

Aus dem Max Planck-Institut für Kulturpflanzenzüchtung, Hamburg-Volksdorf

## Über das Verhalten von Champignonstämmen in Mischkultur\*

Von

GERLIND EGER

Mit 4 Textabbildungen

(Eingegangen am 17. Oktober 1962)

In einer früheren Arbeit (EGER 1960) wurde auf Kompostsubstrat herangezogenes Mycel von *Agaricus bisporus* (Lge.) Sing. in kleine Stücke zerzupft und der Einfluß dieser Behandlung auf die Fruchtkörperbildung beobachtet. Die ersten Fruchtkörperanlagen erschienen praktisch zur gleichen Zeit wie bei den unzerzupften Kontrollen. Der Fruchtkörperertrag auf zerzupftem Mycel lag nicht unter dem auf normalem Mycel. Die Zahl und Größe der Fruchtkörper (Tabelle unveröffentlicht) stimmte innerhalb der Fehlergrenzen überein. Demnach mußten die Mycelstückchen sehr schnell zusammengewachsen sein und die Fruchtkörper gemeinsam ernährt haben. Dieses Ergebnis regte dazu an, aus zerzupftem Mycel von je zwei Stämmen Mischkulturen herzustellen und die Auswirkung auf die Fruchtkörperbildung zu studieren.

### A. Methodik

#### 1. Material

Von den fünf verwendeten Stämmen haben „71“ und „H“ weiße Fruchtkörper, bei „Hu“, „310“ und „FI“ sind die Hüte braun. Die braune Färbung variiert von dunkel bis ganz hell („creme“). Bei alten Kulturen sind die Fruchtkörper besonders hell, einzelne sogar weiß. Bei „FI“ ist die Farbe im allgemeinen etwas dunkler als bei den anderen Stämmen.

Die Versuche erstreckten sich über 4 Jahre. Das Reinkulturmycel der einzelnen Stämme wurde entweder von Anfang an auf gekochten Weizenkörnern erhalten — Stammbezeichnung mit Index „a“ — oder zu einem späteren Zeitpunkt aus einem Fruchtkörperstückchen erneuert — Index „n“.

#### 2. Versuchsanstellung

Kompostierter Pferdemit wurde zerpfückt, gut vermischt, in 1 l-Einmachgläser möglichst gleichmäßig eingefüllt und etwa 60 Std bei 58—60° „pasteurisiert“. Für sieben Versuche autoklavierten wir den Kompost zusätzlich 2 Std bei 1 atü. Für jeden Versuch beimpften wir mit zwei Stämmen je 40—50 Gläser — die autoklavierten unter sterilen Bedingungen. Waren alle Gläser von oben bis

\* Herrn Prof. von SENGBUSCH zum 65. Geburtstag in Dankbarkeit und Verehrung gewidmet.

unten gleichmäßig durchwachsen, wurde das Mycel zerzupft (das sterile in einem sterilisierten Raum mit frisch gewaschenen Handschuhen und in sauberen Kitteln). Zwei Personen nahmen das Mycel aus den einzelnen Gläsern heraus und zerkleinerten es mit den Händen möglichst fein. Individuelle Unterschiede wurden ausgeglichen, indem eine Person von jedem Stamm nur die Hälfte bekam. Eine dritte Person vermengte die Mycelstückchen aus jedem Glas sorgfältig und wog zwei Portionen je 200 g ab. Dann mischte sie zusammen: für 20–25 Gläser je zweimal 200 g vom Stamm A (Einzelkultur), für 20–25 Gläser je zweimal 200 g vom Stamm B (Einzelkultur), für 40–50 Gläser je 200 g vom Stamm A + 200 g vom Stamm B (Mischkultur). Eine vierte Person füllte die 400 g möglichst gleichmäßig in leergewordene Gläser ein. Nunmehr war mit freiem Auge kein Mycel mehr zu erkennen. Die gesamte Arbeit wurde innerhalb eines Tages durchgeführt.

Bei den ersten Versuchen wurden die Gläser schon am nächsten Tag mit einer Schicht feuchter Deckerde versehen (Einheitserde, vgl. EGER 1961) und in Kisten im Lateinischen Quadrat angeordnet. Die Kisten kamen in einem Anbauraum des Champignonbetriebes in die oberste Etage. Bei den Versuchen mit autoklaviertem Kompost wurden die Gläser erst gedeckt, als das Mycel die Substratteilchen erneut weiß übersponnen hatte.

Nach dem Decken behandelten wir alle Versuche gleich. Die Fruchtkörper wurden geerntet, wenn das Velum gerissen war. Für jedes Glas notierten wir das Datum der einzelnen Ernten und schrieben die Zahl und das Gewicht der weißen und braunen Fruchtkörper getrennt auf. Im Abstand von 14 Tagen bonitierten wir den Zustand des Mycels. Begossen wurden die Gläser nach Bedarf, und Erde wurde nachgedeckt, wenn bei der Fruchtkörperernte größere Löcher entstanden waren. Am Schluß der Versuche prüften wir einen Teil der Gläser auf tierische Schädlinge.

