

SONDERDRUCK aus:

DIE GARTENBAUWISSENSCHAFT

In Verbindung mit der Deutschen Gartenbauwissenschaftlichen Gesellschaft e. V.

herausgegeben von

W. BUSCH
Hannover

R. FRITZSCHE
Wädenswil

W. GLEISBERG
Braunlage/Harz

P. G. DE HAAS
Hannover

R. MAATSCH
Hannove

W. NICOLAISEN
Büsum

H. RIETHUS
Berlin

Redigiert von

P. G. DE HAAS

32. (14.) BAND HEFT 6/1967

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

**Die III. Phase der Entwicklung des Champignon-Anbau-
verfahrens auf nicht kompostiertem sterilem Nährsubstrat**

Von W. HUHNKE, G. LEMKE und R. v. SENGBUSCH



Bayerischer Landwirtschaftsverlag München Basel Wien

635.82 : 631.589 : 631.879.4

Die III. Phase der Entwicklung des Champignon-Anbauverfahrens auf nicht kompostiertem sterilem Nährsubstrat

Von W. HUHNKE, G. LEMKE und R. v. SENGBUSCH

Wir haben 1965 über die II. Phase der Entwicklung einer Anbaumethode von Champignons auf nicht kompostiertem Nährsubstrat („TILL-Verfahren“) berichtet (5). In der I. Phase konnte TILL (11) zeigen, erstens, daß die Kompostierung des Nährsubstrats für den Anbau von Champignons nicht notwendig ist und zweitens, daß man das abgetragene Nährsubstrat wiederverwenden kann (7, 9, 10, 12). TILL arbeitete in der I. Phase in 1-Liter-Gläsern mit etwa 10 kg Substrat täglich. In der II. Phase wurde in 5-Liter-Polypropylengefäßen gearbeitet mit einer Tagesleistung von etwa 100 kg. Diese beiden Phasen werden noch als Laboratoriumsverfahren bezeichnet. In der angekündigten Phase nähert sich die Entwicklung der Methode dem industriell anwendbaren Verfahren. Obgleich auch dieses Stadium der III. Phase noch keine endgültige Form einer Großherstellung darstellt, so soll sie doch zeigen, welche Möglichkeiten bei einer praktischen Anwendung des Verfahrens jetzt schon gegeben sind.

Kulturräume

Wir haben unseren Versuchsbetrieb ganz auf das neue Verfahren umgestellt. Hierbei blieben die Kulturräume in der alten Form erhalten: 4,70 m × 12,50 m, 3,50 m mittlere Höhe, 288 Kisten zu je $\frac{1}{2}$ m² mit einer Kistenfüllung von 25–27 kg. Diese Räume sind voll klimatisiert. Je nach Bedarf kann die Temperatur erhöht oder mit Hilfe von Kühlmaschinen gesenkt werden. Ebenso regelbar ist die Luftfeuchte. Im Gegensatz zu den allgemein gebräuchlichen Verfahren wird der Pasteurisierraum nur noch für die Behandlung der Deckerde benutzt.

Maschinen

Für die Zubereitung des Nährsubstrates wurden folgende Maschinen beschafft:

1. für das Zerkleinern des Strohes eine Gebläse-Häckselmaschine mit einer Leistung von ca. 2000 kg/h,
2. für die Zerkleinerung des Häcksels eine Hammerschlagmühle mit einer Leistung von ca. 300 kg/h,
3. zum Mischen des Substrates und Versetzen mit Wasser eine 1000-Liter-Mischmaschine, die nach dem Doppelschneckenegenstrom-Prinzip arbeitet (Abb. 1),
4. zum Sterilisieren des Substrates zwei Tunnel-Autoklaven mit je 7 cbm Rauminhalt,
5. zur Erzeugung des für die Sterilisierung notwendigen Dampfes ein ölbefueter Dampfkessel mit max. 800 kg/h Dampfleistung.

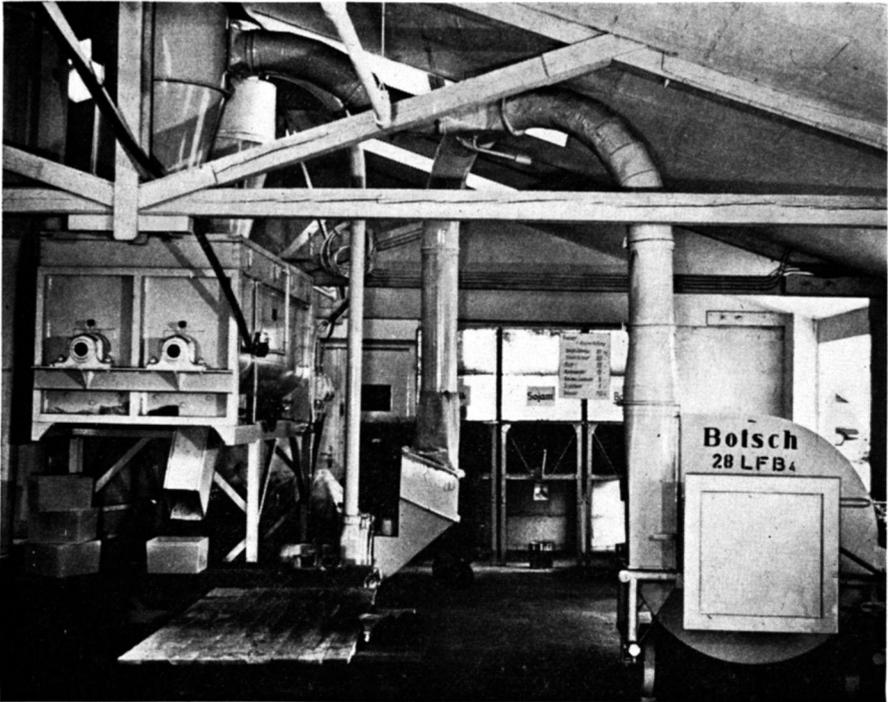


Abb. 1: Maschinen zur Substratvorbereitung und -herstellung
Machines for preparation of substrate

Nährsubstrat

Das Nährsubstrat enthält:

1. Kohlenhydrate in Form von Stroh, insbesondere Weizenstroh, Wiesen- oder Feldheu oder auch Luzerneheu,
2. Eiweiß in Form von Baumwollsaatmehl, Sojamehl, Weizenkleie, Luzernemehl oder anderem,
3. zur Erhöhung der wasserhaltenden Kraft Torfmuß und Strohmehl,
4. zur Regulierung des pH-Wertes kohlensaurer Kalk,
5. Wasser (70% des fertigen Nährsubstrates).

