Band XXXIII. No. 13. Jahrgang IX.
Digitized by Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biodiversitylibrary.at

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesammtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben

unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm in Cassel und Dr. W. J. Behrens in Göttingen.

Zugleich Organ

des

Botanischen Vereins in München, der Botaniska Sällskapet i Stockholm, der Gesellschaft für Botanik zu Hamburg, der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau, der Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, des Botanischen Vereins in Lund und der Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors.

No. 13. | Abonnement für den Jahrgang [52 Nrn.] mit 28 M. durch alle Buchhandlungen und Postanstalten. | 1888.

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.

Bacteriologisch-chemische Untersuchung über die beim Aufgehen des Brotteiges wirkenden Ursachen.

Von

Carl Dünnenberger.

(Schluss.)

Was nun die Art des bei der Saccharification gebildeten Zuckers selbst anbelangt, so ist es nach den einen Maltose, andere identificiren denselben mit Traubenzucker. Ebenso widersprechend sind sich die Ansichten über seine directe Gährungsfähigkeit.[27]) Zur Erörterung dieser Frage ging ich von chemisch reiner Maltose und Dextrose aus, und überzeugte mich von der Brauchbarkeit der Fehling'schen Lösung und des Barfoed'schen Reagens, um die Gegenwart der einen und anderen Zuckerart zu constatiren. Alkalische Kupfertartratlösung wird durch Dextrose

[27]) Cfr. Citat 1. Ferner Richter, Organ. Chemie. 1885. p. 500.

Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

und Maltose reducirt, essigsaure Kupferacetatlösung aber nur durch Dextrose, nicht durch Maltose. Eine Lösung von reiner Maltose in Wasser vergährt durch Hefe. Ist sie direct gährungsfähig, so vergährt sie eben tale quale als Maltose. Ist sie nur indirect gährungsfähig, das heisst erst nach erfolgter hydrolytischer Spaltung in Dextrose und Lävulose, so müssten diese nach der früheren Ansicht intermediär gebildeten Hydratationsproducte sich nachweisen lassen.[28]) Um einer etwaigen Einwendung, dass Traubenzucker und Fruchtzucker au fur et à mesure gebildet und vergohren werden könnten, zu entgehen, wurde Maltose, sowie das Saccharat (No. 3) auch mit wirksamem Invertin behandelt. Durch das Barfoed'sche Reagens wurde aber in keinem Falle Glykose angezeigt. Es spricht dies also für directe Gährbarkeit der Maltose.

Bei den zur Zeit nur unvollkommenen Isolirungsmethoden für die durch diastatische Fermentwirkung entstandenen intermediären Stärkeumwandlungsproducte, habe ich es unterlassen zu prüfen, ob diese durch Sprosshefe in Zucker und weiter in Alkohol und Kohlensäure übergeführt werden können.

Die Veranlassung zu dem zuerst ausgeführten, schon oben erwähnten Vorversuche gab folgendes Raisonnement. Ich sagte mir: Wenn die Bacterien im Sauerteige eine wesentliche Rolle spielen, sei es durch Verzuckerung oder Einleitung von Gährprocessen, so lässt sich, in Anbetracht der Thatsache, dass Sprosshefe in neutraler oder schwach saurer Nährlösung (Substrat) am besten gedeiht, Bacterien aber als optimale Reaction die alkalische vorziehen, erwarten, dass auf einen diese schädigenden Säurezusatz eine Gährung in reducirtem Maasse auftreten, resp. ganz ausbleiben müsse.

