

(Aus dem Institut für Botanik und technische Mykologie der Forstlichen
Hochschule Hann.-Münden.)

Ergebnisse und Probleme der Champignonkultur.

Von H. Z y c h a.

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

Inhalt.

	Seite
1. Einführung	295
2. Die Champignonbrut .	299
a) Prinzip und Arten	299
b) Die Herstellung der Brut	300
3. Die Ernährung des Champignons	304
a) Chemische Grundlagen	304
b) Der Pferdemist als Kultursubstrat	305
c) Andere Kultursubstrate	307
d) Förderung des Pilzwachstums durch Zusätze zum Pferdemist	309
4. Einfluß der übrigen Außenbedingungen auf das Wachstum	310
5. Ertrag der Kulturen	311
6. Schädlinge der Champignonkulturen	312
7. Kultur anderer Speisepilze	314
8. Schlußwort	315
Schrifttum .	316

Eine Aussprache mit Champignonzüchtern und Stellen, die an der Champignonkultur interessiert sind, zeigt immer wieder, daß man sich keineswegs im klaren ist über die Problematik der Pilzkultur und über eine zweckmäßige Versuchsanstellung zur Erzielung noch größerer Erfolge und zur Klärung der in der Praxis auftauchenden Fragen. Dies braucht uns aber keinesfalls in Erstaunen zu setzen, ist doch selbst den meisten Fachleuten der angewandten botanischen Wissenschaft dieses Spezialgebiet der Mykologie noch nicht erschlossen. Es mag sich daher lohnen, hier eine Übersicht zu geben, wie weit wir heute die biologischen Vorgänge bei der Bereitung des Nährsubstrates und beim Wachstum des Champignons übersehen.

Es soll im folgenden versucht werden, aus den vielfältigen Erfahrungen der Praktiker und den von der Wissenschaft bis jetzt erkannten Tatsachen das herauszuschälen, was als solide Grundlage

der Champignonkultur gewertet werden kann. Einen wirklichen Fortschritt in den Methoden der Pilzkultur werden wir ja nur dann erzielen, wenn wir nicht planlos im Dunkeln tappen, wie dies leider heute noch vielfach geschieht, sondern nur dann, wenn alle neuen Versuche der Praktiker auf unsere bisherigen Kenntnisse und auf die wissenschaftlichen Erfahrungen zielbewußt aufbauen.

1. Einführung.

Während in vielen Ländern (u. a. Frankreich, Japan, China) seit langem frische Speisepilze zum täglichen Bedarf der Küchen gehören, war bei uns noch bis zum Weltkrieg der Genuß von Pilzen eigentlich nur „Kennern“ vorbehalten. Viele Notjahre haben aber seitdem den Genuß von wildwachsenden Pilzen volkstümlicher gemacht. Man hat erkannt, daß die Mehrzahl der Speisepilze nicht nur Leckerbissen für besondere Liebhaber sind, daß sie vielmehr eine wesentliche Bereicherung eines jeden Speisezettels darstellen und ihr volkswirtschaftlicher Wert nicht zu unterschätzen ist. Ich will hier nicht auf die umstrittene Frage der Verdaulichkeit des Pilzeiweiß und auf den „Nährwert“ der Hutpilze eingehen. Soviel steht aber fest, daß die Speisepilze sich jetzt auch in Deutschland immer größerer Beliebtheit erfreuen und der Bedarf an solchen noch keineswegs gedeckt ist, wenn sie in guter Qualität und zu annehmbaren Preisen auf den Markt kommen. Da das Auftreten der geschätzten Pilzfruchtkörper in der freien Natur aber stets an eine kurz begrenzte Jahreszeit gebunden ist und andererseits nicht überall Substrat und Klima für das Wachstum der Pilze günstig sind, bemüht man sich schon seit langem, das Wachstum am natürlichen Standort zu fördern (z. B. Trüffel) oder vollends künstliche Kulturen anzulegen. Leider stieß man aber sehr bald auf Schwierigkeiten, denn gerade die höheren Pilze, auf die wir besonderen Wert legen, stellen hohe Anforderungen an den Nährboden und die übrigen Außenbedingungen; Anforderungen so vielfacher Art, daß es heute noch große Mühe macht, sie im einzelnen überhaupt festzustellen. Dazu kommt noch, daß die Mehrzahl der Speisepilze als Mykorrhizabildner auf ein enges Zusammenleben mit den Wurzeln höherer Pflanzen (meist Bäume) angewiesen sind, dessen Chemismus immer noch nicht geklärt ist.

Eine künstliche Kultur von der Spore bis zum Fruchtkörper ist daher bis jetzt nur bei jenen Hutpilzen gelungen, die als reine Saprophyten etwa in gut gedüngtem Boden oder auf totem Holz und dergl. wachsen. Zu den ersten gehört der bekannteste und beliebteste Speisepilz überhaupt, der Champignon, der „Edelpilz“, wie er auf gut deutsch heißt; zu den letzten der von den Japanern in großem

Maßstab auf Holzknüppeln gezogene „Shiitake“ oder „Pasaniapilz“ (*Cortinellus shiitake*), mit dem auch in Deutschland verschiedentlich Versuche — allerdings mit nicht sehr großem Erfolg — angestellt wurden. Leider sind aber gerade die bei uns leicht kultivierbaren Holzpilze infolge ihres weniger guten Geschmackes nicht so begehrt, daß sie die Mühe einer künstlichen Kultur lohnten. Trotz vieler Versuche hat deshalb in Europa und Amerika als Kulturpilz nur der Champignon das Feld behauptet. Die Zucht dieses Pilzes wurde bereits im vorigen Jahrhundert in Frankreich in großem Ausmaß gewerblich betrieben. Das Vorhandensein geeigneter Räume (unterirdische Gewölbe, Steinbrüche, Kasematten usw.), die bei genügender, gleichmäßiger Feuchtigkeit nicht zu kühl sind, hat hier die Ausbreitung der Kultur sehr gefördert. Von Frankreich wurde das Kulturverfahren bald nach Deutschland und in andere Länder gebracht. Einen besonderen Aufschwung hat die Champignonzüchterei nach dem Kriege in Nordamerika erlebt. Dort sind, namentlich im Staate Pennsylvanien, Betriebe entstanden, die schon als Industrie anzusprechen sind und die über eigene Konservenfabriken und andere Nebenbetriebe verfügen. In den letzten zehn Jahren hat dann vor allem auch in England die Pilzkultur einen größeren Umfang angenommen, wo sich — gefördert durch ein mildes Klima — an vielen Orten auch die sonst wenig gepflegte Freilandkultur großer Beliebtheit erfreut.

In Deutschland wurden um die Jahrhundertwende eine Reihe größerer Züchtereien gegründet. Wenn diese auch mit mannigfachen Schwierigkeiten zu kämpfen hatten, so konnte sich doch eine Anzahl dieser Betriebe bis auf den heutigen Tag halten, so daß man jetzt auch in Deutschland auf eine dreißigjährige Erfahrung zurückblicken kann.

Wenn man die Entwicklung dieses Berufszweiges in Deutschland verstehen will, so muß man sich der Besonderheiten der Champignonzüchter und -züchtung bewußt sein. Als die Champignonkultur sich weiter ausbreitete, erkannten die erfahrenen französischen Züchter bald, daß sie durch den Verkauf des immer wieder erforderlichen Ausgangsmaterials, der „Brut“, bessere Geschäfte machen konnten als durch den Verkauf der Pilze. Dies führte aber dazu, daß sie — um den Brutverkauf anzuregen — immer weitere Züchter in die streng geheim gehaltenen Verfahren der Pilzkultur einweihten. Natürlich wurde allerdings die Preisgabe der langjährigen Erfahrungen auf ein Mindestmaß beschränkt und andererseits Unwesentliches mit Wesentlichem derart verquickt, daß die Züchter immer abhängig von ihren Brutlieferanten waren. Hat sich unter solchen Bedingungen

in Deutschland die Pilzkultur weiter ausgebreitet, so konnte es nicht ausbleiben, daß man sich hier bald nach französischem Vorbild auch mit der Brutzucht befaßte. Die deutschen Brutzüchter, die zum Teil sehr gute Erfolge erzielen konnten, waren nun ihrerseits wieder an einer Ausbreitung der Champignonkultur in Deutschland sehr interessiert. An diesem Verfahren der aus- und inländischen Brutzüchter wäre an sich nichts auszusetzen, wenn das Interesse nicht bei manchen Firmen so weit ginge, allen, die sich mit der Pilzzucht abgeben, glänzende Erfolge zu versprechen, auch wenn der Betreffende über keinerlei Erfahrungen im Umgang mit pflanzlichen Lebewesen verfügt. Anfängliche Erfolge haben denn auch manchen getäuscht. Aber zahllose Betriebe sind ebenso schnell verschwunden, wie sie entstanden sind. Die Champignonkultur geriet dadurch bei uns bald in den Ruf einer Glücksangelegenheit, und da die erfolgreichen deutschen Züchter ihre Erfahrungen ebenso geheim hielten wie die französischen, war an eine weitere Entstehung größerer, auf solider Grundlage aufgebauter Betriebe kaum zu denken. Arbeitslosigkeit und Not haben dann Ende der zwanziger Jahre manchen Volksgenossen hier eine Erwerbsmöglichkeit suchen lassen. Von diesen vielen gelang es einzelnen, durch Verständnis und sorgfältige Arbeit bei bescheidenem Gewinn eine annehmbare Ernte zu erzielen und die Pilze zu verkaufen, auf einem Markt, auf dem sie vor allem gegen die in großer Menge eingeführten Pilze erfahrener ausländischer Züchtereien konkurrieren mußten.