### 3. Auswertung der Versuche, Fehlermöglichkeiten

Die Fruchtkörpererträge der einzelnen Gläser eines Versuches zeigten große Unterschiede. Es wurde daher für die beiden Einzelkulturen und für die Mischkultur

der Mittelwert und die Streuung 
$$\left( s = \pm \sqrt{\frac{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}{n-1}} \right)$$
 berechnet. Mit zu-

nehmender Sorgfalt bei der Durchführung der Versuche (steriles Substrat, Maßnahmen beim Zerzupfen) konnten die Erträge erhöht werden. Die Streuung verringerte sich jedoch nicht (vgl. Abb. 1). Ihre hohen Werte dürften folgende Ursachen haben: Die Zahl der Fruchtkörperanlagen hängt von der Mikroflora der Deckerde ab (vgl. EGER 1961). Bei den zahlreichen Infektionsmöglichkeiten im Kulturraum hatte daher die Erde auf den einzelnen Gläsern unterschiedliche Qualität.

Durch das Nachdecken wurden diese Unterschiede noch vergrößert. Außerdem wurden junge Fruchtkörper beim Herausdrehen reifer Nachbarn in ihrer Entwicklung gestört und faulten. Vorzeitig abgesammelt, erscheint ihre Substanz nicht in den Erntelisten.

Mit den Fruchtkörpern herausgedrehtes Mycel und Deckmaterial wurden vor dem Wägen abgewischt. Die Wägefehler sind sehr gering.

Für die Beurteilung der Ergebnisse bei Mischkultur spielen Fehlbeurteilungen der Fruchtkörperfarbe keine Rolle. Bei der laufenden Bonitur bei Einzelkultur war der größte Fehler 1,2%.

### B. Verhalten der Stämme in Mischkultur

Insgesamt wurden 21 Versuche durchgeführt. Bei ihrer Auswertung wurde der Schwerpunkt auf die Höhe des Fruchtkörperertrages und auf den Beginn der Fruchtkörperernte bei Einzel- und Mischkultur der Stämme gelegt.

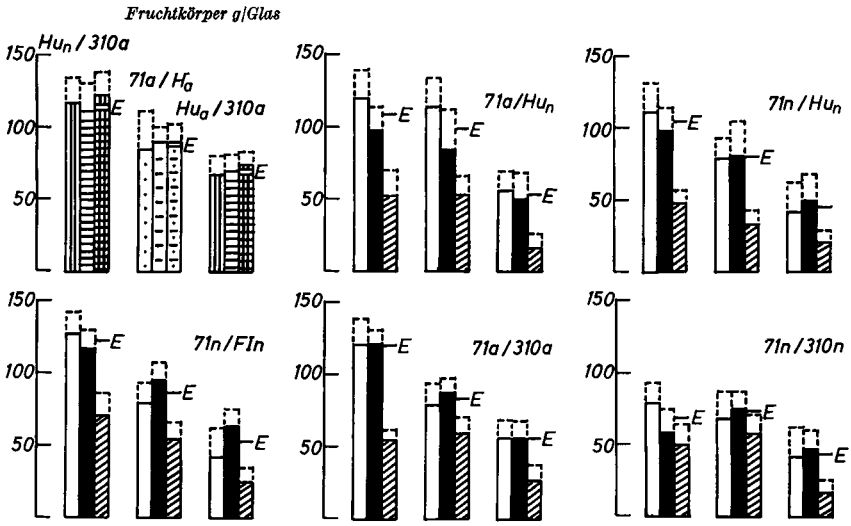


Abb. 1. Mittlerer Fruchtkörperertrag in g/Glas für Einzelkulturen und Mischkulturen. In der oberen Reihe befinden sich links zwei Versuche mit braunen Stämmen und ein Versuch mit weißen Stämmen. In der Mitte und rechts sowie in der Reihe darunter sind je drei Versuche mit Mischkulturen brauner und weißer Stämme nach fallenden Erträgen angeordnet. □ □ □ weiße Stämme; ■ ▨ ▩ Mischkulturen; ■ ▨ ▩ braune Stämme. Die Streuung ist als gestrichelte Linie nach oben aufgetragen. *E* Erwartung

#### 1. Höhe des Ertrages

Auf Abb. 1 sind für 18 Versuche die mittleren Ertragsgewichte in Gramm je Glas senkrecht aufgetragen. Die weggelassenen Versuche stimmten mit den dargestellten überein. Jeder Versuch wird durch einen Block aus drei Säulen repräsentiert. Die beiden ersten stellen die mittleren Erträge bei Einzelkultur der beiden Stämme dar, die dritte bei Mischkultur. Die „weißen“ Stämme sind durch weiße Säulen (zum Teil mit senkrechter Punkt- oder Strichreihe) gekennzeichnet, die „braunen“ durch schwarze Säulen oder durch senkrechte bzw. waagrechte Linie. Die Mischkultur kann jeweils als Mischung der für die Einzelkulturen gewählten Zeichnungen erkannt werden. Über jedem Mittelwert ist die Streuung mit einer gestrichelten Linie nach oben aufgetragen. Sie muß in gleicher Größe auch nach unten projiziert gedacht werden. Außerdem wurde aus den Erträgen der beiden Einzelkulturen eines Versuches ein gemeinsamer Mittelwert berechnet. Er wurde als waagrechter Strich mit „*E*“ neben die Säulen für die Einzelkulturen über oder in die Säulen für Mischkulturen gesetzt. Er stellt den Ertrag dar, den man für die Mischkultur erwarten muß, falls die Mycelstücke der beiden gemischten Stämme ohne Schaden zu einem Mycel verwachsen und gemeinsam die Fruchtkörper ernähren.