Von dieser Voraussetzung ausgehend, wurden folgende Experimente eingeleitet:

1. Drei abgewogene Proben Sauerteig wurden in sterilisirten Reibschalen zusammengeknetet mit 1 % Weinsäure, gelöst in 5,0 sterilisirtem Wasser (c), mit 0,5 % Weinsäure in 5,0 Wasser (b), und mit 5,0 Wasser allein, um dieselbe Consistenz zu erzielen (a). Diese Teigmassen füllte ich in drei gleichweite, sterilisirte Glascylinder von 3 cm Durchmesser ein, verschloss sie mit Baumwollpfropf und liess sie an staubfreiem Orte bei Zimmertemperatur stehen. Am meisten ging auf a, am wenigsten c. Ein solches Verhalten war vorauszusehen, da unter den gegebenen Bedingungen in diesem Falle die Bacterien geschädigt wurden. Nach dem mikroskopischen Befund sind letztere gegenüber den Hefezellen bei b und namentlich bei c in der Entwicklung zurückgeblieben. (Diese Folgerung ist an und für sich logisch, war aber, wie wir später sehen werden, dennoch ein Trugschluss, indem bei diesem Versuche noch ein anderes Moment zu berücksichtigen ist.)

---

[28]) Berliner Berichte. 1884. C. XVII. p. 113. E. Bourquelot suchte bei der alkoholischen Gährung der Maltose (nach einer mir nicht bekannten Methode C. D.) eine primäre Spaltung derselben nachzuweisen, wie sie für Rohrzucker bekannt ist, jedoch mit negativem Erfolge.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

2. Von der gleichen Voraussetzung ausgehend, dass nämlich Hefe alkoholische Gährung bewirkt und Spaltpilze möglicherweise saccharificirend wirken, (denn dazumal kannte ich das Cerealin noch nicht) sind zu oft wiederholten Malen folgende Teigproben in den schon erwähnten Glascylindern angesetzt worden:

No. 1. Mehl 40,0. sterilisirtes Wasser 25,0. Presshefe 1%. Weinsäure 1%.[29])
No. 2. Mehl 40,0. sterilisirtes Wasser 25,0. Presshefe 1%.
No. 3. Mehl 40,0. sterilisirtes Wasser 25,0. Presshefe 1%. Weinsäure 1%. Traubenzucker 1%.
No. 4. Mehl 40,0. sterilisirtes Wasser 25,0. Presshefe 1%. Traubenzucker 1%.

Es war nun zu erwarten, dass entsprechend der Numerirung No. 1 gar nicht oder am schwächsten, No. 2 mehr, No. 3 noch mehr und No. 4 am stärksten aufgehe (immer vorausgesetzt, dass nur Bacterien, nicht ein ungeformtes Ferment, den Zucker liefern); denn in 1 haben wir Mehl, Wasser, Hefe und Säure; die Säure schädigt die Bacterien, sie hindert dieselben an der Vermehrung, und wenn sie sich nicht vermehren, so können sie auch keinen Effect ausüben. Die Hefe braucht aber als Gährmaterial Zucker, Bacterien können denselben nicht liefern, eben weil sie geschädigt sind, somit muss die Teigprobe, wenn im Mehl sonst noch kein Zucker vorhanden oder anderweitig gebildet worden war, nicht aufgehen.

In No. 2 ist Mehl, Wasser und Hefe; Bacterien können hier ungehindert wirken; der Teig wird also aufgehen.

No. 3 enthält ausserdem noch Weinsäure und Zucker. Die Weinsäure schädigt zwar die Bacterien, dagegen wurde Zucker in Substanz zugesetzt; die Hefe hatte somit diesen zur Disposition, und die Probe musste aufgehen.

Keine Weinsäure, wohl aber Zuckerzusatz findet sich bei No. 4, daneben ist die Möglichkeit gegeben, dass auch die Bacterien ihrerseits noch Zucker bilden. No. 4 sollte am stärksten aufgehen.

Nach ca. 20 Minuten begannen jeweilen die Proben sich zu heben. Anfänglich wurde einfach der Gesammteffect der Volumzunahme abgewartet, nachher aber wurden in halbstündigen Intervallen Messungen angestellt.

