere Einwirkung von $+37^{\circ}\text{C}$ wirkt abtötend.

Auf Äpfeln wächst der Pilz nicht und auf Bananen mäßig. Am 8. Tage hat die kleine Kultur auf Bananen einen Durchmesser von 4 mm, und am 12. Tage ist das Fruchtfleisch etwas zersetzt und hellbraun.

Charakteristisches siehe unter Gruppe IX (S. 380) und in Tabelle I—IV.

IV. Zusammenfassung

1. Vergleichende Betrachtung des Nährwertes einiger Substrate

Nährstoff-Agar. — Das nur mit den notwendigsten Salzen versehene und mit Agar versetzte Nährmedium (Nährstoff-Agar s. S. 297) hat sich als ein Substrat erwiesen, welches den meisten Anforderungen genügt. Die Größe der Kolonien (s. Tabelle II) zeigt hierauf außer bei *Penic. Roquefort* und *Stysanus* in gewissen Grenzen eine beachtliche Ähnlichkeit. Ohne die Menge der bekannten Nährböden unnötig vergrößern zu wollen, dürfte dieses künstliche Medium, das eine weitere Vereinfachung der in der Literatur angegebenen darstellt, ein recht geeignetes Mittel sein, die Identifizierung nicht unwesentlich zu erleichtern.

Raulin-Gelatine-Agar. — In gleicher Weise, wie auf Nährstoff-Agar, wachsen die Pilze auf dem viel komplizierter zusammengesetzten Raulin-Gelatine-Agar. Man könnte auf eine weitere Benutzung dieses Nährbodens verzichten, wenn nicht gerade zum Vergleich mit den in der Literatur angegebenen Beobachtungen dieses Medium noch nicht ganz entbehrlich wäre.

Würze-Gelatine. — Würze-Gelatine bringt ebenfalls eine ähnliche Entwicklung der Penicillien hervor, wie die vorhergenannten Nährböden. Trotzdem ist dieses Medium besonders zur Beobachtung des Verflüssigungsvermögens der Organismen noch unbedingt erforderlich.

Bohnenwasser-Agar. — Über den Wert des Bohnenwasser-Agars ließe sich streiten. Die Pilze wachsen hierauf nach Zuckerzusatz ganz gut, sonst aber fast ausnahmslos mäßig. Dieser Nährboden wäre deswegen beizubehalten, weil auf weniger nährstoff-

reichen Böden mitunter ganz charakteristische Merkmale hervortreten.

Wassergelatine. — THOM hat bei seiner Einführung von Wassergelatine sicher ähnliche Gesichtspunkte im Auge gehabt, wie sie gerade für Bohnenwasser-Agar geltend gemacht wurden. Es stimmt die Beurteilung der Wassergelatine durch BOURGE mit der Ansicht des Verfassers überein: wenn auch einige Pilze von reiner Gelatine leben können, so ist der Nährboden trotzdem wenig geeignet. Erst durch das Hinzufügen weiterer Nährstoffe werden etwas mehr, als kleine schmutzige, undefinierbare Haufen erhalten.

Magermilch-Agar. — Auf Magermilch-Agar ist das Wachstum sämtlicher Pilze mit Ausnahme von *Stysanus* außerordentlich üppig. Eine unbedingte Notwendigkeit einer fernerer Verwendung dieses Nährbodens liegt kaum vor.

Milch. — Dafür erscheint die Benutzung von Milch als Nährsubstrat recht vorteilhaft. Alle Penicillien bis auf *Stysanus* zeigen eine reichliche Entwicklung. Die Säuerung und der Abbau des Mediums kann gute Unterscheidungsmerkmale liefern und läßt die zersetzende Wirkung der Organismen erkennen.

Auf Lab- und Sauerkäse ist das Wachstum sehr gut. Beachtenswert ist der Abbau des Käses. Das Medium dient nur speziellen Untersuchungen und ist zur Identifizierung nicht erforderlich.

Lackmus-Bouillon-Gelatine. — Die von BOURGE empfohlene Lackmus-Bouillon-Gelatine läßt nur ein langsames Wachstum mit schneller Konidienbildung zu. Hervorragend eignet sich diese Gelatine zur Feststellung ihrer Reaktionsveränderung (s. Tab. IV) durch die Penicillien und ist deshalb kaum entbehrlich.

Milchfett. — Die Spaltung des Milchfettes ist sehr verschieden. Sie gibt interessante Aufschlüsse über den Grad der durch die Pilze hervorgerufenen Zerstörung und kann unter Umständen zur Unterscheidung der Organismen herangezogen werden.

Die Zellulosezersetzung ist bedeutungslos. Die Versuche mit Filtrierpapier verliefen hier ebenso negativ, wie die von WÖLTJE.

Ähnlich ist das Ergebnis der Beobachtungen von Diastase nach der angegebenen Weise.

Die Reaktionsänderungen der Würze können als eine Ergänzung der Ermittlungen bei Lackmus-Bouillon-Gelatine betrachtet werden.

Nährflüssigkeit mit Ammoniumsulfat. — Der Nährlösung mit Ammoniumsulfat kann Verf. für die hier untersuchten Penicillien

nicht eine solche hervorragende Bedeutung beimessen, wie WÖLTJE es in seiner Arbeit tut. Doch liefert die Verfärbung der Flüssigkeit und vor allem die der Unterseite der Pilzdecke, sowie die Veränderung der Reaktion ein wertvolles Beobachtungsmaterial.

