© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Aus diesen Zahlen darf man entnehmen, daß die Bohnen durch den *Aspergillus*, zumal hinsichtlich des Eiweißgehaltes, beträchtlich verändert werden. Unser durch die genannten wilden Pilze (sie gelten als nachteilige Schimmelpilze) dargestelltes Tamari-Koji zeigt nicht entfernt so starke Eiweißzersetzung, trotzdem doch auch *Penicillium* und *Cladosporium* u. a. imstande sind, Eiweiß schnell abzubauen.

Ob nun die Soja, welche aus dem mit „wilden" Pilzen bereiteten Tamari-Koji gewonnen wird, der „echten" gleichwertig ist, bleibt dahingestellt, wir haben das nicht geprüft. Es soll hier aber doch bemerkt werden, daß wohl bei jeder Koji-Darstellung eine Mehrzahl von Pilzen mitwirkt, also die Frage, welche Art oder Arten die geeignetsten sind, überhaupt noch nicht entschieden ist. Die verschiedenen Verfahren der Koji-Darstellung arbeiten eben nicht mit Reinculturen einzelner Pilzformen, sondern mit spontaner Verpilzung.

Hannover, Mai 1912.

Hausschwammstudien II.

2. Der wachstumshemmende Einfluß von Gerbsäuren auf *Merulius lacrymans* in seiner Beziehung zur Resistenz des Eichenholzes gegen Hausschwamm.

Von C. Wehmer.

(Fortsetzung.)

Experimentelles.

I. Versuche mit Tanninzusatz.

Das verwendete Tannin war das käufliche rohe Präparat, leicht wasserlösliches gelbliches, lakmusrötendes Pulver; es wurde den Versuchen in Concentrationen von 1—10% zugewogen und mit den Nährböden im strömenden Dampf dreimal je 20 Minuten an 3 verschiedenen Tagen sterilisiert[1]). Als Nährboden Stärkekleister und Gelatine, unter üblichem Watteverschluß. Impfung überall gleichmäßig mit einer circa weizenkorngroßen Flocke *Merulius*-Mycel aus ein und derselben Reincultur auf Kartoffel (Reagenzglascultur).

1. Stärkekleisterversuche.

a) 5 Kolben mit je 100 ccm eines homogenen festen Kleisters aus 100 ccm Wasser und 10 g Kartoffelstärke, als Nährsalze 0,5% des Gemisches von Ammonnitrat (1 Teil), prim. Kaliumphosphat (0,5 Teile) und krist. Magnesiumsulfat (0,25 Teile). Die einzelnen Kolben erhielten außerdem:

Nr. 1	mit	1	g	Tannin	(1 %)
„ 2	„	2,5	„	„	(2,5 %)
„ 3	„	5	„	„	(5 %)
„ 4	„	5	„	„	(5 %)
„ 5	„	10	„	„	(10 %)

1) Hier wäre mit einer partiellen Zersetzung des Tannins zu rechnen (Hydrolyse).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Stärkere Tanninzusätze wirken auf den Kleister bei der Sterilisation teilweise verflüssigend, so daß gleichmäßiges Erstarren nur in Nr. 1 und 2 stattfand. Da auch Dextrine guter Nährboden für *Merulius* sind, lasse ich diesen Umstand außer Rechnung, die Tanninwirkung wird dadurch nicht beeinträchtigt.

Resultat: In den Kolben Nr. 3—5, also mit 5—10 % Tanninzusatz, fand ein Anwachsen der Aussaat nicht statt, auch wiederholtes Nachimpfen war ohne Erfolg. Nach rund 12 Wochen waren sie noch unverändert ohne jede Vegetation.

Dagegen kam die Aussaatflocke in Nr. 2 zu einer ungemein langsamen kümmerlichen Entwicklung; es entstand allmählich ein kleines gelbliches Polster auf der Oberfläche, das nach 12 Wochen knapp $^1/_2$ cm Durchmesser hatte. In Nr. 1 war die Entwicklung etwas besser, die Impfflocke wuchs schließlich zu einem oberflächlichen lockeren hellen Hyphenbeleg aus, der nach 12 Wochen noch dürftig und nur rund 4 cm Durchmesser zeigte. Beide Vegetationen waren reiner *Merulius*.