Ganz wider Erwarten gingen in allen Fällen alle 4 Proben ziemlich gleich stark auf. Im allgemeinen dehnte sich dabei der Teig um das ca. dreifache Volumen aus. In diesem Stadium platzten viele Gasblasen an der Oberfläche des Teiges, dadurch entstanden Poren, die sich allerdings scheinbar wieder schlossen. Weiter nachsteigende Gase traten in gleicher Weise aus, ohne den Teig noch mehr aufzutreiben, die Elasticität des Klebers scheint hiermit erschöpft zu sein. Nach den angestellten Messungen ergab es sich, dass das Aufgehen gleicher Proben innerhalb Grenzen von 1 bis 3 cm variiren konnte, somit aus unbekannten Ursachen nicht constant war. Wie auch immer aber ich die Sache mir zurechtzulegen suchte, — die Voraussetzung

[29]) Wurde natürlich in der verwendeten Wassermenge gelöst und so dem Mehl zugesetzt.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

schien nicht gerechtfertigt, das Resultat blieb unverständlich. Dass eine quantitative Bestimmung der beim Aufgehen des Teiges gebildeten CO_2, wobei natürlich auch das noch im Teig eingeschlossene Gas mitbestimmt werden müsste, diese verwickelte Frage eher zu erklären vermöchte, schien mir vorneweg nicht wahrscheinlich; ich habe sie daher unterlassen.

Dagegen mögen hier noch zwei weitere Experimente angeführt werden und dann wollen wir uns, unter Zuhilfenahme der früher erhaltenen Resultate, die richtige Erklärung zu obigen Versuchen verschaffen.

α. In einer Rohrzuckerlösung, die mit 1 % Weinsäure versetzt ist, tritt durch Hefe lebhafte Gährung ein. Die Hefe hatte also auch in den mit Säure versetzten Teigproben (No. 1 und 3) functionirt.

β. Folgende Proben wurden bei 70° belassen:

1. Kleister + Cerealinlösung.
2. „ + Cerealinlösung + 1 % Weinsäure.
3. „ + 1 % Weinsäure.

In β^1 war der Kleister nach 4 Stunden gelöst, in β^2 und β^3 dagegen nicht. Mit Jod gaben die beiden letzteren die intensivste Stärkereaction. Fehling'sche Lösung erzeugte darin eine gleich starke, aber geringe Reduction, welche ohne Zweifel der Einwirkung der Weinsäure auf die gequollene Stärke (bei 70°) zuzuschreiben ist. Gleichzeitig ergibt sich aber auch, dass das Cerealin durch den einprocentigen Weinsäurezusatz seine Wirksamkeit eingebüsst hat[30]), folglich kann es auch nicht oder nur noch kurze Zeit gewirkt haben in obigen Teigproben (1 und 3) (sc. von dem Momente ab, wo der Säurezusatz erfolgt ist).

Nun zur Erklärung der Vorversuche. Dabei will ich vorausschicken, dass, wie ich im Späteren noch beweisen werde, die Bacterien in keinem Falle etwas mit dem erfolgten Aufgehen zu thun hatten. a) ist in Vorversuch 1 am meisten aufgegangen, und weshalb? Weil das Cerealin Zucker bildete und die Hefe diesen vergohren hat. b) enthielt 0,5 % Weinsäure. Hierdurch wird das Enzym bereits beeinflusst, nicht so die Hefe; der Teig hob sich weniger als bei a). Durch 1 % Weinsäure (c) wird die Wirksamkeit des ungeformten Fermentes (beinahe oder) völlig annulirt. Da sich nun der Teig dennoch ein wenig hob, so deutet auch das auf die von Poehl[31]) gemachte Erfahrung.

