

- (51) Seeger, R.: Naunyn-Schmiedeberg's Arch. Pharmacol. 287, R 104 (1976)
- (52) Seeger, R., R. Nützel: Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 160, 303 (1976)
- (53) Seeger, R.: Naunyn-Schmiedeberg's Arch. Pharmacol. 293, R 268 (1976)
- (54) Seeger, R., R. Nützel, L. Feulner: Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 161, 115 (1976)
- (55) Byrne, A. R., V. Ravník, L. Kosta: Sci. Total Environ. 6, 65 (1976)
- (56) Quinche, J.-P.: Rev. Suisse Agric. 8, 143 (1976)
- (57) Seeger, R., R. Nützel: Dt. Lebensmittel-Rdsch. 73, 160 (1977)
- (58) Aichberger, K., O. Horak: Bodenkultur 26, 8 (1975)
- (59) Manthey, G.: Bisher unveröffentlicht
- (60) Bobbel, B., J. F. Diehl: Lebensm.-Wiss. u. -Technol. 6, 227 (1973)
- (61) Ganther, H. E., M. L. Sunde: J. Food Sci. 39, 1 (1974)
- (62) Kar, A. B., R. P. Das: Proc. Nat. Inst. Sci. India 29 B, 297 (1963)
- (63) Scott, M. L.: J. Nutr. 103, 803 (1973)
- (64) Watkinson, J. H.: Nature (Lond.) 202, 1239 (1964)
- (65) Amer, M. A., G. J. Brisson: Can. Inst. Food Sci. Technol. J. 6, 184 (1973)
- (66) Stijve, T., J. M. Diserens, M. Pletikosa: Z. Lebensm. Unters.-Forsch. 164, 201 (1977)

Dr. H. Wetzel, Bezirks-Hygiene-Institut Rostock, Abt. Lebensmittel- und Ernährungshygiene, 25 Rostock, Stephanstraße 18

Zur Anreicherung von Schwermetallen (Blei, Cadmium und Quecksilber) in Zuchtchampignons

Magda Enke, Manfred Roschig,
Hermann Matschiner und Martin-Klaus Achtzehn

In einer früheren Arbeit berichteten wir über die Aufnahme von Schwermetallen durch holzbewohnende Pilze in der Nähe von Buntmetallhütten (1).

Damals blieb die Frage offen, ob die Schwermetalle über das Myzel eingebaut oder aus der Luft aufgenommen werden. Eine Antwort auf diese Frage erwarteten wir von Versuchen mit Zuchtchampignons (*Agaricus bisporus*), deren Zuchtsubstrate mit Blei, Cadmium oder Quecksilber angereichert worden waren (2, 3, 4).

Die Behandlung des Substrates:

In Champignonzuchtsubstrat (je 3 kg mit ca. 33% Tr.S.) wurden Lösungen von Pb-, Cd- oder Hg-salzen (je 10 ml) durch einmaliges Besprühen bei gleichzeitigem Mischen eingebracht, und zwar

- Blei als Lösung von $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ in 0,1 N Essigsäure in Mengen von 200, 600 und 2000 mg Pb/kg Tr.S.
- Cadmium als wäßrige Lösung von $\text{CdSO}_4 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ in Mengen von 1,5 und 10 mg Cd/kg Tr.S. und
- Quecksilber als Lösung von Falisan-Naßbeize (3% Hg in Form von Phenyl-Hg-Acetat) in 0,1 N Essigsäure in Mengen von 0,1; 1,0 und 10 mg Hg/kg Tr.S.

Außerdem wurde Zuchtsubstrat mit den gleichen Mengen 0,1 N Essigsäure ohne Zusatz der Metalle versetzt. Die so bereiteten Proben – 5 Parallelversuche und 5 Kontrollproben – wurden mit Pilzbrut beimpft und zur Myzelbildung bei üblichen Zuchtbedingungen gehalten. Zur Begünstigung der Fruchtkörperbildung wurden die einzelnen Proben nach 3 Wochen mit einer Schicht pasteurisierter Erde bedeckt. Die erste Ernte erfolgte 44 Tage nach Beginn der Versuche und die nachfolgenden Ernten in 2- bis 3tägigem Abstand.

Ergebnisse

1. Aufnahme von Blei und Diskussion

Für die Kontrollproben und die Champignons der Pb-Konzentrationsstufe I (200 mg Pb/kg Tr.S. des Zuchtsubstrates) betragen die Pb-Gehalte im Mittel 0,5 und 0,6 mg Pb/kg Pilzfrischsubstanz. Auch die Champignons der Konzentrationsstufen II und III (600 und 2000 mg Pb/kg Tr.S. des Zuchtsubstrates) wiesen nur Pb-Konzentrationen von 0,7 und 0,9 mg/kg Pilzfrischsubstanz auf.