In gleichzeitig angesetzten Controllculturen war lange vor dieser Zeit die ganze Substratoberfläche von einem an den Glaswänden emporsteigenden dichten schneeigen, teilweise intensiv citronengelb verfärbten *Merulius*-Rasen bedeckt.

b) Wiederholung der gleichen Versuche in genau derselben Ausführung (100 ccm Stärkekleister usw.), mit dem alleinigen Unterschiede, daß nur einmal 20 Min. im Dampf sterilisiert wurde, wodurch auch die Verflüssigung vermieden wird. Auch hier wurde das Tannin vorher in dem zur Verkleisterung benutzten Wasser gelöst. Hier Impfung mit linsengroßem Mycelstück aus gut wachsender Würze-Agar-Cultur. Zusätze:

Nr. 1	Tannin-Zusatz	0,5 %	(0,5 g)
„ 2	„	0,5 %	(0,5 „)
„ 3	„	1,0 %	(1 „)
„ 4	„	1,0 %	(1 „)
„ 5	„	2,0 %	(2 „)
„ 6	„	2,0 %	(2 „)

Verlauf: Im wesentlichen wie vorher. Nach 5 Tagen zeigen die Impfflocken in Nr. 1 und 2 langsame Entwicklung neuer Hyphen, in den übrigen Versuchen ist noch kein Anwachsen bemerkbar. Nach 4 Wochen sind Nr. 3—6 ohne Vegetation, in Nr. 1 und 2 hat sich ein zartes gelbliches Mycel kümmerlich entwickelt. —

Die etwas stärkere Wirkung der Gaben von 1—2 % könnte hier auf die schonendere Behandlung (nur einmaliges Sterilisieren) der zersetzlichen Tanninlösung zurückgeführt werden.

Hiernach hemmte ein Tanninzusatz von über 1 % die *Merulius*-Entwicklung auf Stärkekleister ganz, schon 1 % wirkt sehr nachteilig und läßt auch nach langer Zeit keine normale Vegetation aufkommen, stark verzögernd wirkt bereits $^1/_2$ %.

2. Gelatineversuche.

5 Kolben mit je 100 ccm einer 10 %igen Gelatine, der außerdem 3 % Dextrosezucker und Mineralsalze wie vorher zugesetzt waren. Auf diesem Boden wächst *Merulius* nach Ausweis der Controllculturen sehr gut. Zusätze von Tannin in Menge von 0,5—5 %.

Diese Zusammensetzung hat den Übelstand, daß Fällungen auftreten, auch das Erstarrungsvermögen der Gelatine wird durch die Erhitzung mit Tannin fast vernichtet. Das eingebrachte Tannin fällt gutenteils als Eiweißverbindung wieder aus. Ich habe die Versuche trotzdem aus anderen Gründen durchgeführt:

Nr. 1	Zusatz	von	0,5 g	Tannin	(0,5 %)
„ 2	„	„	1 „	„	(1 %)
„ 3	„	„	2 „	„	(2 %)
„ 4	„	„	3 „	„	(3 %)
„ 5	„	„	4 „	„	(4 %)
„ 6	„	„	5 „	„	(5 %)

Resultat: Anwachsen der Impfflocke fand hier bereits nach Verlauf weniger Tage in Nr. 1—4 statt (also mit 3 % Tanninzusatz), das ausgesäete Mycelstückchen entwickelte feine helle Hyphen auf seiner Oberfläche und wuchs dann zu einem hellen oder gelblichen *Merulius*-Polster aus, das nach 3 Wochen ca. 1 cm Durchmesser hatte;

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gleiches fand in Versuch 5 und 6 statt, nachdem hier noch einmal nachgeimpft war — dies wurde in keinem Versuche, wo die erste Impfflocke versagte, unterlassen.

In allen 6 Versuchen ergab sich weiterhin aber die bemerkenswerte Tatsache, daß auch nach Verlauf von rund 8 Wochen die *Merulius*-Vegetation kaum Fortschritte gemacht hatte, es war überall nur ein 2—3 cm im Durchmesser haltender gelblicher Mycelrasen an der Gefäßwand vorhanden, der sich nirgends über die ganze Oberfläche ausbreitete. Es hat den Anschein, als ob hier alsbald irgendwelche störenden Umstände hindernd werden; solche könnten durch die Pilzvegetation selbst geschaffen werden.

Die entwicklungshemmende Wirkung des Tannins wird also durch Gegenwart eiweißartiger Körper (Ausfällung desselben) zunächst aufgehoben. Die Anwesenheit des zugesetzten Zuckers ermöglicht dem Pilz die Entwicklung.

II. Gallussäureversuche.

Die Gallussäure wurde als reine Kristallmasse den Nährböden zugewogen, und zwar in zwei Versuchsreihen sowohl dem oben benutzten Kartoffelstärkekleister wie einem gutnährenden Würzeagar (3 % Agar, Brauereiwürze auf $^1/_4$ verdünnt), übrigens Ausführung ganz wie vorher (Sterilisieren, Watteverschluß, Impfung).

1. Mit Stärkekleister.

Versuchsreihe mit 7 Kolben, je 100 ccm Stärkekleister (10 % Stärke) mit Ammonnitrat-Nährlösung (5 ccm = entsprechend ungefähr 1 % des Salzgemisches), Watteverschluß, im Dampf sterilisiert, Impfung mit Mycelflocke.

