ist möglich, dass aus solchen zufällig blossgelegten Wurzeln die aërotropischen allmählig als fixirte erbliche Gebilde hervorgegangen sind.

Aehnliche Bildungen dürften späterhin auch noch bei anderen Vertretern der Mangroveformation aufgefunden werden. Aërotropische Wurzeln mit gleicher Function, wie die genannten, finden sich aber nicht ausschliesslich bei Mangrovepflanzen, sondern auch bei anderen Gewächsen, die in nassem Boden wachsen [1]).

Figurenerklärung.

Fig. 1. Querschnitt durch die aërotropische Wurzel von Laguncularia racemosa. *k* Korkhülle, *phl* Phloëm, *ax* axiler Holzkörper.

Fig. 2. Querschnitt durch die Grenze zwischen Xylem und Phloëm, Bildung des secundären Phloëms. *s* Siebröhrenbündelchen.

Fig. 3. Querschnitt durch das secundäre Phloëm der aërotropischen Wurzel mit den grossen Lufthöhlen. Die Zeichnung umfasst die äusseren $^3/_4$ des Durchmessers des Phloëms. *phl str* Phloëmmarkstrahlen, *s* Siebröhrenbündelchen, *phl p* Phloëmparenchym, *k* Korkhülle der Peripherie.

Fig. 4. Tangentialschnitt durch das secundäre Phloëm derselben Wurzel. Manche Phloëmparenchymzellen zerrissen.

Fig. 5. Phloëmmarkstrahlzellen im Radialschnitt. Mit Intercellularen in den Kanten und in der Wandung.

Fig. 6. Bildung von Ausstülpungen, Verbindungsfäden und Durchreissungen an den zur Bildung der Lufthöhlen des Phloëms auseinander weichenden Phloëmparenchym- und Markstrahlzellen. *a*–*e* aus Querschnitten, *f*–*g* aus Längsschnitten.

Die Verflüssigung der Gelatine durch Schimmelpilze

von

Dr. **A. Hansen.**

Es ist eine bei den Spaltpilzen ziemlich allgemein beobachtete Erscheinung, dass sie feste Substrate, z. B. Gelatine, die ja vorwiegend als künstlicher Nährboden benutzt wird, verflüssigen.

Die Fähigkeit, eine Verflüssigung zu bewirken, erscheint als eine besonders wichtige, denn der Erfolg der zerstörenden Thätigkeit der Bacterien und Pilze bei ihren Fäulniss- und Zersetzungsprocessen ist ganz besonders deshalb ein vollständiger, weil sie im Stande sind, in Wasser unlösliche Substanzen in lösliche Producte überzuführen; das Erweichen und Flüssigwerden ist thatsächlich ein besonders charakteristisches Merkmal der durch die genannten Organismen hervorgerufenen Fäulnissprocesse.

1) Vergl. darüber L. Jost: Ein Beitrag zur Kenntniss der Athmungsorgane der Pflanzen. Bot. Ztg. 1887 und K. Goebel, Bemerkung hierzu, ibid.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0094-5

ist möglich, dass aus solchen zufällig blossgelegten Wurzeln die aërotropischen allmählig als fixirte erbliche Gebilde hervorgegangen sind.

Aehnliche Bildungen dürften späterhin auch noch bei anderen Vertretern der Mangroveformation aufgefunden werden. Aërotropische Wurzeln mit gleicher Function, wie die genannten, finden sich aber nicht ausschliesslich bei Mangrovepflanzen, sondern auch bei anderen Gewächsen, die in nassem Boden wachsen [1]).

Figurenerklärung.

Fig. 1. Querschnitt durch die aërotropische Wurzel von Laguncularia racemosa. *k* Korkhülle, *phl* Phloëm, *ax* axiler Holzkörper.

Fig. 2. Querschnitt durch die Grenze zwischen Xylem und Phloëm, Bildung des secundären Phloëms. *s* Siebröhrenbündelchen.

Fig. 3. Querschnitt durch das secundäre Phloëm der aërotropischen Wurzel mit den grossen Lufthöhlen. Die Zeichnung umfasst die äusseren $^3/_4$ des Durchmessers des Phloëms. *phl str* Phloëmmarkstrahlen, *s* Siebröhrenbündelchen, *phl p* Phloëmparenchym, *k* Korkhülle der Peripherie.

Fig. 4. Tangentialschnitt durch das secundäre Phloëm derselben Wurzel. Manche Phloëmparenchymzellen zerrissen.

