

**Über die aus Fruchtgelees und Konfitüren
isolierten Schimmelpilze**

Von

N. MALTSCHESKY

Mitteilung aus der Bundesforschungsanstalt für Lebensmittelfrischhaltung, Karlsruhe

Mit 3 Textabbildungen

(Eingegangen am 2. April 1955)

Einleitung

Da es möglich ist, daß sich die in Obstdauerwaren zuweilen vorkommenden Schimmelpilze den speziellen Bedingungen des Herstellerbetriebes mehr oder weniger angepaßt haben, können sie eine ernste Gefahr für die Haltbarkeit dieser Waren bedeuten. Daher erschien es besonders wichtig, die Eigenschaften gerade solcher, auf den Marmeladen und Konfitüren auswachsender Schimmelpilze genauer zu kennen, um ihre Entwicklung verhindern zu können.

Zu diesem Zweck wurden einige industriell hergestellte Konfitüren und Gelees (Erdbeeren, Quitten, Kirschen, Johannisbeeren und Zwetschgen¹⁾) mikrobiologisch untersucht. Aus dem verschimmelten Teil des Inhalts der Gläser wurden die Schimmelpilze isoliert, in Reinkultur dargestellt und zur Ermöglichung ihrer Identifizierung mit anderen bekannten Pilzarten auf ihre morphologischen Eigenschaften und ihre Wachstumsart auf einigen Substraten untersucht. Schließlich wurden einige für die Herstellung von Obstdauerwaren wesentliche physiologische Eigenschaften studiert; dazu gehören:

1. Entwicklung bei verschiedenen Zuckerkonzentrationen,
2. Verhalten bei verschiedenen p_H -Werten des Substrates bei 20 und 28° C und
3. Dauer der Abtötungszeit bei Erhitzung auf 90° C.

Versuchsmethodik

Als Nährsubstrat für die Züchtung der Schimmelpilze wurde Bierwürze (als Flüssigkeit und mit Agar) von p_H 5,6 und das Substrat nach CZAPEK mit 1,5—2% Agar verwendet, p_H etwa 5,7; in 1000 ml Wasser: 30 g Saccharose; 2 g NaNO_3 ; 1 g KH_2PO_4 ; 0,5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$; 0,5 g KCl; 0,01 g $\text{FeSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$.

Bei der Herstellung der Nährböden mit Saccharosekonzentrationen von 42—67,5 Gew.-% wurde die entsprechende Zuckermenge in der berechneten Menge zuckerfreier CZAPEKs Lösung gelöst. Der p_H -Wert dieser Substrate, bestimmt mit Mercks Spezial-Indicatorpapier, wurde nicht besonders eingestellt und lag zwischen etwa p_H 5,3 bei den niedrigeren und p_H 5,1 bei den höheren Zuckerkonzentrationen. Die Nährlösungen in Erlenmeyer-Kölbchen wurden im Autoklav ohne Überdruck bei 100° C 2 mal mit 24 Std. Abstand sterilisiert und mit Sporen der entsprechenden Pilzkulturen beimpft. Die beimpften Kölbchen wurden bei Zimmertemperatur (etwa 20° C) und im Brutschrank bei 27—28° C gehalten.

Bei den Versuchen mit verschiedenen p_H -Werten die Lösung von CZAPEK mit 600 g Saccharose/l (etwa 48,9 Gew.-%) verwendet und der p_H -Wert im Bereich von 3—7 mit etwa 10% iger Weinsäure und Kalilauge eingestellt. Die Beobachtungen wurden auch bei 20 und 28° C durchgeführt.

Zur Feststellung der Abtötungsgrenze von Sporen wurde je eine kleine Öse Sporenmateriale auf die Oberfläche einer sterilen Bierwürzelösung im Reagensglas aufgebracht, ohne Schütteln vorsichtig in den Ultrathermostaten bei 90° C eingestellt und darin je 1, 3, 5 und 10 min gehalten. Nach der Erhitzung wurden die Reagensgläser zusammen mit einer Kontrolle (nicht erhitzte, mit dem gleichen Sporenmateriale beimpfte Röhrchen) zur Feststellung des Auswachsens im Brutschrank einige Tage bei 28° C gehalten.