Sterilisier- und Anzuchtgefäße

Die Erstkonstruktion der Anzuchtgefäße aus Polypropylen konnte bei einem Fassungsvermögen von 5 Litern (Abb. 2 und 3) mit 2 kg Substrat gefüllt werden. Mit diesen Gefäßen, die einen fest schließenden Rand besitzen, haben wir gute Ergebnisse in bezug auf Mycel-Anwuchs und Ausschaltung von Fehlinfektionen erzielt. In der Weiterentwicklung wurden vergrößerte Polypropylengefäße mit einem Rauminhalt von 10 Litern (Abb. 4 und 5) und einem Substratfassungs-

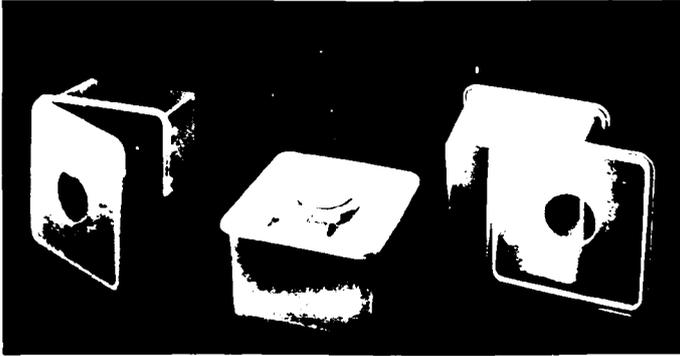
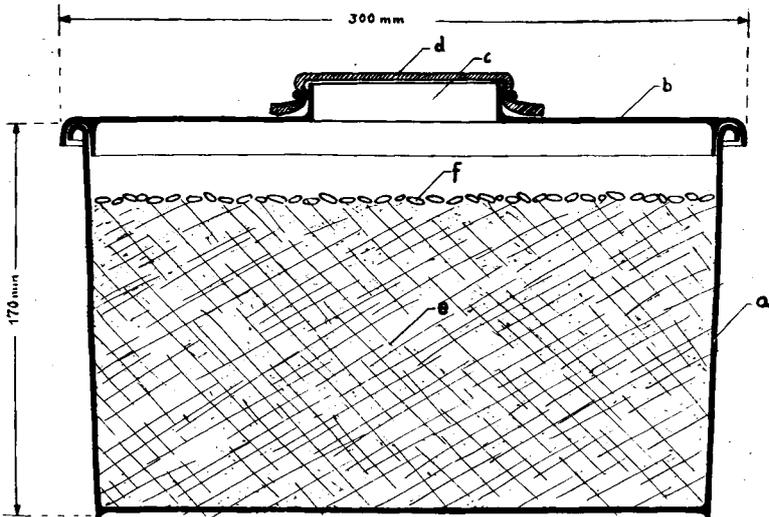


Abb. 2: Polypropylengefäß = 5 Liter
Inhalt 2 kg Nährsubstrat

*Polypropylen-container = 5 litres
contents: 2 kgs nutritive substrate*



Anzucht-Gefäß 1

Schnitt

- a = Gefäß
- b = -Deckel
- c = Impfföffnung
- d = Filter
- e = Substrat
- f = Körner-Brut

Abb. 3: siehe Abb. 2
Schnitt des Polypropylengefäßes = 5 Liter
Inhalt 2 kg Nährsubstrat

see ill. 2

*section of the polypropylen-container = 5 litres
contents: 2 kgs nutritive substrate*

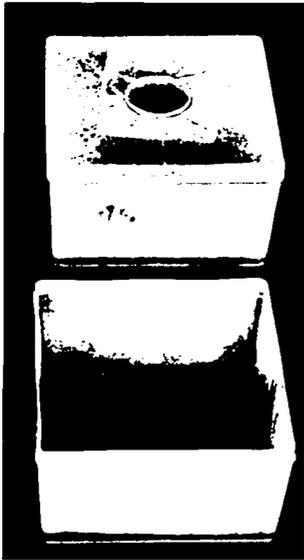


Abb. 4: Polypropylengefäß = 10 Liter
 Inhalt 4 kg Nährsubstrat
*Polypropylen-container = 10 litres
 contents 4 kgs nutritive substrate*

Substratbehälter
 Schnitt M 4:1

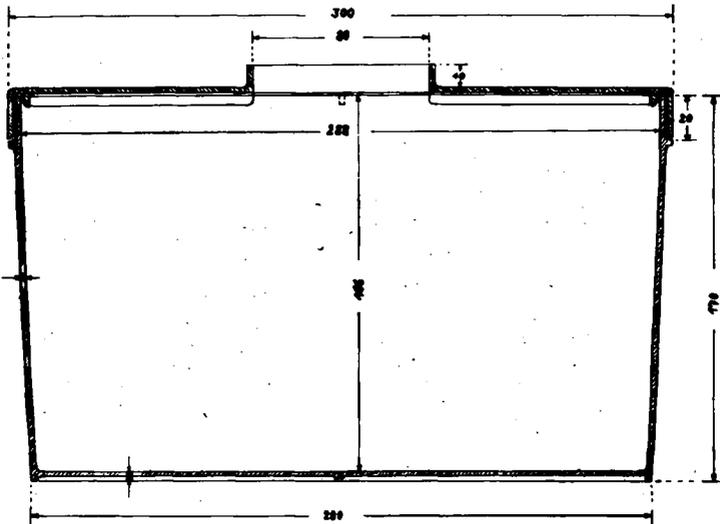


Abb. 5: siehe Abb. 4
 Schnitt des Polypropylengefäßes = 10 Liter
 Inhalt 4 kg Nährsubstrat
*see ill. 4
 section of the polypropylen-container = 10 litres
 contents: 4 kgs nutritive substrate*

vermögen von 4 kg benutzt. Bei den ersten Versuchen mit diesen Gefäßen stellte sich zunächst ein unzureichender Verschluss des Deckels mit dem Unterteil heraus. Durch Verkleben mit Tesakreppband konnte diese Infektionsquelle beseitigt werden. Die im Deckel befindliche obere Öffnung, die dem Impfen und dem Gasaustausch dient, wurde, wie auch bei den in den Vorstufen benutzten Gefäßen, mit Folie verschlossen. Versuche, bei denen Zellstoff als Verschlussmaterial verwendet wurde, zeigten, daß bei diesen Verschlüssen erstens durch verbesserten Gasaustausch ein schnelleres Durchspinnen des Nährsubstrates erzielt wird und zweitens die Infektionsgefahr sich nicht vergrößert.