In den ersten drei Versuchen der obersten Reihe der Abb. 1 wurden die „braunen“ Stämme  $Hu_n$  und  $310_a$  miteinander gemischt, ebenso die „weißen“ Stämme  $71_a$  und  $H_a$ . Die Erträge der Mischkulturen stimmen mit der berechneten Erwartung „E“ sehr gut überein.

Anders ist das Ergebnis der übrigen Versuche, in denen „weiße“ und „braune“ Stämme miteinander gemischt wurden. Die Erträge dieser Mischkulturen liegen sämtlich unter der Erwartung. Deshalb werden sie eingehend untersucht.

Der Ertragsabfall bei Mischkultur weißer und brauner Stämme tritt in Versuchen mit sterilisiertem Substrat ebenso auf wie mit unsterilem und zeigt keine Beziehung zur absoluten Höhe der Erträge der entsprechenden Einzelkulturen. Er kann nicht auf Umwelteinflüssen beruhen.

Die Erträge der einzelnen Mischkulturen wurden zunächst in bezug auf die Zahl, die Größe und den Anteil von weißen und braunen Fruchtkörpern analysiert. In Tab. 1 ist für die Versuche mit den einzelnen Mischungen unter I. der Durchschnittsertrag je Glas in Gramm weißer und brauner Fruchtkörper angegeben und die dazu berechnete Streuung. Die Versuche mit einer Mischung sind von 1–3 in der Reihenfolge numeriert, wie sie auf Abb. 1 von links nach rechts angeordnet sind.

Aus anderen Versuchen ist bekannt, daß bei sonst gleichen Bedingungen die doppelte Substratmenge den doppelten Fruchtkörperertrag in Gramm bringt. Unter der Voraussetzung, daß sich zwei Stämme in Mischkultur ebenso verhalten wie bei Einzelkultur, kann daher je Stamm die Hälfte des Ertrages bei Einzelkultur erwartet werden.

Die „Erwartung“ wurde mit der geernteten Pilzmenge verglichen und das Ergebnis in die Spalten „E weiß“ und „E braun“ eingetragen. Unter II. der Tab. 1 sind die entsprechenden Werte für die durchschnittliche Fruchtkörperzahl je Glas eingetragen. Die Erwartung beträgt ebenfalls die Hälfte der Ernten bei Einzelkultur.

Die Zahl der weißen und braunen Fruchtkörper je Glas hängt — wieder gleiches Verhalten bei Mischkultur wie bei Einzelkultur vorausgesetzt — auch von der Größe der Berührungsfächen zwischen den Mycelien und der Deckschicht ab. Da je 200 g von den beiden Stämmen vermischt wurden und alle Gläser die gleichen Abmessungen hatten, entfällt im Durchschnitt der Versuche die Hälfte der Deckschicht auf einen Stamm.

Aus Tab. 1 geht hervor, daß mit Ausnahme des ersten Versuches der Mischung  $71_a/310_a$  im Mittel immer mehr weiße Fruchtkörper geerntet wurden als braune. In allen Versuchen lag das Erntegewicht der braunen Fruchtkörper unter der Erwartung, ebenso die Stückzahl (mit Ausnahme des ersten Versuches mit  $310_a$ ). Das ist bemerkenswert, da in den entsprechenden Einzelkulturen (vgl. Abb. 1) in 9 von 15 Versuchen die braunen Stämme einen gleichen oder höheren Ertrag aufwiesen als die weißen. Bei den Mischungen mit  $71_n$  und  $310_a$  war das Gewicht und die

Tabelle 1

In Mischkulturen pro Glas geerntete weiße und braune Fruchtkörper (Mittelwerte und Streuung) und Vergleich mit den Erwartungen (E)