¹ p_H -Wert: Erdbeermarmelade 3,2; Quittengelee 3,2; Kirschenmarmelade 3,3; Johannisbeergelee 3,2 und Zwetschgenmarmelade 4,1.

Beschreibung der isolierten Schimmelpilzstämmen

Die neun, in verschiedenen Konfitüren und Gelees gefundenen Schimmelpilzstämmen gehörten der Familie *Aspergillaceae* und den Gattungen *Aspergillus* und *Penicillium* an.

Zur Feststellung der morphologischen Eigenschaften dieser Stämme wurden Untersuchungen in einer besonders hierfür entwickelten Objektträger-Kammer¹ durchgeführt. Diese Methode ermöglichte dauernde mikroskopische Beobachtungen bei natürlichem, ununterbrochenem Auswachsen des Pilzes.

Erdbeeren-Konfitüre

Es wurden 2 *Penicillium*-Stämme isoliert.

Stamm A: Untergattung *Asymmetrica*, *Sectio Fasciculatum*.

Morphologische Eigenschaften: Conidienträger — Breite 3—4 μ , zusammengefaßt oder einzeln, rau oder mit Warzen bedeckt; Pinsel unsymmetrisch angeordnet; Sterigmen 3,7—5 $\mu \times 7$ —10 μ ; Conidien rund 3,7—5 μ im Durchmesser.

Kultur-Eigenschaften: Riesenkolonien auf CZAPEK-Agar: von oben samtartiger Rasen von blaugrüner Farbe bis tiefgrün, Randzone kaum zu sehen, von unten Farbspiel — helleres Grün; Gelatine wird nicht verflüssigt; Milch wird coaguliert und peptonisiert bei Erhöhung des p_H -Wertes auf 7,1—7,2.

Ähnlich: *Penicillium gladioli* MACHACEK.

Stamm B: Untergattung *Citromyces*, *Sectio Strictum*.

Morphologische Eigenschaften: Conidienträger glatt von 2,5 μ Breite mit angeschwollenem Ende, Länge bis zu 125 μ , öfters unverzweigt; Sterigmen von 2,5—3,5 $\times 10$ —12,5 μ , einreihig; Conidien rund von 2,75—3 μ im Durchmesser.

Kultur-Eigenschaften: Riesenkolonien auf CZAPEK-Agar: von oben samtartiger Rasen, weißgrün, von unten weißlich bis hellrosa; keine Randzone; Gelatine wird nicht verflüssigt² (14 Tg.); Milch wird langsam gesäuert.

Ähnlich: *Citromyces albicans* SOPP.

Kirschen-Konfitüre

2 *Aspergillus*-Stämme, *Sectio Aglobosus*.

Stamm C:

Morphologische Eigenschaften: Conidienträger glatt, selten rau, Breite etwa 5 μ , Blase von 10—12,5 $\times 18$ μ Breite; Sterigmen einreihig, von 5 $\mu \times 10$ —15 μ ; Conidien rund, 6,25—7,5 μ , glatt, oliv.

Kultur-Eigenschaften: auf CZAPEK-Agar: erhabener lockerer Rasen, Conidien-decke olivgrün, unten gelb bis bräunlich; Gelatine nicht verflüssigt; Milch unverändert.

Ähnlich: *Aspergillus flavus* LINK.

Stamm D:

Nach den morphologischen Eigenschaften mit dem Stamm C identisch, unterschieden durch rauhe Conidienträger und Conidien. Farbbild auf CZAPEK-Agar: orange-roter lockerer Rasen, von unten braun-rot; Gelatine nicht verflüssigt; Milch unverändert.

Ähnlich: *Aspergillus flavus*, Var. *rufa* BLOCHW.

¹ Die Methode wird in einer besonderen Arbeit beschrieben.

² Wodurch sich dieser Stamm von dem klassischen *Citromyces albicans* unterscheidet und deshalb vielleicht einen Varianden darstellt.