Transport der Gefäße

Unsere Kulturräume haben ein Fassungsvermögen von 288 Kisten mit ca. 7,5 t Nährsubstrat. Wir benötigen rund 1800 Anzuchtgefäße für die Füllung eines Raumes. Um den Transport dieser großen Zahl von Gefäßen zu rationalisieren, wurden Wagen konstruiert, die 30 Gefäße in 5 Schichten übereinander fassen. Nach dem Füllen mit Nährsubstrat werden die Gefäße in diese Wagen gesetzt. Jeder Autoklav faßt 6 Wagen mit 180 Gefäßen, das sind ca. 750 kg Nährsubstrat (Abb. 6). Durch Herausziehen der Gefäße aus dem Wagen jeweils in Gruppen zu dreien nach der Autoklavierung (Abb. 7) wird ein schnelles Beimpfen möglich. Die Wagen mit den beimpften Gefäßen werden in den Anwuchsraum gerollt und dort mit dem Gabelstapler zu zweien übereinandergestapelt (Abb. 8). Nachdem das Mycel das Substrat durchwachsen hat, werden die Gefäße auf vollkommenes Durchspinnen und Fehlinfektionen durchgesehen und die nicht vollständig durchgewachsenen sowie die infizierten Gefäße eliminiert. Anschließend rollen die Wagen zur Aufmischmaschine. In dieser wird das Nährsubstrat aufgeschüttelt (zerkleinert) und je nach Rezept mit eiweißhaltigen Substanzen gemischt und somit aufgewertet.

Das Autoklavieren

Das Nährsubstrat hat, wie wir in den ersten Versuchen feststellten, nach dem Autoklavieren einen sehr hohen Kohlensäuregehalt (bis zu 8% und mehr). Bei einem so hohen Kohlensäuregehalt wird das Mycelwachstum des Champignons gehemmt. Um die während des Autoklavierens freiwerdende Kohlensäure im Nährsubstrat und im freien Raum der Substratbehälter zu reduzieren, wird während des Autoklavierens laufend Dampf abgelassen und durch Frischdampf ersetzt. Damit ergibt sich die Möglichkeit, die gebildete Kohlensäure mit dem ständig strömenden Dampf abzuführen und sie somit in niedrigen Konzentrationen zu halten.

Eine weitere Möglichkeit zur Herabsetzung der entstandenen Kohlensäure nach beendeter Autoklavierung ist durch die Art der Abkühlung gegeben. Je plötzlicher diese erfolgt, um so stärker ist die Vakuumbildung im Autoklaven. Je kräftiger das Vakuum, um so intensiver ist der Gasaustausch zwischen dem Gefäßinneren und der zum Druckausgleich und zur Wiederbelüftung in die Autoklaven einströmenden Frischluft. Hierbei ist es besonders wichtig und unumgänglich, daß die Frischluft über ein Bakterienfilter in den Autoklaven gesaugt wird.

Die Autoklavierungstemperatur beträgt 121–130 °C. Die Dauer des Aufheizens, d. h. bis die gewünschte Autoklavierungstemperatur im Innern des Substrates



Abb. 6: Wagen mit 10-Liter-Gefäßen
à 30 Stück, $\times 4 \text{ kg} = 120 \text{ kg}$
Einfahren in den Autoklaven

*Car with 10-litres containers per 30 pcs.
 $\times 4 \text{ kgs} = 120 \text{ kgs}$
carting in to autoclave*

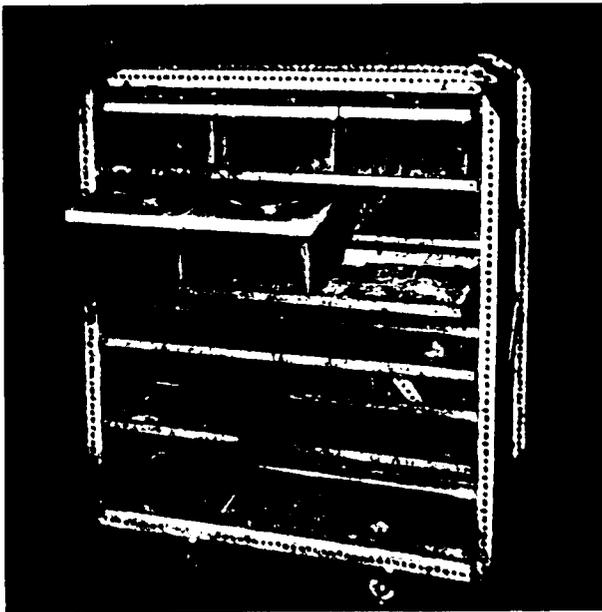


Abb. 7: Wagen mit 30 Gefäßen (10 Liter)
Car with 30 containers (10 litres)



Abb. 8: Anwuchsraum (Gefäße auf Wagen)
Übereinanderstapeln der Wagen mit dem Gabelstapler

*Spawn running room (containers on car)
Piling up the cars with the Gabelstapler*

erreicht ist, beträgt 3 Stunden. Danach wird die Temperatur noch 2 Stunden gehalten und anschließend der Abkühlvorgang eingeleitet. Die Abkühlung erfolgt durch Kühlwasser, das im äußeren Mantel des Autoklaven zirkuliert. Die Dauer des Abkühlens beträgt je nach der zur Verfügung stehenden Kühlwassertemperatur etwa 7–12 Stunden. Der gesamte Vorgang des Autoklavierens läßt praktisch nur eine Autoklavierung je Tag zu. Bei günstiger Kühlwassertemperatur und unter Ausnutzung der Nachtzeit wären 2 Chargen innerhalb 24 Stunden möglich. Die Temperatur im Nährsubstrat muß nach der Abkühlung mindestens auf $+33^{\circ}\text{C}$ abgesunken sein. Versuche haben gezeigt, daß die letale Temperatur des Champignonmycels oberhalb $+35^{\circ}\text{C}$ liegt (6).

Das Beimpfen

Das Beimpfen mit Champignon-Körnerbrut erfolgt obenauf durch die im Deckel der Substratbehälter vorhandene Öffnung. Es werden etwa 2,5% Brut – bezogen auf das Substratgewicht – verwendet. Bezüglich des Beimpfens sind keine wesentlichen Neuerungen gegenüber der in unserer früheren Veröffentlichung beschriebenen Methode vorgenommen worden.