Damit zeigten die auf bleihaltigem Substrat gewachsenen Champignons einen sehr geringen Bleigehalt, der sich kaum von dem der Kontrollproben unterscheidet. Der Bleigehalt lag in der gleichen Größenordnung, wie er von Leh (5), Lehnert (6) und Seeger (7) in Zuchtchampignons gefunden wurde. Es bestand keine Abhängigkeit des Bleigehaltes der Pilze von der Blei-Konzentration des Substrates. Der Bleigehalt des Zuchtsubstrates lag bei 12,6 mg Pb/kg Tr.S. und entsprach dem normalen Gehalt des Bodens (2–20 mg Pb/kg Tr.S.) (8, 9).

Nach diesen Versuchsergebnissen ist eine Bleiaufnahme über das Mycel weitgehend auszuschließen, wie auch bereits Stijve und Besson (10) oder Collet (11) gefunden hatten. Der Bleigehalt von Pilzen in Emissionsgebieten muß demnach überwiegend der Aufnahme aus der Luft zugeschrieben werden.

2. Aufnahme von Cadmium und Diskussion

Der Cadmium-Gehalt der Kontrollproben lag unter der Nachweisgrenze, der der Pilzproben der Cd-Konzentrationsstufe I (1,0 mg

Cd/kg Tr.S. des Zuchtsubstrates) im Mittel bei 0,2 mg Cd/kg Pilzfrischsubstanz. Champignons der Konzentrationsstufen II und III (5,0 und 10,0 mg Cd/kg Tr.S. des Zuchtsubstrates) zeigten einen mittleren Gehalt von 0,5 und 1,2 mg Cd/kg Pilzfrischsubstanz.

Cd-Gehalte von Zuchtchampignons, gewachsen auf Cd-haltigem Substrat, wiesen eine deutliche Abhängigkeit von der im Substrat vorhandenen Cd-Konzentration auf und auch vom Erntezeitpunkt. Die höchsten Cd-Gehalte fanden wir in den Pilzen zu Beginn der Erntezeit und eine Abnahme derselben mit der Dauer der Ernteperiode. Zu ähnlichen Aussagen gelangten *Laub* und Mitarbeiter (12), die zur gleichen Zeit wie wir, die Cd-Anreicherung in Zuchtchampignons studierten. Auch *Hasuk* (13) berichtete über gleiche Ergebnisse. Andere Verhältnisse für die Cd-Aufnahme ergaben sich dagegen in wildgewachsenen Pilzen:

Cadmium kann zum Teil sehr stark angereichert werden, da es sich chemisch und pflanzenphysiologisch wie das Zn verhält. Der Cd-Gehalt von Wildpilzen liegt nach *Kropf* (14) bei 0,13 mg/kg Tr.S., nach *Thomas* und Mitarbeitern (15) bei 0,2 mg/kg Tr.S.

Wir fanden in Pilzen aus dem Harz Cd-Gehalte von 1,9–16 mg/kg Tr.S. (mit dem höchsten Cd-Gehalt im Fliegenpilz). In einer Trichterlingsart aus unmittelbarer Emittentennähe wurden 25 mg Cd/kg Tr.S. nachgewiesen. Nach Untersuchungen der Autoren *Collet* (11), *Laub* (12) und *Meisch* und Mitarbeiter (16) ist der Cd-Gehalt in Wildpilzen großen Schwankungen unterworfen:

Der Cd-Gehalt der meisten Pilze liegt unter 5,0 mg/kg Tr.S.; eine Ausnahme bilden *Agaricus*- und *Amanita*-Arten sowie *Boletus chrysenteron*. Von den *Agaricus*-Arten enthalten die *Rubescentes* und Kulturchampignons sehr niedrige Cd-Gehalte (0,03–0,35 mg/kg Tr.S.), die *Flavescentes* dagegen sehr hohe Cd-Gehalte (30–170 mg Cd/kg Tr.S.; d. s. 10–65 mal höhere Gehalte als bei den *Rubescentes*).

Nach *Meisch* u. a. (16) stellt der Elementgehalt des Bodens nicht den ausschlaggebenden Faktor für die entsprechende Konzentration im Pilz dar, vielmehr deutet vieles darauf hin, daß art- und rassenbedingte, für Cd spezifische Aufnahmemechanismen bestehen.

Der Anreicherungsfaktor Pilz : Boden betrug zum Beispiel bei *Agaricus macrosporus* 292; bei *Agaricus hortensis* nur 0,2. *Stijve* und *Besson* (10) fanden Anreicherungsfaktoren von 13–47, *Collet* (11) solche von 0,6–105 (für *Agaricus*-Arten ohne Differenzierung).