Es hatte:

Nr. 1	keinen Gallussäurezusatz				
„ 2	Zusatz von	0,1 %	(0,1 %)	Gallussäure[1])	
„ 3	„	0,25 %	(0,25 %)	„	
„ 4	„	0,5 %	(0,5 %)	„	
„ 5	„	1,0 %	(1,0 %)	„	
„ 6	„	2,0 %	(2,0 %)	„	
„ 7	„	3,0 %	(3,0 %)	„	

Der Kleister wurde unter der Säurewirkung bei der Sterilisation teilweise verflüssigt (Nr. 4—7), weiterhin entwickelte sich allmähliche Verfärbung ins Braune.

Verlauf: Nr. 1—3 wuchsen alsbald ziemlich gleichmäßig an, etwas zögernd Nr. 4, der hinter ersteren auch weiterhin zurückbleibt; nach 3—4 Wochen haben sich auf der Oberfläche dieser ersten 4 Versuche grauweiße bis gelbliche Mycelpolster von einigen Centimeter Durchmesser gebildet, in Versuch 5—7 ist noch keine Vegetation vorhanden; erst nach 6 Wochen Spur einer Vegetation auf Nr. 5, auf Nr. 6 und 7 nichts.

1 % Gallussäure wird hier vom Pilz also nicht mehr vertragen, bei 0,5 % war das Wachstum zwar verlangsamt aber sonst gut.

2. Mit Würzeagar.

a) Drei Kolbenversuche à 100 ccm auf $^1/_4$ verdünnte Brauereiwürze und 3 % Agar. Das ist für *Merulius* nach Ausweis von Controllversuchen ein sehr geeigneter Nährboden, auf dem der Pilz bald zu üppiger Entwicklung kommt. Zusätze in:

---

1) Gallussäure ist in reinem Wasser bei 20° schwer löslich; für die Versuche wurde in heißem Wasser gelöst, eine Wiederabscheidung aus den erkalteten Nährböden war nicht sichtbar.

Zur Controlle wurde ermittelt, daß reines dest. Wasser bei 20° weniger als 2 % in Lösung behält (genau 1,31 %). 100 ccm Wasser lösten beim Erhitzen (nicht in der Kälte!) 0,5 g und eben auch noch 1 g, ohne daß Wiederabscheidung beim Erkalten eintrat. Von 2 g in 100 ccm kochendem Wasser gelöst, schieden sich beim Erkalten und längerem Stehen wieder 0,69 g in feinen Kristallen ab (Wägung nach Abfiltrieren und Trocknen). Die krist. Säure enthält 1 Mol. Kristallwasser.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Nr. 1 mit 0,5 g Gallussäure (0,5 %)
„ 2 „ 1,0 „ „ (1 %)
„ 3 „ 2,0 „ „ (2 %)

Resultat: Bei 2 % Gallussäure war auch nach 6 Wochen kein Anwachsen der Aussat festzustellen, bei 1 % begann dies sehr langsam erst nach ca. 7 Tagen, bei ½ % bereits nach 3 Tagen. In Versuch 1 bildete sich dann ein üppiges schneeweißes, teils canariengelbes ausgebreitetes Mycel von normalem Aussehen, in Nr. 2 war die Weiterentwicklung träger, aber sonst normal.

Somit verhindert hier 2 % Gallussäure die *Merulius*-Entwicklung, 1 % verzögerte sie merklich, ½ % war kaum von Wirkung, hier wuchs der Pilz sogar mit bemerkenswerter Intensität, ebenso war das zwar langsamer wachsende Mycel auf dem 1 %igen Gallussäureagar von kräftigem gesunden Aussehen; es breitete sich in diesen Versuchen allmählich über die ganze Oberfläche aus.

b) Wiederholung der gleichen Versuchsanstellung (2 Erlenmeyer-Kolben), Zusätze:

Nr. 1 mit 0,5 g Gallussäure (0,5 %)
„ 2 „ 0,5 „ „ (0,5 %)

Resultat: In beiden Versuchen kam die Pilzentwicklung rasch in Gang. Das Ergebnis stimmt also mit dem vorigen. Nach ca. 2 Wochen war die Oberfläche beider Kolben mit einer kräftigen schneeigen *Merulius*-Decke bewachsen.

Bei Verwendung von Würzeagar wirkt ½ % Gallussäure nicht störend, auch 1 % wird noch leidlich ertragen (auf Stärkekleister cultiviert war der Pilz gegen diese Dosen merklich empfindlicher); dagegen schließen auch hier 2 % Gallussäure die Entwicklung aus. Fast auffällig ist die gute Entwicklung des üppig wachsenden Pilzes bei Zusätzen von 0,5 % Gallussäure.