Eine zusätzliche Kontrollmaßnahme wurde neu eingeführt, um zu prüfen, ob die verwendete Brut und das verwendete Nährsubstrat in Ordnung sind. Es werden Proben der Brut auf steriles Nährsubstrat der zu beimpfenden Substratmischung in 1-Liter-Gläser geimpft und diese mit Folie verschlossen. Die Brut wird anschließend an die Impfung durch Schütteln in das Substrat eingemischt. Bei 24 °C Raumtemperatur entwickelt sich die Brut in wenigen Tagen und das Wachstum kann bonitiert werden. Entwickelt sich das Mycel nur schlecht oder gar nicht, dann war entweder die Brut geschädigt oder das Nährsubstrat nicht ausreichend entgast.

Der Durchwuchs

Bei unseren ersten Versuchen in der III. Phase mit nicht zugeklebten 10-Liter-Anzuchtbehältern und ohne die hier beschriebenen Maßnahmen zur Entfernung der Kohlensäure beim Autoklavieren haben wir in Extremfällen mit Verlusten durch Fremdinfectionen und durch schlechten Anwuchs oder nicht ausreichendes Durchspinnen bis zu 40% rechnen müssen. Nach Beseitigung der Infektionsquellen und nach der Reduzierung der Kohlensäure vor dem Beimpfen fiel die Zahl der Ausfälle durch Fremdinfection und schlechtes Mycelwachstum auf 2–3%. Die Durchwuchszeit verkürzte sich im Zusammenwirken aller genannten Maßnahmen von vorher 8–10 Wochen auf nun 4–8 Wochen.

Aufschütteln, Mischen und Aufwerten

Das fertig durchspinnene Nährsubstrat wird in der Mischmaschine aufgeschüttelt, d. h. es wird maschinell zerkleinert und gleichmäßig durch Mischen mit eiweißhaltigen Stoffen im Nährstoffgehalt aufgewertet (8). Eiweißhaltige Stoffe, die wir verwenden, sind: Baumwollsaatmehl, Weizenkleie, Luzernemehl, Sojamehl u. a. Anschließend wird das aufgewertete Substrat in die Kulturkisten gefüllt, sofort mit Deckerde gedeckt und im Ernteraum aufgestellt. Heute ist die Frage noch offen, ob wir dieses Eiweiß bereits vor dem Autoklavieren dem Nährsubstrat zugeben können und dadurch die gleichen Erträge wie bei der späteren Zugabe nach dem Durchwachsen erreichen. Bisher haben solche Versuche, die Eiweiß-Aufwertung vor dem Autoklavieren zu geben, nicht den gleichen Erfolg gehabt. Wir vermuten erstens, daß das Eiweiß durch die Erhitzung während der Autoklavierung doch eine teilweise Minderung der Qualität erleidet und zweitens, daß die Steigerung der Eiweißmenge vor dem Autoklavieren zu einer noch höheren Kohlensäureproduktion führt und damit der pH-Wert ungünstig verändert wird. Inwieweit gleichzeitige Steigerung der Kalkgabe dabei einen Ausgleich schafft, ist noch nicht mit Sicherheit geklärt. Über entsprechende Versuche zur Beantwortung dieser Fragen wird an anderer Stelle berichtet.

Wirkung des Aufschüttelns

Es wurden die Erträge von nicht aufgeschütteltem und aufgeschütteltem durchwachsenen Nährsubstrat (ohne Eiweiß-Aufwertung) miteinander verglichen (Abb. 9). Dabei zeigte sich, daß normalerweise eine Steigerung des Ertrages schon allein durch das Aufschütteln zu erreichen ist: erstens setzen die Erträge beim aufgeschüttelten Substrat früher als beim nicht aufgeschüttelten ein und

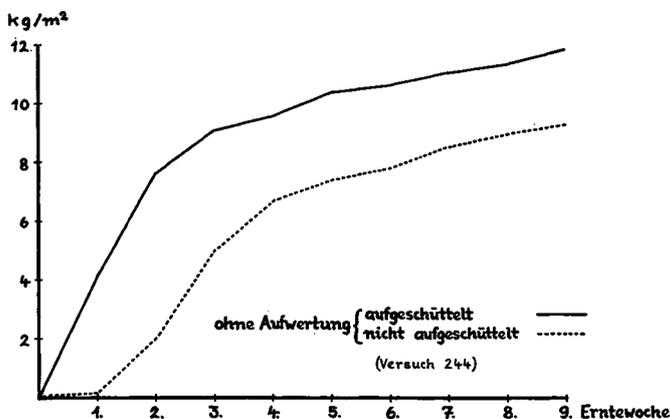


Abb. 9: Wirkung von Aufschütteln und Nichtaufschütteln bei durchwachsenem Nährsubstrat auf die Höhe des Ertrages

Anm. zu den Abb. 9, 11, 12, 13, 16 und Übers. 2
 $\text{m}^2\text{-Erträge} = 50 \text{ kg Substrat/m}^2$
 = abgeschnittene Pilze (15% Schnittverlust)

Effect of shaking-up and non-shaking-up at through-spawned nutritive substrate to the high of the yield

Remark to the table 2 and figures 9, 11, 12, 13, 16
 $\text{m}^2\text{-yields} = 50 \text{ kgs substrate/m}^2$
 = cut off mushrooms (15% cut-loss)

zweitens sind die Erträge höher als bei nicht aufgeschütteltem Material. Allerdings reagieren die Champignonsorten nicht alle mit dem gleich hohen Effekt. Die Tatsache aber, daß das Schütteln in der Regel einen positiven Einfluß auf den Ertrag ausübt, ist insofern günstig, als erst hierdurch das Aufmischen zur Aufwertung mit Eiweiß möglich wird. Eine Aufwertung ohne Schütteln des Materials wäre praktisch nicht durchzuführen.

Folgen der Aufwertung nach dem Durchwuchs

Nach dem Aufwerten des durchwachsenen Nährsubstrates mit eiweißhaltigen Stoffen und dem anschließenden Abdecken tritt eine Temperaturerhöhung (6) im Substrat ein. Diese kann in den Kulturkisten eine Höhe erreichen, die für das Champignonmycel letal ist. Vermutlich kommt es hier zu einer bakteriellen Tätigkeit, die die Ursache dieser erhöhten Temperatur ist. Während der sterilen Anzucht des Mycels kommt es ebenfalls zu Temperaturerhöhungen, die aber in dieser Phase niemals die letale Grenze überschreiten (entsprechende Ergebnisse werden an anderer Stelle veröffentlicht [6]). Durch Kühlung der Räume, entweder mit Außenluft oder mit einer Kühlanlage, muß versucht werden, die Temperatur in den für das Champignonmycel erträglichen Grenzen zu halten. Ohne Aufwertung mit Eiweißträgern kommt es nicht zu diesen gefährlichen Temperaturerhöhungen. Die Temperaturerhöhungen sind am geringsten bei nicht aufgeschütteltem und nicht aufgewertetem Material (Abb. 10).