| Mischung                          | Versuch | I. Gewicht in Gramm |              |         |          | II. Anzahl  |             |         |          |
|-----------------------------------|---------|---------------------|--------------|---------|----------|-------------|-------------|---------|----------|
|                                   |         | weiße               | braune       | E weiße | E braune | weiße       | braune      | E weiße | E braune |
| 71 <sub>a</sub> /Hu <sub>n</sub>  | 1       | 48,2 ± 19,00        | 3,9 ± 7,69   | — (=)   | — —      | 5,8 ± 2,41  | 0,8 ± 1,11  | — (=)   | — —      |
|                                   | 2       | 49,7 ± 12,55        | 3,0 ± 5,53   | — (=)   | — —      | 10,8 ± 2,92 | 0,7 ± 1,15  | + (=)   | —        |
|                                   | 3       | 15,8 ± 9,50         | 0,1 ± 0,49   | —       | — —      | 2,7 ± 1,65  | 0,01 ± 0,26 | — (=)   | — —      |
| 71 <sub>n</sub> /Hu <sub>n</sub>  | 1       | 44,0 ± 9,97         | 2,9 ± 6,08   | —       | — —      | 5,9 ± 2,89  | 0,4 ± 0,81  | — (=)   | — —      |
|                                   | 2       | 31,7 ± 10,92        | 1,0 ± 1,65   | — (=)   | — —      | 7,2 ± 2,80  | 0,7 ± 0,93  | =       | — —      |
|                                   | 3       | 20,9 ± 8,29         | 0,1 ± 0,43   | — (=)   | — —      | 3,1 ± 1,42  | 0,1 ± 0,25  | + (=)   | — —      |
| 71 <sub>n</sub> /FI <sub>n</sub>  | 1       | 41,5 ± 13,25        | 29,5 ± 14,29 | —       | —        | 12,0 ± 3,98 | 4,3 ± 2,28  | + (=)   | — (=)    |
|                                   | 2       | 38,1 ± 10,44        | 16,2 ± 5,87  | — (=)   | — —      | 9,2 ± 2,62  | 3,7 ± 1,66  | + (=)   | —        |
|                                   | 3       | 21,3 ± 7,61         | 4,6 ± 5,38   | =       | — —      | 4,0 ± 3,56  | 1,0 ± 1,17  | + (=)   | — —      |
| 71 <sub>a</sub> /310 <sub>a</sub> | 1       | 10,2 ± 12,61        | 44,9 ± 11,64 | — —     | —        | 3,0 ± 2,49  | 7,1 ± 1,99  | —       | =        |
|                                   | 2       | 39,9 ± 18,98        | 18,6 ± 28,67 | =       | — (=)    | 7,6 ± 3,40  | 4,3 ± 3,67  | + (=)   | — (=)    |
|                                   | 3       | 16,7 ± 8,37         | 10,4 ± 6,24  | —       | —        | 3,5 ± 1,86  | 2,7 ± 1,56  | =       | — (=)    |
| 71 <sub>n</sub> /310 <sub>n</sub> | 1       | 44,6 ± 15,25        | 3,4 ± 3,55   | + (=)   | — —      | 10,6 ± 3,60 | 1,3 ± 1,17  | + (=)   | —        |
|                                   | 2       | 55,6 ± 12,62        | 2,5 ± 7,28   | +       | — —      | 8,9 ± 2,62  | 0,6 ± 1,62  | +       | — —      |
|                                   | 3       | 16,7 ± 15,20        | 0,3 ± 0,99   | — (=)   | — —      | 3,1 ± 1,53  | 0,2 ± 0,50  | + (=)   | — —      |

Verhalten von Champignonstämmen in Mischkultur

Zeichenerklärung: = Ertrag entspricht der Erwartung; (=) Ertrag entspricht bei Berücksichtigung der Streuung vielleicht der Erwartung; + Ertrag höher als Erwartung; — Ertrag niedriger als Erwartung; — — Ertrag weniger als 50% der Erwartung (auch bei Berücksichtigung der Streuung).

Zahl der braunen Fruchtkörper höher als bei den übrigen Mischungen. Sie schnitten im Vergleich zu  $Hu_n$  und  $310_n$  etwas besser ab. Die Erträge von  $71_a$  und  $71_n$  dagegen waren nur wenig niedriger als die Erwartung oder gleich. In der Mischung mit  $310_n$  wurde die Erwartung sogar einmal übertroffen. Es ist ganz offensichtlich, daß der Ertragsabfall bei Mischkultur mit  $71_a$  oder  $71_n$  hauptsächlich auf Kosten der braunen Stämme geht.

Tabelle 2. Mischkultur: % Gläser mit ebensoviel oder mehr Stück braunen Fruchtkörpern als weißen

| Versuch | Mischung | $71_a/Hu_n$ | $71_n/Hu_n$ | $71_n/FI_n$ | $71_a/310_a$ | $71_n/310_n$ |
|---------|----------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|         | 1        |             | 3           | 4           | 6            | 89           |
| 2       |          | 0           | 2           | 6           | 23           | 2            |
| 3       |          | 0           | 0           | 4           | 20           | 0            |

Tabelle 3. % Größenabnahme der weißen (w) und braunen (br) Fruchtkörper in Mischkultur gegenüber Einzelkultur

| Versuch | Mischung |    | $71_a/Hu_n$ |    | $71_n/Hu_n$ |    | $71_n/FI_n$ |    | $71_a/310_a$ |     | $71_n/310_n$ |    |
|---------|----------|----|-------------|----|-------------|----|-------------|----|--------------|-----|--------------|----|
|         | w        | br | w           | br | w           | br | w           | br | w            | br  | w            | br |
| 1       | 2        | 51 | 5           | 36 | 39          | 30 | 48          | 24 | 19           | 60  |              |    |
| 2       | 33       | 72 | 15          | 79 | 21          | 12 | 22          | 25 | 13           | 14* |              |    |
| 3       | 22       | 79 | 16          | 79 | 34          | 22 | 35          | 45 | 32           | 74  |              |    |

\* Auch bei Einzelkultur waren die Fruchtkörper verhältnismäßig klein.

Tab.2 gibt einen Überblick über das Verhältnis von weißen und braunen Fruchtkörpern in den einzelnen Gläsern eines Versuches. Es wurde berechnet, wieviel Prozent der Gläser ebensoviel oder mehr Stück bzw. Gramm braune Fruchtkörper hatte wie weiße. Da die Werte hinsichtlich des Gewichtes und der Stückzahl übereinstimmten, enthält Tab.2 Angaben nur für letztere.  $Hu_n$  und  $310_n$  waren in nahezu allen Gläsern unterlegen.  $FI_n$  hatte sich in 4–6% der Gläser gegenüber dem weißen Stamm behauptet.  $310_a$  konnte sich am besten durchsetzen.