3. Aufnahme von Quecksilber und Diskussion

In den Kontrollproben wurde ein Hg-Gehalt im Mittel von 0,02 mg Hg/kg Pilzfrischsubstanz gefunden. Der Hg-Gehalt der Champignons

der Konzentrationsstufe I (0,1 mg Hg/kg Tr.S. des Zuchtsubstrates) betrug im Mittel 0,04 mg/kg Pilzfrischsubstanz; der der Konzentrationsstufen II und III (1,0 und 10,0 mg Hg/kg Tr.S. des Zuchtsubstrates) 0,3 und 1,6 mg Hg/kg Pilzfrischsubstanz.

Quecksilber wird somit von Kulturchampignons aus beizmittelhaltigem Substrat über das Mycel aufgenommen. Es zeigt sich eine direkte Abhängigkeit des Hg-Gehaltes im Pilzmaterial von der zum Substrat zugefügten Hg-Menge, jedoch keine statistisch signifikante Abhängigkeit vom Erntezeitpunkt.

Aus den Ergebnissen der seit 1974 (17–21) erschienenen Arbeiten mehrerer Arbeitskreise läßt sich ableiten, daß die Hg-Aufnahme bei Wildpilzen stark artabhängig ist, was die großen Unterschiede im Hg-Gehalt verschiedener Pilzarten des gleichen Standortes zeigen (17).

Geringe Hg-Gehalte (unter 1 mg/kg Tr.S.) zeigen die Arten der Gattungen *Morchella* und *Helvella*, die Boletaceen, Amanitaceen, Russulaceen, holzbewohnende Arten und Kulturchampignons.

Höhere Hg-Gehalte (1–20 mg/kg Tr.S.) weisen auf: Tricholomataceen, Agaricaceen sowie Lycoperdaceen.

Für die Hg-Aufnahme ist außer der starken Artabhängigkeit auch die Standortabhängigkeit von Bedeutung (3, 19, 21, 22); letztere wird auf den unterschiedlichen Hg-Gehalt im Boden zurückgeführt. Für Hg wurden Anreicherungsfaktoren (Wildpilz: Boden) von 1–70 gefunden (3, 4, 19).

Aichberger (17) und Stijve und Besson (10) wiesen auf den hochsignifikanten Zusammenhang zwischen Eiweißgehalt der Pilze und Hg-Aufnahmevermögen hin, da das Hg mit den schwefelhaltigen Aminosäuren Verbindungen eingeht.

In den Pilzorganen: Stiel – Hut – Lamellen/Röhren wurden unterschiedliche Hg-Konzentrationen gefunden. Seeger (23, 24) wies steigende Hg-Gehalte vom Stiel über den Hut zu Lamellen/Röhren, der Zone des längsten Pilz-Wachstums nach.

Gleiche Aussagen machten Collet (11), Laub (12) und Meisch (16) über die unterschiedliche Anreicherung von Cd in Pilzorganen.

Probenvorbereitung und Analyse

Vorbereitung des Pilzmaterials:

Die geputzten und grobzerkleinerten Pilze wurden mit einem Mixer homogenisiert.

Aufschluß:

Für die Blei- und Cadmiumbestimmung wurde die Naßmineralisierung mit einem Gemisch von konzentrierter Schwefel-, Perchlor- und Salpetersäure im Verhältnis 1 : 1 : 3 vorgenommen.

Für die Quecksilberbestimmung wurde die Pilzsubstanz mit konzentrierter

Schwefelsäure und gesättigter Kaliumpermanganatlösung aufgeschlossen und mit Hydroxylammoniumchlorid reduziert.

Bestimmung:

Blei und Cadmium wurden mit dem Square-wave-Polarographen OH-104 in iN Salzsäure als Grundelektrolyt, Quecksilber mittels Atomabsorptions-Spektrophotometrie durch kalte, flammlose Atomisierung bestimmt.

Wir danken Herrn Dr. Philipp und Frau Lindstedt, VEG Champignon-Zucht Dieskau, für die freundlich gewährte Unterstützung und Beratung bei der Durchführung der Zuchtversuche.

Unseren Mitarbeiterinnen danken wir für die Bearbeitung der Analysen.