III. Versuche mit Eichenholz.

Verwendet wurde neues Holz (Kern), wie es vom Tischler verarbeitet wird, in entsprechend zugeschnittenen Stücken (ca. 5 × 1 × 1 cm), so daß sie durch den mäßig weiten Hals der Glaskolben bequem eingebracht werden konnten. Die weitere Behandlung war ganz wie die eines beliebigen Nährbodens, also Watteverschluß und Sterilisierung im Dampfcylinder für ca. 20 Minuten usw. Impfung genau wie oben aus der Kartoffelreincultur mittels Platinspatel, unter üblichen Vorsichtsmaßregeln. Das Holz war vorher mit Wasser getränkt, um Austrocknen zu vermeiden war der Boden einige Millimeter hoch mit Wasser bedeckt, auch die Wattestopfen entsprechend fest eingesetzt (zeitweise mit Gummikappe).

Vergleich von normalem mit vorher ausgekochtem Holz.

1. Gewöhnliches Holz.

2 Kolbenversuche. Kolbengröße ca. 250 ccm. Culturdauer 12 Wochen.

Resultat: Die Aussaatflocke kam in beiden Versuchen langsam zur Entwicklung, wuchs auch im Verlauf der Wochen zu einer unverkennbaren, doch spärlichen, reinen *Merulius*-Vegetation heran. Die Entwicklung erfolgte in Form zarter, gelblichweißer, dicht anliegender Stränge, die sich locker allseitig über die Holzstückchen langsam ausbreiteten; nach 12 Wochen war eine relativ schwache Vegetation des Pilzes vorhanden (Fig. 4, S. 147), das Holz dem Aussehen nach physikalisch unverändert.

2. Ausgekochtes Holz.

a) Zwei gleiche Versuche mit demselben Holzmuster, die Stücke wurden hier jedoch vor Versuchsanstellung ca. ½ Stunde in kochendem Wasser (500 ccm) ausgelaugt. Sonst genau wie oben behandelt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Resultat: Die Entwicklung der Aussaatflocke ging merklich schneller von statten als auf dem nicht ausgelaugten Holz und führte zu einem völligen Überwachsen der Stücke mit feinen gelblichen Luftmycelien und Strängen. Nach Schätzung war die Vegetation nach 8 Wochen circa dreimal so stark und umfangreich als in Nr. 1 (s. Fig. 5, S. 147).

b) Zwei Versuche mit anderem Holzmuster, das wiederholt mit Wasser ausgekocht war (Anordnung wie vorher).

Resultat: Schon nach 2 Wochen hat sich in beiden Kolben ein gelbliches, gut wachsendes Mycelpolster von mehreren Centimetern Durchmesser gebildet, das allseitig über das Holz ausgreift. Nach 4 Wochen sind alle Holzstücke mit einem dichten hellen *Merulius*-Rasen überzogen.

c) Zwei Controllversuche dazu mit gleichem Holzmuster, nicht ausgekocht.

Resultat: Die Aussaat wächst träge an, nach gleicher Zeit ist in beiden Versuchen nur ein Mycelpolster von 1—2 cm Durchmesser vorhanden. — Der Unterschied zwischen b und c ist noch erheblich auffälliger als der zwischen 1 und 2a.

Auf ausgekochtem Eichenholz kommt der Pilz also alsbald zu einer ansehnlichen Entwicklung.

3. Abkochung von Eichenholz.

Der in Nr. 2a gewonnene Auszug des Holzes von mittelbrauner Farbe wurde noch besonders geprüft, indem zwei Portionen (je 100 ccm) einmal mit 5 % Dextrose, das andere Mal mit 5 % Gelatine versetzt und unter Watteverschluß im Kolben sterilisiert wurden; Impfung wie vorher. Hier war die Tanningelatine äußerlich von normaler Beschaffenheit.

Resultat: In beiden Versuchen war die Entwicklung sichtlich träge, besonders auf der Tanningelatine. Hier war nach 8 Wochen erst ein ca. 2 cm Durchmesser haltendes, der Oberfläche dicht aufliegendes zartes Mycel von gelblichweißer Farbe gebildet, die Gelatine im Umfange desselben ca. 2 cm rundherum leicht verflüssigt. Auf bloßer Gelatine ist dagegen die Entwicklung um ein Vielfaches schneller. — Auf dem zuckerhaltigen Extrakt war nach gleicher Zeit die Oberfläche mit einem gleichmäßigen, dicht anliegenden, lockeren, hellen Mycel voll bedeckt, dieses aber gleichfalls merklich dürftiger, als auf bloßen Zuckerlösungen und ohne Luftmycelien. Nach 12 Wochen war das Mycel auf der Gelatine nicht wesentlich größer, dagegen diese zur Hälfte verflüssigt.

Der Eichenholzauszug übt also offenkundig einen verzögernden Einfluß auf die *Merulius*-Entwicklung aus, andererseits wächst der Pilz merklich besser auf dem extrahierten Holz als auf nicht extrahiertem.

