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

Im Vergleich zu *Ochrolechia pallescens* weist *Mycoblastus sanguinarius* etwas grössere Kerne auf.

Da man die Kerne an der dem Auge zugewandten Seite des Plasmabelages direkt zählen kann, so ist eine annähernde Schätzung der Kernzahl des ganzen Belages möglich. So dürfte die Kernzahl der in Fig. 1*a* dargestellten Spore von *Mycoblastus sanguinarius* etwa 300 bis 400 betragen, die der in Fig. 1*b* abgebildeten Spore von *Ochrolechia pallescens* auf etwa 150 bis 200 zu schätzen sein. Die Pertusarien weisen ähnliche grosse Kernzahlen auf.

Vorstehende Befunde stehen im Einklang mit der bereits von TULASNE[1]) gefundenen, von DE BARY[2]) bestätigten und näher ausgeführten Tatsache, wonach die Sporen von *Ochrolechia*, *Pertusaria* und *Mycoblastus* bei der Keimung eine grosse Anzahl von Keimschläuchen entwickeln (es werden 50 bis 100 angegeben). Da diese Keimschläuche sehr schmal sind, so versteht man, warum in den Sporen so kleine Kerne erzeugt werden, wie ich sie eben nachwies. Grössere Kerne würden in so schmale Keimschläuche überhaupt nicht eintreten können[3]), zumal die Keimporen an der Membran der Spore, speziell bei *Pertusaria De Baryana*, wie aus den Figuren DE BARY's hervorgeht, von auffälliger Enge sind.

---

17. C. Wehmer: Unabhängigkeit der Mucorineengärung von Sauerstoffabschluss und Kugelhefe.

Eingegangen am 17. März 1905.

Die Mucorineengärung nimmt zurzeit bekanntlich insofern eine besondere, von der durch Saccharomyceten erregten verschiedene Stellung ein, als für ihr Eintreten Sauerstofffehlen als erforderlich gilt. Beliebter Versuchspilz war da insbesondere *Mucor racemosus* Fres., der auf Grund der früheren Mitteilungen von BAIL, FITZ, REES, PASTEUR, BREFELD und anderen bei Luftzutritt den gebotenen Zucker zu Kohlensäure und Wasser verbrennt, bei Abschluss des Sauerstoffs jedoch Alkoholgärung erregt (intramolekulare Atmung[4]), und zwar lediglich

1) Mémoire sur les Lichens. Ann. sc. nat., 3. sér., XVII.

2) PRINGSHEIM's Jahrbücher V, S. 201.

3) Sie müssten denn, was im vorliegenden Falle wohl nicht zutrifft, amöboid sein.

4) Über Näheres: JOST, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1904. S 257; LAFAR, Technische Mykologie. 1. Aufl., 2. Bd., 1901, S. 431; auch PFEFFER, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., 1897, Bd. 1, S. 556.

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

in der Form der sogenannten „Kugelhefe“ (Mucorhefe), so dass Gärung, Luftabschluss und Kugelhefe zu einander in enge Beziehung gesetzt wurden. Auch bei anderen *Mucor*-Arten hat man dann bekanntlich mit Vorliebe nach einer gärungserregenden Kugelhefe gesucht.

Dass bei derartigen einen einzelligen Sprosszustand bildenden Mucorineen keineswegs dieser das spezifisch gärungserregende ist, zeigte ich bereits[1]) für *Mucor javanicus* Wehm., *Mucor spinosus* van Tiegh. u. a., die Alkohol bildende Fähigkeit kommt den gesamten Zellen des Pilzes, also auch dem gewöhnlichen Mycel, zu. Nunmehr habe ich auch den mir damals nicht zur Verfügung stehenden *Mucor racemosus* — den ich der Freundlichkeit von Herrn Professor Dr. E. CHR. HANSEN verdanke — genauer untersucht, und bin da meiner Erwartung gemäss zu dem gleichen Resultat gekommen. Es lag nahe, bei dieser Gelegenheit auch den Sauerstoffeinfluss nochmals in die Untersuchung zu ziehen und das Verhältnis von Gärung und Kugelhefe zum Sauerstoff zu studieren. Über den Ausfall dieser Versuche teile ich hier kurz folgendes mit.