Ganz anders wurde mit einem Male die Sachlage, als die Einfuhr von Pilzen infolge der Devisenschwierigkeiten in den letzten Jahren immer mehr zurückging. So sind seitdem eine Unzahl neuer kleinerer und größerer Züchtereien in allen Teilen des Reiches entstanden, von denen die kleineren meist nur frische Ware verkaufen, während die größeren ihre Ernte vorwiegend in Dosen konservieren; und wenn heute die gesamte Ertragsfläche in Deutschland auf 600 000 qm Champignonbeete geschätzt wird, so scheint mir diese Zahl keineswegs zu hoch gegriffen zu sein, obwohl bis heute noch keinerlei statistische Unterlagen hierfür vorliegen.

Trotz der von Jahr zu Jahr zunehmenden Erfahrungen der deutschen Champignonzüchter wechseln auch heute noch selbst in großen, alten Betrieben Rekordernten mit Mißernten ab, ohne daß der Züchter auch nur mit einiger Sicherheit angeben könnte, welche Faktoren für die Erhöhung der Ernte ausschlaggebend waren bzw. welche Fehler die Mißernte verursacht haben. Notgedrungen haben sich die Züchter mit dieser Tatsache abgefunden; sie sparen die Überschüsse einer guten Ernte für die Zeit fehlender Einnahmen auf.

Vielen will es darum auch heute noch erscheinen, daß zur Pilzkultur eben besonderes Glück gehört. Wenn wir uns diesem Gedanken nicht anschließen, so rühren wir damit an die empfindlichste Stelle des ganzen Berufszweiges. Unser Wissen von den Lebensbedingungen des Champignons ist nämlich, im Vergleich etwa zu landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, so gering und andererseits sind die Vorgänge bei der Düngerbereitung und dem Pilzwachstum so kompliziert, daß schon sehr gute Kenntnisse und Erfahrungen dazu gehören, die laufenden Arbeiten eines Betriebes richtig zu überwachen.

Wenn wir trotz einer mehr als siebzehnjährigen Erfahrung heute noch nicht einmal über die primitivsten Wachstumsbedingungen unseres Kulturpilzes unterrichtet sind, so hat dies vor allem zwei Gründe. Da jeder Züchter sich erst mühsam seine eigenen Erfahrungen erarbeiten mußte, war er bestrebt, dieses mit viel Lehrgeld erkaufte Gut als strenges Geheimnis für sich zu behalten, um nicht einer etwaigen Konkurrenz den dornenvollen Weg zum Erfolg durch Preisgabe seiner Kenntnisse abzukürzen. Wenn dann ein Züchter schließlich die Anfängerklippen überwunden hat, so ist er meist so froh darüber, daß er nicht mehr viel Lust und Geld zu neuen großen Experimenten hat. Der zweite Grund ist der große Mangel an wissenschaftlichen Arbeiten, die sich mit der Biologie der höheren Pilze befassen. Die wirtschaftliche Notwendigkeit, den pilzlichen Erregern von Pflanzenkrankheiten besondere Aufmerksamkeit zu schenken, hat ja unsere Kenntnisse von der Physiologie einer ganzen Reihe von Pilzen sehr gefördert. Bei den Hutpilzen aber, deren wirtschaftliche Bedeutung bis jetzt noch keine gebührende Anerkennung gefunden hat, stehen wir erst am Anfang der erforderlichen Arbeiten.

Die übliche Methode der Champignonkultur.

Ehe auf die einzelnen Probleme eingegangen wird, sei mit wenigen Worten die von den Züchtern angewandte Kulturmethode beschrieben.

Als Nährsubstrat für den Champignon wird immer noch der seit jeher hierfür gebrauchte Pferdemist verwendet. Dieser wird durch geeignetes Aufschichten und Umsetzen einer „Vergärung“ unterworfen. Je nach der Außentemperatur ist der aus dem Stall gekommene Mist nach etwa zwei bis vier Wochen fertig zum Anlegen der Beete.

Die Beete werden dann mit der „Brut“ „gespickt“. Die Brut besteht aus Nährbodenstücken, die von kräftig wachsendem

Pilzmyzel durchsetzt sind, und dient zum Beimpfen der Beete. Wenn das Myzel „spinnt“, d. h. wenn es beginnt, den Mist zu durchwachsen, dann werden die Beete zur Erhaltung einer gleichmäßig feuchten Substratoberfläche mit Erde bedeckt. Nach wenigen weiteren Wochen kann dann die Pilzernte beginnen, die sich meist über zehn Wochen hin erstreckt, bis die Beete erschöpft sind.

2. Die Champignonbrut.

a) Prinzip und Arten.

Es lag zunächst nahe, neu angelegte Beete mit myzeldurchwachsenen Resten abgeernteter Beete zu beimpfen. Die Erfahrung lehrte aber bald, daß bei dieser Methode die Ernteerträge sehr schnell zurückgehen. Gute Erfahrungen machte man aber immer dann, wenn man von einem Pilzmyzel ausging, das noch keine Fruchtkörper getragen hatte. Diese „Jungfernbrut“ suchten findige Leute auf Viehweiden und in Ställen, und es ist bezeichnend, daß solche Praktiker mit ziemlicher Sicherheit gute Champignonmyzelien von anderen Myzelien zu unterscheiden vermochten, was mit wissenschaftlichen Methoden bis heute noch nicht gelungen ist. Mit den gesammelten Myzelien wurden Düngerbeete beimpft, die dann in Stücke geteilt und getrocknet wurden, ehe die Fruchtkörperanlagen sich gebildet hatten. Die so erhaltene Brut kann einige Male in gleicher Weise vermehrt werden, degeneriert aber schließlich auch. Um von zufälligen Myzelfunden unabhängig zu sein, ging man dann von Sporen aus. Dies hatte gleichzeitig den Vorteil, daß die Wahrscheinlichkeit, gewisse schädliche Pilzkeime immer weiter mitzuschleppen, verringert war. Da aber trotzdem immer wieder der Verdacht bestand, daß Schädlinge durch die Brut verschleppt würden, ging man in den letzten Jahren dazu über, nach Möglichkeit die etwas teurere „Reinkulturbrut“ zu verwenden, die durch Beimpfen eines sterilen Substrates mit einer aus Sporen gezogenen Reinkultur des Pilzes hergestellt wird; sie wird meist unter dem Namen „Laborbrut“ gehandelt.

Der fertigen Champignonbrut kann selbst der erfahrenste Züchter nicht ansehen, ob sie gut ist, d. h. hohe Erträge liefert, oder nicht. Dies hat dazu geführt, daß zahlreiche, namentlich kleinere Züchtereien durch Belieferung mit ungeeigneter Brut, die allerdings vielfach billiger ist, große Verluste erlitten haben, während andererseits reelle Brutzüchter manchen Kunden verloren, der zufällig aus irgendwelchen nicht erkannten anderen Gründen eine Mißernte erhielt und hierfür allein die Brut verantwortlich machte. Die Be-

schaffung ertragreicher, krankheitsfreier Brut mit stets gleichen Ansprüchen und steter Zuverlässigkeit ist somit heute eine der bedeutendsten Sorgen der Champignonzüchter. Es muß daher auch eine wichtige Aufgabe der angewandten Wissenschaft sein, die billigerweise an eine Brut zu stellenden Anforderungen festzustellen und einfache Methoden für einen zuverlässigen Nachweis der Brutgüte an Hand einer nicht zu großen Probe zu schaffen.

b) Die Herstellung der Brut.

