

457

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
Hannover

W. NICOLAISEN
Büsum

H. RIETHUS
Berlin

Redigiert von

P. G. DE HAAS

32. (14.) BAND HEFT 5/1967

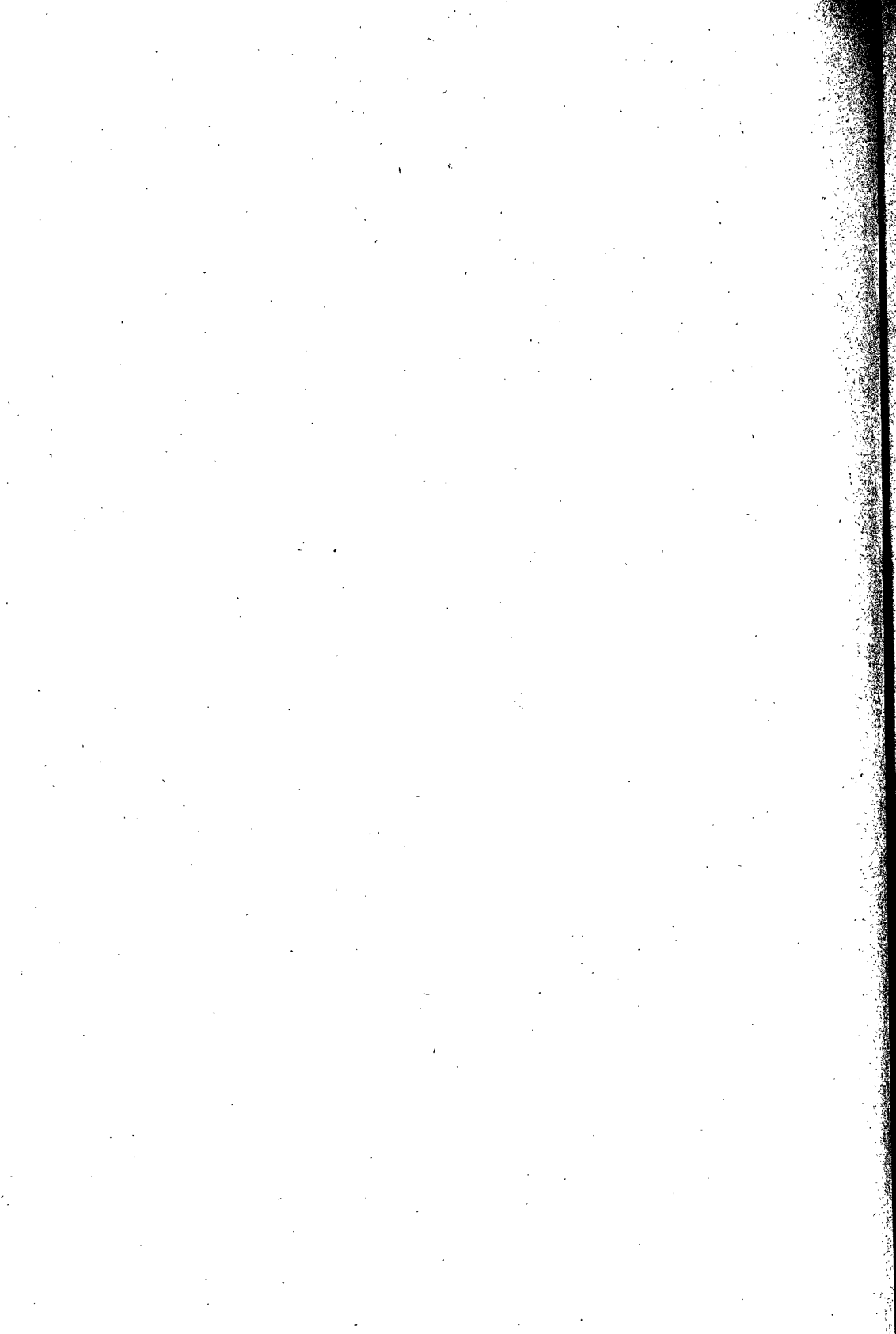
Aus dem Max-Planck-Institut für Kulturpflanzenzüchtung, Hamburg-Volksdorf
Direktor: Prof. Dr. R. v. Sengbusch

**Die Bedeutung der Temperatur bei der Kultur
des Champignons insbesondere beim „TILL-Verfahren“**

Von W. HUHNKE und R. v. SENGBUSCH



Bayerischer Landwirtschaftsverlag München Basel Wien



635.82 : 581.14.036

Die Bedeutung der Temperatur bei der Kultur des Champignons insbesondere beim „TILL-Verfahren“

VON W. HUHNE UND R. V. SENGBUSCH

Beim klassischen Champignon-Anbauverfahren spielt die Temperatur bei der Kompostbereitung, beim Pasteurisieren und beim Anwachsen in den Kulturgefäßen eine große Rolle.

Bei unserem Verfahren unter Verwendung von nicht kompostiertem sterilem Nährsubstrat („TILL-Verfahren“) beginnt die Kontrolle der Temperatur beim Autoklavieren. Höhe und Dauer der Autoklaviertemperatur sind ausschlaggebend für die Sterilität des Nährsubstrates.

Wir werden uns im nachfolgenden nicht mit der Temperatur befassen, die zur Sterilisierung eines Nährsubstrates erforderlich ist.

