

Termiten als Anbauer von Speisepilzen in Thailand

Termites cultivate edible mushrooms in Thailand

P.J. Bels, Biol. Drs., Formerly Director Dutch Mushroom Experiment Station, Paulus Potterstraat 9, 5961 AW Horst (L.), Holland

und

Sampao Pataragetvit, Plantpathologist, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 196 Phahonyothin Rd., Bangkok Bangkok 9, Thailand

Key words:

Macrotermitinae, Termitomyces, fungus gardens, Pseudorhizae, Mycelospheres, Spherules, nodules, edible mushrooms, lignin decomposition

In den Tropen lebende Termiten kultivieren Speisepilze

Pilze kommen fast überall auf der Erde vor: Sie können sowohl auf frischem als auch auf mehr oder weniger abgebautem Pflanzen- und anderem Material wachsen. Einige Pilze sind Parasiten, andere leben auf totem Material; wieder andere wachsen als sogenannte Mykorrhiza-Pilze in Symbiose mit höheren Pflanzen. - Verschiedene Pilzarten sind eßbar. Einige dieser Arten werden von Menschen, andere von Termiten "angebaut". Die von Termiten kultivierten Arten gehören alle der Pilzgattung *Termitomyces* an (Abb. 1).

Pilzanbauende Termiten kommen nur in tropischen Gebieten vor, d.h. in Zentralafrika und Südastien, nicht jedoch in der Neuen Welt. Die Untersuchungen zur vorliegenden Arbeit wurden in Thailand in den Jahren 1978-1980 jeweils während des Höhepunktes und des Endes der Regenzeit durchgeführt, also zur Zeit des Erscheinens der Fruchtkörper von *Termitomyces*-Pilzen. Außerdem wurden die Märkte in Bangkok, Nakhon Pothom, Chiang Mai und in der Nähe des Srinagaringdammes, die Umgebung von Kanchanaburi und des Kwai-Flusses sowie das Gebiet um Chiang Mai und Fang im

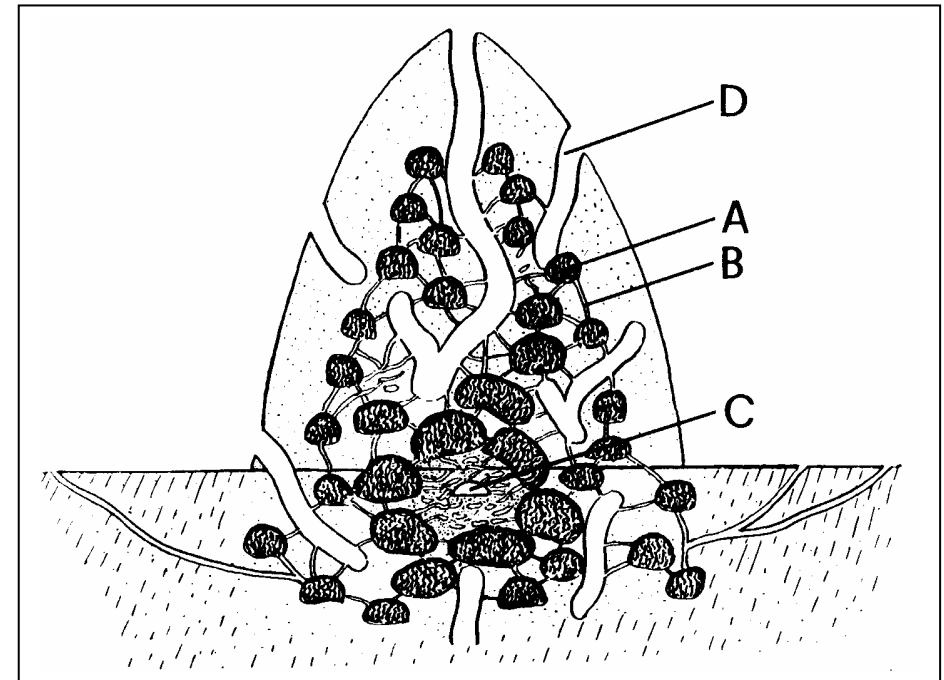


Abb. 1: Schema eines Termitenhügels mit Pilzgärten

A Pilzkammer. B Verbindungsgänge zwischen den Pilzkammern. C Königinnenkammer. D Lüftungsschächte (nach Escherich. 1911)

Norden besucht, wo sich die Versuchsstation für den Anbau von *Agaricus*, dem Kulturchampignon, befindet. In allen Fällen handelte es sich bei dem Gebiet um Ackerland, das nach Rodung des Urwaldes entstanden war, oder um Sekundärwald. - Dieser Aufsatz behandelt einige Gesichtspunkte der Beziehungen zwischen Pilzen und Termiten, so daß er nicht nur für Mykologen, sondern auch für Entomologen interessant sein dürfte. Da beide Wissensgebiete weit auseinander liegen und viele der Fachausdrücke der englischen und französischen Literatur entnommen sind, wurden die Originalbegriffe teilweise angegeben (e = englisch, f = französisch).

Was sind Termiten, wie und wo leben sie?

Termiten sind Insekten, die wie Ameisen in Kolonien leben: Königin, König, Jungtiere, Arbeiter und Soldaten. Obwohl sie landläufig als weiße Ameisen bezeichnet werden, gehören sie einer anderen Insektenordnung an, der Isoptera. Im Gegensatz zu den meisten Insekten zeigen die Termiten nur eine unvollständige Verwandlung (Metamorphose): die Larven (Nymphen) haben die gleiche Gestalt wie die ausgewachsenen Tiere (Imagines). Die Größenzunahme findet im Verlaufe einer Reihe von Häutungen statt. Die Larven sind weiß, die erwachsenen Tiere bräunlich, gelb oder schwarz. Im allgemeinen haben Termiten keine Augen und meiden das Licht. Besonders charakteristisch sind die großen, wehrhaften Soldaten; an ihnen kann die Art festgestellt werden.