Desinfektionsmittel. — Verschiedene Zusätze zur Milch dienen mehr als Desinfektionsmittel, als zur Beobachtung der äußersten Widerstandsfähigkeit gegen Gifte. Solche Spezialuntersuchungen sind für die Einteilung von geringerer Bedeutung. Die Befunde ergaben eine gewisse Übereinstimmung mit denen von WÖLTJE. Immerhin ist zu berücksichtigen, daß bei einem so ausgezeichneten natürlichen Nährboden wie Milch die schädigende oder hemmende Wirkung von Giften auf die Organismen naturgemäß geringer ist, als bei nährstoffarmen Medien.

Essigsäure. — Bezeichnet WÖLTJE einen Prozentgehalt von 0.15 Essigsäure schon als Entwicklungsgrenze, so zeigt sich, daß bei Milch dieses Mengenverhältnis z. T. noch ein ausgezeichnetes Wachstum zuläßt. Eine geringe Ausnahme machen nur die *Penicillien* der unten aufgestellten Gruppen I, dann *Penic. 2*, *Penic. Roquefort*, *Penic. spinulosum* und *Stysanus*, die langsamer, aber noch recht gut eine Pilzdecke bildeten.

Milchsäure. — An Milchsäure werden bedeutend höhere Konzentrationen vertragen. Die Menge von 1,5% hindert die Pilze nicht an einer sehr guten Entwicklung. Langsam wächst nur *Penic. 14*. *Stysanus* wächst überhaupt in Milch schlecht.

Asparagin. — Ein Zusatz von 3% Asparagin wirkt teilweise eher fördernd als hemmend. Das Wachstum aller Pilze mit Ausnahme von *Stysanus* ist als üppig zu bezeichnen.

Kochsalz. — Anders verhält es sich mit einem Zusatz von 10% Kochsalz zu Milch. Hier ist die Entwicklung der *Penicillien* sehr gehemmt und bei den meisten nach Wochen noch sehr schlecht.

Früchte. — Früchte sind schlecht geeignete Nährböden, um bei den auf ihnen gewachsenen Pilzen besondere Merkmale zu erkennen, da die Prädisposition und die Eigenart der Frucht die Wiederholung gleicher Versuche erschwert. Bei der Beobachtung der Pathogenität gegen Äpfel zeigte es sich, daß frische gesunde Äpfel kaum angegriffen werden, und daß selbst bei künstlicher Durchbohrung der Epidermis das Fruchtfleisch nicht nennenswert zerstört wird, während verfaulte Äpfel das üppigste Wachstum mehrerer *Penicillien* mit ausgezeichneter Corembienbildung erkennen ließen. Die Erfahrung von SCHNEIDER (s. S. 312) finden somit eine abermalige Bestätigung. Das Fruchtfleisch der Banane ist der Zer-

störung leichter zugänglich und läßt geringe Unterschiede in der zersetzenden Wirkung der Penicillien erkennen. Doch ist die Beobachtung dieser Pathogenität für die Identifizierung nicht sehr ausschlaggebend.

Als Schlüssel für die Einteilung

wäre folgende, auch in dieser Arbeit angewandte Methode vorläufig noch ausreichend:

1. Mikroskopische Maße und Form:

der Konidien, Sterigmen, Metulen, Äste und Stiele und des ganzen Fruchträgers.

2. Makroskopische Beobachtungen

über Farbe, Rand, Zonen, Geruch, Tropfen und Rückseite auf Nährstoff-Agar, Raulin-Gelatine und auf Bohnenwasser-Agar.

3. Physiologische Beobachtungen:

Verflüssigung von Gelatine, Säuerung von Lackmus-Bouillon-Gelatine und von Milch, Abbau von Milch.

2. Die heutige Systematik

Nach JANKE (Allg. Techn. Mikrobiologie I. Die Mikroorganismen, 1925) ist die Systematik folgende:

Die Klasse der echten Pilze (*Eumycetes, Fungi*).

Die 3. Unterklasse: Die Schlauchpilze (*Ascomycetes*).

Die Ordnung: *Plectascales*.

Die Familie: *Aspergillaceae*.

Die Gattung: *Penicillium*.

Sektion *Corollium* Sopp, *Clavariella* Wehmer, *Gliocladium* Corda, *Penicillium* s. str., *Aspergillopsis* Sopp, *Citromyces* Wehmer.

Die in dieser Arbeit untersuchten Pilze würden ausschließlich der Section *Penicillium* s. str. angehören. JANKE unterscheidet bei dieser Section wieder

Formenreihe *Alternantes* und nach Farbe des Rasens und Form der Konidien, ähnlich wie OLSEN-SOPP, Gruppe des *Penic. glaucum* Link. Gruppe des *Penic. digitatum* — *Penic. expansum*, Gruppe des *Penic. candidum* — *Penic. camemberti*.

Formenreihe *Verticillatae*, Gruppe des *Penic. luteum* — *Penic. purpurogenum*.

Formenreihe *Aspergilloides*.

