Zeitschrift: Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 48 (1957)

Heft: 4

Artikel: Ueber die Ursachen unvollständiger Vergärung von Obstweinen

Autor: Lüthi, Hs.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-983777

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 17.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

MITTEILUNGEN

AUS DEM GEBIETE DER

LEBENSMITTELUNTERSUCHUNG UND HYGIENE

VERÖFFENTLICHT VOM EIDG. GESUNDHEITSAMT IN BERN

Offizielles Organ der Schweizerischen Gesellschaft für analytische und angewandte Chemie

TRAVAUX DE CHIMIE ALIMENTAIRE ET D'HYGIÈNE

PUBLIÉS PAR LE SERVICE FÉDÉRAL DE L'HYGIÈNE PUBLIQUE À BERNE

Organe officiel de la Société suisse de chimie analytique et appliquée

ABONNEMENT:

Schweiz Fr. 17.— per Jahrgang (Ausland Fr. 22.—) Preis einzelner Hefte Fr. 3.— (Ausland Fr. 4.—)
Suisse fr. 17.— par année (étranger fr. 22.—) Prix des fascicules fr. 3.— (étranger fr. 4.—)

BAND - VOL. 48 1957 HEFT - FASC. 4

Ueber die Ursachen unvollständiger Vergärung von Obstweinen

Von *Hs. Lüthi,* Eidg. Versuchsanstalt, Wädenswil

Unter Obtswein versteht man in der Schweiz ein durch alkoholische Gärung aus dem Safte von Aepfeln oder Birnen gewonnenes Getränk. Im Gegensatz zu andern Ländern ist der Zusatz von Zucker oder Alkohol nicht gestattet.

Die praktische Bedeutung dieses Produktes in der Schweiz sei durch eine Konsumziffer illustriert. Nach den letzten statistischen Angaben (1956) wird der Jahreskonsum pro Kopf unserer Bevölkerung heute noch auf mehr als 30 Liter geschätzt.

In die Produktion des Obstweines teilen sich gewerbliche und bäuerliche Betriebe. Sie ist, je nach dem Ausfall der Obsternten, beträchtlichen Schwankungen unterworfen.

In den gewerblichen Betrieben betrug die *Obstweinproduktion* im Durchschnitt des letzten Dezennium jährlich ungefähr 700 000 hl. Die Erfassung der in bäuerlichen und Kleinbetrieben hergestellten Mengen ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Hier sind die Produktionsschwankungen viel grösser. Nach zuverlässigen Schätzungen darf aber in Jahren mit Grossernten eine Produktion von über einer Million Hektolitern angenommen werden.

Die *Qualität* der Obstweine hat in gewerblichen Betrieben im Verlaufe der letzten zehn Jahre durch Schulung und Aufklärung des Fachpersonals einen

beachtlichen Stand erreicht. Sie lässt in bäuerlichen und Kleinbetrieben dagegen in der Regel zu wünschen übrig. Hier muss in Jahren mit grosser Produktion stets mit sehr hohen Verlusten gerechnet werden [1]).

Die vorliegende Arbeit ist durch das in manchen Jahrgängen beobachtete massenweise Auftreten von unvollständigen und Fehlgärungen in bäuerlichen und Kleinbetrieben angeregt worden. In grösseren Betrieben sind, aus noch zu erörternden Gründen, Fehlgärungen nur vereinzelt und ein häufigeres Auftreten von Gärstockungen von mir erstmals im Jahre 1955 beobachtet worden.

Im Gegensatz zu mehreren Ländern, wo durch entsprechende Behandlung versucht wird, die Gärung der Obstweine vorzeitig zum Abschluss zu bringen, sucht man, aus Gründen der besseren Haltbarkeit, in unseren schweizerischen Obstweinen eine möglichst vollständige Gärung des Zuckers zu erreichen.

Die erwähnten, oft massenweise auftretenden Gärstockungen sind für unsere schweizerischen Bedingungen bis heute in ihren Ursachen noch nicht näher untersucht und abgeklärt worden.

Nach Umsatz der Hälfte oder zwei Dritteln des Zuckergehaltes bleibt die Gärung in der Regel stehen und ist weder durch Zusatz von Ammonsulfat noch durch einen neuen Reinhefeansatz wieder in Gang zu bringen. Unter diesen Bedingungen treten vor allem in Kleinbetrieben sekundäre Gärungen auf, wie die Essigbildung, Reduktion des Restzuckergehaltes und Zersetzung des Glycerins durch Bakterien, welche die Getränke weitgehend entwerten oder sogar untrinkbar werden lassen. Es wurde im folgenden versucht, die Ursachen dieser Gärstockungen zu erkennen und durch geeignete Mittel zu beheben.

I. Die wahrscheinlichsten Ursachen der beobachteten Gärstockungen

Der grosse Unterschied in der Charakteristik und Dauer der alkoholischen Gärung zwischen Obst- und Traubensäften ist bekannt. Seine Ursache ist schon früh von mehreren Autoren [2])[3])[4]) im auffallenden Mangel an Stickstoffverbindungen erblickt worden. Auf Grund dieser und anderer Arbeiten ist in Ländern mit einer Obstwein- oder Beerenweinproduktion (dort liegen ähnliche Verhältnisse vor) in der Regel der Zusatz von leicht assimilierbaren Stickstoffverbindungen in Form von Ammoniumsalzen gestattet worden. Damit gelingt es im allgemeinen, einen besseren und vollständigeren Ablauf der Gärung zu erzielen.

Uns interessieren hier jene in manchen Jahrgängen sehr zahlreichen Fälle, bei welchen dieser Zusatz nicht zum gewünschten Ziele führt. Hier lässt sich die Ursache in einem Mangel an weiteren für die Tätigkeit der Hefen wichtigen Substanzen oder aber in der Anwesenheit von Hemmstoffen vermuten.

Beide Möglichkeiten sind in der Praxis verwirklicht, doch zeigt meine Erfahrung, dass viel häufiger mit dem Fehlen wichtiger Substanzen gerechnet werden muss.

1. Hoher Gerbstoffgehalt

Manche für die Obstweinbereitung gut geeignete Sorten besitzen bei ungenügender Ausreifung sehr hohe Gerbstoffgehalte. Bald nach Beginn der Gärung klären sich ihre Säfte restlos aus. Die Gärung kommt zum Stillstand und kann durch Abzug und neue Hefezugabe häufig nur vorübergehend wieder in Gang gebracht werden.

Abgesehen von diesen extremen Fällen, in welchen übermässiger Gerbstoffgehalt in erster Linie für einen vorzeitigen Stillstand der Gärung verantwortlich ist, gibt es Beispiele, in welchen der Gerbstoffgehalt nur einer der entscheidenden Faktoren darstellt. Da er sich durch eine Gelatinehönung leicht reduzieren lässt, kann er als Hemmfaktor in den meisten Fällen weitgehend ausgeschaltet werden. Voraussetzung ist einzig, dass er als solcher erkannt wird.

2. Mangel an Stickstoffverbindungen

Die Literatur über den Einfluss verschiedener Stickstoffverbindungen auf die Entwicklung der Hefe und die alkoholische Gärung ist sehr reich. Leider sind aber die Arbeiten über die Natur der in Obstsäften vorhandenen und für die Hefe in Frage kommenden Stickstoffquellen recht bescheiden an der Zahl.