Literatur:

- (1) Enke, M.; H. Matschiner; M.-K. Achtzehn: Myk. Mitt. Bl. 21: 7-12, 1977
- (2) Rauter, W.: Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 159: 149 (1975)
- (3) Aichberger, K. und O. Horak: Bodenkultur 26: 8 (1975)
- (5) Leh, H.-O.: Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 157: 141 (1975)
- (6) Lehnert, G.; G. Stadelmann; K.-H. Schaller und D. Szadkowski: Arch. Hyg. 153: 403 (1969)
- (7) Seeger, R.; R. Meyer und S. Schönhut: Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 162: 7 (1976)
- (8) Matzeß, G.: in „Blei und Umwelt“. Verein für Wasser-, Boden- und Lufthygiene e. V. Berlin 1972
- (9) Kloke, A.: Staub-Reinh. Luft 34: 18 (1974)
- (10) Stijve, T. und R. Besson: Chemosphere 2: 151 (1976)
- (11) Collet, P.: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 73: 75 (1977)
- (12) Laub, E.; F. Waligorski; R. Woller und H. Lichtenhal: Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 164: 269 (1977)
- (13) Hasuk, A.: Müll und Abfall 6: 172 (1975)
- (14) Kropf, R. und Geldmacher-v. Mallinckrodt: Arch. Hyg. 152: 218 (1963)
- (15) Thomas, B.; I. A. Roughan und E. Watters: J. Sci. Food Agric. 23: 1493 (1973)
- (16) Meisch, H.-U.; J. A. Schmitt und W. Reinle: Z. Naturforsch. 320: 172 (1977)
- (17) Aichberger, K.: Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 163: 35 (1977)
- (18) Schelenz, H. und J. F. Diehl: Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 154: 160 (1973)
- (19) Stijve, T. und R. Roschnick: Mitt. Gebiete Lebensmittel-Hyg. (Bern) 65: 209 (1974)
- (20) Woidich, H. und W. Pfannhauser: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 71: 177 (1975)
- (21) Woggon, H. und K. Bickerich: Nahrung 22, H 3, K 3 (1978)
- (22) Seeger, R. und R. Nützel: Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 160: 303 (1976)
- (23) Seeger, R.; R. Nützel und L. Feulner: Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 161: 115 (1976)

Dipl.-Chem. Dr. M. Enke, Dipl.-Lbm.-Chem. Dr. K.-M. Ach-
z e h n, Bezirks-Hygieneinspektion und -Institut, 401 Halle/S., Burg-
straße 40/41

Dipl.-Chem. Dr. M. Roschig, Arbeitshygienisches Zentrum der
Chemischen Industrie der DDR, Betriebspoliklinik VEB Leuna-Werke
„Walter Ulbricht“, 422 Leuna

Prof. Dr. sc. H. Matschiner, Sektion Chemie der Martin-Luther-
Universität, 402 Halle/S., Weinbergweg 16

Bestimmungshilfen für kleine Blätterpilze auf Brandstellen

Frieder Gröger

Auf Brandstellen kommen mancherlei Blätterpilze vor. Einige von ihnen sind streng an Brandstellen gebunden. Sie können als Charakterpilze von solchen Stellen angesehen werden. Andere sind häufig dort zu beobachten, kommen jedoch gelegentlich auch an anderen Stellen vor. Sie sind also nicht ganz kohlestet.

Die wichtigsten Pilze von Brandstellen können nach der folgenden Übersicht auch von Anfängern in der Pilzkunde ziemlich leicht bestimmt werden. Zufällig auf Brandstellen geratene Pilze (z. B. Holzbewohner wie Schwefelköpfe o. ä., moosbegleitende *Galerina*-Arten) finden in dieser Tabelle keine Berücksichtigung. Die Zahlenangaben betreffen Band und Seite des „Handbuches“ (Michael-Hennig-Kreisel) sowie die Nummer der Beschreibung im Engel „Pilzwanderungen“.

- I) Mit dicklichen Blättern (fast leistenartig, stark gegabelt, herablaufend) Kohlenleistling (selten)
- II) Mit echten, dünnen Blättern
- a) Mit Mehlgeruch
- 1) L graulich Kohlegraublatt (häufig)
drei Arten; III/112, und 302,
IV/60)
- 2) L weiß (starker Gegensatz zur Hutfarbe); H genabelt
Kohlenabeling (zerstreut)
(III/276, IV/60, E 255)
- 3) L gelb, rostfarben *Gymnopilus odini* (selten)
- b) Mit bitterem Geschmack
- 1) H schmierig-klebrig, L olivgelb
Kohleflämmling (häufig)
(IV/270, IV/60, E 451)

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mykologisches Mitteilungsblatt](#)

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [23](#)

Autor(en)/Author(s): Enke Magda, Roschig Manfred, Matschiner Hermann, Achtzehn Martin Klaus

Artikel/Article: [Zur Anreicherung von Schwermetallen \(Blei, Cadmium und Quecksilber\) in Zuchtchampignons 14-19](#)