BIOURGE nennt sein Werk (1924) Les moisissures du „groupe“ *Penicillium* Link, beginnt aber bei seiner Systematik mit „sous-

genre“ (*Eupenicillium*), welches doch „genre“ voraussetzt. Er meint sicher mit „groupe“ die „Gattung“ *Penicillium*. Dies ist um so mehr anzunehmen, weil bei der Einteilung seiner „Gruppe“ viele zur „Gattung“ *Penicillium* gehörige Pilze eingegliedert werden. Es kommt auch eine Gleichsetzung der „Gruppe“ *Penicillium* von BOURGE mit der Section *Penicillium s. str.* von JANKE nicht in Frage. Vielmehr dürfte die Einteilung von BOURGE eine durchaus andere für die gesamte „Gattung“ *Penicillium* darstellen, was durch die Unterbegriffe sous-genre bestätigt wird. BOURGE berücksichtigt hauptsächlich die Verzweigung und die Form der Fruchträger, das Aussehen der Riesenkolonie („Rasen“) und die Konidien. Auch in der neuen Ausgabe von HENNEBERGS Handbuch der Gärungsbakteriologie II. Band 1926 wird auf die Systematik von BOURGE eingegangen. WESTLING stellt die Eupenicillien den Aspergilloiden als Sectionen gegenüber. Bei seiner weiteren Einteilung spielt die Größe und Form der Konidien die Hauptrolle.

Die Schwierigkeiten, für die Penicillien eine geeignete Gliederung zu finden, sind nicht zu verkennen. Beobachtet man z. B. die für diese Arbeit hergestellten Lichtbilder von Penic. 7 (Fig. 35—38), so ist ersichtlich, daß das gleiche *Penicillium* zu den halbzonigen, zu denen mit völliger Zonenbildung, weiter zu den strahligen und auch zu den zackig umrandeten Pilzen gehören könnte. Ähnlich liegt es bei Penic. 6, welches mit rundem (Fig. 39), aber auch mit zackigem Rand (Fig. 40) auftritt. Wird Penic. 2 durch ein starkes steriles Myzel überwuchert, wie es Fig. 41 zeigt, so könnte es leicht auch bei den wolligen Penicillien eingeordnet werden. Ob bei der Systematik schon ein erfolgreicher Abschluß erreicht ist, kann bezweifelt werden; zum mindesten ist vorläufig eine Angleichung der verschiedenen Systeme zu erstreben. Vielleicht bringt die genaue Kenntnis der bisher selten oder nie erhaltenen Ascusfruchtbildung die erwünschte Klarheit. Viel hängt auch von den wissenschaftlichen technischen Hilfsmitteln ab. Eine ausgebaute Mikro- und Farbenlichtbild Darstellung kann ohne Zweifel noch wesentlich zur Vervollkommenung dieser Arbeiten beitragen und vor allem später das einwandfreie Wiedererkennen und Bestimmen erleichtern.

3. Vergleichende Betrachtung der untersuchten Penicillien

Am meisten fällt dem Beobachter bei diesen Penicillien zuerst die äußere Wuchsform und besonders die Farbe ins Auge. So spielt

Penic. 7 (Raulin-Agar)

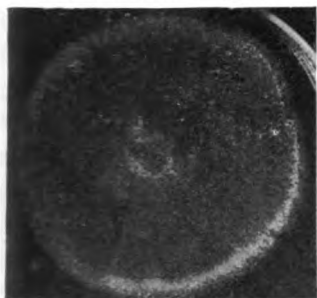


Fig. 35

Penic. 7 (Würze-Agar)

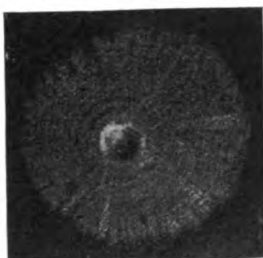


Fig. 36

Penic. 7 (Würze-Agar)

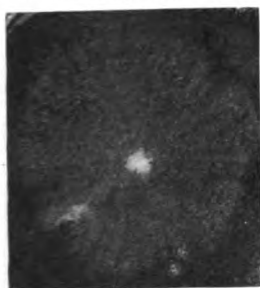


Fig. 37

Penic. 7

(nach $3\frac{1}{2}$ Monaten auf Nährstoff-Agar)

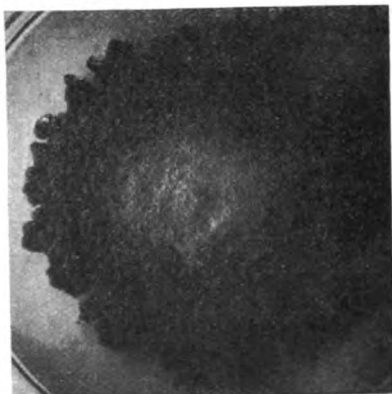


Fig. 38

Penic. 6 (Nährstoff-Agar, 8 Tage)

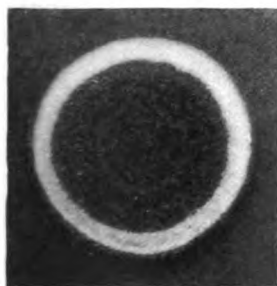


Fig. 39

Penic. 6

(nach $3\frac{1}{2}$ Monaten auf Nährstoff-Agar)