Grundlegende Kenntnisse über die Stickstoffassimilation der Hefe verdanken wir u.a. *Nielsen* [5]), welcher nachwies, dass die Aufnahme einer Aminosäure von der Stellung der NH_2-Gruppen im Molekül abhängt und dass die Aminosäuren mit einer niedrigen Zahl an C-Atomen am leichtesten aufnehmbar sind. Nach dem gleichen Autor [6]) können einige Aminosäuren Wuchsstoffwirkung besitzen, z.B. Lysin, Arginin, Glutaminsäure. Verschiedene Untersuchungen [6])[7])[8])[9]) der Verhältnisse in einem natürlichen Gärmedium (Bierwürze) zeigen die wichtige Rolle des Ammoniakstickstoffes für die Synthese verschiedener Aminosäuren.

In einer besonderen Untersuchung über die Wirkung von Ammoniumsalzen auf die Hefe weist *Zeller* [10]) auf die grossen Unterschiede in der gärungsfördernden Wirkung einzelner dieser Salze hin.

Auf dem Gebiete der Obstweingärung verdanken wir *Tavernier* und *Jacquin* [11])[12])[13]), *Le Corvaisier* [14]) sowie *Beech* und *Challinor* [15]) einige wesentliche Arbeiten, welche für die Beurteilung unseres Problems von Bedeutung sind. Sie haben den Stickstoffgehalt im Verlaufe der Reife der Aepfel und des Teigwerdens bei Birnen etwas eingehender untersucht als frühere Autoren. Mit zunehmender Reife der Früchte (Aepfel) stellten sie eine fortdauernde Abnahme des Gesamtstickstoffgehaltes bis auf einen Bruchteil des ursprünglichen fest. Bei den Birnen nimmt während des Teigwerdens der Aminosäurestickstoff sehr wesentlich ab, dagegen der Albuminstickstoff ungefähr um einen gleichen Betrag zu, so dass sich der Gesamtstickstoffgehalt während des Teigwerdens nur unwesentlich verändert. Der Gärverlauf aber wird durch die Zunahme des Albuminstickstoffes nach Angaben der Autoren deutlich gefördert.

Ferner konnte gezeigt werden, dass durch die Ausklärung (défécation) der Moste vor der Gärung 40—60 % des Gesamtstickstoffes ausgefällt werden. Dabei wird vor allem der Albuminstickstoff fast restlos entfernt, und damit erfahren die Gärbedingungen eine starke Verschlechterung. In einer vorläufigen Mitteilung habe ich vor Jahren bereits darauf hingewiesen [16]), dass auch unter unseren schweizerischen Verhältnissen der Mangel an organischen Stickstoffverbindungen als häufige Ursache in Frage kommt. Die Abhängigkeit des Gärverlaufes vom Gesamtstickstoffgehalt in Aepfelsäften ist zu gleicher Zeit und später ebenfalls durch Arbeiten englischer Forscher näher untersucht und abgeklärt worden [17])[18])[19])[20]).

Meine abschliessenden Untersuchungen haben sich in letzter Zeit darum vor allem auf das Studium der Bedeutung einiger organischer Stickstoffverbindungen und der Wuchsstoffe beschränkt.

Ueber die Wichtigkeit einzelner Aminosäuren für die Entwicklung und Gärung der Hefe in natürlichen und synthetischen Nährsubstraten sind Anhaltspunkte verschiedener Autoren vorhanden [5])[8])[21])[23])[24])[25])[20]), welche in den Versuchen berücksichtigt wurden.

3. Mangel an Vitaminen und Wuchsstoffen

Aehnlich wie auf die Anwesenheit gewisser Stickstoffverbindungen ist die Hefe auf das Vorhandensein bestimmter Wuchsstoffe im Safte angewiesen. Untersuchungen auf diesem Gebiete, welche sich auf die Verhältnisse bei Obstsäften beziehen, sind nicht zahlreich und beschränken sich auf bereits zitierte Arbeiten [16])[17])[18]). Hingegen besitzen wir viele Angaben über die Bedeutung einzelner Wuchsstoffe vor allem in synthetischen oder in bezug auf ihren Wuchsstoffgehalt bekannten Nährmedien. In neuerer Zeit haben *Wikèn* und seine Mitarbeiter [26])[27])[28]) den Wuchsstoffbedarf für verschiedene schweizerische Weinhefen in definierten Nährlösungen eingehender studiert. Sie stellten fest, dass einige der untersuchten Hefen, worunter auch der ebenfalls in meinen Versuchen verwendete Stamm «Fendant» unter ihren Versuchsbedingungen auxoautotroph sind. Wie noch zu zeigen sein wird, können diese Ergebnisse nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse in natürlichen Nährmedien (Obstsäfte) übertragen werden.

Castor [29]) untersuchte das Verhalten der Vitamine des B-Komplexes während der Gärung in kalifornischen Traubenmosten. Er stellte einen wesentlichen Rückgang verschiedener Wuchsstoffe und einen praktisch quantitativen Verlust des Biotins im Verlaufe der Gärung fest.

Lodi [30]), welcher sich mit dem Verhalten von Carotin, B_1, B_2 - Vitamin C während der alkoholischen Gärung von Weinbeeren befasste, weist auf einen weitgehenden Verlust von Aneurin hin, was von *Burroughs* und *Pollard* in anderm Zusammenhang auch für Aepfelsäfte bestätigt wurde [17])[18])[19]). Schliesslich haben *Ribéreau-Gayon* und *Peynaud* [31])[32]) bei der Vergärung von Trauben-

mosten auf die stimulierende Wirkung von Biotin, Aneurin und Mesoinosit hingewiesen. Ihre Beobachtungen über die entscheidende Rolle des Biotins und die unterschiedliche Wirkung anderer Wuchsstoffe auf verschiedene Hefestämme stimmen überein mit früheren und späteren Arbeiten [26)33)34)35)] auf diesem Gebiete. Die zitierten Arbeiten von *Burroughs* und *Pollard* über die Wirkung einiger Wuchsstoffe auf die Gärung von Aepfelsäften wurden im Zusammenhang mit der Stabilisierung von Obstweinen und mit der natürlichen Hefeflora durchgeführt. Sie zeigten im Gegensatz zu meinen eigenen Erfahrungen bei unseren Verhältnissen, bei welchen vorwiegend Reinhefekulturen Verwendung fanden, dass nur das Thiamin von grösserer praktischer Bedeutung sei.

II. Versuche zur Behebung der Gärstockungen

1. Material und Methodik

Als Versuchsmaterial standen in erster Linie Säfte aus der Praxis zur Verfügung, welche im Verlaufe der Gärung stecken blieben. Zur Abklärung der Wirkung einzelner Zusätze von organischen Stickstoffverbindungen und Vitaminen wurde in verschiedenen Herbsten aus einem grösseren Versuchsmaterial vorwiegend Birnensäfte ermittelt, welche unter normalen Bedingungen, d.h. mit Reinhefe und Ammonsulfatzusatz nicht restlos vergoren werden konnten. Sie wurden in bei 75° C pasteurisierten Doppelproben von 200 bis 500 ml unter Zuhilfenahme der erwähnten Zusätze mit Reinhefe bei 20 bis 22° C vergoren und ihr Gärverlauf durch gewichtsmässige Ermittlung des Kohlensäureverlustes verfolgt.