In Thailand bauen die meisten Termiten-Arten ihre Nester im Boden; manchmal sind diese fast unterirdisch und unsichtbar. Zuweilen sind die Termitenhügel (e.: mounds, f.: termitieres cathedrales) jedoch bis 10 m hoch, besonders in Afrika (Abb. 2); sie stellen dann sehr charakteristische Merkmale in der Landschaft dar. Da die Termiten in den Tropen und Subtropen leben, sind sie das ganze Jahr hindurch aktiv, und Nahrung muß daher immer verfügbar sein; diese besteht aus lebendigem, totem und zersetztem Pflanzenmaterial. Die Verdauung der Termiten findet mittels der Enzyme im Verdauungstrakt bzw. durch Darmbakterien statt. Einige Termiten-Arten besitzen auch Protozoen im Darm, welche die Verdauung fördern. -Das an sich schwer verdauliche Pflanzenmaterial Zellulose und Lignin wird bei den pilzangebauten Termiten hauptsächlich durch den entsprechenden Pilz in den von Termiten angelegten Pilzgärten abgebaut. Die Termiten wiederum verzehren sowohl das durch den Pilz abgebaute Pflanzenmaterial als auch den Pilz selbst.

Ungefähr 1800 Termiten-Arten sind bekannt; von diesen kann man etwa 100 als Pilzbauer bezeichnen (Macrotermitinae). Pilzangebauter Termiten gehören den Gattungen Acanthotermes, Hypotermes, Macrotermes, Microtermes, Odontotermes und Protermes an. - Etwa 20 Pilzarten (Termitomyces-Arten) werden von ihnen kultiviert. Speziellere Angaben über die Biologie der Termiten können in der einschlägigen Literatur gefunden werden (4, 10, 18, 21).

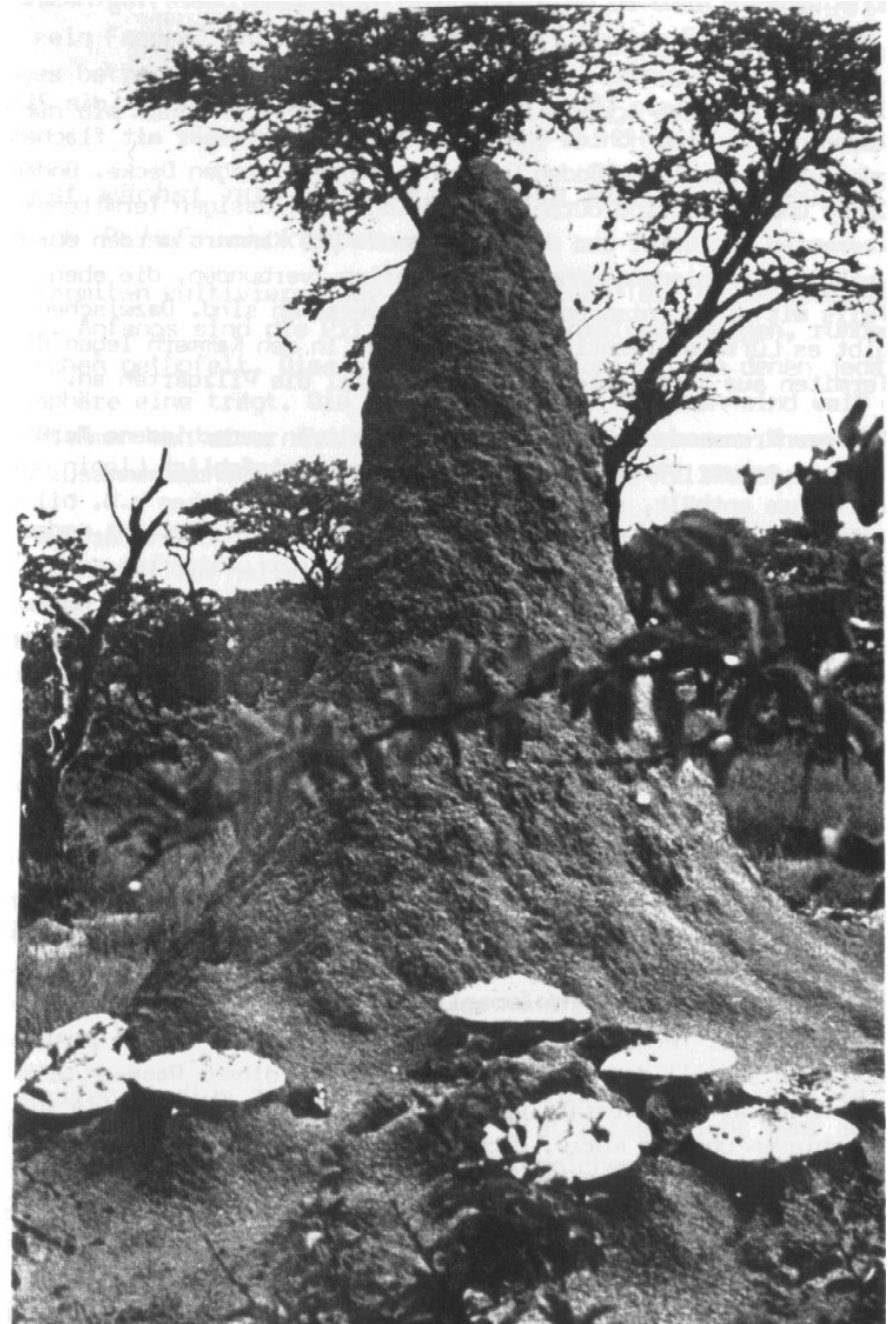


Abbildung 2: Termitenhügel in Afrika

Wie werden die Pilzgärten von den Termiten angelegt und worauf wachsen die Pilze?