Schließlich wurde noch die Fruchtkörpergröße der einzelnen Stämme eines Versuches in Einzel- und Mischkultur verglichen. Als Maß diente das mittlere Fruchtkörpergewicht =  $\frac{\text{mittleres Erntegewicht je Glas}}{\text{mittlere Fruchtkörperzahl je Glas}}$ . Bei allen Stämmen waren die Fruchtkörper bei Mischkultur kleiner als bei Einzelkultur. Die Größenabnahme in Prozent gegenüber Einzelkultur zeigt Tab.3. In den Mischungen mit  $Hu_n$  und  $310_n$  war die Größenabnahme der braunen Stämme sehr viel stärker als die der weißen, in denen mit  $FI_n$  und  $310_a$  ungefähr gleich.

Dieses Ergebnis bestätigt Beobachtungen während der Fruchtkörperernte. Es war wiederholt aufgefallen, daß in Mischungen von  $71_n$  oder  $71_n$  mit  $Hu_n$  die braunen Fruchtkörper sehr kümmerlich waren (Abb.2), bei Einzelkultur dagegen eher kräftiger als die des weißen Stammes.

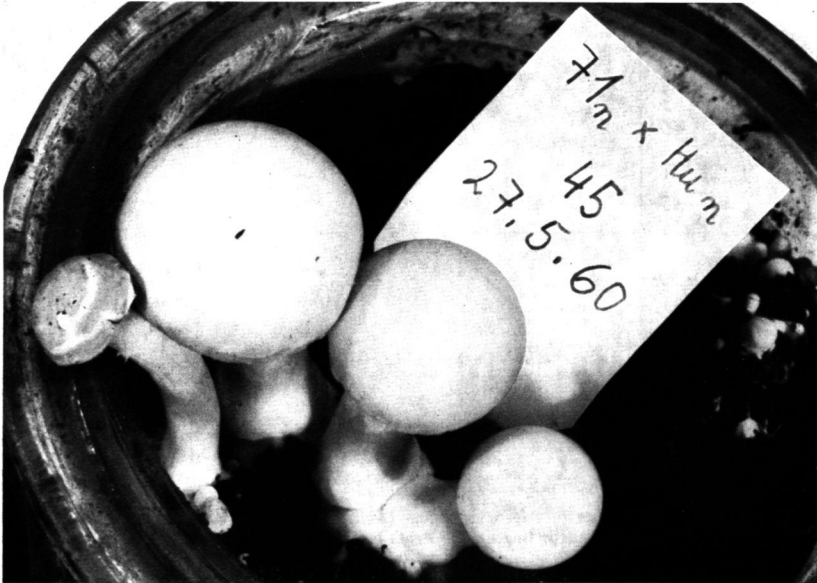


Abb.2. In Mischkultur mit  $71_n$  waren die braunen Fruchtkörper von  $Hu_n$  (Kleinhütiger links) recht kümmerlich, während sie bei Einzelkultur eher kräftiger sind als die des weißen Stammes

### 2. Beginn der Fruchtkörperernte

Zunächst wurde für jedes Glas berechnet, wie viele Tage nach dem Decken die ersten Fruchtkörper geerntet wurden, ohne Rücksicht auf ihre Farbe. Aus diesen Zahlen wurde der Mittelwert für alle Gläser der Mischkultur eines Versuches gebildet und ein gemeinsamer Mittelwert für die beiden Einzelkulturen. Diese „mittleren Erntebeginne in Tagen nach dem Decken“ sind für 21 Versuche in Abb.3 gegeneinander aufgetragen: auf der Abszisse für die Einzelkulturen, auf der Ordinate für die Mischkultur. Die erhaltenen Punkte liegen zu beiden Seiten der Geraden  $y = x$ . Direkt auf ihr wären sie angeordnet, wenn in den einzelnen Versuchen die Fruchtkörperernte bei Einzelkultur und Mischkultur genau gleichzeitig begonnen hätte. Wohl nur zufällig erscheinen die ersten Fruchtkörper einmal früher bei Mischkultur, einmal später.

Der Abb.4 liegen nur Versuche zugrunde, in denen „weiße“ und „braune“ Stämme miteinander gemischt wurden. Es wurden für jede Einzelkultur eines Versuches die mittleren Erntebeginne in Tagen nach

dem Decken getrennt ausgerechnet und gegeneinander aufgetragen: für den Stamm mit weißen Fruchtkörpern auf der Abszisse, für den mit braunen auf der Ordinate. Die Mehrzahl der Punkte liegt unter der