2. Bedeutung des Gehaltes an Gerbstoff

Die Ausfällung gerbstoffartiger Saftbestandteile durch Gelatine-«Schönung» ist in der Praxis allgemein bekannt. Sie wird in jenen Fällen schon vor der alkoholischen Gärung durchgeführt, wo durch Degustation ein übermässiger, für den Konsum des Obstweines nicht erwünschter Gerbstoffgehalt festgestellt werden kann. Mit seiner Eliminierung werden, wie bereits früher [11)] erwähnt, gleichzeitig auch für die Hefe wichtige Stickstoffverbindungen ausgefällt, was zu einer entscheidenden Verschlechterung ihrer Entwicklungsbedingungen führen kann. Verhängnisvoller für die Praxis sind erfahrungsgemäss jene Fälle, wo der Gerbstoffgehalt nicht auffallend hoch ist und keinen Anlass zu einer Gelatineschönung gibt. Viele Beispiele dieser Art haben gezeigt, dass degustativ wenig hervortretende Gerbstoffgehalte von 1 bis 2 g/l die Ausgärung mancher Obstsäfte in entscheidender Weise behindern.

Ein in Figur 1 dargestellter Gärversuch zeigt das Verhalten eines dicktrüben Birnsaftes, dessen Gerbstoffgehalt degustativ nicht besonders aufgefallen ist.

Unter den Bedingungen der Praxis (ohne weiteren Zusatz als Reinhefe) blieb der Saft nach Vergärung des halben Zuckergehaltes bei 31° Oe (spez.Gew.1,031)

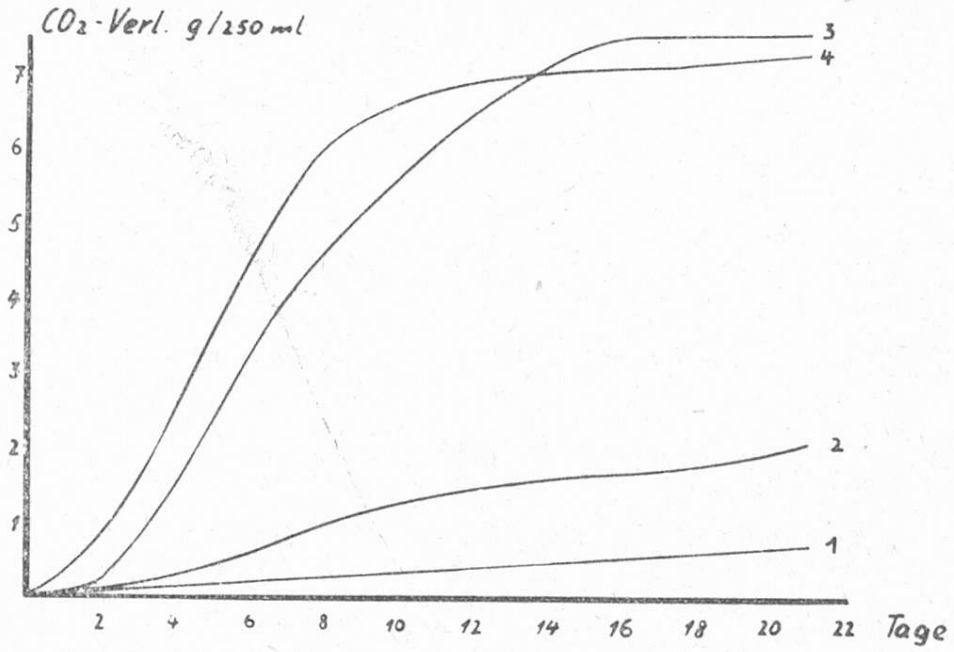

Fig. 1

Einfluss von Gerbstoffgehalt und Zugabe einfacher Stickstoffverbindungen auf den Gärverlauf eines Birnensaftes

1: Der ausgeschönte Saft zeigt praktisch keinen besseren Gärverlauf, als der ungeschönte (hier nicht angegeben).

2: Ein Zusatz von Ammonsulfat kann sich im ungeschönten Saft infolge eines geringen Gerbstoffgehaltes nur in einer unbedeutenden Verbesserung der Gärung auswirken.

4: Die Entfernung des störenden Gerbstoffgehaltes lässt den Zusatz von Ammonsulfat voll zur Wirkung kommen.

3: Eine weitere Ergänzung des Milieus durch Zusatz von Carbamid führt zu einer besseren Ausgärung des Saftes.

stehen. Ein Zusatz von 20 g/hl Ammonsulfat blieb praktisch unwirksam, was die Vermutung nahe legte, dass ein hemmender Faktor vorhanden sein müsse. Der Obstwein wurde hierauf mit Gelatine geschönt. Erst jetzt führte der erwähnte Zusatz von Ammonsulfat zu einer entscheidenden Verbesserung der Gärbedingungen.

Wie die Versuche zeigen, liessen sich durch weitere Zusätze von leicht assimilierbaren organischen Stickstoffverbindungen, z.B. durch Asparginsäure und Carbamid in Dosen von je 50 mg/l die Gärverhältnisse noch deutlich verbessern.

Mit diesem Beispiel sollen jene Fälle illustriert werden, wo ein kaum beachteter Gerbstoffgehalt (besonders in Birnsäften) die Bemühungen um einen besseren Verlauf der Gärung in entscheidender Weise beeinflusst und unwirksam macht. Bei allen unsicheren oder gestörten Gärungen ist darum der restlosen Eliminierung des Gerbstoffgehaltes besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

3. Beeinflussung des Gärverlaufes von Birnensäften durch Erhitzung

Es ist bekannt, dass bei der Erhitzung von Zuckerlösungen Stoffe entstehen können, welche eine gärfördernde Wirkung ausüben. Mit einigen Birnsäften wurde abzuklären versucht, ob sich die Gärbedingungen allein durch Erhitzen, infolge Entstehens gärfördernder Substanzen, ebenfalls verbessern lassen.

Als Versuchsmaterial wurden drei gerbstoffreiche Birnsorten (Reinhölzler, Marxenbirne und Ottenbacher-Schellerbirne) und ein ausgesprochen gerbstoffarmer, vorwiegend aus Tafelbirnen bestehender Saft gewählt.

Die Versuche mit den drei gerbstoffreichen Birnsäften führten übereinstimmend zum Ergebnis, dass die Erhitzung des Saftes auf die üblicherweise angewendete Pasteurisationstemperatur von 75° C allein schon einen sehr deutlichen Einfluss auf den Ablauf der Gärung haben kann (Fig. 2).