Quitten-Gelee

Isoliert wurde ein *Penicillium*-Stamm, Untergattung *Citromyces*, *Sectio Strictum*.
Stamm E:

Morphologische Eigenschaften: Conidienträger von $2,5 \mu$ Breite, glatt, oben leichte Anschwellung, zuweilen verzweigt in zwei bis drei selbständige Pinsel, Sterigmen $3 \times 7,5 \mu$, aufgeblasen, einreihig, Conidien $2,5 \mu$ im Durchmesser, glatt, rund, Conidienketten ergeben büschelige Bündel, selten in Säulen.

Kultur-Eigenschaften: Auf CZAPEK-Agar: Schnellwüchsiger, samtartiger, glatter Rasen; Farbspiel oben — blaugraugrün, weißer Rand von etwa 3 mm Breite, unten Farbspiel weißlich bis hellgelb; Gelatine wird verflüssigt; Milch wird in 20 Tagen peptonisiert.

Ähnlich: *Citromyces pfefferianus* WEHMER.

Johannisbeeren-Gelee

Isoliert wurden 2 *Penicillium*-Stämme, Untergattung *Monoverticillium*, *Sectio Ramigenum*.

Stamm F:

Morphologische Eigenschaften: Conidienträger von $2,25-2,5 \mu$ Breite, wenig aufgeblasen oder nicht, Sterigmen in einer Reihe, $2,75 \times 7,5-10 \mu$; Conidien $2,5 \mu$, rund, in jungem Alter noch kleiner, abgedindert in langen Säulen.

Kultur-Eigenschaften: Riesenkolonien auf CZAPEK-Agar: Samtartiger, stellenweise flaumiger Rasen von hellblau-grüngrauem Farbspiel; unten farblos bis weiß-gelblich; Rand von 2—3 mm Breite, niedrig, grau; Gelatine wird nicht verflüssigt; Milch bleibt unverändert in 14 Tagen, wird schwach peptonisiert in 20 Tagen.

Ähnlich: *Penicillium Sartori* THOM.

Stamm G: Untergattung *Asymmetrica*, *Sectio Velutinum*.

Morphologische Eigenschaften: Conidienträger von $2,5-3 \mu$ Breite, lang, zuweilen verzweigt, die Wand mit Tröpfchen besetzt; Sterigmen $2,5-3 \mu \times 10-12 \mu$; Conidien rund, glatt, konnektiv, von $2,5-3 \mu$ im Durchmesser.

Kultur-Eigenschaften: Riesenkolonien auf CZAPEK-Agar: Rasen samtartig, in der Mitte etwas erhöht und etwas flaumig, Farbbild von oben blau-grün, Rand ungefärbt, unten hellgelb; ungefärbte Tröpfchen auf der Conidiendecke; Gelatine wird langsam verflüssigt; Milch wird coaguliert und peptonisiert.

Ähnlich: *Penicillium Westlingi* ZALESKI.

Zwetschgen-Konfitüre

Isoliert wurden 2 Stämme aus der Gattung *Penicillium*.

Stamm H: Untergattung *Monoverticillium*, *Sectio Ramigenum*.

Morphologische Eigenschaften: Conidienträger von $2,5 \mu$ Breite, öfters einzeln; Sterigmen von $2,75 \times 6-7 \mu$, einreihig; Conidien von $2,25 \mu$, in Säulen geordnet.

Kultur-Eigenschaften: Auf CZAPEK-Agar: Samtartiger Rasen von hellblau-grüngrauer Farbe mit weißlichem Rand von 3—4 mm Breite; unten weißlich bis hellgelb; Gelatine wird nicht verflüssigt; Milch in 14 Tagen nicht verändert, in 20 Tagen schwach peptonisiert.

Ähnlich: *Penicillium Sartory* THOM.

Stamm J: Untergattung *Asymmetrica*, *Sectio Velutinum*.

Morphologische Eigenschaften: Conidienträger von $2,75-4,5 \mu$ Breite, auf einem Conidienträger ein oder zwei Pinsel; Sterigmen $3 \mu \times 7,5-8 \mu$; Conidien in jungem Alter rund, etwa $2,5-3 \mu$, in fortgeschrittenem Alter oval, $3 \times 4 \mu$.

