

## Mittheilungen.

**17. Alb. Fitz: Ueber alkoholische Gährung durch *Mucor Mucedo*.**  
(Eingegangen am 18. Jan.; verlesen in der Sitzung von Hrn. Oppenheim.)

Im Verlaufe der letzten 15 Jahre sind unsere Kenntnisse über die alkoholische Gährung durch ausgezeichnete Arbeiten von Pasteur und Anderen bereichert worden. Diese Untersuchungen bewegten sich in chemisch-physiologischer Richtung. Die botanische Natur der Gährungspilze, ihre Entwicklungsgeschichte, war dabei fast ganz unberücksichtigt geblieben. Man arbeitete mit „Hefe“, ohne besondere Rücksicht darauf zu nehmen, ob man es mit einer einheitlichen Pilzspecies oder mit einem Gemenge verschiedener Species zu thun hatte; verschiedene Forscher mochten wohl mit verschiedenen Species arbeiten.

In Bezug auf die Entwicklungsgeschichte der Hefe war von verschiedenen Mykologen ein Zusammenhang derselben mit Schimmelpilzen, namentlich mit *Penicillium glaucum* und *Mucor Mucedo* behauptet worden. Aus Schimmelpilzen sollte gährungserregende Hefe entstehen können und umgekehrt; noch Andere behaupteten sogar nicht bloß einen Zusammenhang der Hefe mit Schimmelpilzen, sondern auch mit Bakterien (*Schizomycetes*).

Die schöne Abhandlung von de Bary „über Schimmel und Hefe“ (Berlin 1869) und die ausgezeichnete Arbeit von Reess über die Entwicklungsgeschichte der Alkoholgährungspilze <sup>1)</sup> brachten Klarheit in diesen etwas confusen Theil des Gährungsgebietes.

De Bary und Reess wiesen nach, dass zwischen *Saccharomyces* und den Schimmelpilzen kein entwicklungsgeschichtlicher Zusammenhang stattfindet; sie deckten die Fehlerquellen bei den Beobachtungen auf, nach welchen einige Mykologen jenen Zusammenhang behauptet hatten.

Reess entdeckte die wirkliche Fruktifikation der *Saccharomyces*-Arten. Unter gewissen Ernährungsbedingungen bilden sich im Innern der *Saccharomyces*-Zellen 2 bis 4 Tochterzellen; die Mutterzelle ist als Ascus, die Tochterzellen als Ascosporen zu betrachten. Die Gattung *Saccharomyces* ist demnach im System der Pilze in die Gruppe der Ascomyceten einzureihen.

Reess stellt 7 *Saccharomyces*-Species <sup>2)</sup> auf, eine achte hatte er

<sup>1)</sup> Botanische Untersuchungen über die Alkoholgährungspilze von Max Reess. Leipzig 1870. Vergl. auch Botanische Zeitung 1869, S. 104.

<sup>2)</sup> Darunter eine Species, *Saccharomyces Mycoderma*, die nur Verwesungspilz ist (sie verbrennt den Alkohol zu Wasser und Kohlensäure), und von der eine gährungserregende Fähigkeit bis jetzt nicht sicher nachgewiesen ist. Eine andere Species, *S. apiculatus*, gehört nach Engel nicht zur Gattung *Saccharomyces*, sondern

ur in todtm Zustande in den Händen, die aber höchst wahrscheinlich neben einer anderen Species als Hauptgährungspilz der Rothweine anzusprechen ist; eine neunte wurde von Engel<sup>1)</sup> bei der Brodgährung aufgefunden.

Diese Species sind scharf von einander verschieden; sie geben nicht etwa durch Veränderung des Mediums, in dem sie vegetiren, in einander über. *S. ellipsoideus* (die häufigste Species der Weingährung) z. B. geht, wenn man sie viele Generationen hindurch in Bierwürze cultivirt, nicht in *S. cerevisiae* über; und umgekehrt letztere, in filtrirtem Traubenmost cultivirt, nicht in erstere<sup>2)</sup>.

Bei Gelegenheit dieser Arbeit stellte Reess eine sehr interessante, von Bail bereits 1857 entdeckte, aber von demselben missverständene und falsch interpretirte Thatsache in das richtige Licht.