Das Spicken der Beete mit Brut ist vergleichbar mit dem vom Gärtner ausgeübten Auspflanzen von Stecklingen; und wie der Gärtner beim Verpflanzen bewurzelter Stecklinge darauf achten muß, daß der Pflanze zunächst das Wurzelfassen erleichtert wird, so muß auch bei der Champignonkultur darauf geachtet werden, daß Brut und Substrat so beschaffen sind, daß die Brut leicht angeht. Je langsamer die Brut in den fertigen Beeten sich ausbreitet, um so größer ist die Gefahr, daß auch unerwünschte Pilze sich breitmachen. Aus weiter unten zu nennenden Gründen ist der vergorene Dünger etwas zu alkalisch für ein optimales Wachstum des Champignonmyzels. Wenn dieses aber an einem Ausgangspunkt kräftig wächst, setzt es in seiner Umgebung den pH-Wert soweit herab, daß es sich gewissermaßen selbst den Weg bereitet. Eine gute Brut muß daher nicht nur so beschaffen sein, daß sie ein lebenskräftiges Pilzmyzel enthält, sondern sie muß auch genügende Ernährungsreserven enthalten, die der ausgepflanzten Brut einen schnellen „Start“ ermöglichen. Ein guter, strohreicher Dünger hat, wenn er auch schon etwas von Myzel durchwachsen ist, immer noch solche Reserven. Trotzdem versuchen viele Bruthersteller durch verschiedenartige Nährstoffzusätze ihr Produkt zu verbessern (z. B. NaNO_3 , laut kanadischem Patent von 1933). Da die Art dieser Zusätze — sofern sie nicht in Patenten niedergelegt ist — geheimgehalten wird und andererseits objektive Untersuchungen noch nicht vorliegen, kann über den Wert solcher Zusätze noch kein Urteil gefällt werden.

Für die nach altem Verfahren hergestellte Brut kommen wegen der weiter unten zu besprechenden Organismenkonkurrenz nur solche Substrate in Betracht, die sich auch zur Anlegung von Kulturbeeten bewährt haben. Gänzlich neue Gesichtspunkte sind aufgetaucht, als man dazu übergang, mit sterilen Brutsubstraten zu arbeiten. Da stellte sich zunächst die Schwierigkeit ein, daß auf dem in der Hitze sterilisierten Dünger das Champignonmyzel nicht recht wachsen will. Um diesem Übelstand zu entgehen, hat sich das Verfahren ein-

gebürgert, den für die Brut zu verwendenden Pferdemist in einer größeren Wassermenge von den leicht löslichen Substanzen (Ammonkarbonat?) zu befreien und ihn dann wieder einer Trocknung (Zentrifuge oder Wärme) zu unterwerfen. Um die Zweckmäßigkeit dieses wohl rein empirisch gefundenen Verfahrens zu prüfen, habe ich zunächst die pH-Werte verfolgt. Dabei stellte sich heraus, daß der von mir verwendete, normal vergorene Dünger vor dem Sterilisieren eine Reaktion von etwa pH 7,6 zeigte, die durch die Hitzesterilisierung auf 7,3 sinkt. Durch das Waschen sinkt der pH-Wert des Düngers von 7,6 auf 7,1, und wenn dann sterilisiert wird, so mißt man schließlich 6,8. Es lag somit der Schluß nahe, daß bei dem unbehandelt sterilisierten Dünger die Reaktion den begrenzenden Faktor für das Pilzwachstum darstellt, was allerdings im Gegensatz zu der landläufigen Meinung der Mykologen stände, die eine „Giftstoffbildung“ durch die Hitze annimmt. Wenn der pH-Wert von ausschlaggebender Bedeutung ist, muß sich der Mangel durch Ansäuern des Substrates beheben lassen. Hierzu wurde folgender Versuch angestellt:

Gleichwertige Proben eines normal vergorenen Pferdemistes wurden mit abgestuften Mengen verdünnter Schwefelsäure gut gemischt und dann in üblicher Weise in Einkochgläser von 1,5 Liter gefüllt und bei 1 Atü 40 Minuten sterilisiert. Die Gläser wurden dann auf der Oberseite des Substrates mit einer Reinkultur beimpft. Nach etwa vierzehn Tagen beginnt in solchen Kulturen das zunächst etwas einseitig wachsende Myzel gleichmäßig über den ganzen Querschnitt des Substrates nach dem Boden des Glases hin den Nährboden zu durchdringen. Um einen Maßstab für das Pilzwachstum zu haben, wurde jeweils an bestimmten Tagen die Höhe des durchspannenen Düngerzylinders an der Außenseite des Glases gemessen. Abbildung 1 zeigt eine aus so einem Versuch gewonnene Kurve, wobei die nach dem Sterilisieren noch vor dem Beimpfen gemessenen pH-Werte zugrunde gelegt sind. Wir können daraus vor allem zwei Dinge entnehmen. Erstens, daß auch ungewaschener Mist zur Herstellung eines sterilen Brutsubstrates geeignet ist, wenn man nur die richtige Menge Säure oder saure Salze zusetzt, und zweitens, daß der Champignon auf sterilisiertem Pferdemist ein sehr scharf ausgeprägtes Wachstumsoptimum hat, das etwa zwischen pH 6,7 und 6,9 liegt. Frear, Styer und Haley (1928) fanden auf einem synthetischen Nährboden das Wachstumsoptimum bei pH 6, während Bechmann (1930) auf Bierwürzeagar bei pH 6,4 das beste Wachstum erzielte. Wenn auch in beiden genannten Arbeiten nur das Längenwachstum als Kriterium herangezogen wurde, während

ich die räumliche Ausbreitung untersuchte, so sind die Unterschiede der Ergebnisse doch wohl nur durch die Art des Nährbodens bedingt. Weitere Versuche müssen erst ergeben, ob sich nicht auch etwa die verschiedenen Champignonrassen verschieden verhalten¹⁾.

Die angeführten Beobachtungen zeigen, daß die Hitzesterilisation durch die Veränderung des Substrates zwar gewisse Schwierigkeiten mit sich bringt. Andererseits bringt aber das Arbeiten mit sterilen Nährböden einen wesentlichen prinzipiellen Vorteil, den die

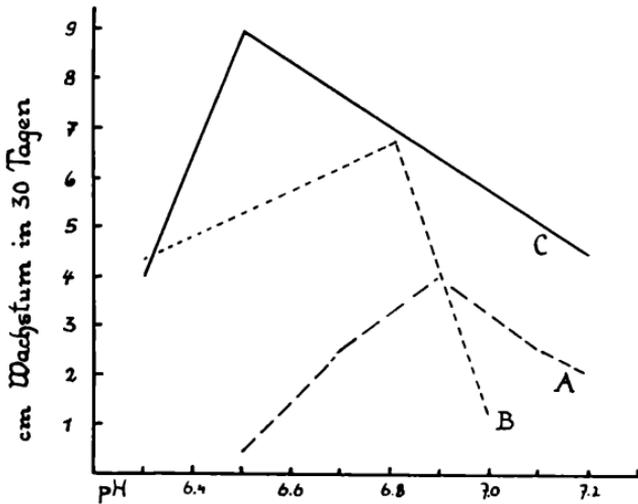


Abb. I.

Abhängigkeit des Myzelwachstums des Champignons von der Reaktion. Drei Versuche bei etwas verschiedenen Außenbedingungen (Beschreibung im Text).