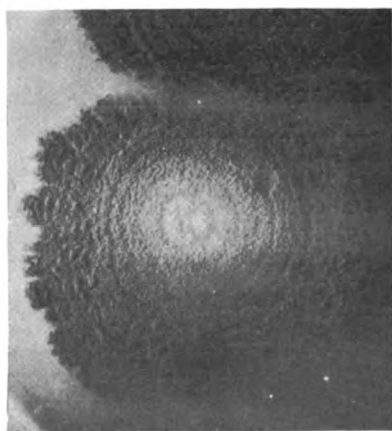


Fig. 40

Penic. 2 (nach 8 Tag. auf Würze-Agar)

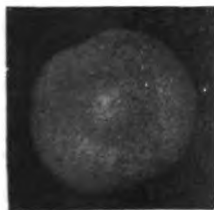


Fig. 41

denn auch in den größeren Werken bei der Einteilung der Gattung *Penicillium* die Farbe des Pilzrasens mit eine beachtliche Rolle. Hier in dieser Arbeit schieden fast alle anders als grün gefärbten Penicillien aus. Die nur zur Durchführung der Untersuchungen vorgenommene Anordnung in 1—15 beruhte zunächst lediglich auf der Farbe der Kulturen. Betrachtet man unter gleichen Bedingungen gewachsene Kulturen etwa am zehnten Tage und später, so läßt sich ohne große Mühe ein Hellerwerden der verschiedenen blaugrünen Farbtöne vom Penic. 1 bis Penic. 14 feststellen. Penic. 13 fällt wegen seiner schwärzlichen Farbe aus dem Rahmen heraus, und Penic. 15 entspricht etwa Penic. 1.

Das eingehende Untersuchen der Entwicklung der einzelnen Pilze auf den verschiedensten Nährböden läßt rein äußerlich, trotz der großen Ähnlichkeit der Erscheinungen, doch eine gewisse Gruppierung dieser Penicillien zu.

So dürften die Gruppen I (Penic. 1, 15 und 12), II (Penic. 14), III (Penic. 11), IV (Penic. 9 und 10), V (Penic. 7, 8, 6, 5), VI (Penic. 2), VII (Penic. 4), VIII (Penic. 3), und IX (Penic. 13) sich immerhin mehr oder weniger deutlich voneinander abheben (s. Tabelle II).

Die zu diesen Gruppen zusammengefaßten Penicillien können trotz großer Ähnlichkeit in ihrer makroskopischen Wachstumsform und gewisser Übereinstimmung in physiologischer Hinsicht teilweise Abweichungen in den mikroskopischen Maßen zeigen, ohne daß dadurch die Zusammengehörigkeit gefährdet zu werden braucht. Dennoch lassen auch die mikroskopischen Zeichnungen erkennen, daß die auf Grund makroskopischer Feststellungen getroffene Einteilung einer Rechtfertigung kaum entbehrt.

Gruppe I. — Die Gruppe I umfaßt die drei Penicillien 1, 15 und 12. Mikroskopisch stimmen Penic. 1 und Penic. 15 vollkommen überein, und nur Penic. 12 zeigt geringere Abweichungen.

Die Einordnung in das System von BOURGÈ ist nicht ganz einfach. Das mikroskopische Bild hebt deutlich die für die UnterGattung *Eupenicillium* bekannte Form hervor. Fraglich ist, ob die drei Pilze zur Sous-Section *Concentrica* oder *Lanata* gehören. Der meist hoch wollige Pilzrasen spricht für *Lanata*, während die, wenn auch nur schwach in Erscheinung tretenden Zonen auf *Concentrica* deuten könnten. Die Zeichnungen und Maße vom *Penic. lanosum*, das BOURGÈ zur Sous-Section *Concentrica*, und zwar *Classica*, rechnet, ähneln den in dieser Arbeit behandelten drei Pilzen am

meisten. Vor allem stimmen auch einige Beschreibungen von WESTLING mit den bei der Bearbeitung gemachten Beobachtungen überein. Nach JANKE dürfte eine Einreihung in die Formenreihe *Alternantes*, und zwar in die Gruppe des *Penic. glaucum*, das Gebilde sein.

Charakteristisch für die der Gruppe I eingeordneten Penicillien ist ein meist hoher wolliger Rasen mit blaugrüner Farbe, eine geringe Zonenbildung, ein nur schwacher Geruch, ein häufiges Vorkommen von Flüssigkeitstropfen auf dem Rasen, eine gelbliche Färbung der Rückseite der Kulturen, eine Verflüssigung der Gelatine nach etwa 3—5 Tagen und eine schnelle Säuerung der alkalischen Bouillon-Gelatine. Die Milch wird zuerst etwas schleimig und später bräunlich. Nach zwei Wochen ist ihr Geschmack etwas unangenehm, aber ihr Geruch kaum auffallend.