Kultur-Eigenschaften: Auf CZAPEK-Agar: Rasen von oben samtartig, grünblau, mit deutlichem Rand von 2 mm Breite, ältere Kulturen erhaben in der Mitte, mit stellenweisen Anhäufungen von weißen Lufthyphen, Unterseite leuchtend gelb; Gelatine wird schwach verflüssigt unter alkalischer Reaktion; Milch wird coaguliert und peptonisiert mit Bildung einer gelben Flüssigkeit.

Ähnlich: *Penicillium chrysogenum* THOM.

In jedem der untersuchten Gläser wurden 2 verschiedene Schimmelpilzstämmen gefunden, mit Ausnahme von Quitten-Gelee, aus dem nur 1 Pilzstamm isoliert werden konnte. Bemerkenswert war die Tatsache, daß von allen isolierten Stämmen nur zwei (F und H) zu derselben Art gehörten, obwohl die Produkte aus einem Betrieb stammten.

Nach ihrer vorläufigen Identifizierung konnten sie in 2 Gruppen eingereiht werden:

1. Zur *Penicillium*-Gattung gehörig: Stamm A, B, E, F, G, H und J; darunter Stamm B und E zur Untergattung *Citromyces*.

2. Zur *Aspergillus*-Gattung gehörig: Stamm C und D.

An dieser Einordnung soll auch bei der Besprechung der Resultate festgehalten werden.

Versuche mit den isolierten Schimmelpilzstämmen

1. Entwicklung auf Substraten mit verschiedener Zuckerkonzentration.

Es wurde CZAPEKs Lösung mit folgenden Gewichtsprozenten von Rohrzucker: 42; 45,5; 48,9; 52; 55,3; 58,4; 62; 64,6; 67,5 und dem p_{H-} Wert von 5,1—5,3 verwendet. Die mit Sporenmateriale beimpften Kölbchen wurden bei Zimmertemperatur (etwa 20° C) und 60% relativer Luftfeuchtigkeit 22 Tage gehalten.

Auf den Lösungen mit Zuckerkonzentration von 45,5—62 Gew.-% konnte man bei allen 9 isolierten Pilzstämmen die gleichen Resultate beobachten: Je niedriger die Zuckerkonzentration war, desto rascher ging das Wachstum der Schimmelpilze vor sich. Doch konnte man ungefähr nach drei bis vier Wochen ein normales Auswachsen mit Entwicklung einer, der Pilzart entsprechenden farbigen Conidiendecke auch auf den Substraten mit 58,4 und 62% Rohrzucker feststellen. Die Fähigkeit dieser Stämme, auch bei einer so hohen Zuckerkonzentration sich normal zu entwickeln, zeigt schon, daß diese Schimmelpilze ziemlich stark osmophil waren.

Bei den Versuchen, diese Schimmelpilzstämmen bei Zuckerkonzentrationen von 64,6 und 67,5 Gew.-% zum Auswachsen zu bringen, erzielten wir folgende Resultate: (vgl. Abb. 1). Bei einer Konzentration von 64,6% konnten normal, mit Entwicklung einer farbigen Conidiendecke nur folgende Stämme aus-

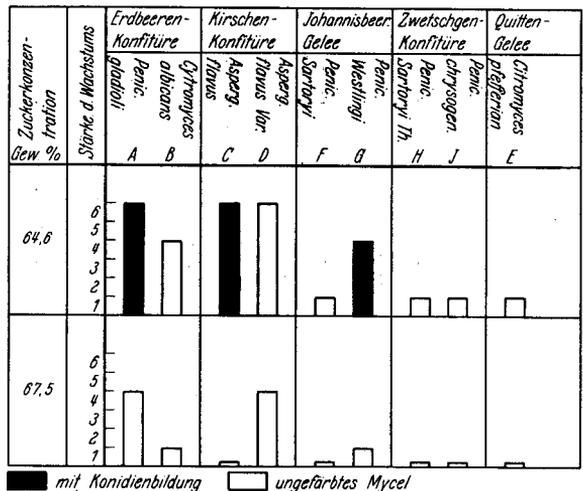


Abb. 1. Verhalten der Schimmelpilzstämmen (Zuckerkonzentration 64,6 und 67,5 Gew.-%, Zimmertemperatur etwa 20° C).

wachsen: 1. Aus der *Penicillium*-Gattung Stamm A (ähnlich *P. gladioli*) und Stamm G (ähnlich *P. Westlingi*); alle anderen *Penicillium*-Stämme ergaben bei dieser Konzentration entweder nur ein farbloses Mycel (Stamm B), oder zeigten ein kaum sichtbares Wachstum. Von den beiden Pilzstämmen aus der *Aspergillus*-Gattung

ergab der als *A. flavus* bezeichnete Stamm C eine normale, oliv-grüne Conidien-decke; dagegen wuchs die orangerote Variante (Stamm D) als farbloser Rasen, ohne Conidienbildung aus.