Bail hatte nämlich beobachtet, dass Sporen des Schimmelpilzes *Mucor Mucedo*, in gährungsfähiger Flüssigkeit untergetaucht, nach Art der Bierhefe sich durch Sprossung vermehren und alkoholische Gährung erregen. Er unterschied anfangs richtig zwischen *Mucor*-Hefe und Bierhefe, nahm jedoch später an, dass erstere in letztere übergehe. Bei seinen Versuchen traten nämlich neben *Mucor*-Hefe Bierhefezellen auf, und letztere drängten schliesslich erstere zurück. Bail schloss hieraus: *Mucor Mucedo* geht in Bierhefe über, Bierhefe ist ein gewisser Entwicklungszustand von *Mucor Mucedo*.

Reess constatirte, dass Sporen und selbst Mycelstücke von *Mucor Mucedo*, in gährungsfähiger Flüssigkeit untergetaucht, sich durch Sprossung vermehren und alkoholische Gährung erregen, dass aber die *Mucor*-Hefe durchaus verschieden ist von *S. cerevisiae* und in keinem entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang damit steht. Der Irrthum Bail's ist einfach dadurch zu erklären, dass in seine Gährflüssigkeiten ausser den Sporen von *Mucor Mucedo* auch Zellen von *S. cerevisiae* gerathen waren, und dass letztere, denen das Medium besser zusagte als der *Mucor*-Hefe, schliesslich diese zurückdrängten.

---

einer neuen Gattung *Carpozyma* an; Reess hatte an ihr überhaupt keine Fruktifikation beobachtet; nach Engel bildet sie keine Ascosporen, sondern eine andere, eigenthümliche, Fruktifikationsform.

1) Comptes rendus 1872 t. 74 S. 468 und *Mémoires sur les ferments alcooliques*. Paris 1872.

2) Bei der Weingährung kommen bei verschiedenen Traubensorten und in verschiedenen Gegenden verschiedene *Saccharomyces*-Species vor. Die Gährung von Dürkheimer „Silvaner“-Most z. B. wird von Anfang bis zu Ende ausschliesslich von *S. ellipsoideus* geführt. Nur in verschwindend kleiner Zahl findet man darin Zellen zweier anderer Species. Die Gährung von Dürkheimer „Portugieser“-Most dagegen wird z. Th. von *S. ellipsoideus*, z. Th. von einer langgestreckten, cylindrisch geformten Species geführt; einige andere Formen findet man darin nur in sehr geringer Zahl.

Auffällig ist die grosse Seltenheit von *S. apiculatus* (*Carpozyma*) in diesen pfälzischen Mosten, im Gegensatz zu der Häufigkeit dieser Species bei der Gährung der badischen und elsässischen Weine.

Die *Mucor*-Hefe ist von Bierhefe total verschieden. Vor Allem fallen die enorme Grösse der *Mucor*-Zellen und ihre wunderlichen, theils runden, theils tonnenförmigen, theils unregelmässigen Formen auf. Der Durchmesser der ausgewachsenen *Mucor*-Hefezellen ist mindestens 3—5mal so gross als die der grössten Zellen von *S. cerevisiae*. Weitere unterscheidende Merkmale sind folgende: Die Cellulose der *Mucor*-Hefe färbt sich mit Chlorzinkjod weinroth, die Cellulose von *S. cerevisiae* thut dies nicht. Die *Mucor*-Hefezellen entwickeln an der Luft üppiges Mycelium, und aus diesem erheben sich bald Fruchträger, an deren Enden sich die gewöhnlichen *Mucor*-Sporangien bilden. *S. cerevisiae* dagegen entwickelt an der Luft kein Mycelium, sondern bildet unter geeigneten Bedingungen Ascosporen.

Reess untersuchte die durch *Mucor Mucedo* erregte Gährung nur von mykologischem Standpunkte; um sie in chemischer Richtung kennen zu lernen, stellte ich die in Folgendem beschriebenen Versuche an.

Als gährungsfähige Flüssigkeiten dienten theils durch Erhitzen conservirter Traubenmost, theils künstliche Nährflüssigkeiten, zusammengesetzt aus Wasser, Rohrzucker, Mineralsubstanzen und Pepsin <sup>1)</sup> oder Ammoniaksalzen.