In allen Phasen, in denen Champignon-Mycelwachstum vor sich geht, haben die optimale und die letale Temperatur eine entscheidende Bedeutung für das Mycelwachstum. Nach der Sterilisierung des Substrates muß dessen Temperatur für das Beimpfen auf mindestens unter 33 °C abgekühlt sein. Die besten Ergebnisse wird man erzielen, wenn die Substrattemperatur für das Wachstum des Champignonmycels optimal ist.

Während des Anwachsens in der sterilen Phase kann durch Regulierung der Raumtemperatur ein Einfluß auf die Substrattemperatur ausgeübt werden. Nach dem Aufschütteln und Aufwerten ändern sich die Temperaturen. Vor allem bei großen Schichtdicken und einer hohen Eiweißaufwertung kommt es zu einem Temperaturanstieg. In dieser Phase ist die Regulierung der Substrattemperatur, insbesondere die Verhinderung der Überschreitung der letalen Grenze, mitentscheidend für die Höhe der Fruchtkörpererträge.

Das Wachstum des Champignonmycels auf sterilisiertem Nährsubstrat während der sterilen Phase bei verschiedenen Temperaturen

Es war bisher versuchstechnisch schwer zu bestimmen, mit welcher Intensität sich das Champignonmycel bei verschiedenen Temperaturen entfaltet. Für die Untersuchung dieser Frage entwickelten wir eine Versuchsanordnung mit Kulturflaschen, die Champignonbrut, in steriles Nährsubstrat eingemischt, enthalten. Die Flaschen mit dem beimpften Substrat werden steril belüftet. Sie haben eine Größe von 5 Litern (Abb. 1).

Gleich nach dem Beimpfen werden die Flaschen in mit Wasser gefüllte Gefäße eingesetzt. Das Wasser als Wärmeübermittler reguliert die Temperaturen inner-

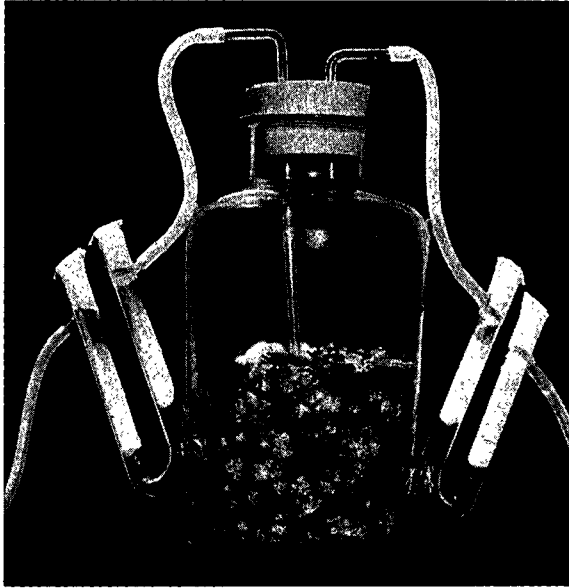


Abb. 1: 5-l-Kulturflasche für Temperaturversuch
 Inhalt: Steriles Nährsubstrat mit eingemischter Champignonbrut,
 aktive Belüftung über sterile U-Filter

5-ltrs.-container for temperature-experiment

Contents: Sterile nutrient-substrate with mixed in mushroomspawn, active ventilation by sterile U-filters

halb der Kulturflaschen. Dabei wird je nach Höhe der zu untersuchenden Temperaturstufe entweder mit kaltem Wasser die beim Mycelwachstum erzeugte Wärme abgeführt oder durch aufgeheiztes Wasser die fehlende Wärme zugeführt. Kontaktthermometer steuern eine elektrische Heizung und halten das Wasser konstant auf der zu prüfenden Temperatur. Eine Vorrichtung zum Umwälzen des Wassers hält es in andauernder Bewegung und bewirkt dadurch einen ständigen Temperatureausgleich (Abb. 2).

Bei Versuchen, die kühler als Raumtemperatur laufen, wird dem ersten Gefäß ständig kaltes Leitungswasser zugesetzt (+14 °C). Das Wasser fließt über in das nächste Gefäß und wird dort auf 16 °C erwärmt und so fort.

Unsere Versuche erfaßten den Temperaturbereich von 14 °C bis 36 °C. Sie wurden in 3 Stufen zu je 6 Gefäßen mit je 2 Flaschen durchgeführt. Es wurde festgestellt:

1. die Zahl der Tage bis zum 100%igen Durchwuchs,
2. der Durchwuchs-Prozentsatz an dem Tag, an dem das erste Gefäß voll durchgewachsen war,
3. die Temperatur, bei der das Champignonmycel in „Ruhestellung“ geht, d. h. nicht mehr spinnst, aber nach Abkühlung sich wieder entwickelt,