Das Wachstum der Schimmelpilze bei Zuckerkonzentrationen von 67,5 Gew.-% war bei *Penicillium*-Stamm A (dem *P. gladioli* ähnlich) und bei *A. flavus*-Stamm D kaum merklich und ohne Conidienbildung; alle anderen Stämme konnten bei dieser Konzentration überhaupt nicht auswachsen.

2. Der Einfluß des p_H -Wertes auf das Wachstum der geprüften Schimmelpilze

Für diese Versuchsreihe wurde CZAPEK'S Lösung mit einem Zuckergehalt von 48,9 Gew.-% und p_H von 3, 4, 5, 6 und 7 verwendet. Die Beimpfungen wurden mit Sporenmateriale von jedem Pilzstamm durchgeführt und die Versuchskölbchen bei Zimmertemperatur (20° C) und im Brutschrank bei 28° C gehalten. Die relative Luftfeuchtigkeit betrug entsprechend 58—61% und 68 bis 70%. Die Beobachtungen des Wachstums der Schimmelpilze wurden alle 3 Tage während eines Monats durchgeführt.

Die stärkste Entwicklung bei den meisten Stämmen

zeigte sich bei einem p_H -Wert von 6. Die nach 16 Tagen beobachteten Resultate sind aus den Abb. 2 und 3 ersichtlich; bei Zimmertemperatur erwiesen sich die meisten Stämme als neutrophil und basophil.

Wenn man die Eigenschaften der *Citromyces*-Stämme B und E vergleicht, so sieht man, daß der Stamm B bei Zimmertemperatur ein sehr gutes Wachstum im p_H -Bereich von 5 und 6 ergibt, daß er aber bei den p_H -Werten von 3 und 7 eine ziemlich gute Wachstumsfähigkeit behält. Bei einer Temperatur von 28° C ergab derselbe Stamm kein Wachstum im Bereich von p_H 3 und 4, und hatte seine optimale

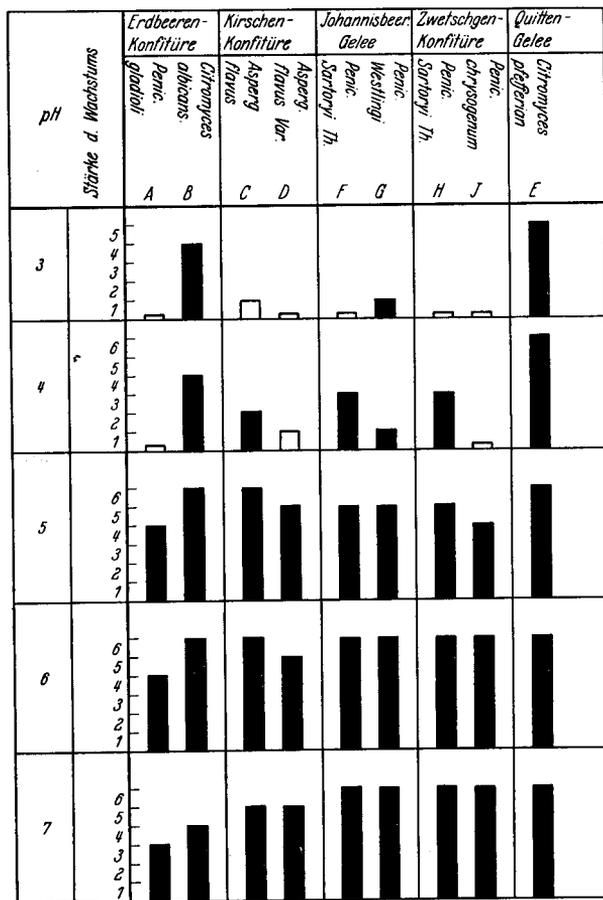


Abb. 2. Verhalten der Schimmelpilzstämmen auf Substraten mit verschiedenen p_H -Werten. (Zimmertemperatur etwa 20° C.)