III. Versuche mit Tannin-getränktem Fichtenholz.

Hierzu wurden die Probestückchen lufttrocknen Fichtenholz (neues Tichlereiholz) mit einer 2 %igen Lösung des oben benutzten Tannins kochend getränkt (auf 600 ccm dest. Wasser 12 g Tannin), langsam bei 30° getrocknet, dann wieder mit Wasser angefeuchtet und im Kolben wie oben nach Sterilieren unter Watte mit Reincultur beimpft. Zwei Versuche.

Resultat: Nachdem die ersten Aussaaten nicht angegangen waren, mußte zweimal nachgeimpft werden, erst da entwickelte sich ein sehr zartes gelbliches Mycel auf der Impfflocke. Es griff jedoch nicht weiter um sich, war auch noch nach 10 Wochen so dürftig, daß es in beiden Fällen kaum über 1 mm Ausbreitung hinausging. Der Infectionsversuch war also rein negativ.

Somit ist die Wirkung des Tannins zunächst gänzlich abhängig von der besonderen Pilzart, während Zusätze von knapp 1 % das Aufkommen von *Merulius* schon ausschließen, bieten solche von 10 % gewöhnlichen Schimmelformen (*Penicillium*-Species) einen sehr günstigen Entwicklungsboden; nicht anders liegt es mit der Gallussäure, selbst in gesättigten reinen Lösungen (1 %) dieser Säure erscheinen bei mangeln-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dem Schutz gegen Luftinfection alsbald ansehnliche Schimmelbildungen, eine Tatsache, die direkt zur Prüfung des Nährwertes für solche Fälle auffordert; dagegen wird *Merulius* auch auf besten Subtraten durch diese Dosis gehemmt. Die Tatsachen sind nicht auffällig, bezüglich des Tannins auch nicht neu und gerade in letzter Zeit durch eine exacte Arbeit von Cook und Taubenhaus[1]) an der Hand zahlreicher Versuche erhärtet. Von den verschiedenen Pilzspecies, welche diese Untersucher prüften, erwies sich ein großer Teil schon gegen Gaben von erheblich unter 1% empfindlich, andere vertrugen bis 32%; zu diesen gehörte zumal *Penicillium olivaceum* Wehm., auf dessen Keimung, Wachstum und Sporenbildung Gaben von bis 2% direkt anregend wirkten, indes gerade eine andere *Penicillium*-Species (*P. italicum* Wehm.) zu den empfindlichsten zählte. Einander sehr nahe stehende Arten können also ganz verschiedenes Verhalten zeigen. Von einem gewissen Einfluß war auch die Art des Nährbodens, nicht die Dosis allein bestimmte den Grad der Giftwirkung. Die Verfasser berühren in der Discussion (l. c. S. 60) kurz die Frage nach dem verschiedenen Verhalten von Kern- und Splintholz überhaupt, ihrer Auffassung zufolge ist Tannin eben ein Schutzmittel gegen Pilzinfection, man wird diese Frage aber kaum bei so allgemeiner Fassung mit Erfolg behandeln können, es ist auch keineswegs bei allen Holzarten der Kern widerstandsfähiger, nicht selten ist es, wie schon Tubeuf betonte, umgekehrt, was auch die Verfasser selbst hervorheben. Hier müssen Experimente gerade mit specifischen Holzschwämmen gemacht werden, entscheidend scheint mir da nicht der Tanningehalt überhaupt, sondern die physiologische Eigenart des Pilzes, der offenbar entweder „tannophil“ oder „tannophob“ sein kann.

Cook und Taubenhaus geben bei dieser Gelegenheit eine kurze Übersicht der „Gerbstoff“-Frage, die im ganzen ja reicher an Speculationen als sicheren chemischen Daten ist; der dort aufgenannten Literatur ließe sich noch manches hinzufügen, es werden hier aber zum ersten Male genaue Angaben über die Wirkung der als Tannin zu bezeichnenden Substanz auf die Entwicklung von Pilzen gemacht; der „Gerbstoff“ der Literatur ist bekanntlich etwas sehr dehnbares. Selbst über den noch am besten bekannten Gerbstoff, eben jenes Tannin, sind trotz vieler chemischer Untersuchungen die Acten noch keineswegs geschlossen, denn E. Fischer und Freudenberg[2]) zeigten kürzlich, daß gereinigtes Tannin keineswegs Digallussäure, sondern voraussichtlich eine Verbindung von Glycose mit Digallussäure (Penta-Digalloylglycose) ist, somit tatsächlich, und in Übereinstimmung mit älteren Angaben, bei Hydrolyse Zucker abspaltet. Das käufliche Handelsproduct enthält allerdings mancherlei Verunreinigungen (Gallussäure u. a.), von denen die reine Substanz bei ihrem amorphen Character schwer zu trennen ist. Wie es da mit der Holzgerbsäure steht, bleibt zunächst ganz offen.