In ihren Erdnestern (Abb. 1) bauen die Termiten zunächst die Pilzkammern: Das sind Höhlen von 5 bis 25 cm Durchmesser mit flachem oder wenig gewölbtem Boden und einer kuppelförmigen Decke. Boden, Decke und Wände sind durch einen Belag von flüssigen Termitenexkrementen geglättet und daher glänzend. Die Kammern werden durch unzählige Verbindungsgänge, die Galerien, verbunden, die ebenfalls mit einem entsprechenden Belag versehen sind. Dazwischen gibt es Lüftungs-(Ventilations-)kanäle. In den Kammern legen die Termiten aus vorgekauhtem Pflanzenmaterial die Pilzgärten an.

Pflanzenfressende (herbivore) Tiere besitzen verschiedene Methoden, um schwer verdauliches Futter, das hauptsächlich Lignin und Zellulose enthält, abzubauen und zu nutzen. Schnecken z.B. bilden selbst ein entsprechendes Enzym, die Zellulase. Höhere Herbivoren besitzen einen langen Darm, in dem Bakterien mit ihren Enzymen den Zelluloseabbau besorgen. Bei Wiederkäuern hat der Magen mehrere Abteilungen, in denen der Zelluloseabbau im Rahmen einer bakteriellen Gärung stattfindet. Die Lagomorphen (u.a. Kaninchen) scheiden zweierlei Exkremente aus: (1) Halb oder kaum verdautes Pflanzenmaterial als weiche und grüne Exkremente, die nach der Ausscheidung sofort wieder gefressen werden; (2) Die bekannten "Hasenkötel", die in der Natur zu finden sind, sind der echte Kot, d.h. die endgültige Ausscheidung.

Bei den pilzanbauenden Termiten kommt ähnliches vor. Auch sie produzieren zweierlei Exkremente: (1) Wenig oder nicht verdaute feste Ausscheidungen, (2) völlig verdaute flüssige Exkremente. Die festen Ausscheidungen bestehen aus Pflanzenmaterial, das von den Mandibeln der Termiten zu kleinen Stückchen zerschnitten wurde und dann schnell den Darm passiert. Während dieser Passage wird das Material mit Darmsaft vermischt (6, 9, 10, 20). Es wird ausgeschieden und als kurze, dicke Würstchen von den Mandibeln zu Kügelchen, den sogenannten Myloosphären (e.: pellets) (6, 9, 10, 20) geformt. Die Termiten benutzen nun diese Myloosphären als Bausteine für ihre Pilzgärten, wobei diese als Nährboden für die Pilze dienen. Während dieses Prozesses findet offenbar auch die Beimpfung des ausgeschiedenen Pflanzenmaterials mit Sporen von Termitomyces statt. Die Myloosphären sind meistens größer als die aus reinem Pilzmyzel bestehenden Pilzkügelchen. Letztere können jedoch auch größer werden, wenn sie nicht vorher von den

Termiten gefressen werden. Myloosphären sind demnach streng genommen kein Faeces, während das endgültige flüssige Exkrement als Faeces betrachtet werden kann. Mit diesem flüssigen Exkrement werden die Wände der Pilzkammern und die Gänge gestrichen.

Zuerst wächst nur Pilzmyzel, doch später werden auch eßbare Pilzfruchtkörper gebildet

Die Termiten kultivieren nur den vegetativen Teil des Pilzes, das Myzel. Anfangs sind die Pilzgärten mit einzelnen kleinen, runden Flöckchen getüpfelt. Dies sind die Pilzkolonien, von denen jede Myloosphäre eine trägt. Die meisten der Myzeflöckchen sind weiß und stammen von einer Termitomyces-Art. Noch bevor diese Flöckchen zusammenwachsen, erscheinen schon winzige Pilzkügelchen.

Zwischen den weißen Myzeflöckchen werden manchmal auch einige olivgrüne gefunden, die von Xylaria, einem anderen Pilz, stammen, den man in diesem Zusammenhang als Unkrautpilz betrachten kann (Abb. 3). Im Pilzgarten und seinen Höhlungen wimmeln hundert-te von kleinen, schneeweißen Termitenlarven (1-3 mm), dazwischen auch größere Arbeiter, einige weiße, geflügelte Geschlechtstiere (Alatae) und außerdem eine Anzahl brauner Soldaten, Im Anfangsstadium eines Pilzgartens weiden die Termiten auf dem Myzel und den Pilzkügelchen und "hegen und pflegen" somit den Pilzgarten. Sie fördern anscheinend das Wachstum von Termitomyces und dessen Pilzkügelchen und unterdrücken andererseits das Wachstum von Xylaria. In diesem Stadium kann man einen guten Eindruck von Struktur und Kolonisation eines Pilzgartens bekommen, doch ist dies wegen der kurzen Dauer im allgemeinen sehr schwierig zu beobachten.