Fig. 5. Phloëmmarkstrahlzellen im Radialschnitt. Mit Intercellularen in den Kanten und in der Wandung.

Fig. 6. Bildung von Ausstülpungen, Verbindungsfäden und Durchreissungen an den zur Bildung der Lufthöhlen des Phloëms auseinander weichenden Phloëmparenchym- und Markstrahlzellen. *a*–*e* aus Querschnitten, *f*–*g* aus Längsschnitten.

Die Verflüssigung der Gelatine durch Schimmelpilze

von

Dr. **A. Hansen.**

Es ist eine bei den Spaltpilzen ziemlich allgemein beobachtete Erscheinung, dass sie feste Substrate, z. B. Gelatine, die ja vorwiegend als künstlicher Nährboden benutzt wird, verflüssigen.

Die Fähigkeit, eine Verflüssigung zu bewirken, erscheint als eine besonders wichtige, denn der Erfolg der zerstörenden Thätigkeit der Bacterien und Pilze bei ihren Fäulniss- und Zersetzungsprocessen ist ganz besonders deshalb ein vollständiger, weil sie im Stande sind, in Wasser unlösliche Substanzen in lösliche Producte überzuführen; das Erweichen und Flüssigwerden ist thatsächlich ein besonders charakteristisches Merkmal der durch die genannten Organismen hervorgerufenen Fäulnissprocesse.

1) Vergl. darüber L. Jost: Ein Beitrag zur Kenntniss der Athmungsorgane der Pflanzen. Bot. Ztg. 1887 und K. Goebel, Bemerkung hierzu, ibid.

Universitätsbibliothek Regensburg

urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0094-5

Ueber den ursächlichen Zusammenhang zwischen Organismenthätigkeit und Verflüssigung ist, was den chemischen Process selbst angeht, nur sehr wenig bekannt.

In einer früher publicirten Abhandlung über Fermente und Enzyme [1]) habe ich darauf hingewiesen, dass man bei den Umwandlungen der Substanzen, wie von Stärke in Glucose, der Eiweissstoffe in Peptone durch lebendige Organismen nicht ohne Weiteres auf die Wirkung eines Enzyms schliessen dürfe, sondern in manchen Fällen durch directe Einwirkung des Protoplasma die Umwandlung (Verdauung) der Substanzen zu Stande kommen könne. Eine solche durch die lebende Zelle direct bewirkte Verdauung, bei der keine Enzyme in Wirksamheit treten, ist bei niederen Thieren beobachtet worden. Krukenberg u. a.[2]) haben bei den Coelenteraten eine solche celluläre Verdauung nachgewiesen, indem durch Experimente festgestellt wurde, dass Fibrin, welches sich in directer Berührung mit gewissen Geweben des Coelenteratenkörpers befindet, eine Verschleimung erfahre. Zu diesem Verdauungsvorgang ist die unmittelbare Berührung des Fibrins mit dem lebendigen Gewebe nöthig, aber dann erfolgt die Auflösung, ohne dass verdauende Secrete ausgeschieden werden.

Zweifellos kommen bei den Pflanzen ebenfalls celluläre Verdauungsvorgänge vor, doch wohl nur da, wo das Protoplasma direct mit den Stoffen in Berührung kommt. Wo dagegen eine Zellmembran vorhanden ist, ist eher anzunehmen, das die Löslichmachung von in Wasser unlöslichen Substanzen durch Enzyme bewirkt werde. Es fehlt aber der Nachweis der Enzyme gerade bei den höheren Parasiten, über deren Stoffaufnahme so gut wie nichts bekannt ist.

Für die Bacterien sind von Marcano [3]), Hueppe [4]) und Wortmann [5]) enzymatische Wirkungen constatirt worden.

Ich habe die Wirkung von Schimmelpilzen auf das Substrat, welche in der bacteriologischen Litteratur nur beiläufig erwähnt wird, etwas genauer untersucht.

Es wurden zunächst Penicilium glaucum und Mucor Mucedo beobachtet und werde ich die Versuche mit anderen Schimmelpilzen fortsetzen.

Für die Culturen wurden Glaskolben von 2½ Liter Inhalt benutzt, in welche etwa 600 Gr. 5—7%ige Gelatine kam. Es handelt sich bei

---

1) Arbeiten des botan. Instituts zu Würzburg. Bd. III.

2) Unters. aus d. physiol. Inst. zu Heidelberg. Bd. II, p. 338-377. Vergl. physiol. Studien I. Abth., p. 38—76. — Metschnikoff, Zeitschrift f. wiss. Zoologie. Bd. 32. 1879. p. 371. Zoologischer Anzeiger. III. Jahrg. 1880. p. 261. — Ray Lankeoter, Quart. Journ. of microsc. Science. Vol. XX. 1880. p. 219.