Praktiker mit Staunen feststellten: Das Champignonmyzel läßt sich unter sterilen Bedingungen auf Nährböden kultivieren, auf denen dies sonst nicht möglich ist. Die Tatsache, daß der Champignon nicht mehr wächst, wenn man das bewährte Substrat keimfrei macht, während er auf anderen Nährböden nur zu gedeihen vermag, wenn sie sterilisiert sind, weist in aller Deutlichkeit auf die Eigenheit des heutigen Kulturverfahrens hin. Der Grund für dieses Verhalten liegt darin, daß auf gewissen Nährböden bei Rohkultur sich Bakterien und andere Pilze störend bemerkbar machen, deren Konkurrenz durch die Hitzebehandlung ausgeschaltet wird. Dieses Erkenntnis hat dazu geführt, neuartige Substrate in die Brutkultur

¹⁾ Es sei hier darauf hingewiesen, daß ein schnelles Pilzwachstum bei der Brutherstellung ja sehr erwünscht ist; ob sich allerdings Unterschiede im Ertrag ergeben, je nachdem mit schnell oder langsam gewachsener Brut gespickt wird, steht noch nicht fest.

einzuführen. Zunächst wurde reines Stroh verwendet, das jedoch vom Champignon nicht sehr leicht angegriffen wird. Ein teilweiser Aufschluß des Strohs mit Ammoniak (Falc k, DRP aus dem Jahre 1917) brachte nur eine geringfügige Verbesserung des Verfahrens. Zahlreiche andere Verfahren werden von den Brutzüchtern geheimgehalten. Einen gänzlich neuen Weg der Brutherstellung brachte das von dem Amerikaner J. W. S i n d e n erfundene Verfahren (USA.-Patente von 1932 und 1936). Er füllt G e t r e i d e - k ö r n e r (oder beliebige Samen) in normale Milchflaschen mit etwas Wasser und Kalk, verschließt sie mit Wattestöpsel, sterilisiert, beimpft und erhält so schon nach relativ wenigen Wochen eine gleichmäßige Brut, die in letzter Zeit als „K ö r n e r b r u t“ auch in Deutschland verschiedentlich hergestellt wird. Diese Brut zeigt außer der Einfachheit der Herstellung noch weitere Vorteile. Das lockere, gut durchlüftete Substrat wird gleichmäßig und schnell vom Pilz durchwachsen; es bleibt auch körnig, so daß die Brut leicht aus dem Gefäß entnommen und sofort ohne besondere Zerteilung verspickt werden kann. Ferner hat das die Körner umspinnende Myzel in dem erst allmählich weiter angegriffenen Endosperm lange Zeit einen Ernährungsrückhalt, so daß mit sehr kleinen Mengen gespickt werden kann. So vorteilhaft aber der Nährstoffrückhalt für den „Start“ der verspickten Brut sein mag, so birgt er doch auch eine Gefahr in sich. Nach meinen Beobachtungen bemächtigen sich nämlich gelegentlich Schimmelpilze, deren Sporen ja fast allgegenwärtig sind, der leicht sauren Nährstoffreserve der verspickten Körner und hemmen dadurch, sowie durch ihre Stoffwechselprodukte das Wachstum des Champignons.

Die Frage Düngerbrut oder Körnerbrut ist trotz bestechender Vorteile der letzten in der Praxis noch keineswegs entschieden. Den Vorteil der körnigen Struktur suchte man bei der Düngerbrut durch Pressen des Düngers in kleine Formen (vor dem Sterilisieren) auch zu gewinnen (französisches Patent von 1933, USA.-Patent von 1935). Die letzte Entscheidung, welche Brut die geeignetste ist, wird aber erst die objektive E r t r a g s p r ü f u n g ergeben und die Preisfrage.

Eine exakte Ertragsprüfung durchzuführen ist sehr schwierig. Die in großen Betrieben mit bestimmten Brutsorten gewonnenen Ergebnisse geben zwar gewisse Anhaltspunkte, doch weiß man nie mit Sicherheit, ob nicht auch Verschiedenheiten im Dünger oder in den Außenbedingungen das Resultat beeinflußt haben. Jeder Züchter weiß ja, daß selbst auf kleinem Raum die Erträge von gleichzeitig angelegten Beeten stark voneinander abweichen können. Die Gründe

hierfür sind uns leider noch nicht bekannt. Zuverlässigen Ertragsprüfungen müssen daher Untersuchungen vorausgehen, wie sie L a m b e r t (1934) durchgeführt hat. Es wurden hier die Erträge ganz gleich angelegter kleiner Beete verglichen. Aus den Ernten von je 50 Vergleichsparzellen berechnete L a m b e r t die Standardabweichung. Nur wenn wir so aus einer größeren Anzahl von Versuchsbeeten den mittleren Fehler kennen, können wir die mit verschiedener Brut unter sonst möglichst gleichen Bedingungen erzielten Erträge vergleichen. Derartige Versuche sind aber bei uns noch nicht durchgeführt worden.

3. Die Ernährung des Champignons.

a) Chemische Grundlagen.

Wie bereits oben angedeutet, stellen die Hutpilze sehr hohe Anforderungen an das Substrat. Man hat daher bei ernährungsphysiologischen Versuchen bisher die viel weniger spezialisierten Schimmelpilze als Untersuchungsobjekte herangezogen. Leider kann man aber die hier erzielten Ergebnisse nur zum geringen Teil auch auf die höheren Pilze übertragen. Wir stehen somit vor der eigenartigen Tatsache, daß wir immer noch nicht recht wissen, welches die Kohlenstoff- und Stickstoffquellen sind, deren sich die von uns täglich zentnerweise geernteten Pilze bedienen. Nur wenige Untersuchungen liegen bisher vor. D u g g a r (1905) und S t y e r (1928, 1930) beobachteten ein gutes Wachstum des Champignons auf mineralischer Nährlösung mit Ammonnitrat und Z e l l u l o s e (Filtrierpapier) bei pH 6. Zugabe von verschiedenen Zuckern förderte das Wachstum nicht. Hat es so den Anschein, daß die Zellulose als wichtigste C-Quelle verwertet wird, so kommen W a k s m a n und N i s s e n (1932) auf Grund chemischer Analysen zu dem Schluß, daß der Champignon zu jenen Pilzen gehört, die vorzugsweise das L i g n i n angreifen. Vieles spricht für die Richtigkeit dieser Beobachtung, doch ist vorläufig eine weitere Klärung dieser Frage solange schwierig, bis eine klarere Definition des Begriffes Lignin geschaffen ist, und wir über einwandfreie Nachweismethoden verfügen. Soviel steht aber fest, daß der Champignon Stroh und unverdaute Pflanzenreste, aus denen er offenbar seinen C-Bedarf deckt, mit Vorliebe bewächst. Als N-Quellen scheint der Pilz organische Verbindungen und Ammonsalze zu bevorzugen (L u t z 1925, S t y e r 1928), doch ist Näheres auch hierüber noch nicht bekannt. Derartige Untersuchungen sind nämlich besonders schwierig, da der Champignon auf den üblichen synthetischen kontrollierbaren Nährböden nur schlecht wächst. Er

stellt hohe Anforderungen an **Ergänzungsstoffe**, an Vitamine oder Biokatalysatoren, wie wir sie ihm bis jetzt eben nur in Form „natürlicher“ Substrate bieten können.

Natürlich stellt der Champignon auch gewisse Ansprüche an den Mineralsalzgehalt des Nährbodens. Aber auch hier bedarf es noch eingehender Forschungsarbeit. **H é b e r t** (1911) kam aus einem Vergleich der Zusammensetzung des Düngers und der Champignonfruchtkörper zu dem Ergebnis, daß der Dünger zu arm an Ca und K sei. Wenn auch derartige Schlüsse gewagt sind, so weiß doch jeder Champignonzüchter, daß Kalk bzw. Gips eine gewisse Rolle spielen. Wer Champignonmyzelien aus den Kulturbeeten mikroskopisch untersucht hat, der weiß, daß die Oberfläche fast aller Hyphen mit einem Stachelpanzer von Kristallnadeln umgeben ist, deren **K a l z i u m o x a l a t** sich mikroskopisch leicht nachweisen läßt. Der auffallende Bedarf an Ca ist schon für eine Reihe von Holzzerstörern bekannt, er spielt vielleicht auch beim enzymatischen Aufschluß der Holzsubstanz eine Rolle. Nach meinen Untersuchungen scheint es besonders wichtig zu sein, daß das Ca in Ionenform zur Verfügung steht, daß also Kalziumsalze geboten werden, die wenigstens etwas löslich sind. Praktisch wird dies durch die komplizierten Umsetzungen im Nährsubstrat sehr erschwert. Über den Bedarf an weiteren Mineralsalzen können wir heute noch nichts sagen.

b) Der Pferdemit als Kultursubstrat.