Entwicklung bei p_H 5 bis 7. Der andere *Citromyces*-Stamm E besaß eine noch stärkere Wachstumsfähigkeit, welche bei beiden Temperaturen und bei allen p_H -Werten sich zeigte.

Die in die *Penicillium*-Gruppe eingereihten Stämme (A, F, G, H, J) ergaben keine Entwicklung bei Zimmertemperatur und p_H 3; bei p_H 4 entwickelten sich einigermaßen nur die Stämme F und H (die dem *Penicillium* SARTORYI ähnlich waren). Bei allen anderen p_H -Werten (von 5—7) wuchsen alle *Penicillium*-Stämme gleich gut, mit Optimum bei p_H 6. Die Temperaturerhöhung auf 28° C stimulierte das Wachstum bei p_H 3 und p_H 4 nur bei den Stämmen F und H; Stamm J konnte hier nur noch ein farbloses Mycel entwickeln, während die beiden anderen Stämme A und G überhaupt kein Wachstum zeigten.

Die zu der Gattung *Aspergillus* gehörenden Stämme C und D konnten bei Zimmertemperatur nur im p_H -Bereich von 5—7 auswachsen; dabei lag das Optimum ihrer Entwicklung nahe bei p_H 5. Bei 28° C verschob sich der optimale p_H -Wert dieser Stämme nach höheren Zahlenwerten, wobei sie ein maximales Wachstum zwischen p_H 5 und 6 zeigten. Ein gleichbleibend gutes Wachstum, unabhängig vom p_H -Wert im gesamten geprüften Bereich von p_H 4 bis 7, wurde bei 28° C nur bei dem Stamm C (*Aspergillus flavus*) festgestellt, welcher unterschiedlich zu dem anderen, auch noch bei p_H 4 eine gut wachsende Conidiendecke zu bilden vermochte.

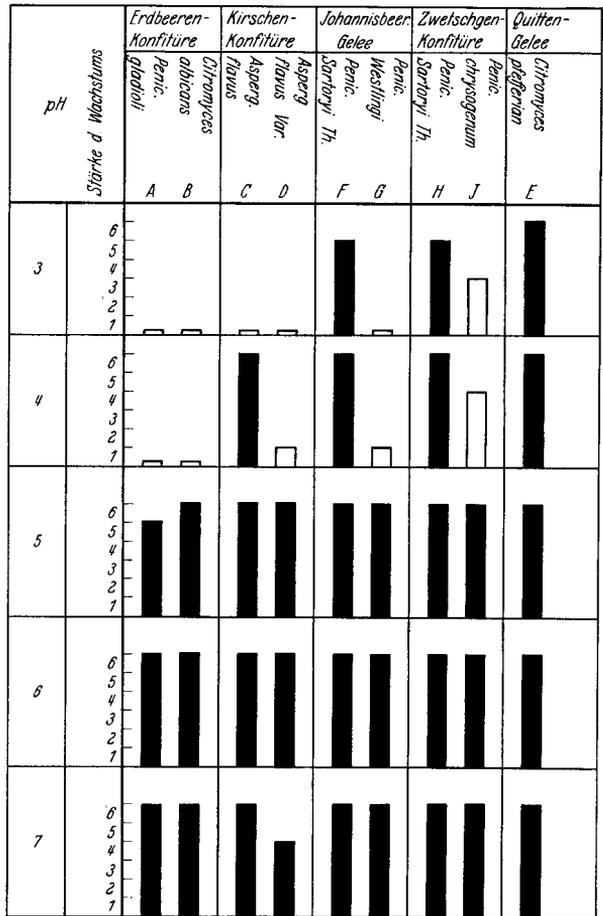


Abb. 3. Verhalten der Schimmelpilzstämmen auf Substraten mit verschiedenen p_H -Werten bei 27—28° C.