Sämmtliche Flüssigkeiten wurden unter Baumwollverschluss einige Minuten lang zum Kochen erhitzt, um alle Pilzsporen im Innern des Gährgefässes zu tödten, und nach dem Erkalten ein oder mehrere *Mucor*-Sporangien ausgesät. *Mucor Mucedo* wurde zu diesem Zweck auf Pferdemist in einem feuchtigkeitsgesättigten Raume cultivirt. Es wurde Sorgfalt darauf verwendet, dass keine *Saccharomyces*-Zellen in die Gährflüssigkeiten geriethen; denn die Versuche waren ja nur brauchbar, wenn die *Mucor*-Hefe sich rein von *Saccharomyces*-Hefe entwickelte. Es gelang ohne Schwierigkeit, die *Mucor*-Hefe rein zu cultiviren. Nach vollendeter Gährung wurde die Hefe jedesmal mikroskopisch auf ihre Reinheit geprüft.

Die Luft in den Gährgefässen wurde theils belassen, theils kurz nach der Aussaat durch Kohlensäure verdrängt.

Die Entwicklung der *Mucor*-Sporen verläuft verschieden je nach der An- oder Abwesenheit von Sauerstoff.

Bei Abwesenheit von Sauerstoff entwickeln sich die *Mucor*-Sporen direkt zu, sich durch Sprossung vermehrenden, *Mucor*-Hefezellen, zugleich beginnt die alkoholische Gährung.

Bei Anwesenheit von Luft dagegen entwickeln sich die *Mucor*-

---

<sup>1)</sup> Das Pepsin war von Sittel in Heidelberg bezogen und nach der Wassmann'schen Methode dargestellt; nach Adolf Mayer ist es wahrscheinlich, dass die günstige Wirkung des Wassmann'schen Pepsins als stickstoffhaltigen Nährstoffs der Gährungspilze nicht dem Pepsin selbst, sondern den demselben beigemengten Peptonen zuzuschreiben ist. Vergl. Adolf Mayer, landw. Versuchs-Stationen 1871. Bd. 14. S. 20—22.

Sporen zu einem üppigen, reichverzweigten, querwandlosen Mycelium in Form von radial um die ausgesäten Sporangien wachsenden Flocken, deren Durchmesser oft mehrere Centimeter erreicht. In diesem Zustand, bei Anwesenheit von Sauerstoff, tritt vorerst keine Gärung ein, sondern das Mycelium verbrennt — wie alle Mycelien — gleichzeitig mit seiner Entwicklung, die organische Substanz zu Wasser und Kohlensäure (und vielleicht noch anderen weniger hoch oxydirten Produkten).

Dies dauert so lange, bis der in der Flüssigkeit absorbierte Sauerstoff verbraucht ist. Alsdann theilt sich das bisher querwandlose Mycelium durch Scheidewände in einzelne Zellen, die sich durch Sprossung vermehren und *Mucor*-Hefe bilden. Dieser Vorgang macht sich manchmal dem blossen Auge bemerklich durch das Zerfallen der vorher fest in sich zusammenhängenden Mycelflocken zu unzähligen kleinen Partikeln bei mässig starkem Umschütteln.

Oft entwickeln auch die ausgesäten Sporen an der Oberfläche der Flüssigkeit Mycelium, nach dem Innern zu sprossende *Mucor*-Hefe.

Bei Anwesenheit von Sauerstoff entwickelt sich also die *Mucor*-Spore zu Mycelium und verbrennt den Zucker; bei Abwesenheit von Sauerstoff dagegen entwickelt sich die Spore zu sprossender *Mucor*-Hefe und spaltet den Zucker in die Gährungsprodukte.

Das Verhalten von *Mucor Mucedo* zu einer gährungsfähigen Flüssigkeit bei An- und Abwesenheit von Sauerstoff stimmt trefflich mit der von Pasteur 1861 aufgestellten Gährungstheorie<sup>1)</sup>. Nach derselben hat ein Gährungspilz zu seiner Entwicklung Sauerstoff nothwendig; wenn er den Sauerstoff frei als solchen vorfindet, so nimmt er diesen, indem er den Zucker theils assimiliert, theils verbrennt; ist kein freier Sauerstoff da, so entnimmt der Pilz seinen Bedarf daran dem Zucker. Dadurch wird der Gleichgewichtszustand im Innern des Zuckermoleküls zerstört; es ist der Anstoss zum Zerfall des Zuckermoleküls, der Anstoss zur Gärung gegeben.

Neuerdings scheint Pasteur den Vorgang etwas anders aufzufassen<sup>2)</sup>: er legt weniger Gewicht auf den Sauerstoff als solchen, als vielmehr auf die Wärme, die einerseits bei Anwesenheit von Sauerstoff durch die Oxydation, andererseits bei Abwesenheit von Sauerstoff durch die Spaltung des Zuckers frei wird — ungefähr in Uebereinstimmung mit der Theorie Adolf Mayer's<sup>3)</sup>, der den Vorgang der Spaltung eine „innere Verbrennung“ nennt.