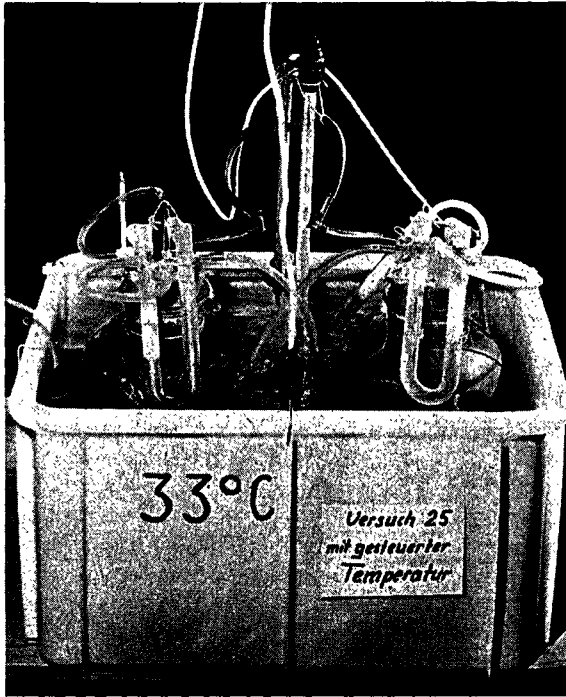


Abb. 2: Wasserbad für Temperaturversuch mit 2 Kulturflaschen
Temperaturregulierung mittels Tauchsieder, gesteuert durch
Kontaktthermometer und Wasserzirkulation

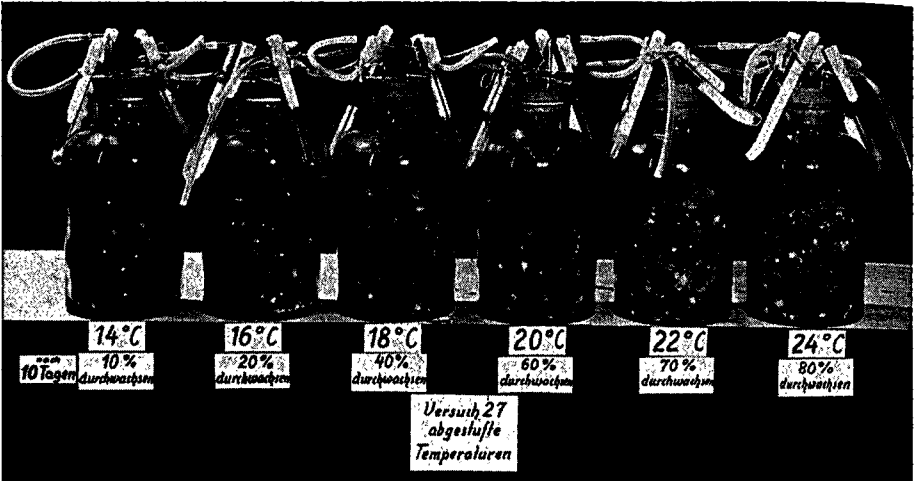
Waterbath for temperature-experiment with 2 containers

Temperature regulation by immersion-heater, controlled by contact-thermometer and water-circulation

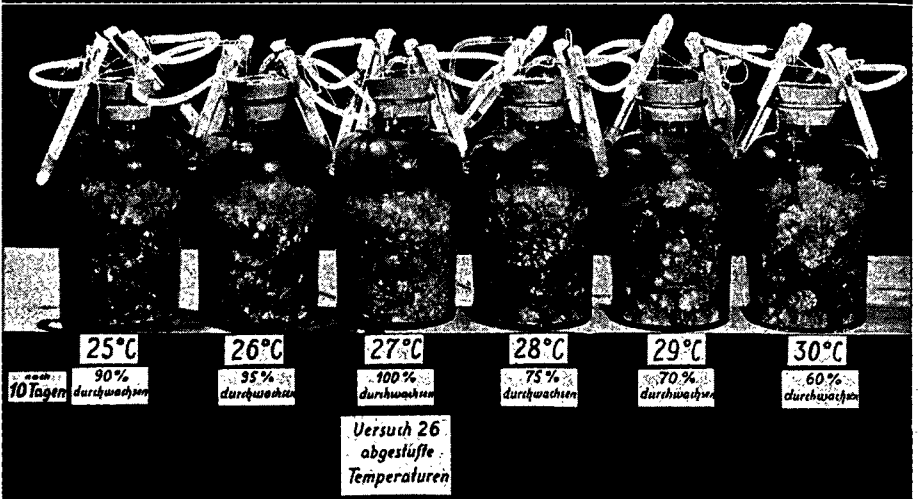
4. die letale Temperatur, d. h. die Temperatur, bei der sich auch nach dem Wiederabkühlen, z. B. von 35 °C auf 24 °C, keine Regenerierung des Mycelwachstums erreichen ließ.

Die Versuche zeigten folgende Ergebnisse (Abb. 3 a-c):

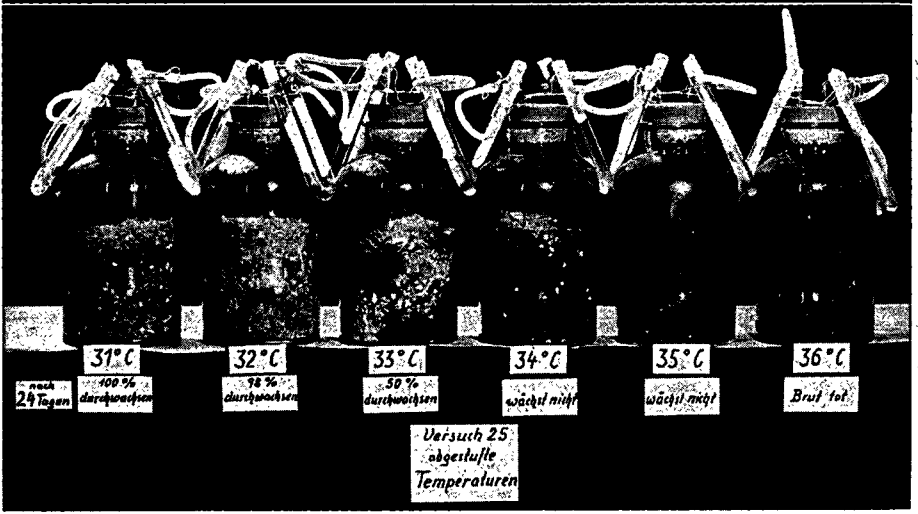
1. Bei einer Temperatur von 27 °C war das ganze Nährsubstrat bereits nach 9 Tagen 100%ig durchwachsen. Die Anzahl der Tage bis zum 100%igen Durchwuchs nimmt zu von 27 °C mit fallender Temperatur bis 14 °C und nimmt ebenfalls zu von 27 °C mit steigender Temperatur bis zu 33 °C, wo noch gerade erkennbares Mycelwachstum erfolgt (Abb. 4 a).
2. Den Durchwuchs-Prozentsatz am 9. Tag gibt die Kurve der Abb. 4 b in genauer Umkehrung der Werte von Abb. 4 a wieder. Ein allmählicher Anstieg der Werte von 14 °C bis 27 °C und danach im steileren Winkel abfallend bis 33 °C.