Im zweiten Stadium der Pilzgärten vernachlässigen die Termiten allmählich die Pilze einiger Gärten. Sie fressen nicht mehr am Termitomyces-Myzel und an den Pilzkügelchen und unterdrücken auch das Xylaria-Myzel weniger. Die weißen Myzeflocken und die dünne Myzelschicht von Termitomyces verfilzen sich nun zu einer samtartigen Schicht weißen Myzels (Abb. 4). Auch die olivgrünen Xylaria-Flöckchen wachsen zusammen. Noch sind einige Pilzkügelchen und auch Termiten in den Höhlungen des Pilzgartens zu sehen. In dieser Phase kann nun das Termitomyces-Myzel Pseudorhizen bilden, welche teilweise zu Fruchtkörpern auswachsen. Auch Xylaria-Myzel kann Fruchtkörper bilden (Abb.3),

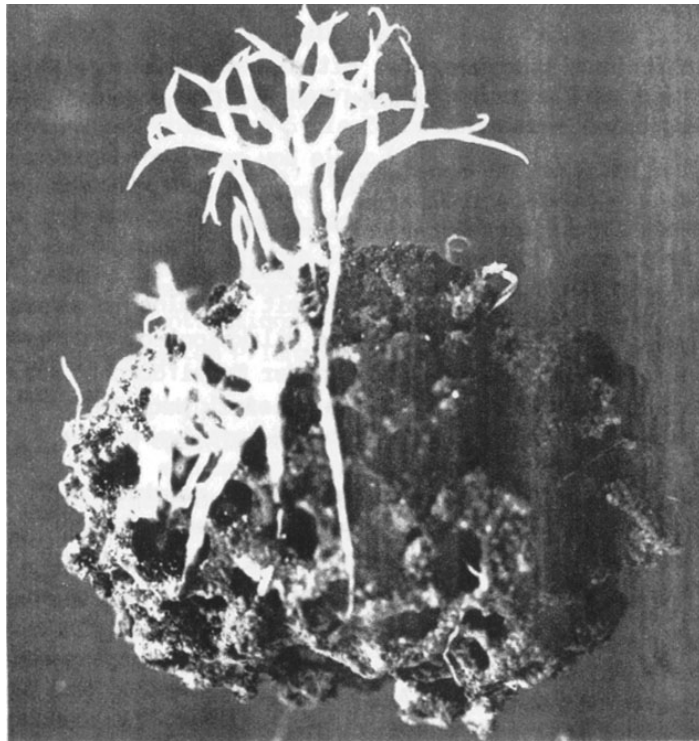


Abb. 3: Junge Fruchtkörper von *Xylaria* auf einem alten Pilzgarten

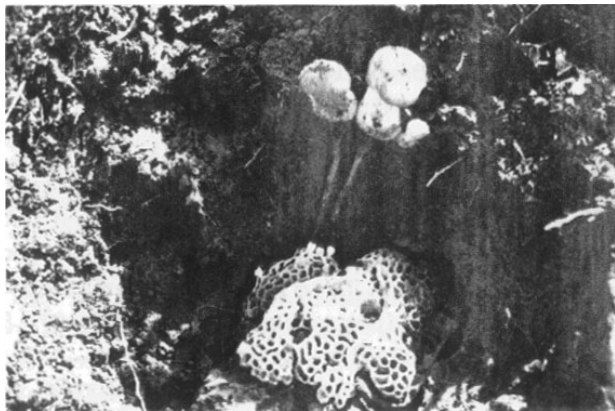


Abb. 4: Verfilztes, weißes Myzel von *Termitomyces globulus*

doch ist dies für letzteres schwieriger, durch die Erde des Nestes hindurchzudringen, so daß es sich hauptsächlich nur in den Pilzkammern entwickelt und dann oft verkümmert. Die Termiten beginnen nun auch am Material des Pilzgartens selbst zu fressen, das sie jetzt nutzen können, weil das Lignin inzwischen vom Pilz aufgeschlossen wurde. Ohnehin verzehren die Termiten die ganze Zeit Material von der Unterseite des Pilzgartens, während sie an der Oberseite jeweils neue Mykosphären hinzufügen (Abb. 5).

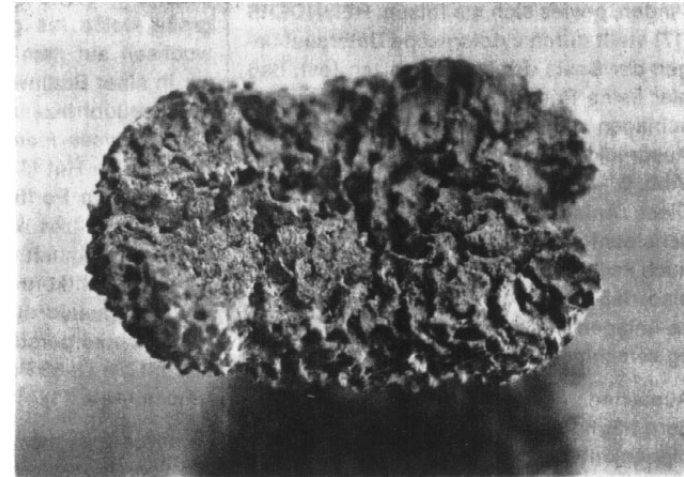


Abb.5: Unterseite eines alten Pilzgartens aus einem Termitenhügel von *Odontotermes sarawakensis*. Struktur, Farbe und Gewicht wurden durch den Pilz *Termitomyces clypeatus* beim Ligninabbau verändert

In der dritten und letzten Entwicklungsphase der Pilzgärten sind die Termiten, das *Termitomyces*-Myzel und auch die Pilzkügelchen verschwunden. Der gesamte Pilzgarten ist vom *Xylaria*-Myzel grünlich-blau gefärbt, in den Kammern finden sich überall lange Myzelstränge sowie Fruchtkörper dieses Pilzes. Die wenigen Fruchtkörper von *Xylaria*, die die Außenseite des Termitennestes erreichen, sind anfangs weiß, später schwarz. - Auf Pilzgärten, die ausgegraben und zwei Jahre im Labor trocken aufgehoben wurden, erschienen nach Befeuchtung wiederum Fruchtkörper von *Xylaria*(3, 14), nie jedoch von *Termitomyces*.