Das Verhalten von *Mucor Mucedo* zu einer Zuckerlösung ist sehr

1) Comptes rendus 1861. t. 52. S. 1260—1264.

2) Comptes rendus 1872. t. 75. S. 788.

3) Landw. Versuchs-Stationen 1871. Bd. 14. S. 52—58.

ähnlich dem Verhalten von *Penicillium glaucum* und *Aspergillus niger* zu einer Gerbsäurelösung.

Van Tieghem <sup>1)</sup> zeigte, dass bei reichlichem Sauerstoffzutritt diese Pilze die Gerbsäure vollständig verbrennen, indem zugleich die eigne Masse der Pilze beträchtlich vermehrt wird; bei Abwesenheit von Sauerstoff dagegen tritt die Spaltung der Gerbsäure, reichliche Bildung von Gallussäure ein mit gleichzeitiger geringer Vermehrung der Pilzmasse.

In einem gewissen Sinne ebenfalls hierher gehörig ist die von Pasteur <sup>2)</sup>, sowie von Lechartier und Bellamy <sup>3)</sup>, vor kurzer Zeit gemachte überraschende Entdeckung, dass unversehrte zuckerhaltige Früchte, in eine sauerstofffreie Atmosphäre gebracht, sofort beginnen, Kohlensäure und Alkohol zu bilden, ohne dass hier die Gärung von Hefe veranlasst wird; es sind vielmehr die Zellen des Fruchtfleisches, die bei Anwesenheit von Sauerstoff die organische Substanz langsam verbrennen, bei Abwesenheit von Sauerstoff dagegen den Zucker spalten <sup>4)</sup>. —

Die *Mucor*-Gärungen bedürfen einer höheren Temperatur, als die Gärungen mit *Saccharomyces*. Bei Temperaturen unter 15° C. verläuft die *Mucor*-Gärung äusserst langsam. Die Gährflüssigkeiten wurden in der Regel möglichst zwischen den Temperaturen 25° bis 28° C. gehalten <sup>5)</sup>.

*Mucor*-Hefe invertirt ebenso wie *Saccharomyces*-Hefe den Rohrzucker. Rohrzuckerlösung, mit *Mucor*-Hefe versetzt, reducirt nach kurzer Zeit Fehling'sche Lösung.

Das bei der *Mucor*-Gärung entweichende Gas, über Quecksilber aufgefangen, wird von Kalilauge vollständig absorbiert, besteht also aus reiner Kohlensäure.

1) Comptes rendus 1867. t. 65. S. 1091—1094.

2) Comptes rendus 1872. t. 75. S. 788—790.

3) Comptes rendus 1872. t. 75. S. 1054—1056 und 1203—1206.

4) In derselben Mittheilung giebt Pasteur an, dass *S. Mycoderma*, sowie *Penicillium glaucum*, in einer gährungsfähigen Flüssigkeit untergetaucht, Gärung erregen; in Bezug auf *S. Mycoderma* hat er inzwischen diese Behauptung wieder zurückgenommen (Compt. rend. 1872. t. 75. S. 1168), oder wenigstens als durch seine Versuche noch nicht für erwiesen erachtet, indem es äusserst schwierig ist, *S. Mycoderma* rein von andern *Saccharomyces*-Arten zu cultiviren. Was *Penicillium glaucum* anbelangt, so stehen die Versuche Pasteur's im Widerspruch mit den Versuchen von Reess, der constatirte, dass bei reiner *Penicillium*-Aussaat keine Gärung stattfindet (Reess, bot. Unt. S. 62).

5) Der hierbei benutzte Thermostat war nach den freundlichen Angaben von Prof. Horstmann in Heidelberg construirt; er besteht aus 3 concentrischen, unten geschlossenen Metallcylindern. Der Zwischenraum zwischen dem mittleren und inneren Cylinder ist mit Wasser gefüllt. Der Boden des äusseren Cylinders hat eine kreisförmige Oeffnung, unter die eine Bunsen'sche Lampe gestellt wird. Der innere Cylinder ist mit einem doppelwandigen Deckel versehen. Die Temperatur des Thermostaten wird durch Vergrössern oder Verkleinern der Flamme, sowie durch den Abstand der Flamme vom Boden des Thermostaten regulirt.