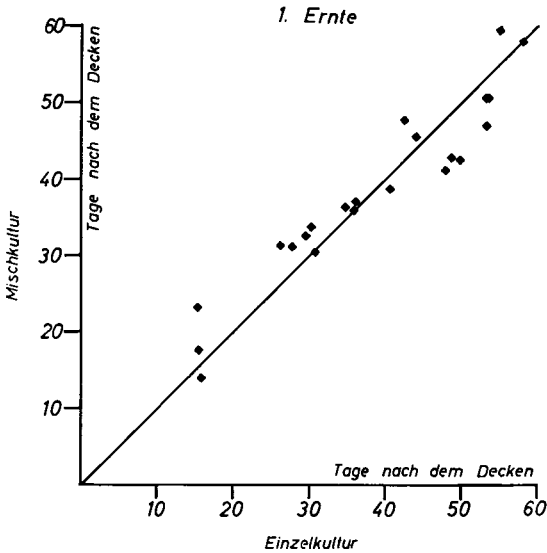


Abb. 3. Mittlerer Erntebeginn in Tagen nach dem Decken für die Einzelkulturen eines Versuches (Abszisse) und die Mischkultur (Ordinate). Die Ernte beginnt bei Einzelkultur und Mischkultur etwa gleichzeitig

Geraden  $y = x$ , d. h. bei Einzelkultur erscheinen die braunen Fruchtkörper etwas früher als die weißen.

Für das untere Diagramm der Abb. 4 wurde für jedes Glas der Mischkultur eines Versuches der Erntebeginn für die weißen und die braunen Fruchtkörper getrennt herausgeschrieben, je ein mittlerer Erntebeginn berechnet und wie beim oberen Diagramm dargestellt. Bei Mischkultur liegen alle Punkte, bis auf drei, über der Geraden  $y = x$ , d. h. die braunen Fruchtkörper erscheinen in der Regel später als die weißen. Die drei Ausnahmepunkte stellen Mischungen von  $71_a$  mit  $310_a$  dar. In diesen 3 von insgesamt 4 Versuchen kamen die braunen Fruchtkörper wie bei Einzelkultur früher als die weißen.

Am Beginn der Fruchtkörperernte bei weißen und braunen Stämmen wird in Mischkultur eine Benachteiligung der Stämme  $Hu_n$ ,  $FI_n$  und  $310_n$  gegenüber den weißen Stämmen  $71_a$  und  $71_n$  deutlich, während  $310_a$  im wesentlichen unbeeinflusst bleibt.

### 3. Weitere Beobachtungen

Bei den ersten Versuchen mit Mischkultur verschwand in zahlreichen Gläsern das Mycel allmählich nach dem Beginn der Fruchtkörperbildung.



Tabelle 4  
Mycelabbau in Gläsern mit 71<sub>a</sub>, Hu<sub>n</sub>  
und der Mischung beider Stämme

| Bonitur                 | Abbau | Zahl der Gläser in Prozent |                 |                                  |
|-------------------------|-------|----------------------------|-----------------|----------------------------------|
|                         |       | 71 <sub>a</sub>            | Hu <sub>n</sub> | 71 <sub>a</sub> /Hu <sub>n</sub> |
| 41 Tage nach dem Decken | 0     | 90                         | 100             | 37,5                             |
|                         | 1     | 10                         | —               | 37,5                             |
|                         | 2     | —                          | —               | 22,5                             |
|                         | 3     | —                          | —               | 2,5                              |
|                         | 4     | —                          | —               | —                                |
| 69 Tage nach dem Decken | 0     | 70                         | 80              | 0                                |
|                         | 1     | 20                         | 5               | 5                                |
|                         | 2     | 5                          | 10              | 22,5                             |
|                         | 3     | —                          | 5               | 37,5                             |
|                         | 4     | 5                          | —               | 35                               |

Tabelle 5  
Mycelabbau in Gläsern mit 310<sub>a</sub>, Hu<sub>n</sub>  
und der Mischung beider Stämme

| Bonitur                 | Abbau | Zahl der Gläser in Prozent |                 |                                   |
|-------------------------|-------|----------------------------|-----------------|-----------------------------------|
|                         |       | 310 <sub>a</sub>           | Hu <sub>n</sub> | 310 <sub>a</sub> /Hu <sub>n</sub> |
| 68 Tage nach dem Decken | 0     | 58                         | 59              | 67,5                              |
|                         | 1     | 12,5                       | 17              | 24,5                              |
|                         | 2     | 17                         | 7               | 6                                 |
|                         | 3     | 12,5                       | 17              | 2                                 |
|                         | 4     | —                          | —               | —                                 |
| 84 Tage nach dem Decken | 0     | 8,5                        | 10              | 2                                 |
|                         | 1     | 4                          | 3,5             | 14                                |
|                         | 2     | 42                         | 20,5            | 30                                |
|                         | 3     | 33                         | 52              | 48                                |
|                         | 4     | 12,5                       | 14              | 6                                 |

Erklärung zu Tab. 4 und 5. Der Mycelabbau wurde in fünf groben Stufen geschätzt. 0 = Mycel ganz gesund; 1 = bis zu 1/4 des Mycels abgebaut; 2 = 1/4 bis zu 1/2 des Mycels abgebaut; 3 = 1/2 bis zu 3/4 des Mycels abgebaut; 4 = 3/4 bis zu 4/4 des Mycels abgebaut.