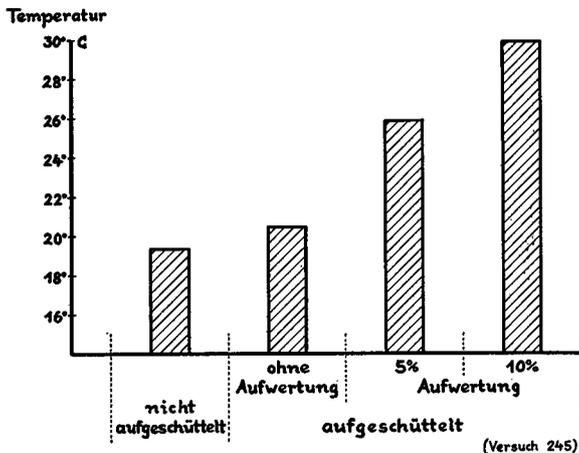


Abb. 10: Temperaturerhöhung im durchwachsenen Substrat nach dem Aufschütteln und Aufwerten

Temperature increase in through-spawned substrate after shaking-up and revalorization

Erträge in Abhängigkeit von der Art der eiweißhaltigen Substanzen bei der Herstellung und Aufwertung des Nährsubstrates

Es konnte beobachtet werden, daß ein Austausch der verschiedenen eiweißhaltigen Substanzen bei der Herstellung des Nährsubstrates nur einen geringen Einfluß auf den Ertrag hat (Abb. 11a), während die Zugabe von verschiedenartigem Eiweiß beim Aufwerten sich stärker auf die Höhe des Ertrages auswirkt (Abb. 11b). Es ist eine Komplementärwirkung zu erkennen. Wenn bei der Herstellung des Nährsubstrates Luzerne verwendet worden ist, dann zeigen Weizenkleie oder Baumwollsaatmehl bei der Aufwertung eine gute Wirkung. Bei Verwendung von Luzerne zur Herstellung und zur Aufwertung wird nicht die gleiche Steigerung des Ertrages erreicht.

Möglichkeiten der Ertragssteigerung durch erhöhte Eiweiß-Aufwertung

Gesteigerte Mengen eiweißhaltiger Substanzen zur Aufwertung bewirken einen Ertragsanstieg. Ob wir bereits das Maximum der Eiweiß-Aufwertung erreicht haben, wissen wir heute noch nicht. Die Temperatur, die nach der Aufwertung eintritt, setzt der Steigerung eine natürliche Grenze (Abb. 12). Außerdem stellten wir fest, daß mit Vergrößerung der Kulturgefäße und damit Erhöhung des Substratinhaltes sowie stärkerer Schichtdicke zusätzlich die Gefahr des Überschreitens der letalen Temperatur steigt. Die Folge dieser Verhältnisse ist, daß in der Regel die relativen Erträge (bezogen auf Substratinhalt) in kleineren Gefäßen höher sind als in Kulturkisten (Übersicht 1). Die Gefahr einer zu hohen Temperatur nimmt mit der Steigerung der Eiweiß-Aufwertung und dem Größerwerden der Gefäße zu. Nur wenn man die Temperatur völlig beherrscht, können mit höheren Eiweiß-Aufwertungen und in größeren Behältern Höchstertträge erreicht werden.

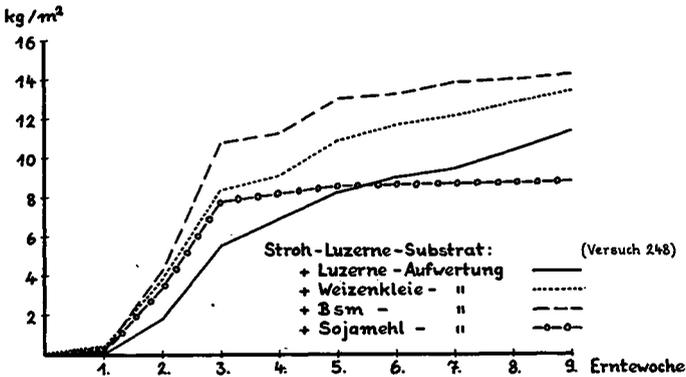
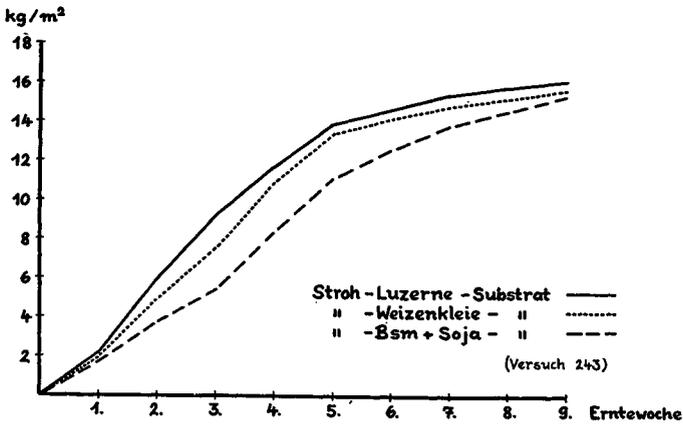


Abb. 11: Wirkung verschiedenartiger Eiweiß-Gaben auf die Höhe des Ertrages

a zur Substrat-Aufbereitung

Anm. zu den Abbildungen 11a, 11b, 12:

Bsm = Baumwollsaatmehl

Soja = Sojamehl

b zur Aufwertung nach dem Durchwuchs

Effect of different protein-supplements to the high of yield

a for substrate-production

Remark to the figures 11a, 11b, 12:

Bsm = cotton seed meal

Soja = soya bean meal

b for revalorization after through-spawning

Erträge in Abhängigkeit von Sorten und Stämmen

Für Ertragsprüfungen verwendeten wir eigene Stämme und zum Vergleich bekannte Champignonsorten (Abb. 13). Es zeigte sich, daß erstens Unterschiede