Termiten bauen eßbare Pilze an

Der Pilzanbau der Termiten wurde von verschiedenen Autoren mit den in der Champignonkultur (*Agaricus*) üblichen Methoden verglichen, so daß einige Ausdrücke aus der Champignonkultur Eingang in die *Termitomyces*-Literatur gefunden haben (6, 7, 8). Die Pilzgärten werden mit Champignonbeeten (f.: couches, meules) verglichen, obwohl sie ihnen nicht ähnlich sehen. Sie sehen viel mehr aus wie Schwämme (Abb. 4 und 6) und sind gehirn-, korallen- oder honig- wabenartig (e.: combs). Auf und in den Pilzgärten wächst *Termitomyces*-Myzel.

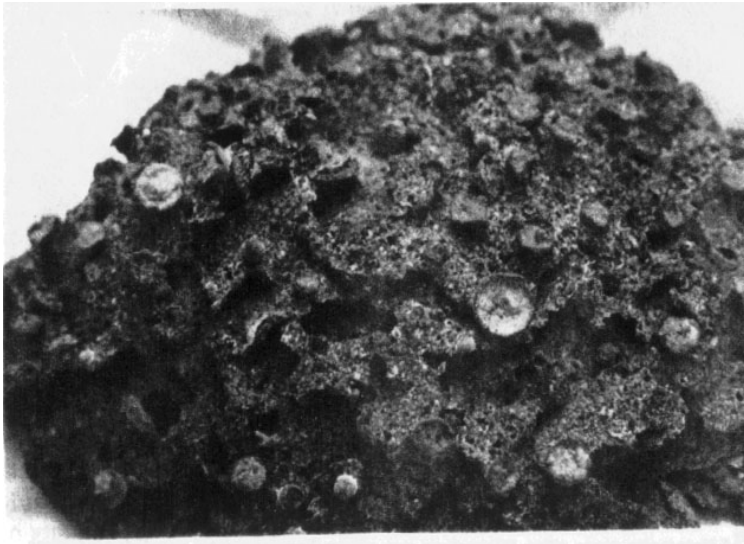


Abb. 6: Ausgegrabener Pilzgarten von *Oedontotermes feae* mit zahlreichen Pseudorrhizaanlagen von *Termitomyces mammiformis*, von denen zwei bereits zur Fruchtkörperbildung übergegangen waren

Wahrscheinlich ist es der Tätigkeit der Termiten zu verdanken, daß aus dem Myzel Pilzkügelchen (e.: nodules, spherules, f.: mycetetes) geformt werden. Diese sind etwa 0,5 bis 1,5 mm groß und bestehen aus kurzen, geschwollenen Hyphen (16). Da es sich um Büschel von Konidiophoren mit Konidien handelt, sprechen BATRA und BATRA (1) von Sporodochien (Koremien). Das Myzel und die Pilzkügelchen dienen den Termiten als Nahrung.

Auf Pilzgärten, die zum Teil oder ganz von den Termiten verlassen sind, können in der Regenzeit Pseudorhizen (Abb. 4 und 6) des *Termitomyces*-Pilzes erscheinen. Dies sind kurze oder

lange wurzelartige Gebilde, die von den Pilzgärten ausgehen, durch die Erde des Termitennestes hindurchwachsen und an der Oberfläche Fruchtkörper bilden. Diese Pilze sind eine beliebte Nahrung für die Bevölkerung in den Tropen. Sie werden gesammelt (15, 19) und auf den Märkten verkauft (Abb. 7).



Abb. 7: Fruchtkörper von *Termitomyces fuliginosus* (obere Reihe) und *Termitomyces clypeatus* (untere Reihe)

In Thailand kultivieren Termiten Pilzmyzel: die Pilzfruchtkörper werden von Menschen verzehrt

Dem Besucher Thailands begegnen die *Termitomyces*-Pilze zunächst auf verschiedenen Märkten; auch werden sie bei Sammlern gefunden, die ihre Ware auf den Straßen verkaufen. Durch Hinweise der Händler und oft erst nach langem Suchen und Fahren findet man dann schließlich die Termitennester. Falls noch Fruchtkörper der Pilze darauf stehen, kann man durch die Erdschicht des Nestes hinunter bis an die Pilzkammer mit dem darin befindlichen Pilzgarten graben (Abb. 4 und 8). Im Gegensatz zu den hohen und sehr harten Termitenhügeln in Afrika (Abb. 2) sind die Termitennester in Thailand niedrig, manchmal ohne oder nur mit geringer Erhebung über dem Erdboden. Besonders in der Regenzeit sind sie von weicher Konsistenz.



Abb.8: Angegrabener Hügel der Termiten *Odontotermes sarawakensis* mit Pilzkammer und einem über eine Pseudorrhiza damit verbundenen Fruchtkörper von *Termitomyces clypeatus*

Um den Aufbau eines derartigen Termitennestes zu untersuchen, muß man mit einem Taschenmesser oder Strohalm sehr behutsam graben, damit man das Nest möglichst wenig beschädigt, nicht zuletzt auch, weil die *Termitomyces*-Pilze eine wichtige Erwerbsquelle für die Bevölkerung sind. Wird beim Graben die Pilzkammer erreicht, so sind die Fruchtkörper zuweilen noch mit dem Pilzgarten verbunden. Die Pseudorrhizen sind, je nach Tiefe, lang oder kurz. Vom Pilzgarten bis zur Decke der Pilzkammer sind sie dünn und hornartig, während der in der Erde befindliche Teil dicker und fleischiger ist. Der "normale" Fruchtkörper mit Hut bildet sich dort, wo die Pseudorrhiza die Oberfläche des Nestes erreicht. Der Stiel dieser Fruchtkörper ist dabei viel dicker als die Pseudorrhiza.