Zweite Versuchsreihe. In allen 4 Proben war lufttrockenes Mehl (mit 12 bis 15 % H_2O) zur Verwendung gelangt, worin vor der Teigbereitung schon Zucker gebildet worden sein konnte, Hefe war auch da und warum sollten also die Proben nicht alle aufgehen? Man kann nun allerdings sagen, dass in 2 und 4 das ungeschädigte Enzym mehr Zucker habe bilden müssen, als es in 1 und 3 der Fall sein konnte. Das ist entschieden auch anzu-

---

30) Würz, Dictionnaire de chimie. t. I. 2. p. 1148. Mr. Bouchardat a étudié les circonstances qui entravent l'action de la Diastase. . . Les alcalins, . . les acides, . . l'acide tartrique.

31) Cfr. Citat 11.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nehmen. Aber es ist oben betont worden, dass alle Proben ziemlich gleich stark, d. h. ohne constante Differenzen, aufgingen. Was diese Inconstanz anbetrifft, so mag sie vielleicht an der Art und Weise dieser etwas roh angestellten Versuche liegen, sei es, dass die Volumzunahme nicht den wahren Ausdruck der entwickelten Gasmenge darstellte, eher aber, dass das Ablesen derselben nicht mit genügender Schärfe ausgeführt werden konnte. Allein die Differenzen hätten doch viel auffälligere sein sollen, und ich glaube, auf diese Punkte wenig Gewicht legen zu müssen, da es sich aus einer einfachen Ueberlegung ergibt, dass das Aufgehen in keiner Weise der vorhandenen Zuckermenge proportional ist. Denn No. 3 und 4, wo doch die grössten Zuckermengen vorhanden sind, haben sich nicht mehr gehoben als 2 und 1. Die Ursache hiervon ist wohl in dem schon oben berührten Verhalten des Klebers zu suchen. Weiter war in 1 und 3 die kleine, vor der Teigbereitung schon vorhandene Zuckermenge im Stande, ein gleich starkes Aufgehen zu veranlassen wie in 2 und 4. — Wenn wir die Zahlen nachsehen für den nach Poehl in lufttrockenem Mehle gefundenen Zucker (0,5 bis 1,39 %), so kommen wir zu der Ueberzeugung, dass es sich hier nur um kleine Mengen handelt, und gerade dieser Umstand gab mir denn auch Veranlassung, auf experimentellem Wege sicher zu stellen, ob die alkoholische Gährung allein das Aufgehen des Brotteiges vollziehe, oder ob man bisher ihre Bedeutung überschätzt und andere Factoren unberücksichtigt gelassen habe.

Bevor ich aber hierauf eintrete, mag es mir gestattet sein, noch einige Experimente zu besprechen, welche gleichfalls in Uebereinstimmung mit den bisher gewonnenen Resultaten die Unzulänglichkeit der bacteriologischen Ansicht darthun.

Eine Teigprobe, bestehend aus Mehl und Wasser, geht nach 4- bis 6tägigem Stehen auf, eine gleiche mit 1 % Weinsäure versetzt, in derselben Zeit gar nicht. In dem gegangenen Teige finden sich sehr viele Bacillen, einzeln und zu zweien beisammen, in dem säurehaltigen Teige ist die Zahl der Spaltpilze weit geringer. Da, wie früher nachgewiesen, im Mehl und also auch in diesen Teigproben keine Hefe vorhanden ist, Enzyme aber keine Gährungen veranlassen, so haben im ersteren Falle nur die Bacterien gewirkt und zwar, wie man sich durch den unangenehmen, säuerlichen Geruch und die ausgeprägt saure Reaction des Teiges überzeugen kann, in Folge einer Säuregährung. Wegen des Weinsäurezusatzes in der zweiten Probe, konnten sich die Mehlbacterien darin nicht vermehren und somit keinen Gähreffect ausüben.

Mehlteig + 1/4 Sauerteig (Bacterien und Hefe) gemengt, hebt sich nach 10 Stunden.

Mehlteig + 1/4 Sauerteig (Bacterien und Hefe) + 1 % Weinsäure, hebt sich ebenfalls in dieser Zeit.