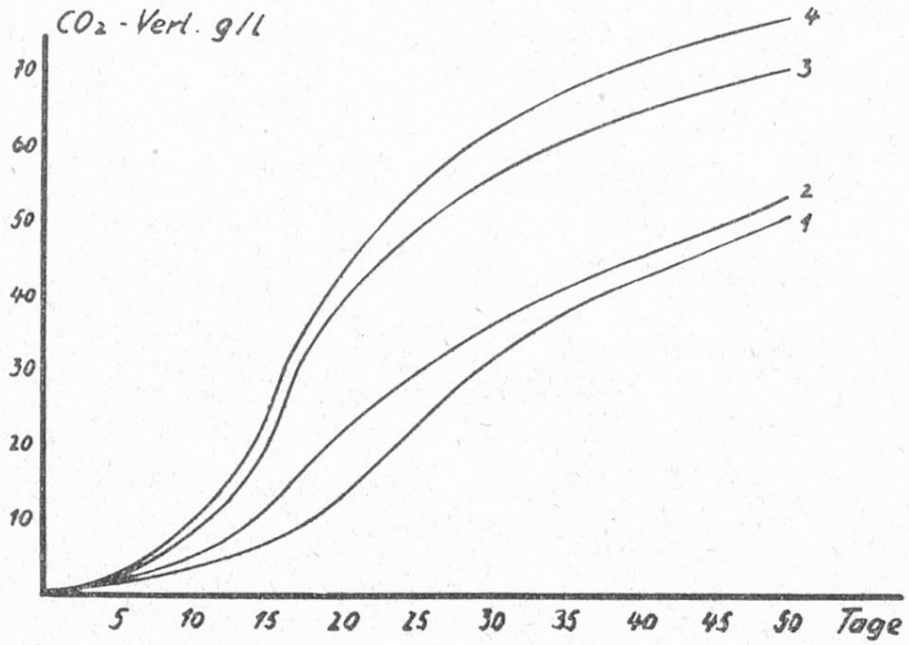

Fig. 2

Einwirkung blosser Erhitzung (auf 75° C) zweier Birnsäfte auf ihren Gärverlauf

1 und 2: Gärverlauf der nicht erhitzten Kontrolle
3 und 4: Gärverlauf der während 30 Minuten auf 75° C erhitzten Säfte

Das unerwartet deutlich positive Ergebnis veranlasste mich dann, am Beispiel des erwähnten gerbstoffarmen Saftes den Einfluss verschiedener Temperaturen noch im einzelnen abzuklären. Zu diesem Zwecke wurden Proben von 500 ml während 30 Minuten auf Temperaturen von 35, 50, 75 und 98° C erhitzt und nach dem Abkühlen in gleicher Weise mit einer Reinhefekultur beimpft.

Aus Figur 3 ist ersichtlich, dass eine sehr schwache Erwärmung auf nur 35° C keine gesicherte Verbesserung des Gärverlaufes ergibt. Anderseits geht deutlich hervor, dass die optimale Förderung des Gärverlaufes bei ca. 50° C

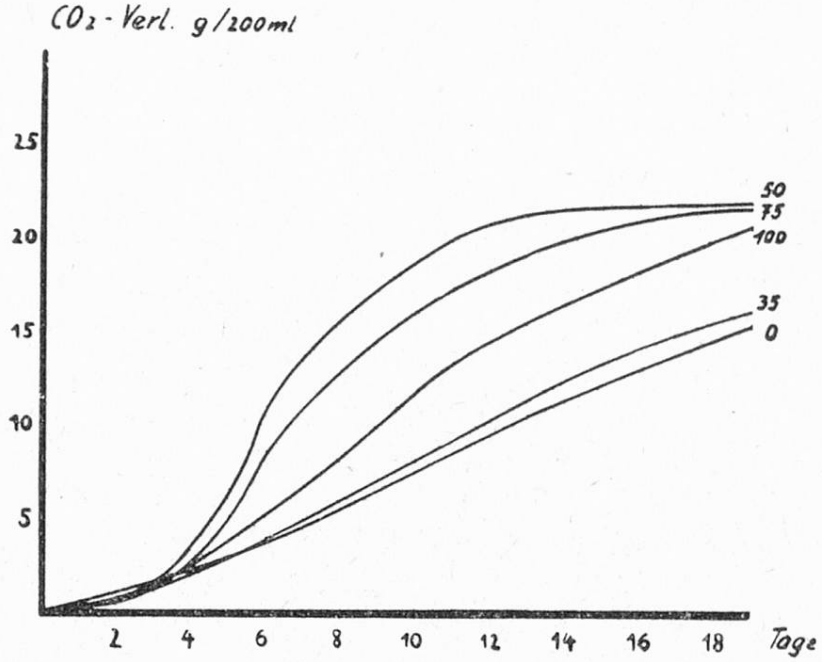

Fig. 3

Auswirkung verschiedener Temperaturen auf den Gärverlauf eines Birnsaftes

Die Zahlen neben den Kurven entsprechen den Temperaturen, welchen der betreffende Saft während 30 Minuten ausgesetzt wurde. Eine Erhitzung auf 50° C hatte in allen Fällen die deutlichste gärfördernde Wirkung.

erfolgte und dass eine weitere Steigerung der Temperatur bis auf den Siedepunkt zu einer wesentlichen Reduktion der gärfördernden Wirkung führte.

Die beobachtete Wirkung verschieden intensiver Erwärmung der Birnsäfte ist interessant. Sie liess sich später auch bei Aepfelsäften demonstrieren, wo ebenfalls sehr deutliche Unterschiede zwischen den erhitzten und nicht erhitzten Proben festzustellen waren. Ihre Ursachen konnten aber im Rahmen dieser Arbeit nicht näher abgeklärt werden.

4. Sorte und Gärverlauf

In der Praxis ist bekannt, dass einzelne Obstsorten sich durch einen charakteristischen Gärverlauf deutlich von andern unterscheiden. So vergären Theilersbirnsäfte im allgemeinen rascher und vollständiger als die Säfte anderer Mostbirnsorten. Unter den Aepfelsorten zeichnen sich die Säfte aus «Leuenapfel» und «Engishofer», verglichen mit den andern, durch deutlich schlechtere Gäreigenschaften aus.

Aus zahlreichen Untersuchungen ist bekannt, dass die Gesamtstickstoffgehalte, aber auch die Gehalte an verschiedenen Vitaminen der Früchte sich stark voneinander unterscheiden und typische Sortenmerkmale darstellen.

Ueber die möglichen grossen Sortenunterschiede des Gesamtstickstoffgehaltes sowie einiger Stickstoff-Fraktionen sind wir z.B. durch die Arbeiten von *Tavernier* und *Jacquin* [12]) unterrichtet.

Vergleichende eigene Untersuchungen über den Gehalt an Aminosäuren in einzelnen Aepfelsorten zeigen deutlich (Fig. 4), dass auch hier von Sorte zu Sorte mit sehr grossen Schwankungen gerechnet werden muss *).

Der in Figur 4 mit Nr. 6 bezeichnete Streifen einer vergleichenden Aminosäurebestimmung bei Aepfeln zeigt den Gehalt eines Leuenapfelsaftes, wie er sich mit dem Lösungsmittelgemisch Butanol-Wasser-Essigsäure darstellen lässt. Es ist deutlich zu sehen, dass diese Aepfelsorte eine ganze Anzahl von Aminosäuren, welche bei andern zum Teil in beträchtlichen Mengen vorhanden sind, entweder gar nicht oder doch in wesentlich kleineren Mengen aufweist. Dass sich dieser Mangel an Aminosäuren in sehr schlechten Gäreigenschaften des Saftes ausdrückt, ist früher [16]) gezeigt worden. Ein Zusatz der fehlenden organischen Stickstoffverbindungen in Form von Pepton oder Asparaginsäure und Glutaminsäure verbessert den Gärverlauf meist schon wesentlich.

Zu den sortenbedingten Gehaltsschwankungen gesellen sich noch jene der verschiedenen Jahrgänge. Bis jetzt haben wir eine Häufung von Gärstockungen vor allem in Jahren mit guter Reife festgestellt. Eine Ausnahme von dieser Regel machte nur das Jahr 1955.

Nach den bereits mehrfach zitierten Arbeiten von *Tavernier* und *Jacquin* ist aber mit zunehmender Reife mit einem weitgehenden Verschwinden von für die Hefen wichtigen Stickstoffverbindungen zu rechnen.