Fruchtkörperprimordien wurden nicht gefunden. Die ursprüngliche Vermutung, daß Primordien sich unmittelbar auf den Pilzgärten an der Basis der Pseudorrhiza befänden, erwies sich als falsch.

RELUNDERS (17) stellt durch zytologische Untersuchungen der Basis der Pseudorrhizen fest, daß hier keine Primordienstruktur vorliegt. Wir schlagen daher für diese Strukturen den Ausdruck "Pseudorhi-za-Anlagen" vor (Abb. 4 und 6). Diese Anlagen können kugelförmig oder scheibenförmig sein, zuweilen haben sie auch keine definierbare Gestalt. Es zeigt sich also, daß die Pilzkügelchen, die Pseudorhiza-Anlagen und eventuelle

Primordien völlig verschiedene Gebilde darstellen.

Aussehen und Struktur der Pilzgärten erinnern häufig an das, was man in der Champignonkultur "durchwachsenen" oder "abgetragenen Kompost" nennt. Das Pflanzenmaterial der Pilzgärten ist weich, feucht und von brauner Farbe, die mit zunehmendem Alter der Pilzgärten heller wird. Diese Farbänderung wird durch die Aktivitäten des Pilzes verursacht, der einen Teil des braunen Lignins zersetzt, so daß verhältnismäßig viel von der hellen Zellulose übrig bleibt, wie dies auch mit dem Stroh der Champignonbeete geschieht (5). Alte Pilzgärten erhalten durch einen üppigen Wuchs des samtig weißen *Termitomyces*-Myzels ein grau-weißes Aussehen (Abb. 4). Auf den Pilzgärten findet man nun auch kleine, eingetrocknete, hornartige Pseudorrhizen mit rundem Kopf, bestehend aus angeschwollenen Zellen, die abortiven Pseudorrhizen entsprechen. Nur wenige Pseudorrhizen entwickeln sich offenbar zu Fruchtkörpern. Es wurden Pilzgärten gefunden, die eine große Zahl von Pseudorrhiza-Anlagen aufwiesen (17). Die meisten waren von den Termiten angefressen (Abb. 5). Getrocknete Pilzgärten sind hart und spröde, so daß auch bei vorsichtiger Behandlung Fragmente abbrechen.

Welche Pilze werden von Termiten "angebaut"?

Eine ziemlich häufige Art ist *Termitomyces clypeatus* Heim (Abb. 7 und 8): Der Hut des Fruchtkörpers ist grau-bläulich bis schwarz, gelegentlich auch gelblich. Der Hut läuft in eine sehr scharfe Spitze aus, die Perforatorium genannt wird. Wird der Fruchtkörper älter, so trocknet er aus, der Hut bekommt Risse und sein Rand wird faserig. - *T. clypeatus* wurde auf Pilzgärten von *Odontotermes sarawakensis* Holmgren gefunden. Die Pseudorrhiza-Anlagen sind scheibenförmig und die Pseudorrhizen selbst können verhältnismäßig lang sein. Bemerkenswert ist, daß Fruchtkörper dieser Art in zwei aufeinanderfolgenden Jahren auf demselben Nest am gleichen Tag gefunden wurden.

Termitomyces globulus Heim et Goossens (Abb. 4) bildet große weiße bis gelbe Fruchtkörper. Sie wuchsen auf dem Nest von *Macrotermes* sp. in einer Baumwollplantage. Hier waren die Pseudorhiza-Anlagen kugelförmig. - *Termitomyces mammiformis* Heim hat einen weißen Hut (5 bis 8 cm Durchmesser) mit dunklem Perforatorium, das - wie der Name des Pilzes bereits andeutet - einer Brustwarze ähnelt. Stiel, Velum und Lamellen des Fruchtkörpers sind weiß. Der größte Teil der Pseudorrhiza ist ebenso dick wie der Fruchtkörperstiel. Es wurde ein Pilzgarten

mit bis zu 62 Pseudorhiza-Anlagen gefunden (Abb. 8).
Termitomyces mammiformis trat in Pilzgärten von Odontotermes feae Wasmann auf (Abb. 6).

Termitomyces aurantiacus Heim bildet Fruchtkörper mit einem gestrichelten, hellkastanienbraunen Hut (bis zu 10 cm Durchmesser). Das Perforatorium ist dunkler, ohne ausgeprägte Spitze. Der Stiel des Fruchtkörpers zeigt keinen Ring. Er ist, ebenso wie die Lamellen, weiß. Bei diesem Pilz wurden der dazugehörige Pilzgarten und die Termiten nicht gefunden.

Termitomyces fuliginosus Heim (Abb. 7) schließlich bildet einen ziemlich großen, grauen bis schwarzen Fruchtkörper, der, wenn er feucht ist, sehr dunkel werden kann. Nur diese Pilzart haben wir auf Märkten angetroffen. Sie wurden dort gereinigt, gekocht und verkauft zu einem Preis bis zu 150 Bath (13,50 DM) pro Kilo. Dieser Pilz scheint im allgemeinen auf Termitennestern vorzukommen, die sich auf den Dämmen zwischen den Reisfeldern befinden. Diese Hügel sind auch vom Flugzeug aus gut zu beobachten, weil häufig Bäume und Sträucher darauf wachsen.