Gruppe II. — Der vorhergehenden Gruppe ähnlich ist das *Penic. 14*. Bei der mikroskopischen Betrachtung ersieht man, daß Stiel, Metulen und Sterigmen eine geringere Dicke aufweisen, und daß die Konidien bei der Keimung auffallend stark anschwellen. Der Pilz gehört fraglos zur Sous-Section *Lanata*. Der Rasen ist hoch wollig und doch fest, bleibt lange Zeit weiß und wird erst später grünlich und hellgrau. Zonenbildung ist kaum und ein Geruch nur schwach vorhanden. Das Auffallendste ist die tief *violettbraune* Färbung der Rückseite der Kulturen, die sich sogar schwach auf das Nährmedium überträgt. (*Penic. carum* Sopp hat die gleiche Eigenschaft, gehört aber zu den Aspergilloiden.) In der Verflüssigung und Säuerung der Gelatine stimmt *Penic. 14* mit der I. Gruppe überein. Die Milch, die am 8. Tage noch normal erscheint, färbt sich am Rande der Kultur in geringem Maße violett. Am 18. Tage ist sie schwach bräunlich, ihr Geschmack schlecht und ein schwacher Geruch nach Ammoniak zu beobachten.

Gruppe III. — Mikroskopisch ist eine Unterscheidung des *Penic. 11* vom *Penic. 14* hauptsächlich durch die noch geringere Dicke des Stieles und der Metulen und Sterigmen möglich. Der hohe wollige Rasen gibt Berechtigung, dieses *Penicillium* ebenfalls zur Sous-Section *Lanata* zu rechnen. Ganz charakteristisch und auffallend ist die erst nach einiger Zeit auftretende frische hellgrüne Färbung der Pilzdecke, die etwa der des *Penic. viridicatum* Westling ähnelt. Geruch, Zonenbildung, Verflüssigung und Säuerung der Gelatine entspricht den vorhergenannten Gruppen. Die Farbe der Rückseite schwankt zwischen bräunlich und gelblich. Im Gegensatz zu den

anderen zersetzt dieser Pilz die Milch schneller. Am 18. Tage ist sie schon in eine hellbraune klare Flüssigkeit verwandelt. Ihr Geschmack ist schlecht und ein Geruch nach Ammoniak bemerkbar.

Gruppe IV. — Bei den Penicillen 9 und 10 dürfte es sich um die Variation von ein und demselben Pilze, und wahrscheinlich um *Penic. biforme* Thom handeln, das BOURGE ebenfalls in die Sous-Section *Lanata* einordnet. Der hohe, wollige Rasen gibt berechnete Veranlassung zu diesem Vorgehen. Doch könnten die gelegentlich sehr deutlichen Zonen auch eine Eingliederung in die *Concentrica* zulassen. JANKE rechnet *Penic. biforme* einfach zur Gruppe des *Penic. glaucum*. WESTLINGS und THOMS Beschreibungen von *Penic. biforme* sind auf die hier untersuchten Pilze in großem Maße zutreffend.

Charakteristisch sind schon im mikroskopischen Bild die später auffallend großen Konidien, die im Alter große Vakuolen mit einem hellbräunlichen Aussehen besitzen. Im Gegensatz zu *Penic. 11* sind der Stiel, die Äste, Metulen und Sterigmen bei *Penic. biforme* dicker und kräftiger. Die helle graugrüne bis gelblichgraue Färbung des Rasens erleichtert eine Unterscheidung. Beachtenswert ist hier das Entstehen eines hochwolligen, recht breiten Randes bei den Riesenzonen. Nur auf Bohnenwasser-Agar ist die Zonenbildung besonders deutlich. Kennzeichnend ist auch der schimmelige Geruch. Tropfenbildung und weiße bis gelbliche Färbung der Rückseite der Kulturen. Ein Unterscheidungsmerkmal gegen die anderen Gruppen ist die sehr langsame Verflüssigung und Säuerung der Gelatine. Die Milch bleibt länger weiß und ist am 18. Tage erst schwach bräunlich. Ihr Geschmack wird aber etwas bitter und der Geruch pilzig.

Gruppe V. — Zu dieser Gruppe können die Penicillien 7, 8, 5 und 6 zusammengefaßt werden. Die makroskopischen Feststellungen ergeben noch eine wollige Pilzdecke mit schon deutlicherer Zonenbildung, als bei den oben behandelten Penicillien. Immerhin könnte man noch ein schärferes Hervortreten der Ringe erwarten, um diese Gruppe zu *Euzonata*, einer Untergruppe der Sous-Section *Concentrica*, zu rechnen. Ein Einordnen bei der *Hemizonata* wäre ebenso sehr berechnete, um so mehr, da *Penic. 6* rauhe Stiele und Zweige aufweist und dann zu *Aspera*, der Untergruppe der *Hemizonata*, gehören müßte. Der Pilz zeigt aber gewisse Übereinstimmungen mit *Penic. flavo-glaucum*, das BOURGE in die *Classica*, eine weitere Unterteilung der Untergruppe *Euzonata*, einreicht. Eine Einordnung der ganzen Gruppe in die *Classica* dürfte gerechtfertigt erscheinen.

Das mikroskopische Bild zeigt bis auf den bisweilen rauen Stiel von *Penic. 6* nichts Besonderes und eine Ähnlichkeit mit der vorher genannten Gruppe. Charakteristisch sind für diese Penicillien ein wolliger, blaß blaugrüner Rasen, eine beachtliche Zonenbildung, die auf Bohnenwasseragar sehr ausgeprägt ist, ein Vorkommen von Flüssigkeitstropfen auf dem Rasen und am auffallendsten ein starker widerwärtiger Schimmelgeruch, eine schwache Gelbfärbung der Rückseite der Kulturen, eine verhältnismäßig langsame Verflüssigung der Gelatine (am 6. bis 10. Tage) und eine starke Säuerung von alkalischer Bouillon-Gelatine. Die Milch wird von *Penic. 8* und *Penic. 6* schon nach einer Woche zur Koagulation gebracht. Die Gruppe baut sonst die Milch wie die anderen Penicillien ab, ruft aber meist einen bitteren Geschmack und pilzigen Geruch hervor.