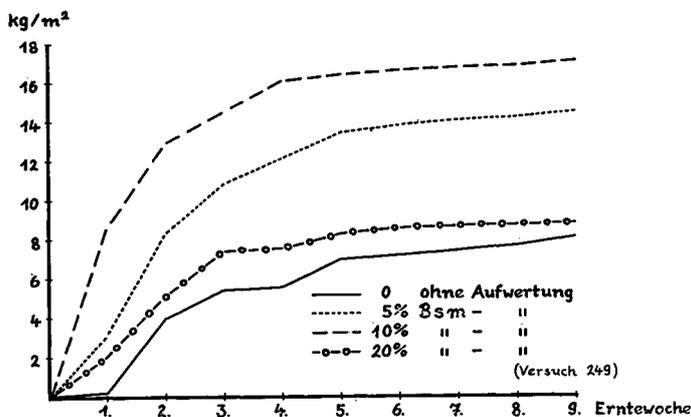


Abb. 12: Steigerung der Erträge durch verstärkte Eiweiß-Aufwertung. Überhöhte Eiweißgaben – 20% – bewirken Überschreiten der Letaltemperatur und damit Ertragsminderung

Increase of yields by concentrated protein-revalorization. Surmounted protein-supplements – 20% effect the exceeding of the lethal temperature and also diminution of yield

ÜBERSICHT 1:

Temperaturerhöhung mit zunehmender Gefäßgröße und gesteigerter Eiweiß-Aufwertung

Temperature increase at larger vessels and increased protein-revalorization

	Poly-Beutel	kleine Plastikgefäße	große	Kisten
Substrat-Inhalt	1,5 kg	2 kg	4 kg	25 kg
Aufwertung				
30%	24,5 °C	30,0 °C	43,0 °C	—
25%	23,0 °C	34,5 °C	31,5 °C	—
20%	22,0 °C	22,0 °C	31,0 °C	47,0 °C
15%	19,5 °C	19,0 °C	24,5 °C	30,5 °C
10%	18,5 °C	18,0 °C	18,0 °C	26,0 °C
5%	17,0 °C	—	—	21,0 °C
keine	16,5 °C	—	—	17,5 °C

(Versuch 248)

im Gesamtertrag nach der Erntedauer von 9 Wochen zu beobachten sind, zweitens daß der Termin des Erntebeginnes sehr unterschiedlich ist und drittens, daß der Ernteverlauf sehr verschieden sein kann.

Unterschiedlicher Ertragsverlauf von Sorten und ökonomische Bewertung

Die genannten Beobachtungen legen den Gedanken nahe, den Ertrag und den Ernteverlauf einer Sorte nicht mehr in der Weise zu charakterisieren, daß man

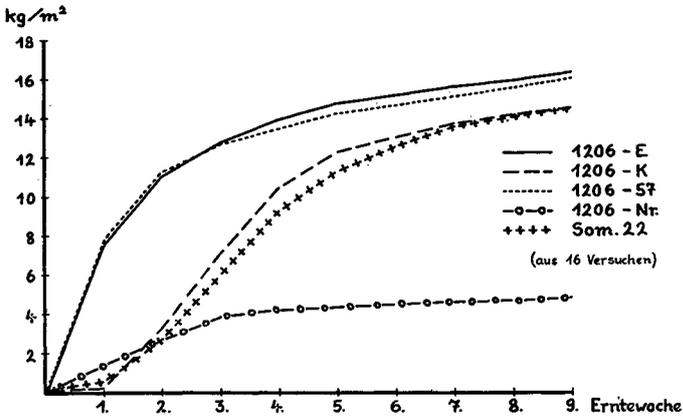


Abb. 13: Einfluß von Sorten und verschiedenen Zuchtstämmen auf den Ertrag
Influence of strains and different breeding-strains to the yield

– wie bisher üblich – nur die Zeit ab Erntebeginn wertet, sondern daß auch Erntedauer und -verlauf in Beziehung zur Gesamtzeit ab Decktermin gesetzt werden. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß man den Ertrag nicht nur in seiner absoluten Höhe bewertet, sondern auch in Beziehung zur tatsächlichen Kulturdauer im Ernteraum setzt. Bei einem solchen Verfahren ist man in der Lage, den wirklichen Ertrag des Kulturraumes für die Zeiteinheit eines Jahres, einer Woche bzw. eines Tages zu errechnen. Für jeden dieser Zeiträume ergibt die tatsächlich darauf entfallende Erntemenge den wirklichen Brutto-Geldertrag, von dem dann jeweils die Erzeugungskosten für den entsprechenden Zeitraum abgezogen werden müssen.

Diese Überlegungen mit anderen Worten erläutert:

Zwei Champignonsorten, die in 8 Wochen etwa gleich hohe Erträge liefern, können je nach Dauer der ertraglosen Zeit ab Raumbeschickung bis zum Erntebeginn sowie je nach Verlauf der Ernte ganz verschieden wertvoll für den Anbauer sein. Man wird deshalb in Zukunft zwischen Sorten mit einem frühen und späten Erntebeginn unterscheiden müssen sowie solchen, die einen kurzen raschen Ernteverlauf haben und anderen, bei denen die Ernte lange und kontinuierlich anhält. Die Anbauer werden diese Sorteneigenschaften bei der Organisation ihres Betriebes und den Rentabilitätsberechnungen berücksichtigen müssen.

Erträge in Abhängigkeit von der Art der Vermehrung der Zuchtstämme bei der Brutherstellung

Bei unserem neuen Verfahren ist eine der Voraussetzungen für das Gelingen eine absolut sterile Brut und ferner eine Brut, die die Eigenschaft „Hemmungslos“ nicht besitzt. Wir haben bei unseren Versuchen zur Brutherstellung immer wieder beobachtet, daß die meisten Sorten und Stämme, sei es durch Mutation, sei es

durch Dauermodifikation, entarten können. Eine Form dieser Entartung nennen wir „Hemmungslos“. Dabei kommt es während der Bruterzeugung in den Brutflaschen zur Bildung von Mycelklumpen. Nach dem Spicken erfolgt auch in dem Substrat die Bildung von Mycelzusammenballungen (Abb. 14 und 15). Die

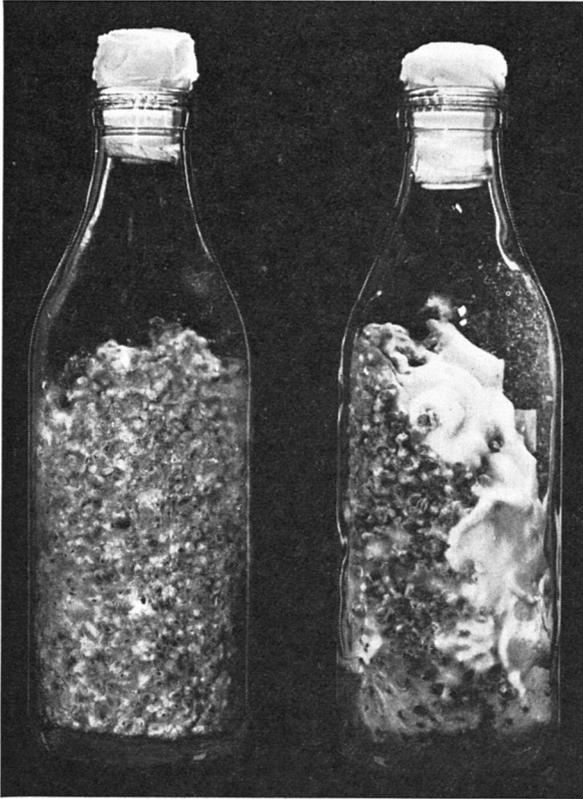


Abb. 14: Entartung eines Stammes zu „Hemmungslos“
(rechts)