Wenn ich auch nicht der Ansicht bin, die **S z ü c s** in seinem österreichischen Patent aus dem Jahre 1927 vertritt, nämlich, daß die Speisepilze sich dem Nährsubstrat gegenüber genau so tolerant verhalten wie die Schimmelpilze, so hat er doch damit recht, daß es bei der Kultursubstratbehandlung vor allem darauf ankommt, dem gewünschten Pilz die Vorherrschaft über die anderen Mikroorganismen zu sichern. Man muß sich ja immer wieder vor Augen halten, daß die natürlichen organischen Substanzen, die wir aus den obengenannten Gründen notgedrungen als Kultursubstrate verwenden müssen, zahlreiche Bakterien- und Pilzkeime beherbergen, von denen stets bestimmte Arten, den Außenbedingungen und dem jeweiligen Zustand des Substrates entsprechend, sich in optimalen Wachstumsbedingungen befinden. Da die wachsenden Mikroorganismen durch Stoffwechselprodukte ihr Substrat verändern, ändert sich damit kontinuierlich die Zusammensetzung der jeweils luxurierenden Pilzflora. Neben diesen bei konstanten Außenbedingungen gleichmäßig verlaufenden Veränderungen befindet sich

die gesamte Mikroflora ständig in einem labilen Gleichgewicht, das sich bei jeder Veränderung äußerer Faktoren, wie Temperatur und Feuchtigkeit, neu einstellt. Unser Ziel muß daher sein, bei der fortlaufenden Veränderung des Substrates den Zeitpunkt genau abzu-
passen, in dem die Bedingungen für den Champignon gerade optimal, für sehr viele andere Mikroorganismen aber ungünstig sind. Durch geeignete Außenbedingungen muß dann möglichst lange das Gleichgewicht zugunsten des Champignons erhalten werden. Diesen theoretischen Voraussetzungen haben die Pilzzüchter durch langes Erproben praktische Gestalt gegeben. Wollen wir unsere Kenntnisse vom Champignon erweitern, um zu neuen Methoden zu gelangen, so müssen wir erst rückschauend den Bau des Fundamentes kennenlernen. Da machen wir leider die unerfreuliche Feststellung, daß wir über die Umsetzungen, die sich bei der Vergärung des Pferdemistes abspielen, wie sie von den Pilzzüchtern in die Wege geleitet wird, erst sehr wenig wissen; zu wundern braucht uns das nicht weiter, ist ja doch selbst bei der so oft untersuchten landwirtschaftlichen Düngerbehandlung kaum mehr als der Stickstoffumsatz bekannt. Die einzigen, die mit exakten Beobachtungen einen Anfang gemacht haben, sind Lambert und Davis (1934).

Wir sehen, daß noch viel Forscherarbeit nötig ist, um den Zustand des Düngers zu charakterisieren, der ein gutes Wachstum des Champignons gewährleistet. Dieses theoretisch so interessante Problem hat aber auch einen wichtigen praktischen Hintergrund. Bis jetzt fehlt es nämlich den Züchtern noch immer an einer brauchbaren Methode, den Zustand des gärenden Düngers objektiv zu beurteilen, namentlich um den richtigen Zeitpunkt festzustellen, zu dem die Gärung unterbrochen und die Beete angelegt werden sollen. Als erstes wissenschaftliches Hilfsmittel hat sich in einzelnen größeren Betrieben die pH-Bestimmung durchgesetzt. Man ist sich aber durchaus noch nicht darüber einig, welches der optimale pH-Wert zur Anlage der Beete ist. Bechmann (1930) gibt für richtig vergorenen Dünger pH 6,4 an. Dieser Wert scheint reichlich niedrig zu sein. Das Optimum für die Kultur scheint etwas über 7 zu liegen. Die wachsende Champignonbrut muß dann erst selbst das Substrat ansäuern. Natürlich könnte man durch Zusatz von Säure das Substrat gleich auf das pH einstellen, das der Brut ohne Verzögerung ein schnelles Wachstum ermöglicht. Wenn auch ein derartiges Verfahren bis jetzt noch nicht ausprobiert ist, so kann man doch gewisse Bedenken hiergegen geltend machen. Der Stoffwechsel des Champignons führt auf alle Fälle zu einer langsamen Versäuerung des Nährbodens. Je saurer das Ausgangssubstrat ist, desto schneller wird

im Nährboden jener Säuregrad erreicht werden, der einerseits dem Champignon das Leben erschwert, andererseits aber gewissen unerwünschten Pilzen, wie z. B. Schimmelpilzen, das Wachstum ermöglicht, d. h. daß sich das Mikroorganismengleichgewicht schneller vom Champignonoptimum zu einem anderen Pilz verschoben wird. Die Verhältnisse liegen eben hier noch viel komplizierter als bei den höheren Pflanzen unserer Kulturen im Erdboden.

c) Andere Kultursubstrate.

Seit langem bemühen sich Forscher und Praktiker, den an sich bewährten Pferdemist durch vorteilhaftere Substrate zu ersetzen. Von neueren Veröffentlichungen seien nur W a k s m a n und R e n e g e r (1934) sowie D e m o l o n , B u r g e v i n und M a r c e l (1937) genannt. Ein Ersatz des Pferdemistes kommt nur in Betracht, wenn damit einer der folgenden Vorteile erzielt wird.

1. Infolge der in den letzten Jahren sehr stark gewachsenen Zahl der Pilzzüchter drohte bei einem geringen Pferdebestand teilweise ein Mangel an brauchbarem Pferdedünger einzutreten. Die Vermehrung der Pferdebestände des Heeres hat hier Abhilfe geschaffen. Wenn somit zunächst wohl noch genügend Pferdemist zur Verfügung steht, so bereitet doch die Transportfrage auch gewisse Schwierigkeiten, und gerade die kleineren Betriebe müssen zu dem schon nicht sehr niedrigen Düngerpreis noch hohe Transportkosten aufbringen. Trocken zu transportierende Kulturunterlagen (z. B. Torfmull) würden in dieser Hinsicht einen Vorteil bieten. Am günstigsten aber ist es, wenn örtlich anfallende Abfallprodukte der Industrie zur Pilzkultur herangezogen werden können.

2. Ein Nachteil des Pferdemistes ist, daß seine Zusammensetzung je nach der Ernährung der Tiere und den Außenbedingungen starken Schwankungen unterworfen ist. Da man dem Dünger diese Unterschiede meist nicht ansehen kann, ist es schwer, die jeweils erforderlichen richtigen Maßnahmen bei der Vergärung zu treffen. Gelingt es, einen „künstlichen“ Nährboden, etwa aus Torfmull und dergleichen, also aus stets in gleicher Zusammensetzung erhältlichen Stoffen, unter Zusatz gewisser Chemikalien herzustellen, so könnte der Unsicherheitsfaktor ausgeschaltet werden.

3. Ein von den Erfindern neuer Nährbodenverfahren immer wieder ins Feld geführter angeblicher Vorteil der „künstlichen“ Substrate soll das Fehlen von Keimen champignonschädlicher Pilze sein. Dem ist entgegenzuhalten, daß der sorgsam vergorene Pferdemist in allen seinen Teilen eine Erhitzung auf über 70° durchgemacht

hat. Bei solchen Temperaturen gehen die Schädlingskeime zugrunde, so daß der Dünger beim Anlegen der Beete praktisch frei von Schädlingen ist. In der Mehrzahl der Fälle werden diese dann erst durch Unachtsamkeit aus dem eigenen Betrieb eingeschleppt oder mit der Deckerde (L a m b e r t 1930). Hiergegen ist auch ein neuartiger künstlicher Nährboden nicht gefeit.

4. Die Kultur des Champignons bedarf vom Reinigen der Keller an über Anlegen der Beete, Wachstum des Pilzmyzels bis zum Abschluß der Ernte und Ausräumen der Keller eines Zeitraumes von etwa einem halben Jahr. In Anbetracht der Höhe der Kellerpacht würde sich die Rentabilität der Kulturen erhöhen, wenn die je Quadratmeter zu erzielende Ernte in kürzerer Zeit gewonnen oder die Ernteerträge wesentlich erhöht werden könnten.

Wie schon oben gesagt, wächst der Champignon auf den mannigfachsten organischen Substraten, wenn man sie ihm mundgerecht macht, d. h. wenn man entweder durch keimfreies Arbeiten die Konkurrenz der anderen Mikroorganismen ausschaltet oder aber dafür sorgt, daß die Bedingungen eben nur für den Champignon optimal sind. Bezeichnenderweise sind alle bisher praktisch erprobten Verfahren auf einer biologischen Umsetzung des Substrates aufgebaut, wie sie auch bei der „Vergärung“ des Pferdemistes gegeben ist. Vielleicht handelt es sich hierbei darum, die leicht angreifbaren Stoffe, welche zahlreichen Organismen ein lebhaftes Wachstum gestatten, zunächst zu entfernen. Vielleicht aber entstehen hierdurch auch erst die Lebensstoffe (Vitamine, Bios oder dergleichen), die den höheren Pilzen lebensnotwendig sind. Jedenfalls bin ich von der Ansicht abgekommen, daß die Heißvergärung neuartiger Substrate mit Stroh, Torfmull oder Sägemehl bei Versuchen der Champignonzüchter nur „aus alter Gewohnheit“ vorgenommen wird.