Versuch 27
abgestufte
Temperaturen



Versuch 26
abgestufte
Temperaturen



Versuch 25
abgestufte
Temperaturen

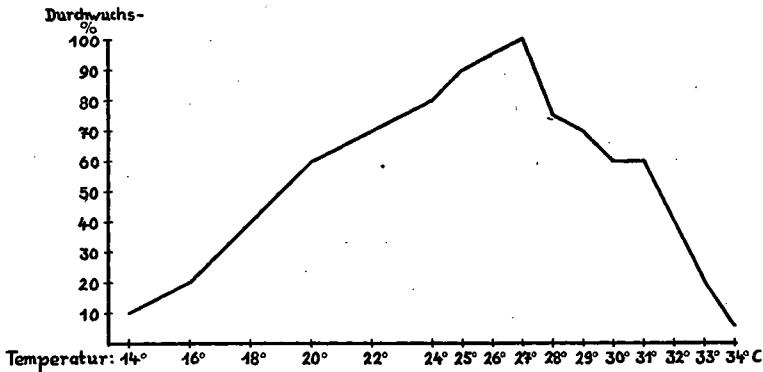
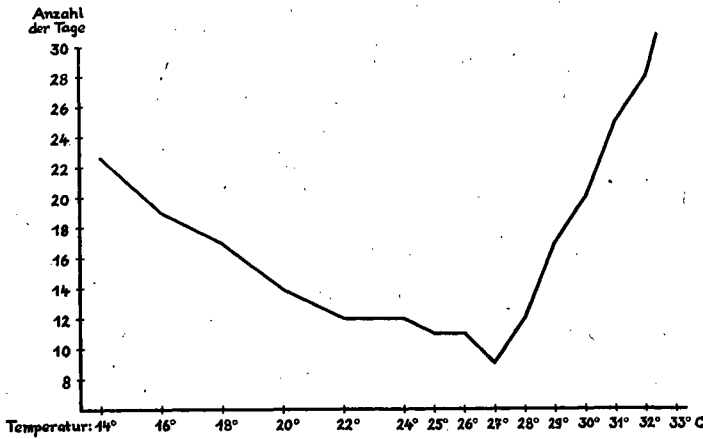


Abb. 4: Wachstum von Champignonmycel in steril belüfteten Flaschen bei gesteigerten Temperaturen

- a) Anzahl der Tage bis zum 100%igen Durchwuchs
- b) Durchwuchs-Prozente nach 9 Tagen

Growth of mushroom-mycelium in sterile aerated bottles at raised temperatures

- a) *Number of days til end of through-spawning*
- b) *Spawn running-per cents after 9 days*

Abb. 3: Kulturflaschen aus einem in 3 Stufen durchgeführten Temperaturversuch
a) 14-24 °C, b) 25-30 °C, c) 31-36 °C:

Ergebnis: optimale Temperatur = 27 °C, letale Temperatur = 36 °C

Containers from a temperature-experiment carried out in 3 steps

- a) 14-24 °C, b) 25-30 °C, c) 31-36 °C

Result: Optimal temperature = 27 °C, lethal temperature = 36 °C

3. Bei 34 °C zeigt das Mycel keine Weiterentwicklung. Es geht in Ruhestellung und bleibt inaktiv. Nach einer Abkühlung auf ca. 24 °C läßt sich ein normales Mycelwachstum erneut erreichen, es wird wieder reaktiviert.
4. Ab 35 °C aufwärts war kein Mycelwachstum mehr zu beobachten. Mycel, welches längere Zeit bei einer Temperatur von 36 °C gehalten wurde, ließ sich auch nach Abkühlung nicht mehr im Wachstum regenerieren. Es ist daher als abgestorben zu bezeichnen. Die letale Grenze dürfte bei 36 °C liegen.

Diese Ergebnisse sind von entscheidender Bedeutung für unser neues Anbauverfahren auf nicht kompostiertem sterilem Nährsubstrat.

Bisher galt die Regel, daß Champignonmycel bei 24 °C die optimale Wachstumstemperatur hat. Die Versuche zeigen aber, daß bei 27 °C gegenüber 24 °C eine wesentlich kürzere Durchwuchszeit erreicht wurde. Die bisherige Annahme, daß 24 °C ein Optimum darstellt, ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß bei Versuchen, die in einer Raumtemperatur von 24 °C liefen, die Raumtemperatur als die ursächliche gewertet wurde, während die tatsächliche Innentemperatur im Nährsubstrat, da wo das Mycelwachstum stattfindet, um 2–3 °C höher liegt.