Die störende Wirkung des Gerbsäure und Gallussäure auf *Merulius* ist offenbar eine specifische, sie hängt mit der besonderen Art dieser Stoffe — beide sind Phenolderivate — nicht etwa mit deren bloßen sauren Reaction zusammen, denn unser Pilz ist freien Säuren gegenüber

---

1) M. T. Cook und J. J. Taubenhaus, „The relation of parasitic fungi to the contents of the cells of the host plants (I. The toxicity of tannin)“. (Delaware Colleg. Agricult. Experim. Stat., 1911, Bull. Nr. 91, 67 pp., 10 T.).

2) Über das Tannin und die Synthese ähnlicher Stoffe (Ber. Chem Gesellsch., 1912, **45**, 915—936).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

keineswegs sehr empfindlich, Ansäuern seiner Zuckernährlösungen stört ihn nicht[1]), er kommt selbst auf Lösungen freier organischer Säuren (3 %iger Citronensäure) mit Nährsalzen noch zur Entwicklung. Nach Cook (l. c.) wirkte allerdings Natriumtannat minder stark[2]), schließlich beträgt die Acidität des Tannins aber nur $^1/_{10}$ der der Gallussäure[3]). Den Versuch, nun etwaige Beziehungen zwischen der chemischen Constitution der Gerbsäure und ihrer Wirkung zu construieren, darf man füglich übergehen, zeigt doch schon das Wachstum von *Penicillium* auf 10—30 %igen Tanninlösungen, wie wenig aus solchen Momenten, solange wir den specifischen Chemismus der Pilzart nicht kennen, für die Betrachtung gewonnen wird; nicht die Chemie des Stoffes, sondern der Organismus ist das Entscheidende, von seiner Eigenart hängt die Empfindlichkeit ab — eine *Citromyces*-Art sah ich auf gesättigter Lösung freier Oxalsäure (ca. 10 %) wachsen[4]) — gerbsaure Substrate sind für nicht wenige Organismen gerade ein günstiger Boden. Ähnliches zeigen ja auch verwandte Fälle: Alcoholische, milchsaure, stark saure Flüssigkeiten überhaupt sind für sehr viele Pilze und Bacterien ganz ungeeignete Substrate, aber regelmäßig werden sie von einer besonderen Flora besiedelt; auf Nährlösungen mit der bacterienfeindlichen Milchsäure erscheinen mit der Sicherheit eines chemischen Experimentes *Oidium* und *Mycoderma*-Arten, das Product der Alcoholgärung zieht Essigbacterien an, in stark sauren Zuckerlösungen treten unfehlbar ganz bestimmte acidophile Schimmelformen auf (*Penicillium luteum, Aspergillus niger, Citromyces*[5]), concentrierte zuckerreiche Maischen werden regelmäßig milchsauer. Hierher gehört auch die unausbleibliche „Verschimmelung" von Tanninlösungen durch ganz bestimmte, noch wenig studierte *Penicillium*-Species. Besondere chemische Bedingungen haben eine Auswahl der Pilzflora zu Folge, dahin rechnet wohl ebenfalls die Erscheinung, daß am Holz noch stehender Eichen gerade bestimmte Pilzarten („Eichenschwämme") ganz regelmäßig aufzutreten pflegen.

So sind *Daedalea quercina* Pers., *Polyporus frondosus* Schrad., auch wohl *Fistulina hepatica* Fr. fast nur Bewohner dieser Holzart, während andere — *Polyporus sulfureus* Fr., *P. igniarius* Fr. z. B. — trotz besonderer Vorliebe für Eichenholz auch gern andere Laubholzarten (Buche, Kern- und Steinobstarten) — aber selten Nadelholz — heimsuchen; gegenüber der scheinbar garnicht wählerischen und Nadel- wie Laubholz (auch Eiche) angreifenden *Armillaria mellea* Fl. Dan. stehen bekanntlich viele Holzschwämme, die nie an Eichenholz vorzukommen scheinen. Ob sie auf diesem Substrat nicht gedeihen, bliebe zu prüfen. In die physiologische Gruppe dieser, welche also Eichenholz im allgemeinen auch wohl nicht zersetzen, darf man *Merulius* und *Coniophora cerebella,* vielleicht

---

1) v. Tubeuf setzte seinen Culturen direkt 3 % Citronensäure zu (Centralbl. f. Bact., II, 1902, **9**, 130).