Für die Schaffung eines andersartigen Kultursubstrates ist zunächst eine Grundsubstanz für die Beete erforderlich. Als solche kommen meist nur wieder Vegetabilien in Betracht, die dem Pilz gleichzeitig auch als Kohlenstoffquelle dienen. Sand und dergleichen sind ungeeignet, da sie bei der erforderlichen Feuchtigkeit dem Gasaustausch nicht genügend Spielraum lassen. Es lag daher nahe, die bewährte Grundsubstanz des Pferdemistes, das Stroh, für ein neues Substrat heranzuziehen, das allerdings bei uns für andere Zwecke vorteilhafter verwendet wird. Stroh läßt sich nach Zusatz einer Stickstoffquelle (z. B. Harnstoff) sehr leicht nach Art des Edelmistverfahrens durch Heißvergärung in einen brauchbaren Champignonnährboden verwandeln (vgl. H e i n 1930). Das Entscheidende ist hierbei die Art der stickstoffhaltigen Zusätze. Von ihnen hängt der

Verlauf der Gärung, aber auch die Rentabilität des Verfahrens ab. Vorgeschlagen wurden Tierblut oder ähnliche Industrieabfälle, Bierhefe-Autolysat (französisches Patent von 1928), aber auch einfache Stickstoffsalze. Andere Erfinder benutzen Stroh, Torf, Sägespäne oder Laub nur als Unterlage und tränken diese Stoffe mit einer Nährlösung, welche die erforderlichen anorganischen Salze enthält (in Deutschland 1891 patentiert). S z ü c s verwendet als Kohlenstoffquelle Melasse oder Abfallprodukte der Preßhefe- und Spiritusindustrie (österreichisches Patent von 1927).

Die Aufzählung der so erprobten Verfahren könnte noch lange fortgesetzt werden. Bezeichnenderweise konnte sich aber von allen diesen Verfahren kein einziges praktisch durchsetzen. Dies liegt meines Erachtens daran, daß fast alle von den Züchtern angestellten Versuche nur hier und da mal tastend durchgeführt wurden, ohne logisch konsequente Verfolgung des Zieles und exakte Prüfung des Erfolges. Wenn man allerdings den Praktikern zugute hält, daß es noch kaum der Wissenschaft gelungen ist, die komplizierten Erscheinungen beim Wachstum der Hutpilze einer Klärung zuzuführen, dann kann man nur sagen, daß wir erst am Anfang einer Forscher-tätigkeit stehen, die uns hoffentlich bald neue Gesichtspunkte zur Erzielung praktischer Erfolge geben wird.

d) Förderung des Pilzwachstums durch Zusätze zum Pferdemit.

Fast jeder praktische Züchter hat sein erprobtes privates Geheimrezept für die Stoffe, die er dem in üblicher Weise zu präparierenden Pferdemit zusetzt. Aber während der eine z. B. auf Gips schwört, hält der andere einen Gipszusatz für zwecklos, wenn nicht gar für schädlich. Dies hat seinen Grund darin, daß genau wie bei vielen anderen Champignonfragen die Prüfung des Erfolges rein subjektiv und ohne genügende Beachtung aller Nebenumstände durchgeführt wird. Es erscheint daher zwecklos, sich vorläufig in eine Diskussion über den Wert gewisser Verfahren einzulassen. Nur um das Bild dessen, was bisher gemacht wurde, zu vervollständigen, sei hier einiges aufgeführt.

So wird ein Zusatz von Gips zum gärenden Dünger empfohlen, um das pH herabzusetzen. Bei starker Bildung des alkalisch reagierenden Ammonkarbonats dürfte dieser Zusatz empfehlenswert sein, da dieses dann in das weniger als Gips lösliche Kalziumkarbonat, das nicht so sehr alkalisch ist, und in Ammonsulfat umgewandelt wird. Bei einem entsprechend zusammengesetzten Pferdemit aber und bei bestimmter Behandlung desselben sinkt der pH-Wert auch

ohne Zusatz von Gips auf den richtigen Wert herab. Eine genaue Definition der Bedingungen, unter denen ein Gipszusatz erwünscht ist, läßt sich heute leider noch nicht geben; so sind die widersprechenden Ansichten der Praktiker verständlich. Vielfach wird dem Dünger auch Ammonsulfat zugesetzt, um die Vergärung in die richtige Bahn zu lenken. Über die Zweckmäßigkeit dieses Verfahrens läßt sich heute noch nicht einmal vermutungsweise etwas aussagen. Derartigen Zusätzen, die die mikrobiologische Umsetzung beeinflussen sollen, stehen diejenigen Zusätze gegenüber, die eine Erhöhung der Ernteerträge bezwecken, also eine Düngung im Sinne der Landwirtschaft. G u f f r o y (1910) gibt in einer kurzen Arbeit an, daß er bei Zusatz von etwa 14 kg Thomasmehl auf 200 m Beet eine Ertragssteigerung von etwa 25% erzielte. Derartige Angaben sind aber mit größter Vorsicht aufzunehmen, und mir ist nicht bekannt, ob dieses Verfahren nachgeprüft ist bzw. ob Züchter davon Gebrauch machen. Etwas aussichtsreicher ist vielleicht die Zugabe von Dextrose oder Maltose, wie sie in einem französischen Patent (1934) zur Ertragssteigerung empfohlen wird. Vielfach wird auch das Begießen abgetragener Beete mit Salpeterlösung als zweckmäßig angesehen. Auch hier sind aber die Meinungen über den Erfolg sehr geteilt.

Wie immer die Ergebnisse in den erwähnten Fällen, objektiv gesehen, sein mögen, so läßt sich doch vorausschauend sagen, daß ein reiner Nährstoffersatz, wie ihn die Düngung bei unseren Kulturpflanzen im allgemeinen darstellt, beim Champignon wenig Aussicht auf Erfolg hat. Darauf weist ja auch schon die Tatsache hin, daß der nach der Ernte verbleibende Dünger die wichtigsten bekannten Nährstoffe mengenmäßig fast im gleichen Verhältnis enthält wie frischer Dünger. Man müßte hier mit indirekten Methoden, Beseitigung von Stoffwechselprodukten und dgl. arbeiten. Eine einfache Neutralisierung des im Laufe des Champignonwachstums sauer gewordenen Komposts soll sich allerdings nicht bewährt haben.

4. Einfluß der übrigen Außenbedingungen auf das Wachstum.

Die lange erprobten Außenbedingungen stellen einen Kompromiß dar, zwischen der Absicht, in einem bestimmten Zeitpunkt unerwünschte Mikroorganismen in ihrer Entwicklung zu hemmen und der Absicht, die Bedingungen für das Wachstum des Champignons optimal zu gestalten. Wird der Dünger z. B. feucht gehalten, so gewinnen gewisse Bakterien die Oberhand, die das Substrat nach der alkalischen Seite hin verändern. — Genau untersucht müßte auch noch die Frage des Lichteinflusses werden. Während man

nämlich früher auf dem Standpunkt stand, daß das Licht das Wachstum der Champignonfruchtkörper ungünstig beeinflusse, mehren sich heute immer mehr die Stimmen, daß dies nicht zutreffe. Wahrscheinlich hat es aber auch hier an der objektiven Beobachtung einer genügend großen Anzahl von Faktoren gefehlt. Fenster und Türen, die ja praktisch als Lichteintritt nur in Frage kommen, sind, wenn sie nicht besonders geschützt (verdunkelt!) sind, immer auch Stellen größerer Abkühlung bzw. Erwärmung. Somit kann vermutet werden, daß nicht das Licht, sondern die am Fenster auftretenden Luftströmungen, die auch wieder die Feuchtigkeitsverhältnisse beeinflussen, die Ursache für das veränderte Pilzwachstum sind.