Dieses Verhalten bestätigte ein Versuch mit aktiv belüfteten Gefäßen, der eine um 2–3 °C höhere Temperatur im Substratinnern gegenüber der Raumtemperatur zeigte. Schon bei geringer Isolierung der Flaschen mit Schaumstoff war diese Temperaturerhöhung gegenüber der Raumtemperatur festzustellen. Unsere Anordnung der Kulturflaschen in Gefäßen mit umgewälztem Wasser war deshalb notwendig, um auch die beim Wachstum des Mycels entstehende Wärme, die eine vorbestimmte Temperaturstufe übersteigt, abzuführen.

Substrattemperatur während des Mycelwachstums in Großgefäßen (80–200 Liter)

Bisher wurden bei unseren Versuchen zur Entwicklung des neuen Champignon-Anbauverfahrens („TILL-Verfahren“) kleine Polypropylengefäße von 5 und 10 Litern Inhalt mit 2 kg und 4 kg Nährsubstrat zur Mycelanzucht benützt. Diese Gefäße wurden passiv belüftet, die Beimpfung mit der Brut geschah obenauf. In einem weiteren Schritt wurden Versuche in Flaschen mit 10 Litern und 2,5 kg Nährsubstrat durchgeführt. Bei diesen Flaschen wurde durch Schüttern eine Verteilung des Impfmateri als im Nährsubstrat erreicht; die passive Belüftung wurde durch eine aktive (sterile) ersetzt.

Nach günstigem Verlauf dieser Versuche wurden Großgefäße konstruiert:

- a) mit 80 Liter Inhalt und 25 kg Nährsubstrat,
- b) mit 200 Liter Inhalt und 50 kg Nährsubstrat (Fässer).

Auch bei diesen Großgefäßen wird das Impfmateri als eingemischt und gleichmäßig im Nährsubstrat verteilt. Die Belüftung erfolgt über Ein- und Auslaßfilter mit Preßluft.

Bei diesen Großgefäßen, die in einem Raum mit einer Temperatur von 24 °C aufgestellt waren, stieg die Substrattemperatur während des Mycelwachstums von anfangs etwa 20 °C bis 22 °C zunächst auf 27 °C, überschritt den Optimalpunkt und erreichte dann eine Höhe von 32 bis 33 °C, um dann wieder abzufallen (Abb. 5). Dieser Temperaturverlauf wiederholt sich mit einer gewissen Regelmäßigkeit. Aus diesem Verhalten schließen wir, daß die beim Mycelwachstum

entstehende Wärme sich fortlaufend summiert. Nach dem Überschreiten der Optimaltemperatur wird das Mycelwachstum gehemmt und damit ein weiteres Ansteigen der Temperatur gebremst. Diese Eigenregulierung des Mycels verhindert, daß die letale Temperatur erreicht oder überschritten wird.

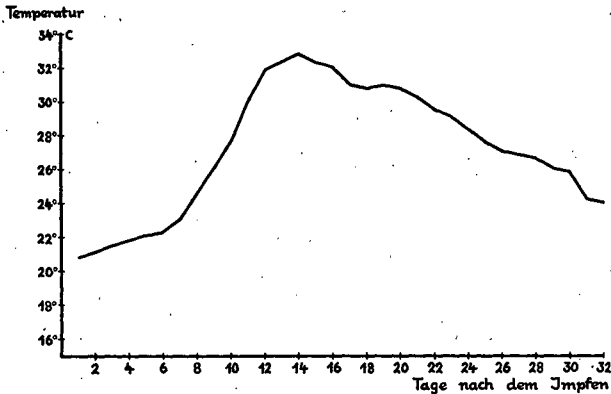


Abb. 5: Temperaturverlauf bei Champignonmycel-Anzucht in steril belüfteten Großgefäßen (200 l)

Course of temperature at growing of mushroom-mycelium in sterile aerated drums (200 ltrs.)

Die Durchwuchszeit in den Großgefäßen beträgt 3–5 Wochen. Bei den Temperaturversuchen mit 5-Liter-Flaschen stellten wir fest, daß die Durchwuchszeit des Champignonmycels bei der Optimaltemperatur von 27 °C am kürzesten ist.

Für unser neues Anbauverfahren kann die Kenntnis dieser Temperaturverhältnisse besondere Bedeutung gewinnen. Kultiviert man das Champignonmycel in großen Gefäßen (200-Liter-Fässer), könnte man versuchen, den Ablauf des Wachstums durch die Regulierung der Temperatur zu steuern. Zunächst sollte man diese Gefäße bis auf 27 °C ansteigen lassen und anschließend durch Kühlen einen weiteren Temperaturanstieg verhindern. Es wäre ein großer Vorteil, wenn es gelänge, die Nährsubstrattemperatur mittels regulierter Raumtemperatur auch im Großgefäß möglichst nahe dem Optimum von 27 °C zu halten und dadurch die Durchwuchszeit zu verringern (evtl. 9 Tage).