Was wir alles noch nicht; über den Pilzanbau der Termiten wissen

Im vorangehenden wurde gesagt, daß die Termiten ihre Pilzgärten "versargen" bzw. "vernachlässigen": dies bedeutet jedoch letztlich, daß die Vorgänge im Grunde noch unbekannt sind. Verschiedene Autoren (6, 20) behaupten, daß die Mylosphären Darmsäfte der Termiten enthalten müssen: diese würden dann das Wachstum des Termitomyces-Myzels fördern und andererseits das von Xylaria hemmen. Tatsächlich ist zu beobachten, daß die Termiten zu einem bestimmten Zeitpunkt einen bestimmten Pilzgarten verlassen. Daraufhin gehen die darin befindlichen Pilze, Termitomyces und Xylaria, vom vegetativen Myzel-Stadium zum Sexualstadium über, d.h. sie beginnen Pseudorhizen und Fruchtkörper zu bilden. Messungen in Termitennestern haben gezeigt (12, 13), daß die Temperatur in den Pilzkammern bei Anwesenheit der Termiten erhöht ist und niedriger wird, wenn die Termiten verschwinden. Der Stoffwechsel der aktiven Termiten bedingt offenbar die erhöhte Temperatur; das dürfte auch einen höheren CO₂-Partialdruck bei Anwesenheit der Termiten zur Folge haben, doch wurde dies noch nicht gemessen. Hinsichtlich der Fruchtkörperbildung der Termitenpilze kann man annehmen, daß die "Erschöpfung der Darmsäfte" in den Pilzgärten sowie der Auszug der Termiten zu einer Abnahme der Temperatur und des CO₂-

Gehaltes in den Pilzkammern führen, was wiederum die Fruchtkörperbildung auslösen könnte. Durch Versuche an Agaricus und anderen Basidiomyzeten im Zusammenhang mit dem Speisepilzanbau wurde festgestellt, daß ein erhöhter CO₂-Gehalt das Myzelwachstum stimuliert und damit die Fruchtkörperbildung hemmt, andererseits eine Absenkung von CO₂-Gehalt und Temperatur die Fruchtkörperbildung stimulieren (11, 22, 23) kann.

Nach den Erfolgen im Anbau anderer Speisepilze liegt es natürlich nahe, entsprechende Untersuchungen auch für die Kultivierbarkeit der Termitenpilze auf totem pflanzlichen Material durchzuführen. Die Forschung sollte sich dabei unter anderem auf folgende Punkte erstrecken: (1) Untersuchung von Termitenhügeln und -nestern, Pilzkammern und speziell von Mylosphären. - (2) Identifizierung der mit den Termiten vergesellschafteten Pilzarten. - (3) Suche nach den frühesten Entwicklungsstadien der Fruchtkörper, den Primordien. - (4) Untersuchung der Zusammensetzung von (a) frischen Mylosphären, (b) Mylosphären, auf denen bereits Termitomyces-Myzel wächst und (c) alten Mylosphären, auf denen sich Xylaria-Myzel entwickelt. - (5) Experimente mit Reinkulturen von Termitomyces und Xylaria, jeweils mit und ohne Mylosphären. Als Ergänzung: entsprechende Versuche unter Hinzufügung von lebenden Termiten oder deren Darmsaft. - (6) Untersuchungen der Klimabedingungen in den Pilzkammern, in denen Pseudorhizen von Termitomyces gebildet werden. Diese Untersuchungen sollten sich dabei speziell auf den Kohlensäuregehalt sowie auf Temperatur, Feuchtigkeit und Lüftungseigenschaften erstrecken.

Erste Reinkulturversuche mit Termitomyces sind bereits angelaufen. Es zeigte sich dabei jedoch, daß Termitomyces, im Gegensatz zu Xylaria, sehr langsam auf Agarnährboden wächst, was vergleichbar ist mit entsprechenden Befunden an Mykorrhizapilzen wie Tuber, Boletus und Cantharellus (2).

Vorstehender Beitrag "Termiten als Anbauer von Speisepilzen in Thailand" wurde dem FORUM MIKROBIOLOGIE, aktuelles Nachrichtenmagazin für Mikrobiologie und Hygiene, Heft 5/83:264-270, GIT-Verlag Ernst Giebler, entnommen.

Der Nachdruck erfolgte mit freundlicher Genehmigung der Wiss. Schriftleitung, Prof. Dr. H.J. Kutzner, Darmstadt.