Ueber den Verlauf der Gährung wurde durch die Gewichtsabnahme Aufschluss erhalten. Die Gahrgefasse waren, ähnlich wie bei den Versuchen von Adolf Mayer, mit Chlorcalciumrohren und Kautschukventilen versehen.

Bei den ersten Versuchen zeigte sich die eigenthümliche Erscheinung, dass in den ersten Tagen nach der Aussaat zwar eine energische Gährung eintrat, jedoch bald sich verlangsamte und schliesslich ganz aufhörte, obgleich noch eine beträchtliche Menge von Zucker unzersetzt vorhanden war. Und zwar waren die Gährflüssigkeiten so zusammengesetzt, dass mittelst irgend einer *Saccharomyces*-Art der Zucker rasch und vollständig vergohren wäre. Zusätze von Mineralsubstanzen und von Pepsin konnten den Stillstand der Gährung nicht aufheben.

In der Regel vergohr nur die Hälfte oder nahezu die Hälfte des Zuckers, so dass es fast den Anschein hatte, als werde durch *Mucor*-Hefe vom Invertzucker nur Dextrose (oder nur Levulose) zersetzt, ähnlich etwa wie *Penicillium glaucum* mit Leichtigkeit die Rechtsweinsäure verbrennt, die Linksweinsaure dagegen sehr schwierig.

Es zeigte sich jedoch, dass die Ursache dieses Verhaltens wo anders lag, nämlich in der ungemein grossen Empfindlichkeit der *Mucor*-Hefe gegen Alkohol. Ein Alkoholgehalt von  $3\frac{1}{4}$ —4 Gewichtsprocenten macht die *Mucor*-Hefe träge und tödtet sie schliesslich, während die *Saccharomyces*-Arten einen bedeutend höheren Alkoholgehalt ertragen können.

Zufällig war bei den ersten Versuchen der Zuckergehalt der Gährflüssigkeiten so genommen worden, dass annähernd die Hälfte des Zuckers unzersetzt blieb.

Unter meinen Versuchen greife ich diejenigen heraus, die mir am geeignetsten scheinen, um Schlüsse daraus zu ziehen.

In eine 15 procentische Rohrzuckerlösung, zusammengesetzt aus

Wasser	425 CC.,
Rohrzucker	75.36 Gr. (= 79.33 Gr. Invertzucker)
phosphors. Kali	1.25 -
schwefels. Magnesia	0.51 -
phosphors. Kalk	0.12 -
Pepsin	5.09 -

wurden einige *Mucor*-Sporangien ausgesät. Einige Tage später trat starke Gährung ein, die sich jedoch bald verlangsamte.

Der Kohlensaureverlust betrug nach 7 Monaten 19.2 Gr.; circa die Hälfte des Zuckers blieb unzersetzt.

Ein Theil der Gahrflussigkeit wurde nun gekocht, um den Alkohol zu verjagen, mit Wasser versetzt, und so eine 5 procentige Zuckerlösung hergestellt, die in 560 CC. Flüssigkeit 27.8 Gr. Invert-

zucker enthielt. Nach der Aussaat trat alsbald Gährung ein. Nach 4 Minuten betrug der Kohlensaureverlust 12.79 Gr.; unzersetzt gebliebener Zucker wurde gefunden 0.7 Gr.

In dieser verdünnten Lösung verlief also die Lösung verhaltmassig schnell und nahezu vollständig.

Bei einem anderen Versuch wurde eine 25 procentige Rohrzuckerlösung genommen, die 125 Gr. Rohrzucker (= 131.6 Gr. Invertzucker) und entsprechende Mengen Mineralsubstanzen und Pepsin enthielt. Einige Tage nach der Aussaat trat energische Gährung ein. Der Kohlensaureverlust in den ersten 8 Tagen nach dem Beginn der Gährung betrug 11 Gr., weiterhin von 8 zu 8 Tagen 5.9 — 2.3 — 1.1 Gr. Von da ab war die Gährung eine äusserst langsame. Nach 6 Monaten betrug der Gesamt-Kohlensaureverlust 23 Gr.; circa  $\frac{3}{4}$  des Zuckers waren unvergohren geblieben.