Es kommt gelegentlich vor, daß in diesen Großgefäßen die Temperatur im Nährsubstrat auf 40 °C und mehr ansteigt. Öffnet man diese Gefäße, so stellt man Fehlinfektionen mit Schadpilzen (*Aspergillus*, *Chaetomium*, *Neurospora*, *Penicillium* u. a.) oder Bakterien fest. Durch Temperaturmessung während des Wachstums kann somit erkannt werden, ob es zu Fehlinfektionen gekommen ist. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, bereits sehr frühzeitig Anzuchtgefäße mit Schadinfektionen zu eliminieren.

Temperaturen im vom Mycel durchwachsenen Substrat nach dem Aufschütteln und Aufwerten in der unsterilen Phase

Wir haben gesehen, daß während der Mycelanzucht in der sterilen Phase die Temperaturen in den Anwuchsgefäßen durch Eigenregulierung automatisch

gebremst wurden. Es kommt dadurch nicht zu der letalen Temperatur. Nur wenn Fehlinfektionen vorliegen, kann die letale Temperatur überschritten werden. Diese Anwuchsgefäße scheiden aber auf Grund der Fehlinfektionen von der Weiterführung aus.

Wenn das Substrat völlig durchwachsen ist, beginnt mit dem Aufschütteln und Aufwerten mit Eiweißstoffen die unsterile Phase der Kultur.

Nach dem Aufschütteln und vor allen Dingen nach dem Aufwerten mit Baumwollsaatmehl kommt es zu teilweise erheblichen Temperaturerhöhungen in den Kulturkisten. Temperaturen von 40 °C und mehr werden erreicht. Es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß in dieser Phase hinzutretende Mikroorganismen je nach eingemischter Eiweißmenge mehr oder weniger stark aktiv werden und dadurch Wärme produzieren. Je mehr Eiweißsubstanz zum Aufwerten verwendet wird, desto höher ist in der Regel auch die Temperatur (Abb. 6 a). Ist im Substrat die letale Temperatur überschritten, erleidet das Champignonmycel wesentliche Schädigungen und dadurch auch der Ertrag (Abb. 6 b).

Durch Kühlung der Kulturräume kann man gefährliche Temperaturerhöhungen weitgehend verhindern. Im Winter gelingt dies durch Verwendung von kühler Frischluft in der Regel. Dagegen bringt der Sommer auf Grund der hohen Außentemperaturen große Schwierigkeiten. Um Schäden zu vermeiden, muß man dann entweder eine künstliche Kühleinrichtung verwenden oder sich entschließen, die Eiweißmengen beim Aufwerten herabzusetzen, was aber geringere Ernten zur Folge hätte.

Die Temperaturerhöhung nach dem Aufwerten ist nicht nur von der Eiweißgabe abhängig, sondern nimmt außerdem mit dicker werdender Substratschicht zu.

Es ist zweifellos wesentlich wirtschaftlicher, mit hohen Eiweißgaben und großen Schichtdicken zu operieren; wenn es gelingt, die Temperatur durch geeignete Maßnahmen zu regulieren und sie in dem für den Champignon optimalen Bereich zu halten. Unsere zukünftigen Versuche werden sich insbesondere mit der Frage dieser Temperatur-Regulierung durch Raumluftkühlung und andere Maßnahmen beschäftigen.

Wir konnten feststellen, daß in kleinen Plastikbeuteln mit nur 1,5 kg Substrat-inhalt, auf Grund der günstigeren Abkühlung des Substrates durch die relativ große Außenfläche, ein vielfaches der normalen Eiweißgaben nicht zu gefährlichen Temperaturerhöhungen führt. Es hätte also einen Sinn, die vorgesehenen Versuche durchzuführen, weil durch Erhöhung der Eiweißgaben und dickeren Substratschichten eine Steigerung der Erträge je Raumeinheit zu erreichen ist. Es wäre dabei natürlich zu prüfen, welche Eiweißgaben noch rentabel sind.

Im Versuch 246 wurden auf einem Stroh-Luzerne-Substrat bei Verwendung unseres Zuchtstammes 1206 E und gesteigerter Baumwollsaatmehl-Aufwertung folgende Höchsttemperaturen erreicht:

bei 0% Aufwertung = 20,0 °C,

bei 5% Aufwertung = 22,5 °C,

bei 10% Aufwertung = 26,0 °C.

Ein Überschreiten der Temperatur von 26 °C konnte durch starke Kühlung mit Außenluft verhindert werden.

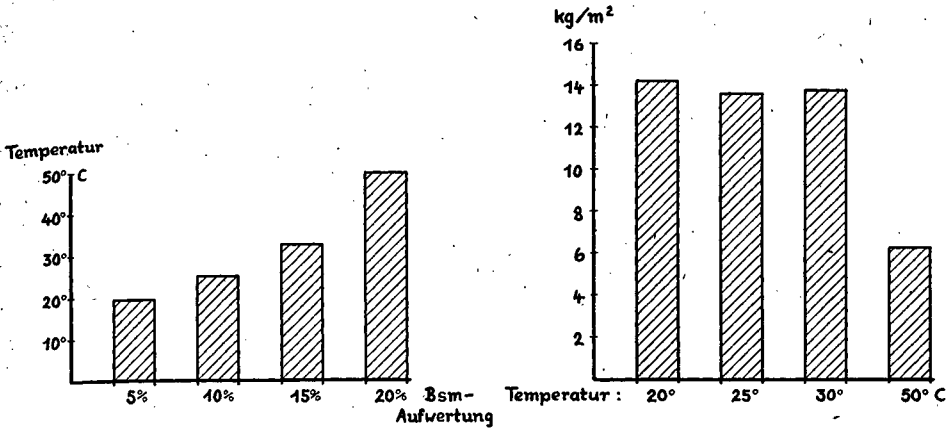


Abb. 6: Einfluß von gesteigerter Eiweiß-Aufwertung zum durchwachsenen Nährsubstrat auf Temperatur und Ertrag