Das häufigere Auftreten von Gärstockungen in Kleinbetrieben führe ich vor allem darauf zurück, dass dort viel öfters sortenreine Säfte hergestellt werden und dass mit der Verarbeitung des Rohmaterials bis zur völligen Reife zugewartet werden kann.

Im Gegensatz dazu verarbeiten die gewerblichen Betriebe in der Regel Sortengemische. Dadurch entsteht ein gewisser Ausgleich im Gehalte und in der Zahl der vorhandenen Aminosäuren und anderer für die Hefetätigkeit unbedingt nötiger Stoffe.

5. Heferasse und Vergärung des Obstweines

Die Vergärung der Obstweine mit Hilfe von Reinheferassen ist in der Schweiz weit verbreitet. Da für diesen Zweck meist nur eine bestimmte Rasse an die Praxis abgegeben und angewendet wird, so stellte sich die Frage, ob ein Zusammenhang zwischen dieser Rasse und den beobachteten Gärstockungen festgestellt werden könne.

Zu diesem Zwecke wurde ein Birnensaft (Thurgibirne) mit fünf verschiedenen Reinhefestämmen bei 22° C vergoren. Dabei liess sich feststellen, dass die wichtigsten von unserer Versuchsanstalt an die Praxis abgegebenen nachstehenden Reinhefen «Fendant», «Herrliberg», «Sacch. cerevisiae Hansen» und andere Stämme unserer Wädenswiler Hefesammlung den unbehandelten Birnsaft alle

*) Die Durchführung der betreffenden Untersuchung sei meinem Mitarbeiter, Herrn U. Vetsch, an dieser Stelle besonders verdankt.

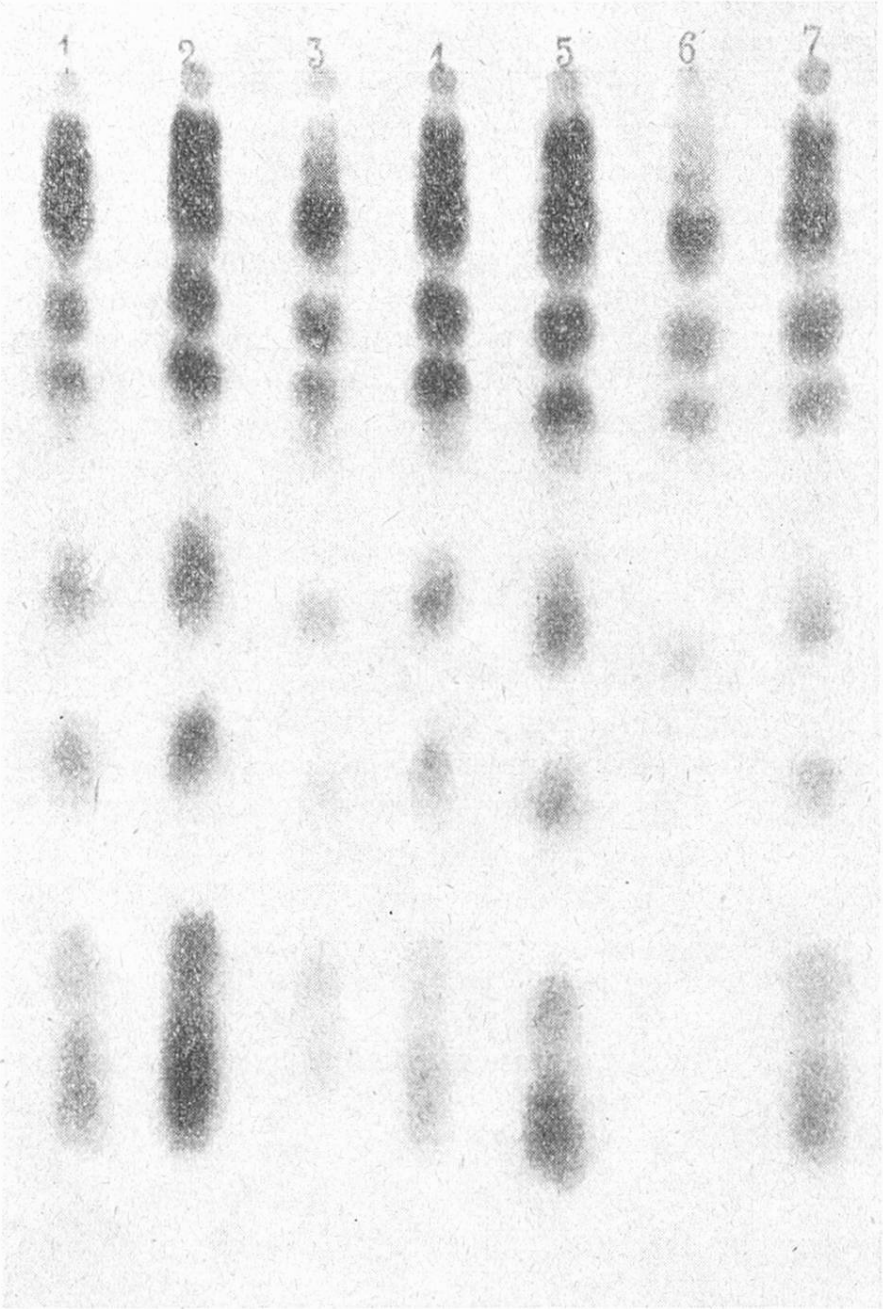

Fig. 4

Papierchromatogramm mit vergleichender Darstellung des Aminosäuregehaltes in verschiedenen sortenreinen Aepfelsäften

1: Glockenapfel	3: Chüsenrainer	5: Markgräfler	7: Thurgauer
2: Bohnapfel	4: Tobiäsler	6: Leuenapfel	Weinapfel

Die Uebersichtsdarstellung zeigt deutlich den geringen Gehalt an Aminosäuren des Chüsenrainers (3) und Leuenapfels (6). Beide Sorten weisen schlechte Gäreigenschaften auf.

ziemlich genau bis zum gleichen Restzuckergehalt (8—10° Oe) vergoren. Die unvollständige Gärung war also eindeutig auf das ungünstige Milieu und nicht auf den Hefestamm zurückzuführen.

Bei diesem Versuch wurde die bereits früher beschriebene [16]) Säurebildung während der Gärung beobachtet und festgestellt, dass sie sehr abhängig ist von der verwendeten Heferasse. Die Säurebildung nimmt mit abnehmendem Stickstoffgehalt, also mit dem Ungünstigerwerden des Milieus für die Hefe, je nach Hefestamm bis auf mehr als den doppelten Wert der ursprünglichen zu (siehe Tab. 1).