2) Von ähnlicher Wirkung wie Gerbsäure ist — wie ich früher zeigte (Note 5, weiter unten) — Maleïnsäure (aber nicht die isomere Fumarsäure!); als freie Säure wirkte sie antiseptisch, als Alkalisalz war sie ein (schlechter) Nährstoff. — Es sei hier auf die ungleiche Wirkung der Benzoesäure und ihrer verschiedenen Oxysäuren (Salicylsäure, Gallussäure, Chinasäure) hingewiesen.

3) E. Fischer und K. Freudenberg, l. c., 922.

4) Chem.-Zeitung, 1909, Nr. 147.

5) C. Wehmer, Säure-liebende Pilze. (Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze, II., 1895, Heft II, S. 140.)

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ebenso den *Polyporus vaporarius* der Literatur, stellen[1]). Daß für Besiedelung einer Holzart ihr etwaiger Gehalt an besonderen physiologisch wirksamen Stoffen ausschlaggebend mitspricht, ist an sich klar[2]), natürlich entscheidet er aber nicht darüber, ob die Substanz eines solchen Holzes nun auch enzymatisch von dem betreffenden Pilz zersetzt wird. Das ist eine andere Frage. Eine Parallele zwischen *Daedalea quercina* PERS. und *Merulius lacrymans* ist lehrreich, beide besitzen offenbar kräftig wirkende zellwandlösende Enzyme, trotzdem verhält letzterer sich dem gleichen Substrat gegenüber neutral, er läßt es intakt, selbst wenn er einmal darauf zur Entwicklung kommt. Genauerer Verfolg wäre vielleicht dankbar.

Man hat da drei Fälle, es würde das Verhältnis folgendes sein:

	Zersetzt durch		
	Merulius	*Daedalea*	*Armillaria*[3])
1. Fichte und andere Nadelhölzer	+	?	+
2. Buche	+	?	+
3. Eiche.	—	+	+

Immunität des Eichenholzes gegen *Merulius* wie Disposition derselben Holzart für *Daedalea* würde auf Rechnung ein und desselben Holzbestandteils zu setzen sein. Es bleibt zu prüfen, wie sich Schwämme vom Charakter der *Daedalea* gegen Buchen- und Nadelholz verhalten.

Will man nicht auf eine erhebliche Verschiedenheit der Enzyme beider zurückgreifen, so liegt die Deutung in obigem Sinne am nächsten, es würde die für *Merulius* nachteilige Gerbsäure den Schutz des Eichenholzes bedingen[4]). Wie weit die „Immunität" reicht, hinge natürlich ins-

1) Einige hierher gehörige Tatsachen findet man bei MAYR („Die Aufzucht eßbarer Pilze im Walde", Naturw. Zeitschr. f. Forst- und Landwirtschaft, 1909, **7**, 278 u. 279) gelegentlich seiner interessanten Mitteilungen über den in Japan auf Eichenholz für Speisezwecke gezüchteten *Agaricus Shiitake*. Bei den in Deutschland vom Verf. angestellten Züchtungsversuchen wurden inficierte Prügel von Buchen, Birken und Hainbuchen der ganzen Länge nach in eine weiße brüchige Masse verwandelt, bei Eichen drang das Mycel nur bis in den äußeren Kern, ähnlich freilich bei Nadelholz, das überhaupt nur schwach infiziert wurde. Ebenda wird mitgeteilt, daß zufolge MIMURA *Armillaria edoides* in Japan als Nährsubstrat Eichenholz braucht (nur Splint), *Tremella fuciformis* dagegen Nadelholz. Auch *Lenzites* greift Eichenholz anscheinend überhaupt nicht an (R. FALCK, Lenzitesfäule, in Hausschwammforschunge III, 1909, 158).

2) „Holz" nehme ich hier also lediglich als totes Substrat, keineswegs sollen damit die bekannten engen Beziehungen zwischen Wirt und Parasit berührt werden; eine Grenze zwischen „Saprophyt" und „Parasit" ist bei diesen Pilzen übrigens kaum zu ziehen, in toten Teilen lebender Bäume wachsende Pilze sind mit Rücksicht auf das bewohnte Substrat reine „Saprophyten", für den Baum als solchen immerhin „Parasiten", zumal wenn sie auch lebendes Gewebe abtöten. Tote Elemente enthält selbst der Splint. Hierher gehörige Beispiele findet man bei TUBEUF, Pfanzenkrankheiten, 1895, 8—9. — Natürlich ist das Verhältnis eines Pilzes zur Substanz der Holzwände im Grunde genommen kein anderes als etwa das zu den einzelnen Zuckerarten, die Verarbeitung resp. Spaltung setzt enzymatische Fähigkeiten voraus.

3) Besser wäre hier wohl ein anderes Beispiel, etwa *Chlorosplenium aeruginosum* (*Peziza ae.*) oder *Polyporus sulfureus*, für die außer Eiche und Nadelholz auch Buche bzw. Esche als Substrat angegeben werden (TUBEUF, Holzzerstörende Pilze in LAFAR, Techn. Mycologie, 2. Aufl., III, 1907, 298. HARTIG, Baumkrankheiten 1889, 51).