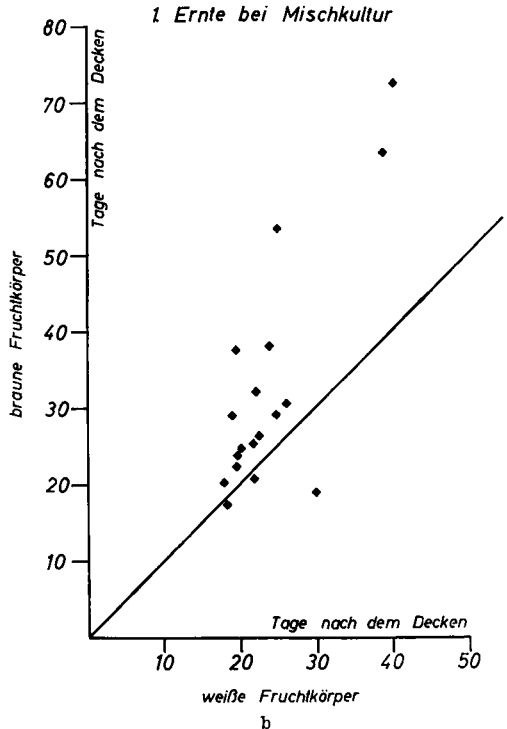
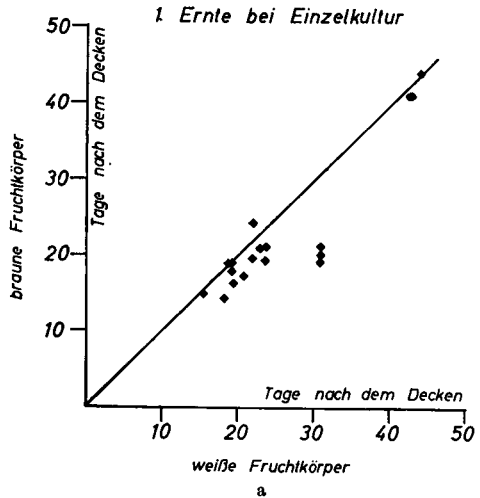


Abb. 4. Mittlerer Erntebeginn in Tagen nach dem Decken für die weißen Fruchtkörper eines Versuches (Abszisse) und die braunen (Ordinate). Bei Einzelkultur erscheinen die braunen Fruchtkörper in der Regel früher als die weißen (oberes Diagramm), bei Mischkultur dagegen später (unteres Diagramm)

Dieses Verschwinden des Mycels wurde in allen späteren Versuchen als „Mycelabbau“ in regelmäßigen Abständen in fünf groben Stufen geschätzt. Die Auswertung ergab, daß der Mycelabbau bevorzugt in Gläsern mit Mischungen von weißen und braunen Stämmen begann und schon nach wenigen Erntewochen zum vollständigen Verschwinden des Mycels führt. Tab. 4 zeigt dies am Beispiel eines Versuches mit  $7I_a$  und  $Hu_n$ . In den Mischungen  $310_a/Hu_n$  und  $7I_a/H_a$  sowie in allen Einzelkulturen hielt sich dagegen das Mycel derselben Stämme sehr viel besser (Tab. 5, ein Versuch).

Am Schluß der Versuche wurden Mischkulturgläser mit ganz abgebautem Mycel und gleich alte Gläser von Einzelkulturen auf tierische Schädlinge untersucht. Die Mischkulturgläser enthielten viele Fliegenmaden, einzelne Milben und reichlich Nematoden. In den Einzelkulturgläsern wurden keine Fliegenlarven und keine Nematoden gefunden. Milben kamen nur vereinzelt vor.

Da alle Gläser eines Versuches im Lateinischen Quadrat angeordnet waren und in derselben Etage des Kulturraumes standen, hätte der Befall der Mischkulturen selektiv sein müssen. Das könnte für Fliegenlarven zutreffen, indem die Eier bevorzugt in Mischkulturgläser abgelegt worden wären, nicht aber für Nematoden. Die in den Mischkulturen gefundenen Fliegenlarven und Nematoden hätten wohl allein das Mycel nicht so vollständig zerstören können. Sie sind nur wichtige Indikatoren für die Schwächung des Mycels in den Mischkulturen. Die Ursache für den Mycelabbau muß eine Unverträglichkeit zwischen den weißen und braunen Stämmen sein, die sich im Ertragsabfall der Mischkultur und im vorzeitigen Verschwinden des Mycels äußert, das nur sekundär durch tierische Schädlinge bedingt sein kann.

In der Regel beruht der Ertragsabfall der Mischkultur auf einer Fehlleistung des braunen Stammes. Doch ist das Verhalten gegenüber dem weißen Stamm unterschiedlich.  $Hu_n$  und  $310_n$  werden im gleichen Maße sehr stark beeinträchtigt.  $FI_n$  und  $310_a$  können sich dem Stamm  $7I_n$  bzw.  $7I_a$  gegenüber besser behaupten. In einem besonders günstigen Fall ist  $310_a$  dem weißen Stamm sogar überlegen.

Die Mischung von  $Hu_n$ ,  $310_n$  und  $FI_n$  mit dem weißen Stamm führt zu einer verspäteten Entwicklung brauner Fruchtkörper.  $310_a$  dagegen bildet auch in Mischung mit  $7I_a$  in der Regel früher Fruchtkörper als der weiße Stamm.

Die Stämme  $7I_a$  und  $7I_n$  sind nicht in der Lage, die Fehlleistung des braunen Stammes durch ein höheres Ertragsgewicht zu kompensieren. Nur in der Mischung mit  $310_n$  übertrifft  $7I_n$  zweimal die je Glas erwartete Ernte. Die Zahl der Fruchtkörper entspricht etwa der Erwartung oder ist auch etwas höher. Die Fruchtkörper sind aber kleiner als bei Einzelkultur.