Gruppe VI. — *Penic. 2* unterscheidet sich mikroskopisch und makroskopisch wenig von Gruppe V. Der Rasen ist nicht ganz so hoch und wollig, sondern etwas flacher und der Rand sehr schmal. Eine geringe Ähnlichkeit mit *Penic. griseo-roseum* und die gelegentlich auftretende strahlige Form auf der Rückseite der Kulturen lassen eine Einordnung in die Sous-Sektion *Radiata* zu. Die Farbe der Kulturen ist meist graugrün. Die Zonenbildung ist gering und nur auf Raulin-Gelatine deutlicher. Der Geruch ist schwach, die Rückseite der Kolonie strahlig und gelblichgrünlich bis schwach bräunlich. Die Gelatine wird sehr schnell verflüssigt (am 3. Tage) und stark gesäuert. Auffallend ist die sehr schnelle Zersetzung der Milch, die schon am 10. Tage hellbraun und durchsichtig ist. Ihr Geschmack ist schlecht und der Geruch schwach.

Gruppe VII. — Schon die makroskopische Beobachtung von *Penic. 4* erleichtert gut eine Trennung von den bisher genannten Gruppen. Die flache, kaum wollige Riesenkolonie mit dem auseinandergehenden Rand läßt an einer Übereinstimmung mit *Penic. Roquefort* (THOM) keinen Zweifel aufkommen. Nach BOURGE gehört dieser Pilz zur Sous-Section *Stellata*, nach JANKE einfach zur Gruppe des *Penic. glaucum*. Mikroskopisch hebt sich *Penic. Roquefort* kaum von den anderen Pilzen ab. Nur fallen gelegentlich schon nach 4 Wochen abgestorbene Konidien auf. Charakteristisch ist weniger der dunkelgrüne Rasen, als vor allem der faserige Rand. Besonders fällt auf, daß die Gelatine kaum verflüssigt (am 15. Tage noch fest) und fast nicht gesäuert wird. Die Milch wird nur langsam abgebaut. Ihr Geschmack ist kaum unangenehm verändert und ihr Geruch schwach aromatisch käsig.

Gruppe VIII. — Waren die oben besprochenen Pilze meist makroskopisch etwas unterschieden, während bei dem mikroskopischen Bilde sich eine große Ähnlichkeit zeigte, so liegt dies bei *Penic. 3* umgekehrt. Dieser Pilz dürfte vollkommen mit *Penic. spinulosum* Thom identisch sein. Nach JANKE gehört *Penic. spinulosum* zur Section *Citromyces*, nach WESTLING zu den Aspergilloiden. BOURGE hat dieses *Penicillium* nicht weiter beachtet. Nach seiner Systematik dürfte aber *Penic. 3* ebenfalls zu den Aspergilloiden gehören. Charakteristisch sind die ohne Äste und Metulen in Wirteln angeordneten Sterigmen und besonders die rauhen kugeligen Konidien. Die Kulturen sind ziemlich dunkel graugrün, etwas wollig und haben einen kleinen Rand. Die Rückseite der Kolonien ist bräunlich gefärbt. Die Gelatine wird langsam verflüssigt (am 5.—6. Tage) und stark gesäuert. Die Milch wird zuerst schleimig und ist nach 18 Tagen oben violett bis schmutzig gefärbt. Ihr Geschmack und Geruch ist nicht wesentlich verändert.

Gruppe IX. — *Penic. 13* fällt ganz aus dem Rahmen heraus. Es handelt sich hier ohne Zweifel um *Stysanus*. JANKE rechnet diesen Organismus noch zu den *Fungi imperfecti*. Auch OLSEN-SOPP führt ihn in einer besonderen und nicht bei der Gattung *Penicillium* auf. BOURGE bringt diese Pilze in seiner Sous-Section *Anomala* unter.

Stysanus ist in jeder Weise auffallend. Mikroskopisch sind die großen, länglichen, an der Basis abgeplatteten, gelegentlich leicht absterbenden und dunklen, *nicht* stacheligen Konidien beachtenswert. Die Konidienträger vereinigen sich schnell zu einem Bündel. Die Sterigmen sind mehr sitzend, aber denen der eigentlichen *Penicillien* ziemlich ähnlich. Der Rasen ist flach und dunkel- bis bräunlichgrau. Die Erkennung wird durch die kolbenförmigen Coremien wesentlich erleichtert. Die Rückseite der Kulturen ist grau bis fast schwarz. Auf den meisten Nährböden wächst dieser *Stysanus* langsam und entwickelt sich zu einer schleimigen Masse mit abnormem, kränklichem Aussehen, welches dem *Stysanus Stemonites* eigen ist. Die Gelatine wird schnell verflüssigt (am 3.—5. Tage), aber nicht gesäuert. Im Gegensatz zu den Beschreibungen SORPS ist Milch ein wenig geeignetes Nährmedium, welches kaum angegriffen wird.