Die Gahrflussigkeit wurde jetzt mit 1500 CC. Wasser (das keine lebenden Pilzsporen enthielt) versetzt. Es fand keine weitere Gewichtsabnahme statt. Die *Mucor*-Hefe war durch den geringen Alkoholgehalt der ursprünglichen Flüssigkeit getödtet worden. Nach einer frischen Aussaat trat eine sehr kräftige Gährung ein. Der Kohlensaureverlust betrug nach 3 Monaten 31 Gr. Die Flüssigkeit enthielt noch 8.5 Gr. unzersetzten Zucker.

Zwei vergleichende Versuche mit Traubenmost (der durch Kochen conservirt war) wurden in folgender Weise gemacht:

Es wurden 2 Gahrkolben mit je 100 CC. Traubenmost, der 18.2 pCt. Invertzucker enthielt, beschickt; zum zweiten Kolben wurden noch 100 CC. Wasser zugegeben.

Nach 6 Wochen betrug der Kohlensaureverlust des ersten Kolbens 2.04 Gr., der des zweiten dagegen 4.7 Gr.

Eine weitere Versuchsreihe ist folgende:

Es wurden 4 Gahrkolben von verschiedener Grösse beschickt mit je

Rohrzucker	8 Gr.
phosphors. Kali	0.24 -
schwefels. Magnesia	0.12 -
Pepsin	0.32 -

Dann wurde Wasser zugegeben, so dass der erste Kolben 40 CC., der zweite 80, der dritte 160, der vierte 320 CC. Flüssigkeit enthielt; es waren das also 20, 10, 5,  $2\frac{1}{2}$  procentige Lösungen.

In dem ersten Kolben hörte die Gährung bereits nach 2 Monaten auf, obwohl noch viel Zucker unzersetzt war; nach Verlauf von weiteren 2 Monaten wurde das Gewicht unverändert gefunden; in dem zweiten, dritten und vierten Kolben dagegen ging die Gährung weiter mit steigendem Kohlensaureverlust.

4 Minuten nach der Aussaat betragen die Kohlensäureverluste der 4 Kolben:

1.54      1.85      2.69      3.58 Gr.

Die Flüssigkeit des ersten Gährkolbens wurde nun von der Hefe abgossen, der Alkohol durch Kochen verjagt, das ursprüngliche Volumen durch Zusatz von Wasser wieder hergestellt und zu der *Mucor*-Hefe des Gährkolbens zurückgegeben. Nach Verlauf von 12 Tagen fand keine Gewichtsabnahme statt. Die *Mucor*-Hefe war also durch den Alkohol, den sie selbst erzeugt hatte, getödtet worden. Der Alkoholgehalt der Gährflüssigkeit betrug wenig über 3 Gewichtsprocente.

Nach Verlauf von 12 Tagen wurde die, wie oben angegeben, von Alkohol befreite und auf ihr ursprüngliches Volumen gebrachte Flüssigkeit mit einer frischen Aussaat versehen. Bald darauf trat von Neuem energische Gärung ein.

Aus diesen Versuchen ergibt sich, dass die *Mucor*-Hefe im Grossen nur da Verwendung finden könnte, wo die Gährflüssigkeiten weniger als 7 pCt. Zucker enthalten.

Für die Weingärung ist deshalb die *Mucor*-Hefe absolut unbrauchbar. —

Um den Einfluss der Menge der stickstoffhaltigen Nährstoffe auf den Verlauf der Gärung kennen zu lernen, wurde folgender Versuch angestellt.

Es wurden 3 Kolben beschickt mit

Wasser	150 CC.
Rohrzucker	6 Gr.
phosphors. Kali	0.2 -
schwefels. Magnesia	0.1 -

ausserdem erhielt der erste Kolben 0.2, der zweite 0.1, der dritte 0.05 Gr. Pepsin.

Nach 4 Monaten betragen die Kohlensäureverluste

2.28      1.92      1.50 Gr.

Hieran schliesst sich folgender Versuch:

Es wurden 4 Kolben mit Traubenmost <sup>1)</sup> beschickt und den 3 letzten Kolben Zusätze gegeben:

	a	b	c	d
CC. Most	100	100	100	100
Invertzucker	18.2	18.2	18.2	18.2 Gr.
Zusätze:				
phosphors. Kali		0.8		0.8
schwefels. Magnesia		0.4		0.4
Pepsin			0.8	0.8

<sup>1)</sup> Der Traubenmost war durch Erhitzen zum Sieden conservirt worden, wobei ein Theil der stickstoffhaltigen Körper sich ausscheidet.