*Degeneration of a strain to „stoppage-less“
(on the right)*

Fruchtkörperbildung ist ganz oder teilweise unterbunden. Diese Erscheinung hat uns im Laufe der letzten Jahre erheblich beschäftigt. Bei der Brutherstellung haben wir auf relativ einfache Weise ein Kontrollsystem für die „Sterilität“ der Brut erarbeiten können, es war aber sehr schwer, zu erkennen, wann eine Brut die Tendenz „Hemmungslos“ hat und wann nicht. Durch konsequente Selektion sind wir jetzt in der Lage, die Entartung „Hemmungslos“ weitgehend zu eliminieren.

Wir hatten für dieses Ziel verschiedene Arten der Vermehrung von Stämmen und Sorten vorgenommen. Dieses Brutmaterial, das auf verschiedene Weise vermehrt worden war, wurde auch zur Prüfung auf Ertrag herangezogen, darunter

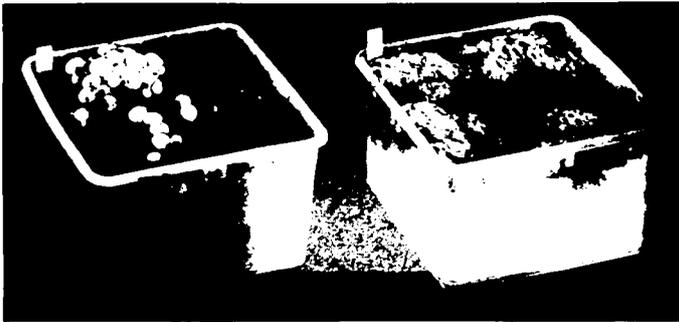


Abb. 15: links: Stamm normal
rechts: zu „Hemmungslos“ entartet

*on the left: strain normal
on the right: degenerated to "stoppage-less"*

der Stamm 1206-E, eine eigene Einsporkultur (FRITSCHÉ u. v. SENGBUSCH, 1). Von einem Pilz dieses Stammes wurden Sporen gewonnen und verschiedene Aus-saaten dieses Sporenmusters getrennt voneinander auf übliche Weise vermehrt (1206-Nummern). Vom gleichen Stamm wurde eine Vielsporvermehrung auf Kompostunterlage (1206-K) hergestellt. In der Abbildung 16 sind die Erträge dieser verschiedenen Vermehrungsarten von Stamm 1206-E wiedergegeben. Es zeigte sich, daß 1206-Nummern und 1206-K im Ertrag stark unterschiedlich sind und die Nummern nur etwa die Hälfte des 1206-K-Ertrages aufweisen. Eine dieser Vielsporvermehrungen mit der Nummer 57 (1206-57) hat einen etwa gleich hohen Ertrag wie 1206-E und 1206-K. Das heißt, es gibt Vielsporvermehrungen eines Einzelpilzes aus der Einsporkultur 1206-E, die in der Nachkommenschaft sehr hohe und andere, die sehr niedrige Erträge liefern. Dieses Ergebnis bestätigt, daß

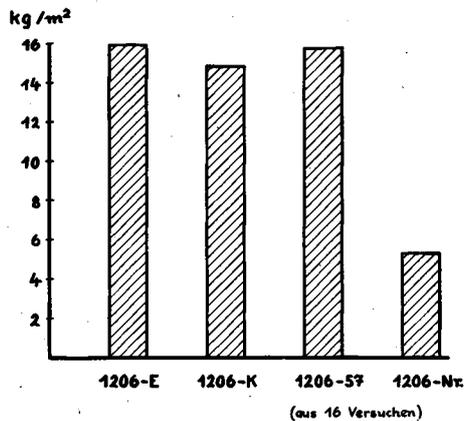


Abb. 16: Verschiedene Vermehrungsarten von Vielsporkulturen gleicher Abstammung ergeben unterschiedliche Erträge

Various kinds of increase of multisporecultures of the same descent bring different yields

der Qualitätsspruch „Brut aus Vielsporvermehrungen“ mit Vorsicht aufzunehmen ist. Wenn Vielsporkulturen auf Sporenmischungen eines Pilzes aufgebaut werden, kann eine solche Vermehrungsart zu einem negativen Ergebnis führen. Das Beispiel 1206-Nummer-57 zeigt andererseits, daß daraus auch Nachkommenschaften hervorgehen können, die dem Ausgangsmaterial einer Einsporkultur gleichwertig oder sogar überlegen sind. Nacheinanderfolgende Versuche, in denen 1206-E Verwendung gefunden hat, zeigen, daß bei einer sorgfältigen Vermehrung einer solchen Einsporkultur die Erträge konstant hoch bleiben (FRITTSCH 2, 3, 4).

Regelmäßig hohe Erträge als Kriterium des neuen Anbauverfahrens

In unserer Veröffentlichung über die II. Phase des Verfahrens hatten wir Mitteilungen über Erträge gemacht. Diese Erträge waren unter den damaligen Miniaturverhältnissen erzielt worden. In der III. Phase war die Frage zu prüfen, ob im „Großanbau“ gleichhohe oder höhere Erträge zu erzielen sind.

In einer Reihe von Versuchen mit größeren Zahlen von Kulturkisten erreichten wir mit dem Stamm 1206-K in sechs Fällen einen Durchschnittsertrag von 34% des Nährsubstrates = 17 kg/m² von 50 kg Substrat/m² (geschnittene Pilze, Schnittabfall 15%) (Übersicht 2). Diese Ergebnisse zeigten uns erstmalig, daß wir auch im „Großanbau“ der III. Phase der Entwicklung relativ hohe Erträge, sogar höhere als in den Vorstufen, regelmäßig erzielen können, wenn alle Erfahrungen bezüglich der Verbesserung des Verfahrens genutzt werden.