Tabelle 1

Gesamtsäure (als Aepfelsäure) vor der Gärung: 3,01 g/l			
Heferasse	Gesamtsäure g/l nach der Gärung		
	ohne Zusatz	Zusatz I	Zusatz II
Fendant	4,46	4,08	3,41
Herrliberg	5,36	4,48	3,88
Sacch. cerev. Hansen	3,68	4,02	3,45
Sacch. tubiformis Osterw.	6,83	5,82	3,85
Sacch. microellopsoideus Osterw.	4,02	4,02	3,91

Zusatz I = 200 mg/l Ammonsulfat
Zusatz II = 200 mg/l Ammonsulfat, 200 mg/l Carbamid, 100 mg/l Asparaginsäure, 40 mg/l Pepton, 5 mg/l Thiamin, 10 γ Biotin

6. Gärversuche mit verschiedenen Zusätzen

Auf Grund von Vorversuchen mit zahlreichen Obstsäften konnte festgestellt werden, dass die Ursache der beobachteten Gärstockungen sehr verschiedenartig sein kann. Bei einzelnen Obstsäften liegt sie in erster Linie in einem Mangel an leicht aufnahmefähigem Ammoniakstickstoff, welcher durch die traditionelle Zugabe von Ammoniumsulfat behoben werden kann. In andern Fällen fehlt es aber an bestimmten Aminosäuren. Schliesslich konnten Fälle ermittelt werden, bei denen sich die Gärstockungen durch eine Zugabe von Wuchsstoffen allein oder durch eine Kombination von solchen mit Aminosäuren bzw. Ammonsulfat allein beheben liess.

Zwei typische Beispiele sollen aus der Mannigfaltigkeit der in praxi vorhandenen Möglichkeiten herausgegriffen werden.

a) Mangel vorwiegend an Vitaminen

Ein bereits drei Jahre gelagerter, ausgeschönter Aepfelsaft der Ernte 1952 (Gesamtsäure 4,8 g/l, pH-Wert 3,68) diente als Versuchsmaterial zur Vergärung. Er wurde mit einer sehr kleinen Hefemenge (ein Tropfen/Liter eines frisch mit Reinhefe angegorenen Obstsaftes) infiziert.

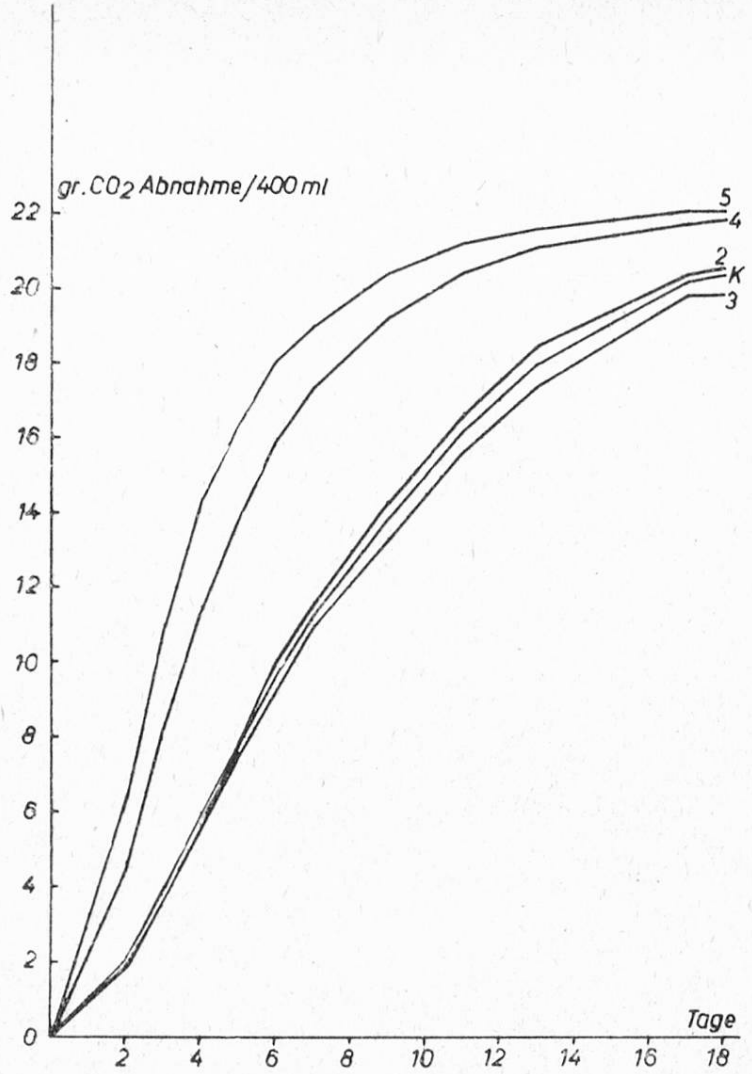

Fig. 5

Günstiger Einfluss von Wuchsstoff-Zusätzen auf den Gärverlauf eines Aepfelsaftes

K: Kontrolle ohne Zusatz.
2 und 3: Zusätze von Ammonsulfat resp. „Pepton Roche" erwiesen sich als praktisch wirkungslos.
4: Zusatz von 4 mg/l Thiamin.
5: Zusatz von mehreren Hefewuchsstoffen und Stickstoffverbindungen wie in 2 und 3 ergaben optimale Gärverlaufe (siehe Text).

Aus Figur 5 geht hervor, dass weder ein Zusatz von Ammonsulfat noch Aminosäuren und höhere Stickstoffverbindungen in Form von Pepton «Roche» die Gärungsbedingungen wesentlich zu verbessern vermochten.

Ein Zusatz von 10 γ Biotin oder 3,5 mg/l Mesoinosit hatte dagegen einen wesentlichen Einfluss auf den Gärverlauf. Die entsprechenden Kurven wurden in Figur 5 aus Gründen der Uebersichtlichkeit weggelassen. Sie liegen beide ziemlich genau in der Mitte zwischen der Kontrolle und einem Zusatz von 4 mg/l Thiamin (Kurve 4), welches den bedeutendsten Einfluss ausübte. Die Kombination der drei Hefewuchsstoffe ergab gegenüber Thiamin allein keine gesicherte Verbesserung der Gesamtsituation. Erst ein gleichzeitiger Zusatz von Ammonsulfat führte wieder zu einer deutlichen Besserung des Gärverlaufes (Kurve 5).

Dieses Beispiel illustriert den Einfluss einiger Wuchsstoffe auf den Gärverlauf eines Aepfelsaftes. Es ist zu bemerken, dass dieser Saft unter den Versuchsbedingungen (22° C) auch ohne jeden Zusatz eine recht gute Gärung aufwies. Die Erfahrung zeigt aber immer wieder, dass sich bei tieferen Gärtemperaturen der Mangel an irgendeiner für die Hefen wichtigen Substanz oft in entscheidender Weise auswirken kann und für eine Gärstockung verantwortlich ist.

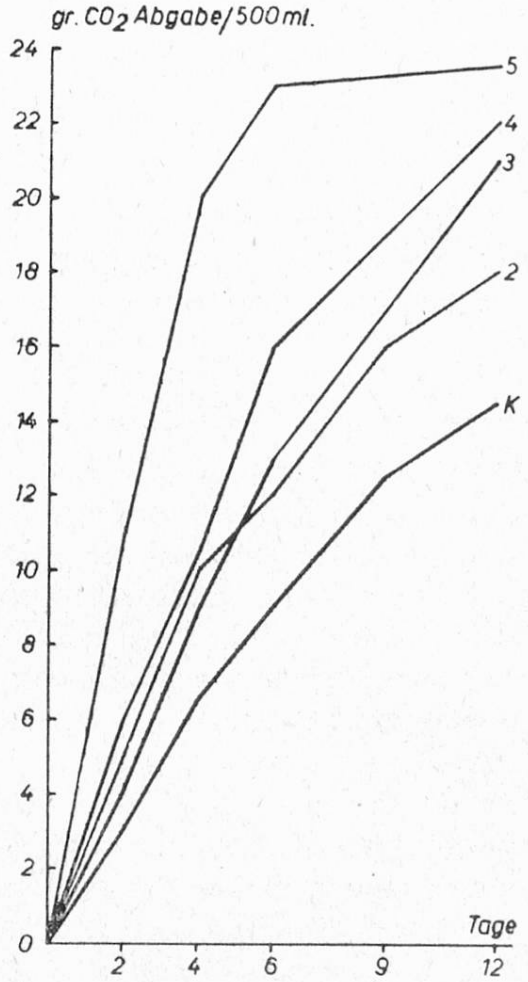

Fig. 6

Günstiger Einfluss von Stickstoff- und Wuchsstoff-Zusätzen auf den Gärverlauf eines Birnsaftes

K: Kontrolle ohne Zusatz.