Nach 5 Tagen betragen die Kohlensäureverluste	0.27	0.42	0.60	0.01
Nach 6 Wochen	2.04	2.49	3.89 (?)	3.61

Ein weiterer Versuch wurde mit durch Wasser verdünntem Traubenmost in 4 Kolben gemacht, von denen die 3 letzten Zusätze erhielten:

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>
CC. verdünnten Most	150	150	150	150
Invertzucker	7.2	7.2	7.2	7.2 Gr.
Zusätze:				
phosphors. Kali		0.27		0.27
schwefels. Magnesia		0.14		0.14
Pepsin			0.27	0.27

Nach 17 Tagen betragen die Kohlensäureverluste	1.21	1.05 <sup>1)</sup>	2.11	2.49
--	------	--------------------	------	------

Bei dem Kolben *d* fanden nach 17 Tagen, bei dem Kolben *c* nach 24 Tagen nur noch unbedeutende Gewichtsabnahmen statt, während *b* und *a* noch langsam fortgohren.

Anstatt Pepsin lässt sich saures weinsaures Ammoniak<sup>2)</sup> verwenden:

2 Kolben wurden beschickt mit je 150 CC. 4 procentiger mit Mineralsubstanzen versehener Rohrzuckerlösung; ausserdem erhielt der erste 0.2 Gr. Pepsin, der zweite 0.4 Gr. saures weinsaures Ammoniak.

Die Gährung im zweiten Kolben verlief im Anfang langsam, holte aber schliesslich die des ersten Kolbens nahezu ein.

Die Kohlensäureverluste betragen nach 4 Monaten

2.38	2.25 Gr.
------	----------

Die Menge Pilzsubstanz, die sich auf 100 Gr. vergohrenen Invertzucker bildet, wurde gefunden zu 1.93 Gr. Die Menge wird schwanken je nach dem mehr oder weniger vollkommenen Abschluss von Luft. Bei freiem Luftzutritt bildet sich ausser der Hefe viel Mycelium, und das Gewicht der gebildeten Pilzsubstanz ist alsdann beträchtlich grösser.

Die *Mucor*-Hefe enthält 2.2 pCt. mit Aether ausziehbarer Fettsubstanz.

Die Bildung von Bernsteinsäure bei der *Mucor*-Gährung ist leicht nachzuweisen. Man dampft die vergohrene Flüssigkeit auf dem

<sup>1)</sup> Der Kolben *b* fing etwas später als die übrigen zu gähren an. Der Vergleich der Kohlensäureverluste nach einer bestimmten Zeit ist streng genommen nur erlaubt, wenn die Gährung in allen Kolben gleichzeitig beginnt; tägliche Wägungen von der Zeit der Aussaat an geben hierüber Aufschluss.

<sup>2)</sup> Das saure Salz ist wohl dem neutralen vorzuziehen, um das mögliche Auftreten von *Schizomyces* zu verhüten.

Wasserbad ein und behandelt den Rückstand wiederholt mit Aether. Die ätherische Lösung setzt beim Verdunsten Krystalle ab. Diese Substanz schmilzt bei  $181^{\circ}$  C. (der Schmelzpunkt der Bernsteinsäure wird zu  $180^{\circ}$  C. angegeben), und lässt sich sublimiren. Das neutrale Ammoniaksalz gibt mit neutralem Eisenchlorid einen braunrothen Niederschlag. Ein Theil der Substanz wurde in das Silbersalz verwandelt. 0.2211 Gr. Silbersalz gaben 0.1423 Gr. Silber. Daraus berechnet sich 64.36 pCt. Ag; die Theorie verlangt 65.06 pCt.

Dagegen ist der Nachweis der Bildung oder der Abwesenheit von Glycerin schwieriger; er ist mir bis jetzt nicht gelungen, hauptsächlich deswegen, weil es schwierig ist, allen Zucker vollständig zur Vergärung zu bringen.

Bei einem Versuch, Glycerin genau nach der von Pasteur angegebenen Methode quantitativ zu bestimmen, wurde eine syrupartige Substanz erhalten, die jedoch Fehling'sche Lösung stark reducirte, mit conc. Schwefelsäure übergossen, sich schwärzte und schwefelige Säure entwickelte. Ob sie ausser Zucker Glycerin enthielt, konnte ich nicht ermitteln. Es wurde versucht, etwa vorhandenes Glycerin durch wiederholtes Destilliren mit Wasser vom Zucker zu trennen, jedoch mit negativem Resultat.