3. Abtötung der Schimmelpilzsporen bei Erhitzung auf 90° C

Die Abtötung der Pilzsporen bei 90° C wurde nach der oben beschriebenen Methode durchgeführt. Die minimale Erhitzungszeit war 1 min, die maximale 10 min. Diese Versuchsreihe wurde zweimal mit Sporenmateriale von Kulturen, die verschieden alt waren, wiederholt und ergab bei allen unseren Schimmelpilz-Stämmen eine Abtötung der Sporen bei Erhitzung auf 90° C schon nach 1 min.

Diskussion

Zwischen den aus verschiedenen industriell hergestellten Obstdauerwaren isolierten Schimmelpilz-Stämmen waren am häufigsten solche aus der Gattung *Penicillium* vertreten; es besteht vielleicht die Wahrscheinlichkeit, daß sie als die wichtigsten Verderber der Konfitüren und Gelees anzusehen sind.

Bei ihrer Kultivierung auf Substraten von neutraler und schwach saurer Reaktion wurden stets die gleichen Resultate erzielt: alle Stämme wuchsen zu einer normalen Conidiendecke bei p_H 5—7 aus, wobei die optimale Entwicklung der meisten Stämme bei p_H 6 lag. Auch konnten sich alle diese Pilzstämme bei einer Zuckerkonzentration bis 62 Gew.-% gut mit Conidienbildung entwickeln. Die Fähigkeit, sich bei Zuckerkonzentrationen von 58,4 und 62 Gew.-% normal zu entwickeln, weist auf eine hohe osmophile Eigenschaft dieser Stämme hin. Deshalb ist es vielleicht möglich, unsere Schimmelpilze, die sich an bestimmte außergewöhnliche Bedingungen angepaßt hatten, als „adaptiv-osmophil“ zu bezeichnen.

Das Verhalten der isolierten Schimmelpilze bei Zuckerkonzentrationen von 45,5 bis 62 Gew.-% und p_H -Werten von 5—7 war bei allen Stämmen ungefähr gleichartig. Ein untereinander gleichartiges Verhalten ergab sich auch bei den Versuchen mit Erhitzung auf 90° C während 1 min, wobei die Sporen aller Stämme abgetötet wurden.

Nach dem Äußeren der ausgewachsenen Kulturen (Farbspiel der grünen Conidiendecke) können Laien viele von ihnen als zur gleichen Art gehörig ansehen; aber bei Kultivierung dieser Stämme unter „extremen“ Bedingungen (Substrate mit p_H 3 und 4 und Zuckerkonzentrationen von 64,6 und 67,5 Gew.-%) wurde das unterschiedliche Verhalten einzelner Arten sehr deutlich.

Zur Veranschaulichung dieser Beobachtungen ist Tab. 1 beigefügt, in der die Stämme nach ihrer Zugehörigkeit zu entsprechenden Gruppen geordnet sind.

Tabelle 1. Verhalten der Schimmelpilzstämme zu den extremen Umweltsbedingungen

Schimmelpilzstämme	Wachstum ¹ bei etwa 20° C				27—28° C		
	p_H 3	p_H 4	Zucker-Konzentration		p_H 3	p_H 4	
			64,6 Gew.-%	67,5 Gew.-%			
Untergattung <i>Citromyces</i>							
B vgl. mit <i>C. albic.</i>	+	+	+	⊖	—	—	
E vgl. mit <i>C. pfeff.</i>	+	+	⊖	—	+	+	
Gattung <i>Penicillium</i>							
A vgl. mit <i>P. gladioli</i>	—	—	+	+	—	—	
G vgl. mit <i>P. Westlingi</i>	⊖	⊖	+	+	—	⊖	
J vgl. mit <i>P. chrysogen.</i>	—	—	⊖	—	+	+	
F vgl. mit <i>P. Sartoryi</i>	—	+	+	⊖	+	+	
H vgl. mit <i>P. Sartoryi</i>	—	+	+	⊖	+	+	
Gattung <i>Aspergillus</i>							
C <i>A. flavus</i>	±	+	+	+	—	+	+
D Var. von <i>A. flavus</i>	—	⊖	+	+	—	⊖	

¹ — Nicht gewachsen; ⊖ kaum gewachsen; + weißes Mycel, ohne Conidienbildung; ++ normales Wachstum mit Conidiendecke; +++ sehr gutes Wachstum mit Conidiendecke.