2: Zusatz von 200 mg/l Ammonsulfat wirkt sich in einer wesentlichen Verbesserung des Gärverlaufes aus.

3: Ein Zusatz von Stickstoffverbindungen in Form von 20 mg/l „Pepton Roche" führt zu einer besseren Ausgärung des Saftes.

4: Eine kombinierte Zugabe von Thiamin und Biotin allein führt gegenüber der Kontrolle zu einer wesentlichen Verbesserung der Gärung.

5: Eine Kombination der Wuchsstoffe und Stickstoffverbindungen ergibt optimalen Gärverlauf.

b) Mangel an Vitaminen und Stickstoffverbindungen

Bei dem zweiten Beispiel, das hier herbeigezogen werden soll, handelt es sich um einen Wasserbirnsaft der Ernte 1947 (Gesamtsäure 4,6 g/l, als Aepfelsäure berechnet, pH 3,6), welche besonders viel Gärstockungen zu verzeichnen hatte. Der vorliegende Saft ist ohne zusätzliche Verbesserung der Gärbedingungen nicht durchgegoren.

Im Gegensatz zum Beispiel a) wirkte sich hier ein Zusatz von Ammonsulfat bereits deutlich gärfördernd aus (Fig. 6). Ein Zusatz von organischen Stickstoffverbindungen in Form von Pepton «Roche» wirkte sich gegenüber Ammonsulfat vor allem in einer wesentlich besseren Ausgärung des Saftes aus, was deutlich zeigt, dass dieser Saft einen Mangel an organischen Stickstoffverbindungen aufwies.

Aehnlich wie im ersten Beispiel reagierte aber auch dieser Saft sehr gut auf eine Zugabe von Thiamin (5 mg/l) und Biotin (10 γ/l). Eine Kombination schliesslich der Stickstoffverbindungen mit den beiden Vitaminen führt auch in diesem Beispiel zu einem entscheidenden Erfolg.

III. Diskussion

Die sich über 10 Jahre erstreckenden Beobachtungen der alkoholischen Gärung von Obstsäften hat mich zur Ueberzeugung gebracht, dass die oft auftretenden Gärstockungen und der bekannte, sich über Wochen erstreckende schleppende Gärverlauf der Aepfel- und Birnsäfte ganz verschiedene Ursachen haben können. Einige davon sind anhand von Beispielen illustriert worden. Neben dem bereits lange bekannten Mangel an Ammoniakstickstoff muss vor allem das oft zu beobachtende Fehlen bestimmer Aminosäuren (vor allem Glutaminsäure, Alanin, Asparaginsäure, Arginin) erwähnt werden.

Die Beobachtungen haben aber auch gezeigt, dass die Gärung unter praktischen Bedingungen sogar bei Anwesenheit der erwähnten Stickstoffverbindungen oft infolge Fehlens eines oder mehrerer Hefewuchsstoffe nicht befriedigend verläuft oder gar frühzeitig stecken bleibt. Von entscheidendem Einfluss scheinen vor allem die Vitamine B_1 (Thiamin) und Biotin zu sein. In Einzelfällen und besonders bei der Vergärung überlagerter Rohware haben sich ferner Ca-pantothenat, Mesoinosit Pyridoxin als für einen raschen und störungsfreien Gärverlauf notwendig erwiesen.

Oft ist in ungeklärtem Zustande der Gärverlauf befriedigend. Sobald der Saft aber vor Beginn der Gärung ausgeklärt wird, ist mit einem sehr schleppenden bis unvollständigen Gärverlauf zu rechnen. Der Grund kann hier in einer Entfernung von gärfördernden Substanzen durch die Ausklärung oder nur in der Entfernung der suspendierten Partikel liegen (vgl. auch *Schanderl* und *Draczynski* [36])). Durch Zugabe von neutralen Trubstoffen, wie Kieselgur oder Talkum, liessen sich die von diesen Verfassern beobachtete starke «Verbesserung» des Gärverlaufes bestätigen.

Es ist der Praxis seit langem bekannt, dass der Gärverlauf von Obstsäften durch äussere Faktoren, wie z.B. die Temperatur, die Zugabe an schwefliger Säure oder die erwähnte Klärung in manchen Fällen sehr stark beeinflusst wird. Diese Empfindlichkeit der alkoholischen Gärung auf solchen Einflüsse hat sich im Verlaufe der Arbeiten in allen Fällen darauf zurückführen lassen, dass das Milieu der Obstsäfte für die Entwicklung der Hefen in der Regel zu karg ist und sehr häufig ein Minimum der Entwicklungsbedingungen für diese Organismen darstellt. Daraus ergibt sich die bekannte Charakteristik der alkoholischen Gärung von Obstsäften. Durch ihre zweckmässige «Bereicherung» mit den beschriebenen, für die Hefen wichtigen Nähr- und Wuchsstoffen kann die Charakteristik der Gärung völlig verändert werden.

Zum Abschluss und zur praktischen Nutzanwendung der vorliegenden Arbeiten und Beobachtungen ist die Schaffung eines zweckmässigen Gärsalzes vorgeschlagen worden. Dieses hat in seiner chemischen Zusammensetzung auf die mannigfachen Ursachen von Gärstockungen Rücksicht zu nehmen. Heute ist ein solches Gärsalz in Form des durch die Firma F. Hoffmann-La Roche in Basel hergestellten Präparates «Roviferm» auf dem Markte.

Die Zweckmässigkeit des Zusatzes eines solchen Präparates liegt natürlich nur in jenen Fällen vor, wo tatsächlich auf Grund ungeeigneter Zusammensetzung des Rohmaterials mit einem unbefriedigenden Gärverlauf gerechnet werden muss. In extremen Jahrgängen, bei Verarbeitung sortenreiner Säfte und in Kleinbetrieben dürfte sich ein Zusatz als Regel lohnen. Grossbetriebe haben für den Normalfall die Möglichkeit einer vorherigen Untersuchung.
Zu vergleichenden Prüfungen des Gärsalzes, dies geht aus den bisherigen Darlegungen hervor, müssen selbstverständlich Obstsäfte herbeigezogen werden, welche infolge ungenügender chemischer Zusammensetzung einen unvollständigen Gärverlauf ergeben, ansonst muss damit gerechnet werden, dass mit Hilfe des Gärsalzes keine wesentlich besseren Resultate erzielt werden können.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit werden die Ursachen des charakteristischen, schleppenden Gärverlaufs der Obstsäfte und der häufig auftretenden Gärstockungen abzuklären versucht. An einigen Beispielen wird gezeigt, dass sie verschiedener Natur sein können.