4) Da die specifischen Zersetzungserreger des Eichenholzes den Verhältnissen „angepaßt" sind, möchte ich darin keinen großen „Nutzen", somit auch keinen Grund zu einer besonderen teleologischen Bewertung von Gerbstoffen überhaupt, sehen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

besondere von dem Gehalt an dieser ab. Ähnlich dem von *Quercus* dürfte sich das Holz der Kastanie (*Castanea*) und Walnuß (*Juglans*)[1], wohl auch noch das einiger anderer Laubholzarten verhalten; Nadelhölzer, auch z. B. das xylanreiche harte Buchenholz (*Fagus*) würden aus gleichem Grunde als gerbsäurearm vorweg für die Zersetzung „disponiert" sein; Speculationen haben da aber keinen Wert, es müssen Tatsachen sprechen. Hemmend wirkende Stoffe werden bekanntlich von Pilzen durch eigene Tätigkeit in manchen Fällen durch Zersetzung beseitigt, man darf also nicht übersehen, daß auch Körper von Art der veränderlichen Tannine im pilzlichen Stoffwechsel mehr oder minder energisch angegriffen werden[2] (Spaltung, Oxydation, Reduction), hierfür aber gerade die allgemeinen Versuchsbedingungen (Temperatur, Anwesenheit guter Nährstoffe, Concentration u. a.) von wesentlicher Bedeutung sind. Unter experimentell herbeizuführenden besonders günstigen äußeren Verhältnissen beseitigt *Aspergillus niger* die nachteilige Wirkung der freien Oxalsäure durch deren glatte Zersetzung[3], es mag also auch *Merulius* unter geeigneten günstigen Umständen mit Gerbsäuren fertig werden, deren hemmende Wirkung der freier Oxalsäure ungefähr gleich steht. So erschiene mir die experimentelle Beseitigung der Immunität des Eichenholzes — auch ohne Extraction der Gerbsäure — immerhin denkbar.

Es bleibt für die weitere Hausschwammforschung allein nach dieser Seite schon eine ganze Reihe noch unerledigter Punkte; im weiteren Umfange als das bisher geschehen, muß sie sich wohl physiologischen und chemischen Fragen zuwenden.

Referate.

Arnaud, G. et Foëx, Et., Sur la forme de l'*Oidium* du chêne en France. (Compt. Rend. de l'Acad. des Scienc. 1912, **154**, 124—127.)

Für das *Oidium*, welches seit einigen Jahren auf den Eichen in ganz Europa epidemisch auftritt, waren bis jetzt die Perithecien nicht beobachtet worden, man war daher über seine Zugehörigkeit auf Vermutungen angewiesen. Unter diesen war eine der wahrscheinlichsten die

---

1) *Daedalea quercina* Pers. fand ich in einem einzigen Falle bislang auch an dem Holz eines noch stehenden älteren Walnußbaumes (Freiburg a. E. 1901), sonst nur an *Quercus*, wo sie bekanntlich die fast regelmäßige Vegetation alter Stöcke bildet.

2) Ob von Holzschwämmen der „Gerbstoff" reichlich aufgenommen und zersetzt wird, wie das Naumann früher angab (Dissertation, Dresden 1895), bedürfte einmal einer genaueren Feststellung. Andere Arten sollen nach demselben überhaupt keinen Gerbstoff aufnehmen und gerbstoffrei sein, gerade dies gibt derselbe für *Daedalea* an, indes sonstige Eichenschwämme bis 1 % enthielten. Die Frage müßte an der Hand künstlicher Culturen und geeigneter analytischer Verfahren wieder aufgenommen werden. — Über Oxydation von Benzolderivaten in der Sauerstoffatmung s. Czapek, Biochemie der Pflanzen, II, 1905, 464.

3) C. Wehmer, Entstehung und physiologische Bedeutung der Oxalsäure im Stoffwechsel einiger Pilze (Botan. Ztg. 1891, **49**, 455, sowie Ber. Botan. Ges. 1891, **9**, 163 u. 218). — R. Hartig läßt *Polyporus igniarius* den Eichengerbstoff zuerst aufnehmen und verarbeiten. Lehrbuch der Baumkrankheiten, 2. Aufl., 1889, 50.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mycologisches Centralblatt. Zeitschrift für Allgemeine und Angewandte Mycologie

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: 1

Autor(en)/Author(s): Wehmer Carl Friedrich Wilhelm

Artikel/Article: Hausschwammstudien II. 2. Der wachstumshemmende Einfluß von Gerbsäuren auf Merulius lacrymans in seiner Beziehung zur Resistenz des Eichenholzes gegen Hausschwamm (Fortsetzung) 166-174