Eine große Rolle spielt bei allen den genannten mikrobiologischen Umsetzungen auch die Kohlensäure. Sie wird fortlaufend in großer Menge von den zahlreichen Mikroorganismen im Pilzsubstrat gebildet und sammelt sich in gewisser Menge in den Beeten und in schlecht gelüfteten Kulturräumen an. In welcher Weise diese Kohlensäure, die ja in den bedeckten Beeten noch mehr angereichert sein muß — Messungen liegen meines Wissens noch nicht vor —, auf die biologische Tätigkeit des Düngers und auf das Wachstum des Champignonmyzels einwirkt, ist noch nicht bekannt. Durch Einleiten von Kohlensäure in die Beete das Champignonwachstum zu fördern, wie es *Henry* in einem französischen Patent von 1934 angibt, erscheint mir nicht sehr aussichtsreich. Trotzdem ist die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, daß das Myzelwachstum durch eine gewisse CO_2 -Konzentration stimuliert wird. Für die Hutbildung ist nach Untersuchungen von *Lambert* (1933) schon eine relativ geringe Kohlensäurekonzentration der umgebenden Luft schädlich.

In einem deutschen Patent wurde vor Jahren auch einmal Ozon zur Steigerung der Champignerträge empfohlen. Eine Nachprüfung des Verfahrens ist mir nicht bekannt. Wahrscheinlich sind aber diese Ergebnisse ebenso subjektiv gewonnen wie die meisten übrigen.

5. Ertrag der Kulturen.

Der durchschnittliche Ertrag an Pilzen liegt in Deutschland derzeit bei etwa 3—4 kg je Quadratmeter Beet. Jeder Züchter kann die auffallende Beobachtung machen, daß er manchmal nur 1 kg erntet, daneben aber oder ein anderes Mal bei anscheinend gleichen Bedingungen die zehnfache Menge. *Lambert* (1934) hat einige zuverlässige Zahlen veröffentlicht. Könnten wir erfassen, woran dieser Unterschied liegt, dann könnte der Ertragsdurchschnitt wesentlich hinaufgesetzt werden. Leider sind wir aber auch hier wieder

an der Grenze unserer Kenntnisse. Geringfügige Änderungen in der Behandlung des Düngers oder später der Beete, wie sie selbst ein erfahrener Züchter kaum erfassen kann, können bereits einen großen Einfluß auf die mikrobiologischen Vorgänge im Substrat haben; dabei ist noch gar nicht gesagt, ob optimales Myzelwachstum überhaupt mit höchster Ertragsleistung parallel geht.

Diese große Verschiedenheit der Erträge unter anscheinend gleichen Verhältnissen trägt die meiste Schuld daran, daß man bei den Züchtern, wie schon oben erwähnt, die verschiedenartigsten Ansichten über ein bestimmtes Verfahren oder selbst über die Form der Beete hört und daß man die ohne wissenschaftliche Exaktheit und ohne genügende Parallelen durchgeführten Versuche von vornherein auf die Zuverlässigkeit der erzielten Versuche hin ablehnen muß. Solange wir aber noch nicht einmal einen genauen Maßstab für die Auswirkung neuer Verfahren haben, hat es gar keinen Zweck, sich mit diesen auseinanderzusetzen. Aus dem gleichen Grunde kann auch das Problem der *R a s s e n - u n d S o r t e n w a h l* und eine züchterische Bearbeitung des Champignons noch nicht in Angriff genommen werden.

6. Schädlinge der Champignonkulturen.

Von den tierischen Schädlingen, denen an sich eine große Bedeutung zukommt, die sich aber mit chemischen Mitteln relativ leicht und erfolgreich bekämpfen lassen, sei hier abgesehen. Ein schwierigeres Problem stellt die Bekämpfung der schädlichen pflanzlichen Mikroorganismen dar. Wir müssen hierbei zwei Gruppen unterscheiden. Die eine umfaßt die Parasiten, welche die Champignonhüte und das Myzel befallen, der anderen gehören diejenigen Pilze an, die nur als Konkurrenz dem Champignon die Nahrung streitig machen. Das Kennzeichen aller dieser Schädlinge ist, daß sie im großen und ganzen von den gleichen Lebensbedingungen abhängig sind wie der Champignon. Dies erschwert die Bekämpfung sehr, und man ist deshalb darauf angewiesen, sie vor allem durch Vermeidung einer Infektion der Kulturbeete an einer Ausbreitung zu verhindern. Es ist dies möglich, weil die Keime der meisten Pilze bei der Heißvergärung des Mistes, die ja eine Temperatur von über 70° erreicht, abgetötet werden. Exakte Untersuchungen liegen aber hierüber nur für einen einzigen Pilz vor. *L a m b e r t* (1930), einer der wenigen, denen wir wissenschaftliche Veröffentlichungen über Champignonfragen verdanken, hat *Mycogone perniciosa*, den gefürchteten Erreger der Champignonweichfäule, der auch bei uns als der gefährlichste Schädling anzusprechen ist, eingehend untersucht. Er fand, daß

Agarkulturen von *Mycogone* bei 42° nach sechs Stunden abgestorben waren und daß mit *Mycogone* künstlich verseuchte Deckerde dann keine Infektion der Champignonkulturen mehr hervorrief, wenn sie mindestens zwölf Stunden einer Temperatur von 45° C ausgesetzt wurde. Die Untersuchungen von Lambert geben sichere Anhaltspunkte dafür, daß der Dünger frei von lebenden *Mycogone*-Keimen ist; die Krankheit wird demnach entweder beim Einbringen des Düngers in die Kulturräume aus dem eigenen Betrieb wieder eingeschleppt oder aber mit verunreinigter Deckerde auf die Beete

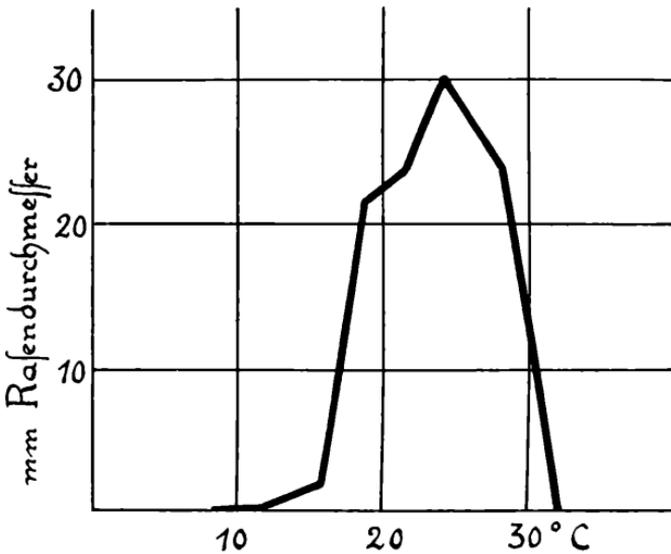


Abb. 2. *Mycogone perniciosa*.

Abhängigkeit des Wachstums von der Temperatur
(nach Lambert).

gebracht. Man ist daher in Amerika vielfach dazu übergegangen, die Deckerde vor dem Aufbringen einer Erhitzung zu unterwerfen, die sich gut bewährt haben soll.

Der zweite Weg, der zur Bekämpfung der Schädlinge beschritten werden kann, ist der, die doch vorhandenen geringfügigen Unterschiede in den Lebensbedingungen der Pilze auszunützen, um den unerwünschten Organismen dann das Leben zu erschweren. Dies setzt aber eine genaue Kenntnis von den Ansprüchen der schädlichen Pilze und des Champignons voraus. Wenn wir uns diese Kenntnisse auch bis heute noch nicht angeeignet haben, so zeigen doch wiederum die Untersuchungen von Lambert (1930), daß auch dieser Weg erfolgversprechend ist. In Abbildung 2 ist die von ihm beobachtete Temperaturabhängigkeit des Wachstums von *Mycogone* wieder-

gegeben. Danach beginnt dieser Pilz erst bei etwa 17° kräftiger zu wachsen und zeigt bei 24° sein Optimum. Diese Tatsache bestätigt die Beobachtung, daß bei höherer Temperatur die Schäden durch *Mycogone* viel größer sind als in kühlen Kellern, in denen allerdings das Champignonwachstum etwas langsamer vor sich geht. Wir wissen somit, daß durch Vermeidung einer Verschleppung des Pilzes und durch Auswahl einer geeigneten Kellertemperatur der gefährlichen *Mycogone* Einhalt geboten werden kann. Wenn auch die daraus zu ziehenden praktischen Folgerungen noch einer Erprobung bedürfen, so ist uns doch damit schon der Weg gewiesen für eine Untersuchung der übrigen Schädlinge, die wir dann hoffentlich auf ein erträgliches Maß herunterdrücken können.