Neben dem bekannten Mangel an Ammoniak-Stickstoff fehlt es den Obstsäften in der Regel an Aminosäuren. Unter den Wuchsstoffen sind vor allem die Vitamine B_1 und Biotin häufig in ungenügenden Mengen vorhanden und verantwortlich für die Gärstockungen. Weitere Wuchsstoffe (Mesoinosit, Pantothensäure und Adermin) wirken sich in vielen Fällen stark positiv auf den Gärverlauf aus und müssen deshalb in ungenügender Konzentration vorhanden sein.

Die chemische Zusammensetzung der Obstsäfte ist für die Entwicklungsbedingungen der Hefen als sehr arm und häufig als minimal zu bezeichnen, was zur Folge hat, dass sich äussere Faktoren wie Temperatur, Ausklärung, oder auch nur ein leicht erhöhter Gehalt an Gerbstoff oft entscheidend auf die Gärung auswirken können.

An Beispielen wird ferner gezeigt, dass durch die blosse Erwärmung der Obstsäfte eine wesentliche Verbesserung der Gärbedingungen entstehen kann. Ihre Ursache konnte nicht ermittelt werden.

Zur Verbesserung der Gär-Charakteristik und Behebung der in manchen Jahren sehr häufigen Gärstockungen wird der Zusatz eines zweckmässig zusammengesetzten Gärsalzes empfohlen.

Résumé

Dans le présent mémoire on a cherché à élucider les causes du ralentissement caractéristique et de l'arrêt prématuré fréquent de la fermentation des jus de fruits à pépins. Les causes de cet état de choses sont: un manque d'azote ammoniacal, d'acides aminés et de facteurs de croissance tels que la vitamine B_1, la biotine, le mésoinosite, l'acide pantothénique et l'adermine.

Les jus de fruits représentent, pour la croissance de la levure, un milieu très pauvre, ce qui fait que des facteurs externes tels que la température, la clarification ou une teneur en tannins légèrement plus élevée influencent souvent la fermentation d'une façon déterminante.

On a montré, sans pouvoir l'expliquer, qu'une amélioration sensible des conditions de la fermentation peut être obtenue par simple chauffage des jus de fruits.

Pour améliorer la fermentation et en combattre les arrêts très fréquents certaines années on recommande d'additionner les jus de fruits d'un mélange de sels appropriés.

Summary

Study of the fermentation of fruit juices and of the causes which tend to slow it down and even to stop it. These causes are the presence of an insufficient quantity of ammoniacal nitrogen, amino acids, growth factors such as vitamin B_1, biotin, mesoinosite, panthothenic acid and adermin. Other factors are the temperature, the clarification and the tanin content of the fruit juices.

It is recommended to add to the juices a suitable salt mixture in order to improve the fermentation and to prevent its stopping.

Literatur

1) *H. Lüthi:* Schweiz. Zeitschrift für Obst- und Weinbau **55**, 165 (1946)
2) *H. Müller-Thurgau* und *A. Osterwalder:* Landw. Jahrbuch der Schweiz, 585 (1905)
3) — Landw. Jahrbuch der Schweiz, 4 (1917)
4) *K. Windisch:* Verlag Ulmer, Stuttgart (1906) S. 105
5) *N. Nielsen:* C. R. Lab. Carlsberg, Sér. physiol. **21**, 395 (1936)
6) — W'schrift für Brauerei **53**, 5 (1936)
7) *E. C. Barton-Wright:* Eur. Brew. Conv. Kongress Luzern **1**, 19 (1949)
8) *R. S. W. Thorne:* Wall. Lab. Comm. XIII. Nr. 43, 313 (1950)
9) *A. A. B. Conrie:* Bakt. Zbl. II. Abt. **81**, 130 (1930)
10) *H. Zeller:* Biochem. Zeitschrift 175, 135 (1926)
11) *J. Tavernier* et *P. Jacquin:* Chimie et Industrie **56**, 104 (1946) und Comptes rend. séances Acad. Sci. **222**, 416 (1946)
12) — Chimie et Industrie **58**, 135 (1947)
13) — Acad. Agric. France. Séance 24. 1. (1951)

14) *H. Le Corvaisier:* Chimie et Industrie **56**, 382 (1946)
15) *F. W. Beech* and *S. W. Challinor:* Long Ashton Ann. Rept. 143 (1950)
16) *H. Lüthi:* Jahresbericht der Eidg. Versuchsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil, Landw. Jahrbuch der Schweiz **66**, 626 (1952)
17) *L. F. Burroughs:* Long Ashton Ann. Rept. 138 (1951)
18) — Long Ashton Ann. Rept. 110 (1952)
19) — and *A. Pollard:* Long Ashton Ann. Rept., 184 (1953)
20) *L. F. Burroughs* and *Y. P. May:* Long Ashton Ann. Rept. 178 (1953)
21) *H. Heigener:* Bakt. Zbl. II. Abt. **93**, 81 (1935)
22) *F. Wagner:* Bakt. Zbl. II. Abt. **93**, 359 (1935)
23) *A. B. Conrie:* Journ. Inst. Brew **35**, 591 (1929) ref. Wochenschrift für Brauerei **45**, 545 (1929)
24) *H. Zeller:* Biochem. Zeitschrift **176**, 134 (1926)
25) *S. Taylor:* Journ. General Microbiol. **3**, 211 (1949)
26) *T. Wiken* und *O. Richard:* I.—III. Mitt. A. von Leeuwenhoek, **17**, 209 (1951) **18**, 31 (1952) **18**, 293 (1952)
27) — Schweiz. Ztschr. Pathol. und Bakt. **14**, 560 (1951)
28) *A. Fiechter:* Schweiz. Ztschr. Pathol. Bakt. **16**, 845 (1953)
29) *J. G. B. Castor:* Appl. Microbiol. **1**, 97 (1952)
30) *M. Lodi:* Vitamine und Hormone **4**, 443 (1944)
31) *J. Ribéreau-Gayon* et *E. Peynaud:* Acad. Agric. France, Séance 25 juin (1952)
32) — Xe Congres Int. Ind. Agric. Alim. Madrid (1954)
33) *R. J. Winzeler, D. Burk, V. du Vigneaud:* Arch. Biochemistry **5**, 25 (1949)
34) *L. H. Leonian, V. G. Lilly:* Americ. Journ. of Botany **29**, 459 (1942)
35) *F. Knüchel, L. Deshusses, J. Corbaz:* Rev. Ferm. Ind. Alim. **9**, 39 (1954)
36) *H. Schanderl* und *M. Draczynski:* Ind. Obst- und Gemüseverwertung **37**, 291 (1952)

Détermination chromatographique et microbiologique des acides aminés de différents vinaigres

Par *J. Bourgeois*

(Vinaigrerie Bourgeois Frères & Cie., Ballaigues)

La littérature concernant la chromatographie et les acides aminés des vinaigres n'est pas abondante. *Mitra* [1]) aux Indes a montré que le vinaigre de malt contient de l'azote albuminoïde, ce qui le différencie du vinaigre d'essence qui n'en contient pas.

Sulser et *Högl* [2]), grâce à la chromatographie sur papier, ont caractérisé très aisément plusieurs sortes de vinaigres.

Schanderl et *Staudenmayer* [3]) ont publié en 1956 le seul travail, à notre connaissance, qui concerne les acides aminés des vinaigres; au moyen de la chromatographie sur papier, ils ont pu identifier uniquement dans le vinaigre d'alcool 8 acides aminés. Le vinaigre d'essence, par contre, n'en contient pas. A part le vinaigre d'alcool, les auteurs précités n'ont pas analysé d'autres vi-