3) C. rendus. Bd. 95.

4) Mittheil. des kais. Ges.-A. Bd. 2.

5) Zeitschrift f. physiol. Chemie. 6.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0095-1

den Untersuchungen darum, die Bacterien ganz auszuschliessen. Die sterilisirte Gelatine wurde daher, auf Nägelis Angaben fussend, vorher angesäuert, doch ergaben sich einige methodische Schwierigkeiten, welche hier erwähnt werden mögen. Der Versuch, gelöste Citronensäure oder Weinsäure als Zusatz zur Gelatine zu benutzen, hatte nicht den gewünschten Erfolg, weil diese Säuren beim Erstarren der Gelatine stets auskrystallisiren und dieselbe dann nicht mehr sauer reagirte. Ich wendete deshalb zunächst Phosphorsäure an, da aber einigemale trotzdem sich Bacterien in der starksauren Gelatine einfanden, so versuchte ich Salzsäure, was den gewünschten Erfolg hatte.

Die 6—7 procentige Gelatine wurde mit ca. 1—2‰ Salzsäure sauer gemacht und blieb völlig bacterienfrei. Sterilisirt wurde die Gelatine gewöhnlich durch fractionirte Sterilisation, welche bei Anwendung relativ grosser Mengen als sicherster Weg erschien. Die Kolben wurden mit Wattepfropf verschlossen.

Bei richtiger Cultur bildet Penicillium nach 3—4 Tagen eine gleichmässige Decke auf der Gelatine und dann beginnt sofort unter derselben die Verflüssigung, so dass der Penicilliumrasen bald eine schwimmende Decke bildet. Die Verflüssigung schreitet langsam nach unten fort und nach 3 Wochen können 600 Gr. Gelatine völlig verflüssigt sein. Die dünnflüssige Lösung ist vollständig klar und gibt mit Kali und Kupfersulfat die purpurfarbene Peptonreaction, während verdünnte Leimlösung nur Blaufärbung zeigt. Die Gelatine wird also in Leimpepton umgewandelt. Durch Ferrocyankalium und Essigsäure findet keine Fällung statt. Zwischenproducte, wie bei der Eiweissverdauung durch peptonisirende Enzyme, z. B. das Enzym des Feigenmilchsaftes werden nicht gebildet, wenigstens konnte das Auftreten von Hemialbumose nicht nachgewiesen werden.

Ganz in derselben Weise geht die Verflüssigung der Gelatine durch Mucor Mucedo vor sich, auch hier tritt sofort die Peptonreaction sehr schön auf.

Bei der Verflüssigung der Gelatine producirt Penicillium in grosser Menge Oxalsäure. Wenn man die Gelatine mit kalkhaltigem gewöhnlichem Wasser herstellt und statt mit Salzsäure mit Phosphorsäure ansäuert, so ist der ganze Penicilliumrasen auf seiner Unterseite dicht mit Quadratoctaëdern von Calciumoxalat bedeckt. Durch ihre Unlöslichkeit in Essigsäure und durch das Entstehen von Gypsnadeln mit concentrirter Schwefelsäure geben sich die Krystalle als Calciumoxalat zu erkennen.

Es ist jedenfalls eine sehr merkwürdige Thatsache, dass die grosse Menge Gelatine durch Penicillium verflüssigt wird, ohne dass das Mycel in das Substrat hineinwächst. Es lässt sich leicht beobachten, dass kein Mycel tiefer in die Flüssigkeit eindringt, weil dieselbe ganz klar ist. Der Rasen schwimmt auf der völlig durchsichtigen Lösung. Der Pilz ver-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0096-7

flüssigt also von der Oberfläche aus die ganze Masse und man kann nur annehmen, dass Stoffe ausgeschieden werden, welche sich durch Diffussion verbreitend, die Verflüssigung bewirken.

Es ist ohne Zweifel eine enzymatische Wirkung, und dass es sich dabei nicht um blosse Ernährung des Penicillium handelt, liegt auf der Hand, denn ein Penicilliumrasen, welcher an Trockengewicht kaum einige Gramm wiegt, kann 20—30 Gr. (trockene) Gelatine in Peptone umwandeln, wovon er also nur wenig zu seiner Ernährung benutzt. Die Verflüssigung erfolgt ganz ebenso, wenn man der Gelatine noch Glucose zusetzt.