a) Temperaturanstieg in den Kulturkisten als Folge gestaffelter Aufwertung mit Baumwollsaatmehl

b) Ertragsrückgang als Auswirkung der überschrittenen Letaltemperatur

Anm.: Erträge: abgeschnittene Pilze (15% Schnittverlust) pro 50 kg Substrat/m²

Influence of increased protein revalorization at through-spawned nutritive substrate according to temperature and yield

a) *Temperature increasing in the cultivation cases owing to staggered revalorization with cottonseed meal*

b) *Diminution of yield according to exceeded lethal temperature*

Notice: yields: buttons trimmed (15% loss by trimming) per 50 kg substrate/m²

Im Versuch 245 lagen bei entsprechender Aufwertung die durchschnittlichen Höchsttemperaturen bei 20,5 °C, 25,9 °C und 29,9 °C. Auch hier konnte mit 10% Baumwollsaatmehl-Aufwertung und trotz Annäherung an die letale Temperatur ein sichtbarer Schaden vermieden werden (Übersicht 1), d. h. daß bei steigender Temperatur dann noch keine Ertragsminderungen eintreten, wenn die vom Mycel noch verträglichen 33 °C nicht überschritten werden. Das gilt sowohl für 5% als auch für 10% Aufwertung.

Die Versuche bestätigen, daß bei ausreichender Kühlung hohe Baumwollsaatmehlgaben zur Aufwertung gegeben werden können, ohne daß es zu Ertrags-einbußen kommen muß.

Um den Einfluß der Umgebungstemperatur auf die Temperatur im Substrat zu demonstrieren, haben wir Plastiktüten mit einem Inhalt von 1,5 kg Substrat und 5%, 20% und 30% Baumwollsaatmehl-Aufwertung bei 13 °C, 20 °C und 24 °C Raumtemperatur aufgestellt (Übersicht 2).

Bei 13 °C Raumtemperatur erwärmte sich das Substrat in den Plastiktüten innerhalb der ersten 5 Tage um 5–5,5 °C über Raumtemperatur, d. h. die Substrattemperatur stieg auf maximal 18,5 °C.

ÜBERSICHT 1

Keine Ertragsminderung trotz erhöhter Substrattemperatur nach gesteigerter Aufwertung, wenn das Überschreiten der Letaltemperatur durch Kühlung verhindert wird

None diminution of yield in spite of increased substrate temperature after raised revalorization by cooling, which prevents the exceeding of the lethal temperature

Baumwollsaatmehl-Aufwertung	Durchschnittliche*) Höchst-Temperaturen	Durchschnitts-*) Erträge
0	20,5 °C	12,129 kg/m ²
5%	25,9 °C	17,104 kg/m ²
10%	29,9 °C	17,651 kg/m ²

*) Durchschnitt errechnet aus den Werten von 11 Einzelkisten.

Anm.: Erträge: abgeschnittene Pilze (15% Schnittverlust) pro 50 kg Substrat/m²

ÜBERSICHT 2

Einfluß der Raumtemperatur auf die Temperaturhöhe im Substrat nach gestaffelter Baumwollsaatmehl-Aufwertung in Kleinst-Kulturbehältern (1,5-kg-Plastiktüten)

Influence of environs-temperature to the temperature in the substrate after staggered revalorization of cotton seed meal in smallest cultivation-vessels (1,5 kg-plastic-bags)

Raum-Temp.:	13 °C			20 °C			24 °C		
Bsm.-Aufw.:	5%	20%	30%	5%	20%	30%	5%	20%	30%
	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
Höchst-Temp.:	18,0	18,5	18,0	23,0	28,0	33,5	33,0	45,0	43,5
Niedrigste Temp.:	12,5	13,0	12,5	17,5	22,0	23,5	26,5	30,0	29,0
Durchschn.-Temp.:	14,2	15,2	14,7	19,6	26,0	28,9	30,4	36,2	38,1

Bei 20 °C Raumtemperatur stiegen die Temperaturen in den Tüten bis auf 33,5 °C, bei 24 °C Raumtemperatur sogar bis auf 45 °C (siehe Übersicht 2), d. h. daß bei hoher Umgebungstemperatur auch die Plastiktüten, die bei 13 °C keine gefährlichen Temperaturerhöhungen aufweisen, sich über die letale Temperaturgrenze erwärmen. Um so mehr sind normale Kistenkulturen mit wesentlich größeren Substratmengen und zusätzlich gesteigerter Baumwollsaatmehl-Aufwertung durch hohe Außentemperaturen gefährdet.

Eine risikofreie Champignonkultur mit Höchstserträgen ist nur dann zu erreichen, wenn man besonders im Sommer für ausreichende Kühlung sorgen kann.