7. Kultur anderer Speisepilze.

In Deutschland sind bereits eine Reihe von Versuchen angestellt worden, noch andere Speisepilze außer dem Champignon zu kultivieren (z. B. Trüffel; vgl. Vill 1912). Wie schwierig aber solche Dinge sind, mag schon daraus ersehen werden, daß wir noch nicht einmal den wilden Champignon zu kultivieren vermögen, da er etwas andere Lebensbedingungen hat als die Kulturform. Am einfachsten scheinen die Verhältnisse bei den auf Holz wachsenden Pilzen zu sein. Die Erfolge, welche die Japaner seit langem mit dem *Pasania*-Pilz, dem „Shiitake“, erzielt haben, versprechen auch bei uns gewisse Erfolge (vgl. auch P a s s e c k e r 1934). Austernpilz (*Pleurotus ostreatus*), Stockschwämmchen und andere lassen sich sehr gut mit Myzelstücken von einer Reinkultur auf Stubben oder andere Hölzer im Wald übertragen (B u s s e 1920, 1927; F a l c k 1928; L i e s e 1934; G u t s m a n n 1937). Der schwerwiegendste Nachteil dieser Methode ist allerdings, daß die Ernte genau so wie bei den wild wachsenden Pilzen sehr vom Wetter abhängt und man gerade nur zu der Zeit Fruchtkörper erntet, in der wir über wohlschmeckende wilde Arten in Menge verfügen. Unser Ziel muß daher sein, die beliebten wohlschmeckenden Pilze unserer Wälder von Wetter und Jahreszeit unabhängig zu machen. Die künstliche Kultur dieser Pilze setzt aber voraus die Kenntnis der ernährungsphysiologischen Vorgänge beim Stoffaustausch zwischen Pilz und Baumwurzel. Wenn wir auch bereits von einer großen Anzahl von Hutpilzen Myzelien in Reinkultur auf Agar züchten können, so fehlt uns doch vorläufig noch bei den meisten Arten die Möglichkeit, sie zur Fruchtkörperbildung zu veranlassen. Das Problem, etwa Steinpilze in großer Menge im Gewächshaus zu ziehen, erscheint sehr reizvoll, aber auch

erfolgsversprechend. Allerdings müssen auch hier eine Reihe von theoretischen Vorarbeiten geleistet werden, die erst mittelbar einen praktischen Erfolg ergeben werden.

8. Schlußwort.

In der obigen Aufstellung sind nur die ganz dringenden Fragen behandelt worden. Trotzdem geht daraus zur Genüge hervor, wie wenig noch die Grundlagen der Champignonkultur geklärt sind. Wenn man die Erscheinungsjahre der wenigen wissenschaftlichen Arbeiten auf diesem Gebiet vergleicht, so findet man eine Häufung von Arbeiten, die in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts in Frankreich durchgeführt wurden. Um 1909 ist dann ein weiterer Höhepunkt, da zeigen sich auch schon englisch-amerikanische Arbeiten, und die Ernährungsfragen werden in Angriff genommen. Die Arbeiten über die Biologie des Champignons aber, auf die wir jetzt aufbauen müssen, stammen aus den letzten zehn Jahren und wurden zum größten Teil von nordamerikanischen Forschern durchgeführt. Die deutsche Wissenschaft ist daran fast gar nicht beteiligt, was ja nur wieder der Tatsache entspricht, daß die praktische Mykologie in Deutschland in den letzten Jahrzehnten sehr vernachlässigt wurde. Dieser Fehler muß aber bald wiedergutmacht werden, wenn wir die in den letzten Jahren stark aufgeblühte Edelpilzkultur am Leben erhalten und wenn wir ihr zu weiterem Aufschwung verhelfen wollen. Wenn erst die wissenschaftlichen Grundlagen der Champignonkultur etwas geklärt sind, werden sich auch Fortschritte in der Kultur von Speisepilzen ergeben, Fortschritte, die wir besonders vermissen, wenn uns zum Bewußtsein kommt, daß die Anweisung zur Champignonkultur in einem Lehrbuch unserer Tage fast wörtlich die gleiche ist, wie wir sie z. B. schon in einem französischen Büchlein aus dem Jahre 1865 finden!

Die von mir durchgeführten Arbeiten, welche u. a. zu den oben genannten Erkenntnissen führten, wurden vom „Forschungsdienst“ (Reichsarbeitsgemeinschaft der Landbauwissenschaften) durch eine Beihilfe gefördert, für die ich auch an dieser Stelle bestens danke. Mehreren Dienststellen des Reichsnährstandes sowie vielen deutschen Champignonzüchtern bin ich für mannigfache Auskünfte, die sie mir bereitwilligst erteilten, zu großem Dank verpflichtet.

Schrifttum.

- Bechmann, E., 1930. Untersuchungen über die Kulturfähigkeit des Champignons (*Psalliota campestris*). (Zeitschr. f. Bot. **22**, p. 289—323.)
- Busse, J., 1920. Impfversuche mit dem Austernpilz (*Agaricus ostreatus*). (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen **52**, p. 360—365.)
- 1927. Pilzzucht als störende Nebennutzung. (Tharandter Forstl. Jahrb. **78**, p. 33—37.)
- Demolon, A., Burgevin, H., et Marcel, M., 1937. Cultures du champignon de couche sur fumier artificiel. (Ann. Sc. Nat., Bot. Sér. **10**, **19**, p. 141—153.)
- Duggar, B. M., 1905. The principles of mushroom growing and mushroom spawn making. (U. S. Dept. Agr. Bur. Plant. Industr., Bull. **85**.)
- Falck, R., 1928. Kultur essbarer Pilze. (Forstarchiv **5**, p. 503—505.)
- Frear, D., Styer, J. F., Haley, B. E., 1928. A study of the effect of H-ion concentration on the growth of *Agaricus campestris*. (Plant Physiol. **3**, p. 91—94.)
- Guffroy, Ch., 1910. Essais de fumure minérale sur champignons de couche. (Bull. Soc. Mycol. France **26**, p. 150—152.)
- Gutsmann, J., 1937. Der Austernpilz. (Mitt. Österr. Mycol. Ges. **1**, p. 24/25.)
- Hébert, A., 1911. Nouvelle contribution à l'étude de la nutrition du champignon de couche. Composition des fumiers employés à sa culture. (Ann. Soc. Agron. France et étrang. 3. sér. **28**, p. 337—347.)
- Hein, J., 1930. Straw compost for mushroom culture. (Mycologia **22**, p. 39—43.)
- Lambert, E. B., 1930. Studies on the relation of temperature to the growth, parasitism, thermal death points and control of *Mycogone perniciosa*. (Phytopathol. **20**, p. 75—83.)
- 1933. Effect of excess carbon dioxide on growing mushroom (Journ. Agric. Res. Washington **47**, p. 599—608.)
- 1934. Size and arrangement of plots for yield tests with cultivated mushrooms. (l. c. **48**, p. 971—980.)
- and Davis, A. C., 1934. Distribution of oxygen and carbon dioxide in mushroom compost heaps as affecting microbial thermogenesis, acidity moisture therein. (l. c. **48**, p. 587—601.)
- Liese, J., 1934. Über die Möglichkeit einer Pilzzucht im Walde. (Der Deutsche Forstbeamte Nr. 25.)
- Lutz, M. L., 1925. Sur la culture des champignons Hyménomycètes en milieu artificiel. (C. R. Ac. Sci. Paris **180**, p. 532—534.)
- Passecker, F., 1934. Kulturversuche mit dem japanischen Shiitake oder Pasaniapilz. (Die Gartenbauwiss. **8**, p. 359—364.)
- 1934. Kulturversuche mit verschiedenen Speisepilzen. (Gartenzeitung d. Österr. Gartenbauges. Wien, p. 61/62.)
- Styer, J. F., 1928. Preliminary study of the nutrition of the cultivated mushroom. (Americ. Journ. Bot. **15**, p. 246—250.)
- 1930. Nutrition of the cultivated mushroom. (Ebenda **17**, p. 983—994.)
- Vill, G., 1912. Anregungen zur Trüffelzucht. (Naturwiss. Zeitschr. Tübingen **10**, H. 1.)
- Waksman, S. A., and Nissen, W., 1932. On the nutrition of the cultivated mushroom, *Agaricus campestris*, and the chemical changes brought about by this organism in the manure compost. (Americ. Journ. Bot. **19**, p. 514—537.)
- and Reneger, C. A., 1934. Artificial manure for mushroom production. (Mycologia **26**, p. 38—45.)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Hedwigia](#)

Jahr/Year: 1937

Band/Volume: [77_1937](#)

Autor(en)/Author(s): Zycha H.

Artikel/Article: [Ergebnisse und Probleme der Champignonkultur
294-316](#)