Das Ergebnis

der umfangreichen Untersuchungen ist folgendes: Die schon dem Laien bei der rein makroskopischen Betrachtung sich zu erkennen gebende außerordentliche Ähnlichkeit der vorliegenden *Penicillien*

wird durch die eingehende wissenschaftliche Beobachtung bestätigt.

Nach BOURGE wären vielleicht die untersuchten Pilze in zwei Untergattungen *Penicillium* zu scheiden: nämlich in *Eupenicillien* und in *Aspergilloiden*.

A. Sämtliche Pilze der *Eupenicillien* würden der *Section Bulliardium* angehören, die nun wieder in

Sous-Section: *Concentrica* (Gruppe I? u. V)

„ „ *Radiata* (Gruppe VI)

„ „ *Lanata* (Gruppe II—IV)

„ „ *Stellata* (Gruppe VII) und

„ „ *Anomala* (Stysanus)

getrennt werden müssen.

B. Bei den *Aspergilloiden* wäre nur *Penic. spinulosum* einzureihen.

Nach JANKE könnte man bei diesen grünen Penicillien des Käsekellers etwa zwei Arten der Gattung *Penicillium* annehmen:

Nämlich *Penicillium s. str.* und hier wieder zwei Unterarten

Gruppe des *Penic. glaucum* ähnlich (Gr. I, IV—VII) u.

Gruppe des *Penic. candidum* ähnlich (Gr. II u. III) u.

dann *Citromyces* (oder besser *Aspergilloides*) (Gr. VIII).

Stysanus (Gruppe IX) gehört nach seiner Systematik zu den Fungi imperfecti.

Gerade nach dieser letzteren Einteilung darf man annehmen, daß es sich hier, abgesehen von *Stysanus*, um Pilze handelt, die fast durchweg einer Sammelgruppe angehören, welche sich wieder in außerordentlich viele Rassen spaltet.

Abstract

The striking resemblance of the Penicillias in question, easily noticed already by the uninitiated, is confirmed by thorough scientific research of the author. According to the classification of BOURGE, as well as especially to that of JANKE, it may be taken for granted that the fifteen Penicillia forms, characterized by the author, are fungi nearly all belonging to a collective group which is divided again into a remarkable number of races.

Literaturangabe

ABEL, R., und BUTTENBERG: Einwirkung von Arsen auf Schimmelpilze. Zentralbl. f. Bakt. 1900, Bd. 6, S. 187. — BHAT, P. J.: Note on the composition of gas lime. (The Journ. of Agric. Science. Vol. 3. 1910. S. 317.) — BOURGE, PH.: Les moisissures du groupe *Penicillium* Link. Löwen 1923. — BLOCHWITZ, ALB.: Berichte d. D. Botan. Gesellsch. 1923, Bd. 41 und 1925, Bd. 43 — BREFFELD, OSCAR: Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie unter be-