1. Die durch den „wirklichen“ *Mucor racemosus* — der von den älteren Forschern benutzte Pilz ist heute überhaupt nicht mehr zu identifizieren — erregte Alkoholgärung ist von der Kugelhefeentstehung ganz unabhängig, man erhält jederzeit mit dem gewöhnlichen Mycel die gleiche Gärung und dieselben Alkoholzahlen.

2. Bedingung der Kugelhefeentstehung ist allerdings Luftabschluss, aber sie erfolgt bei *Mucor racemosus* keineswegs in dem früher behaupteten Umfange, zumal genügt dazu nicht einfaches Untertauchen von Sporen oder Mycelien in gärfähige Flüssigkeiten.

3. Die Alkoholbildung ist dagegen vom Luftabschluss unabhängig, sie erfolgt ebensowohl bei ungehindertem Sauerstoffzutritt; schon hiernach kann sie nicht von der Mucorhefeentstehung abhängig sein. Das gilt sowohl für *Mucor racemosus* wie für *Mucor javanicus*.

Zurzeit ist mir eine ganz befriedigende Auseinandersetzung mit den Resultaten früherer Forscher noch nicht möglich, ein kritisches Eingehen ist hier auch nicht am Platze[2]), und ich begnüge mich mit Aufzählung der für meine Folgerungen massgebenden Beweise.

---

1) „Über Kugelhefe und Gärung bei *Mucor javanicus*“. Centralbl. für Bakter. II. 1904, Bd. 13, S. 277.

2) Der letzte Bearbeiter des *Mucor racemosus* (KLEBS, Fortpflanzungsphysiologie, 1896, S. 522) sagt da wörtlich „allmählich tritt (bei 10 *mm* Luftdruck) ein Mangel an Sauerstoff ein, die Hyphen beginnen den Zucker zu vergären und nehmen dann die charakteristischen Formen an“. Anscheinend ist auch hier — ein anderer Beweis ist nicht angeführt — aus der Gasentbindung auf Gärungseintritt geschlossen.

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

Den Beweis für Punkt 1 liefern Versuche im EINHORN'schen Gärungsaccharometer. *Mucor racemosus* wie andere Arten gären hier, bevor sie Sprosszellen bilden, so dass der geschlossene Schenkel sich mit Gas füllt, ehe Sprossungserscheinungen auftreten. Ebenso fehlen letztere in gärfähigen Flüssigkeiten mit grosser Oberfläche; trotzdem der Pilz hier nur als Mycel wächst, lässt sich durch Destillation ohne weiteres reichlich Alkohol nachweisen.

Einen Beweis für den 2. Punkt liefert fast jede beliebige Kultur des Pilzes in Flüssigkeiten; das Wachstum als untergetauchtes Mycel ist überhaupt der normale Zustand — *Mucor*-Arten erheben sich stets nur mit den Sporenträgern über die Flüssigkeit — Zerfall desselben in Kugelzellen ist hier die Ausnahme, selbst bei Absperren der Luft (Gärverschluss) tritt erst nach langer Zeit partielle „Hefebildung" ein, die andererseits auch in sehr tiefen Flüssigkeitsschichten mit unzureichender Sauerstoffversorgung durch eingeleiteten Luftstrom experimentell sicher ausgeschlossen wird. Übrigens ist die Kugelhefebildung nicht Ursache, sondern erst „Folge" der Gärung, d. h. nur eine gärfähige Zuckerart ermöglicht bei Luftabschluss das als Sprossung zum Ausdruck kommende bescheidene Wachstum.

Der Beweis für Punkt 3 ist experimentell unschwer zu führen. Man kultiviert dazu entweder in sehr niedriger Flüssigkeitsschicht (weite Doppelschalen, etwa 0,2—0,5 *cm* hoch mit Würze gefüllt) oder in Würzelösungen, durch die ein kontinuierlicher Luftstrom geht (gewöhnliche Glaskolben), beides ist also das Gegenteil von dem früher zwecks Hervorrufens der Gärung üblichen Absperren der Luft durch Quecksilber, Kohlensäure- oder Wasserstoffatmosphäre. Bei einiger Vorsicht gelingt es ohne weiteres steril zu arbeiten und jede Infektion auszuschliessen; es ist ja selbstverständlich, dass durch andere Mikroorganismen und zumal durch „echte" Hefe infizierte Versuche für Beurteilung dieser Frage wertlos sind. Das Durchleiten steriler Luft geschah in meinen Versuchen mittels Wasserstrahlpumpe. Neben dem Alkohol wurden auch erzeugte Pilzernte wie zersetzte Würzemenge bestimmt; einige der erhaltenen Zahlen seien hier aufgeführt:

Es bildete *Mucor racemosus* in rund vier Wochen (10—16°)[1]) aus je 200 *ccm* verdünnter Bierwürze an Alkohol und Pilzsubstanz:

---

1) Nach FITZ sollen Mucorgärungen eine höhere Temperatur (etwa 25—28°) verlangen, unter 15° aber „äussert langsam" verlaufen. Die Versuche von FITZ gingen trotzdem monatelang (4—7 Monate), während ich bei ± 13° sehr lebhafte Gärungen erhielt und in 3—4 Wochen (inklusive Nachgärung) auf bis über 5 pCt. Alkohol (*M. javanicus*) vergor. Es zeigt das so recht das Irreleitende älterer Angaben, die sich auch ja selten auf reines Material beziehen, also schwer kontrollierbar sind. Heute wird niemand derartige Gärungen direkt mit den von Pferdedünger genommenen Sporangien ansetzen.

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

	Alkohol Vol.-pCt.	Pilztrockensubstanz *g*
a) Bei gewöhnlichem Watteverschluss des Gärkolbens .	2,51	0,456
b) Bei Luftabschluss (durch Gärverschluss)	1,20	0,171
c) Bei kontinuierlichem Luftdurchleiten	2,51	0,708
d) In flacher Schale (20 *cm* Durchm. mit etwa 5 *mm* hoher Würzeschicht)	1,75	1,200

Mindestens macht es also für die Alkoholentstehung nichts aus, ob Luft spärlich, reichlich oder späterhin gar nicht vorhanden ist, der Pilz verbrennt bei Sauerstoffanwesenheit keineswegs den Zucker der Würze zu Kohlensäure und Wasser, und erzeugt selbst in der grossen Doppelschale bei sehr niedriger Flüssigkeitsschicht noch leicht nachweisbar Alkoholmengen[1]).

Ungleich gärkräftiger ist übrigens *Mucor javanicus*, der in den gleichen Versuchen ungefähr die doppelten Alkoholzahlen lieferte.

In den bei reichlichem Luftzutritt gehaltenen Kulturen des *Mucor racemosus* bleibt gleichzeitig jede Kugelhefebildung aus; dass hier das Wachstum besonders lebhaft und ergiebig ist, zeigen die Zahlen für das ermittelte Pilzgewicht, gleichzeitig fehlen sichtbare Gärungserscheinungen (Gasentbindung), die in allen anderen Versuchen auffallen. Möglich, dass dies an dem früheren Übersehen der Alkoholbildung bei Luftzutritt Anteil hat; vielleicht spielt aber auch eine andere Tatsache mit, nämlich die Zersetzbarkeit des Alkohols durch den Pilz, welche bei Experimenten, die sich viele monate- und selbst jahrelang hinziehen — das gilt tatsächlich für die älteren Untersuchungen — ins Gewicht fallen kann. Die Untersuchung dieser Frage ergab mir allerdings, dass beide genannten *Mucor*-Arten schon durch 3—5prozentige alkoholische Flüssigkeiten (mit Nährsalzen) merklich behindert werden, dass sie aber nichts destoweniger bereits binnen sieben Wochen nahezu die Hälfte des 3prozentigen Alkohols zersetzen können. Lebhaftes Wachstum und reichliche Sauerstoffversorgung müssen diesen Prozess naturgemäss beschleunigen.

Die durch die Mucorineen erregte Alkoholgärung stimmt hiernach hinsichtlich der Unabhängigkeit vom Luftabschluss ganz mit der der Saccharomyceten überein, von einer Absperrung des Luftsauerstoffes ist ihr Eintreten nicht abhängig.

1) Auf Einzelheiten komme ich in Kürze in der ausführlichen Arbeit zurück.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: 23

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

Artikel/Article: Unabhängigkeit der Mucorineengarung von Sauerstoffabschluss und Kugelhefe. 122-125