Auffallend ist das Verhältniss des Alkohols zur Kohlensäure bei der *Mucor*-Gärung, das übrigens ziemlich schwankt je nach dem mehr oder weniger vollständigen Abschluss von Luft. Es wurde im Mittel aus 9 Bestimmungen das Verhältniss des Alkohols zur Kohlensäure gefunden wie 100 zu 123.1, während für die Bierhefe Pasteur das Verhältniss 100 zu 96.3 angiebt.

Das Destillat der *Mucor*-Gärung, mit Silberlösung und wenig Ammoniak versetzt, giebt beim Erwärmen einen Silberspiegel, enthält also kleine Mengen Aldehyd.

Dextrin, Inulin und Milchzucker werden von *Mucor Mucedo* nicht in alkoholische Gärung versetzt.

Ueber weitere Versuche, mit denen ich über *Mucor*-Gärung nach verschiedenen Richtungen beschäftigt bin, werde ich seiner Zeit berichten.

#### A n h a n g.

Bemerkungen über die Quellen der Wärme, die bei der alkoholischen Gärung frei wird <sup>1)</sup>.

Die Wärme, die bei der alkoholischen Gärung frei wird, stammt aus Quellen verschiedener Art.

Die Hauptmenge der frei werdenden Wärme rührt her von der

<sup>1)</sup> Vergl. Ann. d. Oenologie Bd. II, S. 428—431.

Differenz der chemischen Spannkräfte, einerseits des Zuckers, andererseits der Körper, in die der Zucker zerfällt.

Ein anderer Theil rührt her von der Wärmemenge, die frei wird durch die Mischung des entstehenden Alkohols mit Wasser, und zwar ist dieser Theil nicht unbedeutend.

Wie gross ferner die Wärmeänderungen sind, die durch die Vermehrung des Gährungspilzes verursacht sein können, wobei vermuthlich Wärme absorbiert wird, dafür haben wir keinen Anhaltspunkt.

Sodann ist zu berücksichtigen, dass ein Theil der frei werdenden Wärme in äussere Arbeit umgesetzt wird, indem die entweichende Kohlensäure den Luftdruck überwindet.

Bei der Vergärung einer 18 procentigen Zuckerlösung beträgt die Temperaturerhöhung (mit Berücksichtigung einer Correction für die durch Leitung und Strahlung abgehende Wärme) etwa 21° C.

Die Temperaturerhöhung, die durch die Mischung von Alkohol mit Wasser verursacht wird, beträgt für eine Alkohollösung, die einer 18 procentigen Zuckerlösung entspricht, etwa 5° C., also nahezu den vierten Theil der Gesamttemperaturerhöhung.

### 18. C. Schorlemmer: Ueber die Oenanthylsäure.

(Eingegangen am 20. Jan.; verlesen in der Sitzung von Hrn. Oppenheim.)

Durch Oxydation des aus normalem Heptan dargestellten primären Heptylalkohols erhielt ich eine Heptylsäure, von der ich angab, dass sie identisch sei mit der Oenanthylsäure<sup>1)</sup>. Später hat Franchimont aus primärem Hexylalkohol eine Heptylsäure synthetisch dargestellt<sup>2)</sup>, und in seiner ausführlichen Abhandlung erwähnt er meiner Angabe und sagt darüber folgendes<sup>3)</sup>:

„Da Schorlemmer keine weiteren Eigenschaften als den Siedepunkt angibt und keine anderen Derivate als das Baryumsalz dargestellt zu haben scheint, so ist eine Vergleichung eigentlich sehr schwer, und ich halte es in diesem Falle wenigstens für zu gewagt, beide Säuren für identisch zu erklären, obgleich es sehr leicht möglich und selbst nicht unwahrscheinlich ist, dass sie es sind. Bei der Oxydation des Ricinusöls mit Salpetersäure entsteht, den vielen Angaben nach, eine ganze Reihe von Säuren, und es scheint vom Concentrationsgrade der angewandten Salpetersäure, von der Temperatur und der Dauer der Einwirkung abzuhängen, welche dieser Säuren man in grösserer Quantität erhält; die Möglichkeit existirt hier also (denn Tilley hat

<sup>1)</sup> Ann. Chem. Pharm. 161, 263.

<sup>2)</sup> Diese Berichte V, 786.

<sup>3)</sup> Ann. Chem. Pharm. 165, 237.