Die verflüssigende Wirkung der Schimmelpilze ist übrigens keine unbegrenzte, ich habe mehrfach beobachtet, dass die Verflüssigung aufhörte und ein grösserer Rest von Gelatine nicht mehr gelöst wurde.

Um nachzuweisen, dass die Lösung der Gelatine durch vom Penicillium ausgeschiedene gelöste Stoffe stattfindet, habe ich folgenden Versuch angestellt. In einen weiten, kurzen Cylinder wurde eine Quantität Gelatine gebracht und sterilisirt. Nach dem Erkalten wurde durch mehrmaliges Aufgiessen einer dünnen Schicht von Collodium eine Collodiummembran erzeugt. Auf diese wurde endlich wieder eine centimeterdicke Schicht sterilisirter und fast ganz erkalteter Gelatine aufgegossen. Nach vollständigem Erstarren der letzteren war nun in der Gelatine ein Diaphragma vorhanden, und wenn die Verflüssigung bis auf dieses vorgeschritten war, so mussten Enzyme, welche diffusibel sind, noch weiter durch die Membran hindurch wirken. Dieser Erfolg trat auch ein. Nachdem auf der oberen Gelatineschicht der Penicilliumrasen seine Thätigkeit begonnen, schritt die Verflüssigung bis auf das Diaphragma fort, aber sehr bald zeigte sich auch unter diesem ein Fortschreiten der Verflüssigung.

Den weiteren Schritt zur Kenntnis des Vorganges bildete die Extraction des Enzyms. Zu dem Zwecke wurden Penicilliumrasen, nachdem sie eine zusammenhängende Decke gebildet hatten und die Verflüssigung gerade begann, abgenommen und mit Glycerin extrahirt. In diesem Stadium ist die Masse der Conidien noch nicht so gross, dass sie störend ist. Das Glycerin wird nach eintägigem Stehenlassen durch ein dichtes Filter abfiltrirt. Man erhält ein klares Filtrat, in das nur vereinzelte Conidien mit hineingelangen.

Von diesem Extract wurden einige Cubikcentimeter auf 100 cc 6%ige Gelatine geschichtet und zwar wurden neutrale und saure Gelatine verwendet. Schon nach einer Stunde ist die Verflüssigung bemerkbar.

	100 cc neutrale Gelatine	100 cc saure Gelatine
9 Uhr Mg.		
3 „ Nm.	gelöst 10 cc	9 cc
7 „ Mg.	„ 11 cc	5 cc
	22 cc	14 cc

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0097-3

Die Lösung der Gelatine gibt die Peptonreaction.

Die wiederholten Versuche sind so übereinstimmend in den Zahlen, dass es nicht nöthig ist, sie hierher zu setzen. Es ging aus allen Versuchen hervor, dass das Enzym in neutraler Lösung wirksamer ist als in saurer. Es wirkt aber auch in saurer Lösung noch sehr stark, denn bei den relativ geringen Mengen von 14 cc gelöster Gelatine, hat man zu berücksichtigen, wie ausserordentlich gering das Trockengewicht des extrahirten Penicilliumrasens ist und wie geringe Mengen Enzym dieser enthielt. Dass das Enzym der Schimmelpilze noch in saurer Lösung wirkt, ist wohl der Grund, dass dieselben in einer sauren Flüssigkeit die Bacterien überflügeln, deren Enzym in alkalischer Lösung am wirksamsten ist und dem Trypsin ähnlich zu sein scheint.

Auf Stärkekleister wirkte das aus Penicillium erhaltene Glycerinextract nicht ein. Es ist dies bemerkenswerth, da Penicillium auf Brod wächst und doch zweifellos die Stärke durch diastatische Enzyme lösen muss. Man kann aus diesen Thatsachen vielleicht schliessen, dass die Production der Enyzme sich nach dem Substrat richtet. Diese Frage wird bei Fortsetzung der Untersuchungen berücksichtigt werden.

Die Versuche, das Enzym im festen Zustande zu isoliren gaben ein negatives Resultat. Leider gibt es noch keine gute Methode zur Reindarstellung von Enzymen, weil Eigenschaften, auf die man eine Methode gründen könnte, noch kaum bekannt sind. Die Fällung mit Alkohol, welche man nicht umgehen kann, ist eine sehr unangenehme Nothwendigkeit. Ich habe schon beim Studium der Enzyme der Milchsäfte die Erfahrung gemacht, dass durch die Alkoholfällung die Enzymwirkung erheblich geschwächt wird, und es ist wohl denkbar, dass dieselbe durch Alkohol ganz vernichtet werden kann, indem die Enzyme wie die Eiweissstoffe in einen geronnenen Zustand übergehen.