### C. Diskussion der Versuche mit Mischkulturen

Mischkulturen aus zwei heterogenen Pilzstämmen wurden erstmals von ESSER (1959) hergestellt. Mischkulturen zwischen verschiedenen Champignonstämmen sind bisher noch nicht beschrieben. TAYLOR (1961) beimpfte lediglich Champignonbeete in mehreren Reihen im Abstand von 2 Zoll abwechselnd mit Mycel von einem „weißen“ und einem „creme“ Stamm. Der Fruchtkörperertrag war niedriger als auf Beeten, die in gleicher Art nur mit einem der beiden Stämme beimpft worden waren. Der geringe Umfang der Versuche ließ Schlüsse über das Zustandekommen des Ertragsabfalls nicht zu. Mit den hier beschriebenen Versuchen machen sie jedoch wahrscheinlich, daß der Ertrag in der Regel nachläßt, wenn weiße und braune Stämme (unter die auch der „creme“ zu rechnen ist) miteinander gemischt werden.

Die Analyse der Erträge bei Mischkultur zeigte, daß hauptsächlich der jeweilige braune Stamm beeinträchtigt wird. Sie erklärt den Selektionserfolg bei der Züchtung weißer Stämme mit Hilfe von Vielspor-kulturen. Laut LAMBERT (1959) stammen die weißen Champignonstämmen von einem Büschel („cluster“) weißer Fruchtkörper ab, die 1928 auf einem Beet eines Stammes mit „creme“ Fruchtkörpern spontan aufgetreten waren. Die erste Vielsporaussaat eines dieser weißen Fruchtkörper brachte sowohl weiße als auch creme Fruchtkörper. Nachdem über drei Aussaatgenerationen Vielspor-kulturen von weißen Fruchtkörpern hergestellt worden waren, gab es nur noch weiße Fruchtkörper.

Unter Champignonanbauern gelten braune Champignonsorten als widerstandsfähiger gegen Umweltseinflüsse und Krankheiten als weiße Sorten. Es ist erstaunlich, daß gerade die braunen Stämme in Mischung unterliegen, und man möchte wissen, auf welche Weise das geschieht.

Ein Nebenergebnis der Versuche mit Mischkultur, auf das noch nicht hingewiesen wurde, könnte die Lösung finden helfen. Die Stämme  $310_n$  und  $71_n$  entstanden über „Gewebekultur“. Von je einem wahllos herausgegriffenen Fruchtkörper der Stämme  $310_a$  und  $71_a$  wurden Stücke steril herausgeschnitten und kultiviert. In der Mischung mit  $310_n$  unterdrückt  $71_n$  den braunen Stamm nahezu vollkommen,  $71_a$  hat dagegen auf  $310_a$  verhältnismäßig geringen Einfluß. In der Mischung mit  $Hu_n$  reagieren die Stämme  $71_a$  und  $71_n$  einheitlich. Das unterschiedliche Verhalten von  $310_a$  und  $310_n$  gegenüber dem weißen Stamm dürfte an genetischen Unterschieden liegen. Das spontane Auftreten der weißen Fruchtkörper bei dem „creme“ Stamm hat gezeigt, daß Mutationen in einzelnen Mycelteilen auftreten können.

In einer zweiten Arbeit, die in Kürze an dieser Stelle erscheint, werden die Wuchseigenschaften von  $310_a$  und  $310_n$  sowie der anderen Stämme verglichen und mögliche Hypothesen zur Erklärung des Verhaltens in Mischkultur geprüft.

### Zusammenfassung

Mischungen aus dem Mycel zweier „weißer“ oder zweier „brauner“ Stämme des Kulturchampignons hatten keinen Einfluß auf den Fruchtkörperertrag.

Bei Mischungen aus einem „weißen“ und einem „braunen“ Stamm war dagegen der Ertrag immer niedriger als erwartet und das Mycel verschwand verhältnismäßig schnell. Der Ertragsausfall beruht in der Regel auf einer Unterdrückung des braunen Stammes.

Allen, die mir bei der Durchführung der Versuche geholfen haben, danke ich herzlich.

### Literatur

- EGER, G.: Wächst zerzupftes Champignonmycel wieder zusammen, und wie ist sein Fruchtkörperertrag? Deutsche Gartenbauwirtschaft 8, 139—140 (1960).  
— Untersuchungen über die Funktion der Deckschicht bei der Fruchtkörperbildung des Kulturchampignons, *Psalliota bispora* Lge. Arch. Mikrobiol. 39, 313—334 (1961).  
ESSER, K.: Die Incompatibilitätsbeziehungen zwischen geographischen Rassen von *Podospora anserina*. III. Untersuchungen zur Genphysiologie der Barragebildung und Semi-Incompatibilität. Z. Vererbungsl. 90, 445—456 (1959).  
LAMBERT, E. B.: Improving spawn cultures of cultivated mushrooms. Mushroom Science 4, 33—51 (1959).  
TYLOR, W. S.: Mushroom strain testing. Mushroom News (Kennett Square) 9, 3, 6 (1961).

Dr. GERLIND EGER,

Max Planck-Institut für Kulturpflanzenzüchtung, Hamburg-Volksdorf