Ewald Kajan

Literatur

- 1] BATRA. L. R., BATRA, S. W. T. 1979. Termite fungus mutualism. In: Insect fungus symbiosis (R. Batra), J. Wiley. New York. 117-163
- 2] BELS, P. J. 1974. Mushrooms and other edible fungi. Proc. 19th Int. Hort. Congress, Warszawa, Poland, 507-514
- [3] CHEO, C. C. 1948. Notes on fungus-growing termites in Yunnan, China. Lloydia 11, 139-147
- [4] ESCHERICH, K. 1911. Termitenleben auf Ceylon. Ed. Fischer Jena, 1 - 262
- [5] GERRITS, J. P. G. 1968. Organic compost constituents and water, utilized by the cultivated mushrooms, during spawn run and cropping. Mushroom Sc. 7, 111-126
- [6] GRASSSE, P. P. 1978. Sur la veritable nature et le role des meules a Champignon construites par les termites. Macrotermitinae (Isoptera, Termitidae). C. R. Acad. Sc. Paris, France, 287 Serie D. novembre,
- [7] GRASSE, P. P., NOIROT. C. 1961. Nouvelles recherches sur la systematique et l'ethologie des termites champignonnistes du genre Bellicositermes Emerson. Insectes Sociaux 8, 314-359
- [8] HEIM, R. 1977. Termites et champignons. Ed. Boubee, Paris, 1 - 206
- 9] KALSHOVEN, L. G. E. 1936. Onze kennis van de Ja-vaansen Termiten. Handel. Ned. Ind. Natuurw. Congres 7, 427-435
- [10] KRISHNA, K., WEESNER. F. M. 1969. Biology of termites. Acad. Press London 1, 1 - 598; 2, 1970, 1 - 643
- 11] LONG. P. E., JACOBS, L. 1968. Some observation on CO2 and Sporophore initiation in the cultivated mushroom. Mushroom Sc. 7, 373-384
- [12] LÜSCHER. M. 1961. Air-conditioned termite nests. Scientific American 205, 138-145
- [13] NOIROT. C. 1970. The microclimate of the termitenest. In: Krishna and Weesner 2, 103 - 109
- [14] OORSCHOT, C. A. N. van. 1975. Studies of the morphology, developmental biology and taxonomy of Pseudoxylaria nigripes associated with Macrotermes falciger. M. Ph. Thesis. Dept. of Bot. Univ. of Rhodesia, 1-105
- [15] PARENT. G., SKELTON. G. S. 1977. Termitomyces macrocarpus, champignon comestible et source d'une enzyme proteolytique. Les Naturalistes Belges 58, 33-37
- [16] PETCH, T. 1906. The fungi of certain termite nests. Ann. Roy. Bot. Gard. Peradeniya. III. Part II, 185-270
- [17] REIJNDERS. A. F. M. 1980. Persönliche Mitteilung
- [18] ROONWAL. M. A. 1962. Termites in the humid tropics. Proc. New Delhi symposium Unesco, 1 - 259
- [19] RIJN, R. van 1975. Champignons symbiotiques se developpant sur les meules d'Acanthotermes acantho-thorax Sjöstedt. Rev. zool, afric. 89. 4. 987-993
- [20] SANDS, W. A. 1960. The initiation of fungus comb construction in Laboratory colonies of Ancistrotermes guineensis silvestri. Insectes Sociaux 7, 251-263
- [21] SANDS, W. A. 1969. The association of termites and
- [22] fungi. In: Krishna and Weesner, 1, 495-524 TSCHIERPPE, H. J. 1972. Über Umweltfaktoren in der Champignonkultur. Mushroom Sc. 8, 553-591
- [23] VEDDER, P. J. C. 1978. Modern Mushroom Growing. Ed. Educaboek, Culemborg, Netherlands, 1 - 420

Danksagung

Die Autoren danken dem Verlag Chinese University Press, Hong Kong. für die Genehmigung zum Abdruck der Abbildungen 2 bis 9 und 12, die erschienen sind in S. T. Chang and T. H. Quimio: Tropical Mushrooms. Biological Nature and Cultivation Methods. Chapter 24, pp 445-461, 1982.

Zur "Gattung" Antidiabetespilze

Die "Gattung" Antidiabetespilze umfaßt eine rein physiologisch abgegrenzte Gruppe, die man im herkömmlichen, einseitig anatomisch-morphologisch ausgerichteten System der Pilze vergeblich sucht. Es handelt sich um Arten, die den Blutzuckerspiegel mehr oder weniger stark zu senken vermögen. Damit finden sie nicht nur theoretisches Interesse, sondern könnten bei gründlicher Untersuchung in zweierlei Hinsicht praktische Bedeutung erlangen.

1) "Vergiftungserscheinungen"

Bei einigen, wohl besonders disponierten Personen wurden nach dem Genuß von Antidiabetespilzen Schwindel- und Übelkeitsgefühle beobachtet. Wenn diese Erscheinungen nicht auf andere Inhaltsstoffe oder Zusammenhänge (z.B. Allergie) zurückzuführen sind, dann könnte die Ursache in einem zu starken Zuckerabbau liegen, der zu einer Art Mangelschock führt (Hypoglykämie, keine Seltenheit bei Insulinüberdosierung!). In der Medizin wird ja üblicherweise nur ein zu hoher Blutzuckerspiegel registriert, d.h. wenn jemand zuckerkrank ist. Ob es auch ansonsten gesunde Menschen mit einer Veranlagung zu ausgefallen niedrigem Blutzuckerspiegel gibt, ist mir bis dato unbekannt. Solche, bereits nahe oder an der unteren Zuckerschwelle stehenden Personen könnten durch eine äußerlich beeinflusste weitere Senkung leicht die Toleranzgrenze unterschreiten und Erkrankungsmerkmale zeigen, denen mit vorsichtigen Traubenzuckergaben zu begegnen sein müßte. Es wäre interessant, hierzu die Meinung oder Erfahrung berufener Fachärzte zu hören.

2) Heilwirksamkeit

Wenn es gelänge, die blutzuckersenkenden Inhaltsstoffe zu isolieren, zu analysieren und synthetisch herzustellen, wären diese als wertvolle Erweiterung der oralen Antidiabetica (Carbutamid, Tolbutamid, Glibenclamid, Biguanide u.a.) denkbar. Die bisher mit dem Naturprodukt erzielten Ergebnisse berechtigen zu der Hoffnung, daß hier ein wirksames, gut verträgliches Heilmittel vorliegen könnte. Es ist nur unverständlich, daß die an sich lange bekannte Tatsache noch zu keinen ernsthaften Anstrengungen geführt hat. Einzig bekannt aus jüngerer Zeit ist mir ein vorläufiger Versuch, den die Versuchsanstalt für Pilzanbau der Landwirtschaftskammer Rheinland in Zusammenarbeit mit einem medizinischen Institut mit gezüchteten

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [APN - Mitteilungsblatt der Arbeitsgemeinschaft Pilzkunde Niederrhein](#)

Jahr/Year: 1986

Band/Volume: [4_1986](#)

Autor(en)/Author(s): Kajan Ewald

Artikel/Article: [Termiten als Anbauer von Speisepilzen in Thailand 54-68](#)