Daraus ist zu ersehen, daß in manchen Fällen ein ganz unterschiedliches Verhalten der Pilzstämmen nicht nur bei verschiedenen Gattungen, sondern auch bei verschiedenen Arten derselben Gattung auftritt. Deshalb erscheint es vorläufig unmöglich, auf Grund dieser nur durch Untersuchungen aus 5 verschiedenen Obstdauerwarensorten erhaltenen Resultate irgendwelche Gesetzmäßigkeiten im Verhalten der einzelnen Gruppen oder Gattungen der vorkommenden Schimmelpilze aufzustellen. Dadurch wird die Empfehlung einer universellen Methode zur Verhinderung der Entwicklung von allen in der Industrie vorkommenden Schimmelpilzen erschwert.

Nach unseren vorläufigen Befunden müßte sich im Hinblick auf die Haltbarkeit bei Zimmertemperatur eine Ansäuerung der Obstdauerwaren auf p_H 3 günstig auswirken; jedenfalls könnte hierdurch das Wachstum der Hauptverderber aus den Gruppen *Penicillium* und *Aspergillus* ausreichend gehemmt werden. Lediglich für das Auswachsen der *Citromyces*-Stämme könnte sich diese Maßnahme als ungenügend erweisen (vgl. Abb. 2). Eine gewisse Ansäuerung dürften die Obstdauerwaren auch in der geschmacklichen Hinsicht vertragen.

Nur systematische Untersuchungen verdorbener Obstdauerwaren — in Verbindung mit Isolierung, Identifizierung und gründlichem Studieren der Eigenschaften einzelner Erreger eines solchen Verderbs — können der Industrie helfen, eine bestimmte Maßnahme gegen die vorkommenden Schimmelpilze auszuarbeiten.

Als einzige vorläufige radikale Methode zur Abtötung der Schimmelpilzkeime kann man das Erhitzen auf $90^\circ C$ empfehlen, wobei auch die sog. „adaptiv-osmophilen“ Schimmelpilzstämmen in 1 min sicher abgetötet werden können.

Zusammenfassung

Aus 5 verschiedenen Obstkonfitüren und -gelees wurden 9 Schimmelpilzstämmen in Reinkulturen isoliert: 2 Stämme aus der Gattung *Aspergillus* und 7 Stämme aus der Gattung *Penicillium* (darunter 2 aus der Untergattung *Citromyces*).

Das Verhalten dieser Stämme wurde bei Zimmertemperatur und bei $28^\circ C$ auf Substraten mit p_H -Werten von 3—7, und Rohrzuckerkonzentrationen von 45,5 bis 67,5 Gew.-% untersucht.

Bei den p_H -Werten von 5—7 und bei Zuckerkonzentrationen bis 62 Gew.-% ergaben alle Schimmelpilzstämmen ein gleichartiges, gutes Auswachsen mit Entwicklung einer farbigen Conidiendecke. Die Fähigkeit dieser Schimmelpilze, sich bei hoher Zuckerkonzentration zu entwickeln, zeigt, daß sie sich als „adaptiv-osmophil“ an ungewöhnliche Bedingungen angepaßt hatten.

Bei extremen Bedingungen, wie p_H 3—4 und Zuckerkonzentrationen von 64,6 bis 67,5 Gew.-% war das Verhalten der isolierten Schimmelpilzstämmen sehr unterschiedlich.

Eine Ansäuerung des Substrates bis p_H 3 bei Zimmertemperatur verhindert das Wachstum aller Schimmelpilzstämmen mit Ausnahme der *Citromyces*-Gruppe, welche bei diesen Bedingungen sich noch gut entwickelte. Eine Erhitzung der Pilzsporen auf $90^\circ C$ ergab eine Abtötung für alle geprüften Stämme schon nach 1 min.

Eine spezifischere Methode zur Verhinderung der Entwicklung von Schimmelpilzen in den Obstdauerwaren könnte erst ausgearbeitet werden, wenn die in der Praxis den Verderb hervorrufenden Schimmelpilzstämmen bekannt und sorgfältig untersucht sein würden.