ÜBERSICHT 2:

Konstant hohe Erträge mit dem Stamm 1206-K bei wiederholten Großversuchen in der III. Phase des „TILL-Verfahrens“

Constant high yields with the strain 1206-K at repeated large-experiments in the IIIrd phase of the "TILL-procedure"

Versuchs-Nr.	Ertrag kg/m ²	in % vom Substrat
228	17,562	35,124
229	17,066	34,132
230	17,288	34,576
231	16,174	32,348
233	17,334	34,668
234	17,257	34,514
∅	17,113	34,227

Zusammenfassung

In der III. Phase, im Großanbau des „TILL-Verfahrens“, konnte der Beweis erbracht werden, daß mit dem neuen Verfahren auch unter praxisähnlichen Bedingungen hohe Champignonenerträge zu erzielen sind. Verbesserungen bei der Kohlensäurereduzierung, bei den Gasaustauschfiltern und bei der Nährsubstrat-Zusammensetzung führten zu verkürzten Myceldurchwuchszeiten und zu weite-

ren Ertragssteigerungen (bis 40% Pilze vom Nährsubstrat.) Verstärkte Eiweiß-Aufwertungen nach dem Durchwachsen wirken positiv auf die Pilzerträge, vergrößern aber gleichzeitig die Gefahr schädigender Temperaturerhöhungen. Mit geeigneten Kühlmaßnahmen ist es möglich, Überhitzungsschäden zu vermeiden.

Es konnten bei Sporenaussaaten eines Zuchtstammes sehr große Ertrags-Unterschiede festgestellt werden. Unterschiedliches Verhalten im Ertragsverlauf von Champignonsorten ist neben der Ertragshöhe gleichfalls entscheidend für die Rentabilität von Anbaubetrieben. Die ertraglose Zeit einer Kultur vom Einbringen und Decken bis zum Erntebeginn sollte bei Ertragsangaben von Sorten in die Berechnungen mit einbezogen werden.

Summary

The IIIrd phase of development in the mushroom cultivation procedure on non composted sterile substrate

At the application of the new procedure according to the conditions which are useable in commercial enterprises, large yields have been realized at the IIIrd phase of the "TILL-method." The reduction of carbonic acid, the improvements of filters for exchanging gas and new compositions of nutritive-substrate resulted in shorter periods of spawn running. Besides, all improvements have increased the yield up to 40% of mushrooms according to the weight of substrate. Intensified protein-supplements after growing of mycelium, are positive for the yields, but at the same time they raise the danger of injuring temperature-increase. With suitable refrigerating-methods it is possible, to avoid losses in overheating. Spore-seedings of one variety brought very large differences in yield. Course of yield of different varieties is as important as the definitive result for the profit of any commercial enterprise. The time without yield has to be calculated, if the results of some varieties are compared.

Résumé

La IIIième phase de développement du procédé de culture du champignon de couche dans un substrat stérile et pas composté

En appliquant le nouveau procédé aux conditions qui sont utilisées dans des entreprises commerciales, on a obtenu de grands rendements à la IIIième phase de la »Till-méthode«. La réduction de l'acide carbonique, les améliorations des filtres pour l'échange du gaz et de nouvelles compositions du substrat ont donné des périodes plus courtes pour l'envahissement du mycelium. Au surplus toutes ces améliorations ont augmenté jusqu'à 40% le rendement des champignons par rapport au poids du substrat. Après la croissance du mycelium des suppléments renforcés de protéine ont sur le rendement des effets positifs, mais en même temps ils haussent le danger d'élévations de température provoquant des lésions. Il est possible de prévenir ces dommages, causés par trop de chaleur en utilisant des moyens de rafraîchissement appropriés.

Les ensemencements des spores d'une souche ont permis de démontrer de grandes différences dans les rendements. La variation au cours de la récolte des diverses variétés de champignons est de même que le rendement final décisive pour la rentabilité d'une entreprise commerciale. On doit calculer le temps sans rendement quand on compare les résultats des souches les uns par rapport aux autres.

Literatur

1. FRITSCHÉ, G. u. R. v. SENGBUSCH: Die züchterische Bearbeitung des Kulturchampignons, Probleme und erste eigene Ergebnisse. *Züchter*, **32**, 189–199, (1962). – 2. FRITSCHÉ, G.: Versuche zur Erhaltungszüchtung beim Kulturchampignon. I. Vermehrung durch Teilung des Mycels. *Züchter*, **36**, 66–79, (1966). – 3. FRITSCHÉ, G.: Versuche zur Erhaltungszüchtung beim Kulturchampignon. II. Vermehrung durch Gewebekulturen. *Züchter*, **36**, 224–233, (1966). – 4. FRITSCHÉ, G.: Versuche zur Erhaltungszüchtung beim Kulturchampignon. III. Vermehrung durch Vielsporaussaat. *Züchter*, **37**, 109–119, (1967). – 5. HUHNKE, W., G. LEMKE u. R. v. SENGBUSCH: Die Weiterentwicklung des TILL'schen Champignon-Kulturverfahrens auf nicht kompostiertem sterilem Nährsubstrat (II. Phase). *Gartenbauwissenschaft*, **30**, 189–207 (1965). – 6. HUHNKE, W. u. R. v. SENGBUSCH: Die Bedeutung der Temperatur bei der Kultur des Champignons insbesondere beim „TILL-Verfahren“. *Gartenbauwissenschaft*, **32**, 387–398 (1967). – 7. LEMKE, G.: Champignonkultur auf sterilisiertem abgetragenen Kompost mit „Startdüngung“. *Deut. Gartenbauwirts.* **11**, 93, (1963). – 8. LEMKE, G.: Champignonkultur auf nicht kompostiertem Strohs substrat mit „Startdüngung“. *Deut. Gartenbauwirts.* **11**, 167–169, (1963). – 9. LEMKE, G.: Die Möglichkeit der Wiederverwendung von abgetragenen Kompost für die Champignonkultur. *Gartenbauwissenschaft*, **28**, 565–570, (1963). – 10. TILL, O.: Wiederverwendung von abgetragenen Kompost zur Erhöhung der Rentabilität des Champignonanbaues. *Deut. Gartenbauwirts.*, **9**, 216–217, (1961). – 11. TILL, O.: Champignonkultur auf sterilisiertem Nährsubstrat. *Deut. Gartenbauwirts.*, **9**, 215–216, (1961). – 12. TILL, O.: Champignonkultur auf sterilisiertem Nährsubstrat und die Wiederverwendung von abgetragenen Kompost. *Mushroom Sci.* **5** 127–133, (1962).