Temperaturen im Substrat während der Ernte des Champignons

Im vorhergehenden haben wir gesehen, daß es nach dem Aufschütteln und Aufwerten je nach Außentemperatur und Höhe der Aufwertung zu gefährlichen

Temperaturerhöhungen kommen kann; aber auch nach Beginn der Ernte und während der Ernte können Temperaturdifferenzen zwischen Raum und Substrat beobachtet werden. Normalerweise beträgt die Differenz zwischen Raum- und Substrattemperatur etwa 2 °C, d. h. bei einer Raumtemperatur von 16 °C liegt die Substrattemperatur bei 18 °C. Höhere Substrattemperaturen während der Ernteperiode können 2 Wirkungen haben:

1. Sie können zu einem zu schnellen Ablauf der Fruchtkörperbildung und damit zu minderer Pilzqualität führen.
2. Sie können die Ursache für eine lawinenartige Vermehrung der Schädlinge sein.

In der Regel dürfte die Vermehrung der Schädlinge gefährlicher sein als die Qualitätsminderung.

Zusammenfassung

Die optimale Substrattemperatur für das Champignonmycel-Wachstum liegt bei 27 °C, die letale Temperatur bei 36 °C.

In der sterilen Anwuchsphase kommt es in großen Gefäßen durch Überschreiten des Temperatur-Optimums zur Verzögerung des Mycelwachstums. Bleibt das Substrat in dieser Phase frei von Fremdinfectionen, so wird durch Eigenregulierung (Wachstums-Minderung) des Mycels ein Überschreiten der Letaltemperatur verhindert.

Durch Regulierung der Umgebungstemperatur kann man versuchen, Einfluß auf die Innentemperatur zu nehmen, um diese optimal einzustellen und somit die Anwuchszeit zu verkürzen.

Nach dem Aufschütteln und Aufwerten kann es – da dies der Beginn der unsterilen Phase ist – durch aktiv werdende Mikroorganismen zu erheblichen Temperaturerhöhungen im Substrat kommen, die vor allem im warmen Sommer die letale Grenze des Mycelwachstums überschreiten. Überhöhte Temperaturen sind die Ursache für Ertragsminderungen. Um Schäden zu verhindern, muß durch Kühlung die Temperatur im Substrat in zuträglichen Grenzen gehalten werden.

Andere Maßnahmen, wie geringere Eiweißaufwertungen, geringere Substratdicken und kleinere Gefäße können zwar durch überhöhte Temperatur hervorgerufene Schäden verhindern, es werden dann aber keine Höchsterträge erzielt.

Summary

Role of temperature for the growth of mushrooms, especially with the „TILL system“

The optimal temperature of the substrate for the growth of mushroom-mycelium is at 27 °C, the lethal temperature is at 36 °C.

During spawn running under sterile conditions in great containers, it may give increases of the temperature, which delay the growth of mycelium. If no infections occur, the lethal limit will not be exceeded.

The inside-temperature can be influenced by regulation of the surrounding-temperature. By regulation to an optimal inside-temperature, the spawn running can be shortened.

At the beginning of the unsterile phase, after shaking up and revalorization, micro-organism can cause considerable increases of the temperature in the substrate. Especially in warm summers that is critical and the lethal limit of the growth of mycelium slightly can be exceeded. Increased temperatures result in diminutions of yields. For preventing this, the temperature in the interior of the substrate has to be limited by cooling.

Smaller revalorizations with protein, smaller thickness of substrate, and smaller containers cause no injuries by the temperature but in this manner, no maximum yield can be realized.

Résumé

Le rôle de la température dans la culture de champignons de couche, surtout en relation avec le procédé de « culture TILL »

La température optimale du substrat pour la croissance du mycélium des champignons de couche est à 27 °C, la température létale se monte à 36 °C.

Pendant la phase stérile de croissance, il y a, dans les grands pots, un retard de la croissance du mycélium dû au dépassement de la température optimale. Si, pendant cette phase, le substrat ne subit pas d'infections, le mycélium empêche par propre régulation (diminution de la croissance) le dépassement de la température létale.

Par régulation de la température extérieure, on peut essayer d'influencer la température à l'intérieur pour obtenir un optimum et, par là, pour diminuer la période de croissance.

Après avoir été remué et révalorisé, le substrat peut subir, la phase nonstérile ayant commencé, de variations de température considérables dues aux micro-organismes entrant en activité; ces variations dépassent surtout pendant des étés chauds la limite létale de la croissance du mycélium. Des températures surélevées causent des pertes de rendement. Pour éviter tels dégâts, il faut maintenir une température convenable dans le substrat à l'aide de réfrigération.

D'autres mesures telles que la révalorisation réduite de protéine, des couches de substrat plus minces et de plus petits pots peuvent empêcher des dégâts causés par une température surélevée, mais on n'obtient pas de rendements maximums.

Literatur

- HUHNKE, W., G. LEMKE u. R. v. SENGBUSCH: Die Weiterentwicklung des TILL'schen Champignon-Kulturverfahrens auf nicht kompostiertem sterilem Nährsubstrat (II. Phase). *Gartenbauwiss.* 30, 189–207, (1965). – LEMKE, G.: Champignonkultur auf sterilisiertem abgetragenen Kompost mit „Startdüngung“. *Dt. Gartenbauwirts.* 11, 93, (1963). – LEMKE, G.: Champignonkultur auf nichtkompostiertem Strohs substrat mit „Startdüngung“. *Dt. Gartenbauwirts.* 11, 167–168, (1963). – TILL, O.: Champignonkultur auf sterilisiertem Nährsubstrat. *Dt. Gartenbauwirts.* 9, 215–216, (1961). – TILL, O.: Champignonkultur auf sterilisiertem Nährsubstrat und die Wiederverwendung von abgetragenen Kompost. *Mushroom Sci.* 5, (1962).