Das Glycerinextract von Penicillium gibt mit Alkohol einen reichlichen weissen Niederschlag, der nach dem Absaugen unter dem Exsiccator getrocknet zu einer hornartigen Masse, wie Eiweissstoffe eintrocknet. Aber dieser trockene Rückstand ist in Wasser und Glycerin ganz unlöslich und ein mit diesen Medien hergestelter Auszug auf Gelatine ganz unwirksam.

Gelingt es auch nicht, das Enzym in fester Form zu isoliren, so glaube ich doch, dass auf Grund der anderen Thatsachen nur die Annahme der Ausscheidung eines Enzyms übrig bleibt, dagegen die zweite Möglichkeit einer directen Auflösung der Gelatine durch den wachsenden Schimmelpilz ausgeschlossen ist. Auch in anderen Fällen, wo es sich um Umwandlung eines Substrates durch Schimmelpilze handelt, wird dieselbe wahrscheinlich ebenfalls durch Enzyme verursacht, wie bei dem Reifungsprocess einiger Käsearten, bei denen Penicillium in Wirkung tritt, z. B. beim Neufchateller Käse. Nach der Formung lässt man bekanntlich die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0098-8

Käse sich mit einem Penicilliumrasen überziehen, es erfolgt durch die Wirkung des Pilzes der sogenannte Reifungsprocess, wie man die Veränderungen nennt, welche das Casein erleidet. Auch hier wirkt das Penicillium nur von Aussen her auf das Substrat, so dass man wohl keine andere Wahl hat, als eine enzymatische Wirkung anzunehmen.

Ich betrachte diese Versuche nur als vorläufige, dieselben sollen auch mit anderen Schimmelpilzen fortgesetzt werden.

Die Sandflora von Mainz.

Eine pflanzengeographische Studie

von

Dr. phil. **Wilhelm Jännicke.**

Die westlich von Mainz sich erstreckenden Sandfelder und lichten Kiefernwaldungen sind über die Grenzen der nächsten Umgebung hinaus als Fundort interessanter Pflanzen bekannt; nicht nur der Florist wird bei dem Besuche der Oertlichkeit eine grosse Zahl von Seltenheiten sammeln, Pflanzen, die hier innerhalb weiter Grenzen ihren einzigen Standort haben (Onosma arenarium, Armeria plantaginea, Gypsophila fastigiata), auch der Pflanzengeographe wird überrascht sein von dem eigenthümlichen Vegetationscharakter, der gänzlich abweicht von dem Charakter der nächsten Umgebung und analoger Standorte im Allgemeinen und in erster Linie bedingt ist durch das massenhafte Auftreten sonst zerstreuter Pflanzen, in zweiter Linie allerdings auch durch die besondere Erscheinungsform einzelner (Stipa capillata, Jurinea, Salsola Kali u. a.).

Im Uebrigen steht die Oertlichkeit in ihrem Florencharakter nicht allein: südlich von Darmstadt zwischen den Orten Eberstadt und Bickenbach dehnen sich sandige Kiefernwaldungen aus, die »Eberstädter« und »Bickenbacher Tanne«, die eine fast gleiche Bodenvegetation beherbergen, und auch anderwärts sind die charakteristischen Pflanzen des Mainzer Sandes an geeigneten Standorten verbreitet, wenn auch nicht als herrschende Vegetationsformation wie bei Mainz und Bickenbach.

Von diesen beiden Oertlichkeiten hat das Mainzer Sandgebiet den ausgesprochensten Vegetationscharakter, indem dasselbe einerseits die grösste Zahl eigenthümlicher Arten aufweist[1]), andrerseits durch seine Vegetation am schärfsten von der Umgebung geschieden ist[2]). Dieser

---

1) Die wenigen Arten, welche die Bickenbacher Tanne voraus hat, werden am geeigneten Ort angeführt werden.

2) Lokal tritt dieser Gegensatz am überraschendsten indessen wohl in die Erscheinung, wenn man sich von Pfungstadt aus auf der Strasse nach Bickenbach der Bickenbacher Tanne nähert. Schon von einiger Entfernung, wenn man noch völlig

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05167-0099-6

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1889

Band/Volume: 72

Autor(en)/Author(s): Hansen A.

Artikel/Article: Die Verflüssigung der Gelatine durch Schimmelpilze 88-93