sonderer Berücksichtigung von Bd. II: Entwicklungsgeschichte von *Penicillium*. 1874, Bd. XIV und XV (1908; 1911). — BUTKEWITSCH, WL.: Jahrb. f. wiss. Bot. 1925, 64, 636. — CARBONE, D.: Su la decomposizione aerobica della cellulosa (Boll. Soc. med. Pavia 1910, I, 1, 13, V. und 1911, I, IV). — CENTRALBLATT FÜR BAKTERIOLOGIE: Par. u. Inf. Zweite Abteilg. Bd. 43, Nr. 12/13 (1915), S. 305: Enzyme bei *Penicillium glaucum*. — DAMMANN, ALB.: Konidienbildung und Zonenbildung bei *Penic. glaucum*. Inaug.-Diss. Würzburg 1909. — DIERCKX, R. P.: Un Essai de revision du genre *Penicillium* Link. (Annales de la Soc. Scientifique de Bruxelles, S. 83. Louvain 1901.) — DOEBELT, A.: Beiträge zur Kenntnis eines pigmentbildenden *Penicilliums*. Annales mycol. Vol. 7. 1909. S. 315. — DOX, ARTHUR, W.: The intercellular enzymes of lower fungi, especially those of *Penic. camemberti*. (Ref. Centralbl. II. Bd. 26. 1910, S. 675.) — EHRLICH, FELIX: Über die Bildung des Plasmaeiweiß bei Hefen und Schimmelpilzen. (Biochem. Zeitschr., Bd. 36, 1911, S. 477.) — HENNEBERG, W.: Handbuch der Gärungsbakteriologie. I. u. II. Bd. 1926. — HOCHAPFEL, Untersuchungen über die C- und N-Quellen einiger Schimmelpilze. (Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 64. Bd. Nr. 8/14, S. 174. 1925.) — JANKE, ALEX.: Allgem. Technische Mikrobiologie. I. Teil, 1924. — KAPPEN, H.: Über die Zersetzung der Cyanamides durch Pilze. (Centralbl. II, 26. 1910. S. 623.) — KYLIN, H.: Über die Enzymbildung bei einigen Schimmelpilzen. (Ref. Centralbl. II. Bd. 43 [1915], S. 232/3.) — LAFAR, FRANZ: Handbuch der technischen Mykologie. I. Bd. — IV. Bd. Spez. Morphol. u. Physiol. der Hefen u. Schimmelpilze. 1907. — LINDAU, GUSTAV: Die mikroskopischen Pilze. Berlin 1922. — LÖW, E.: Zur Entwicklungsgeschichte von *Penicillien*. (Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. VII, Heft 4, 1870.) — MASSEE, IVY: The sterilisation of seed. (Bull. Misc. Inform. Kew 1913, p. 183—187.) — MILBURN, TH.: Über Änderung der Farben bei Pilzen und Bakterien. (Centralbl. f. Bakt. II, Bd. 13, Nr. 5/7, S. 129—138 u. Nr. 9/11, S. 257/276; Okt. 1904.) — MOLZ, E.: Hexenringbildung. (Centralbl. II, Bd. 36, Nr. 15/18, S. 353. 1913.) — MOLZ, E.: Untersuchungen über die Wirkung des Karbolineums als Pflanzenschutzmittel. (Centralbl. II, Bd. 30 [1911], S. 181.) — MOREAU, F.: Sur les zones concentriques que forment dans les cultures les spores de *Penicillium glaucum* Link. (Bull. Soc. Bot. de France. T. 109 [1912], S. 491.) — MUNK, M.: Bedingung der Hexenringbildung bei Schimmelpilzen. (Centralbl. II, Bd. 32, Nr. 13/19, S. 353. 1912.) — MÜLLER, K. O.: Untersuchung über die Entwicklungsphysiologie des Pilzmyzels. (Beiträge z. allgem. Bot. aus d. Pflanzenphysiol. Instit. Berlin. Bd. 2, 1923.) — REICHEL, JOH.: Über das Verhalten von *Penicillium* gegenüber der Essigsäure und ihren Salzen. (Biochem. Ztschr. Bd. 30, 1910, S. 152.) — ROUSSY, A.: Sur la vie des champignons dans les acides gras. (Compt. rend. hebdom. de l'Acad. Paris I. 153, 1911, S. 884.) — SCHILERSKY, K.: *Penicillien*. Mathem. u. naturwiss. Bericht aus Ungarn. 1913, p. 118/130. — SCHNEIDER, O.: Versuche über Wachstumsbedingungen und Verbreitung der Fäulnispilze des Lagerobstes. (Zentralbl. II, Bd. 32, Nr. 6/12, S. 161, 1912.) — THOM, CH.: Cultural Studies of Species of *Penicillium*. Washington 1910. — WEIGMANN, H.: Gärung der Milch und Abbau ihrer Bestandteile. Berlin 1924. — WESTLING, R.: Über die grünen Spezies der Gattung *Penicillium*. (1912.) (Arkiv för Botanik XI no 1, 156 pp. 81 fig.) — WÖLTJE, W.: Unterscheidung einiger *Penicillien*-Spezies nach physiologischen Merkmalen. (1918.) (Zentralbl. II, Bd. 48, Nr. 5/9.) — ZOPE, W.: Die Pilze. Breslau 1890.

Lichtbilder der Riesenkolonien

$\frac{2}{3}$ natürlicher Größe

(Sämtliche Kulturen sind 8 Tage alt und auf Nährstoff-Agar gezüchtet)

Gruppe I

Penic. 1



Fig. 7

Penic. 15



Fig. 8

Penic. 12



Fig. 9

Gruppe II

Penic. 14



Fig. 12

Gruppe III

Penic. 11



Fig. 14

Gruppe IV

Penic. 9

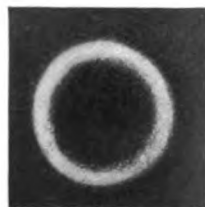


Fig. 16

Penic. 10

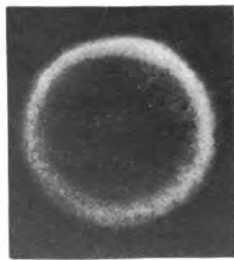


Fig. 18

Gruppe V

Penic. 7



Fig. 20

Penic. 8

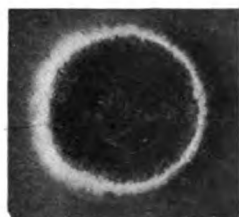


Fig. 22

Penic. 5

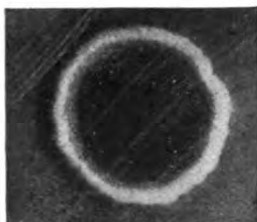


Fig. 24

Penic. 6

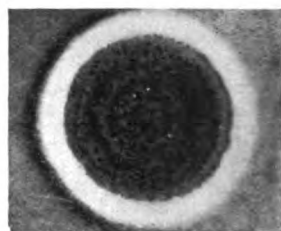


Fig. 26

Gruppe VI

Penic. 2



Fig. 28

Gruppe VII

Penic. 4

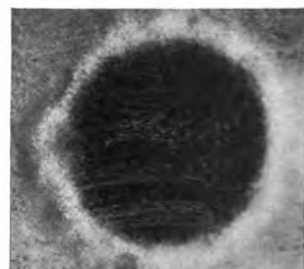


Fig. 30

Gruppe VIII

Penic. 3



Fig. 32

Gruppe IX

Penic. 13



Fig. 34

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Archiv. Zeitschrift für die gesamte Botanik](#)

Jahr/Year: 1929

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Ullscheck Felix

Artikel/Article: [Penicillium - „Arten " und - „Rassen " im Käsekeller 289-384](#)