Das ist ganz erklärlich, sobald man weiss, dass nur die Hefe wirkt, welche durch die Säure intact bleibt.

Aus allem Bisherigen geht also hervor, dass das Cerealin den Zucker liefert und dass die Sprosshefe denselben vergährt. Man

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

könnte jetzt, da ich selbst nachgewiesen habe, dass die Mehlbacterien Säuregährungen einleiten, noch versucht sein, diesen Spaltpilzen eine die Consistenz des Klebers begünstigende Thätigkeit einzuräumen. In wie weit diese Vermuthung berechtigt ist, ergibt sich aus folgendem Versuche:

Ich machte Teigproben aus 40,0 Mehl und 30,0 Wasser. Eine davon wurde als Vergleichsprobe zurückgelegt, eine andere zum Backen verwendet zugleich mit einer dritten, die aber noch einen Zusatz von einem Tropfen concentrirter Aethylidenmilchsäure + 1 Tropfen concentrirter Essigsäure (beide in dem zum Teige verwendeten Wasser erst gelöst) erhalten hatte. Diese letztere angesäuerte Probe zeigte deutlich saure Reaction wie der Sauerteig. Diese Teigproben füllte ich in eiserne Hohlprismen von 5,5 cm^2 Grundfläche und 7 cm Höhe ein, um sie in einem Falle in einem auf 200° geheizten Trockenschrank, in einem anderen Falle im Backofen zu backen. Hierbei ging der angesäuerte sowohl wie der ungesäuerte Teig um ca. das halbe ursprüngliche Volumen auf. Mikroben hatten bei dem kurzen Verlaufe der Operation selbstredend gar keinen Einfluss ausgeübt. Würden nun die Mehlbacterien durch die bei ihrer Gährung auftretenden Säuremengen die Consistenz des Klebers modificiren und so das Aufgehen indirect begünstigen, so müsste ein solcher Effect auch an dem künstlich gesäuerten Brötchen constatirt werden können. Auf Bruch- und Schnittflächen lässt sich dieses von dem ungesäuerten aber nicht unterscheiden.

Nach all diesen experimentell bewiesenen Resultaten wird meine Behauptung, dass die in Mehl und Sauerteig befindlichen Bacterien, um sie nicht geradezu als unnöthige Verunreinigung zu bezeichnen, doch zum allermindesten bei der Brotgährung absolut entbehrlich seien, kaum mehr als ein gewagter Schritt aufgefasst werden können, und es mag der Kritik des Lesers anheimgestellt bleiben, zu entscheiden, inwiefern ein Bacterium farinaceum Wigand[32]) und ein Bacillus panificans Laurent noch eine Existenzberechtigung haben.

Um endlich noch auf das Aufgehen des Brotteiges zu sprechen zu kommen, so habe ich bereits oben erwähnt, dass bei der alkoholischen Gährung nur relativ kleine Mengen Zucker zur Verwendung kommen. Und wenn auch bei der mikroskopischen Prüfung von Sauerteig und Hab gefunden wurde, dass Sprosshefe sich in numerisch geringerer Menge darin findet als Bacterien, so muss doch auch darauf aufmerksam gemacht werden, dass nicht einfach die Anzahl der Mikroben den Ausschlag geben kann, indem, wenn ein solcher Vergleich erlaubt ist, die Hefezelle selbst im ungünstigsten Falle ein 50- bis 100fach grösseres Volumen hat, als ein Mehlbacterium, und dass dieser grössere Plasmaleib auch im

---

[32]) Die Bezeichnung B. farinaceum ist zwar nominell vorsichtiger gewählt als B. panificans; factisch will aber Wigand, was aus seiner Definition (Citat 4) hervorgeht, genau dasselbe damit sagen wie Laurent.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Stande sein wird, grössere vitale Leistungen zu verrichten. Aber eben der Umstand, dass die Bacterien in vorwiegender Zahl vorhanden sind, mag die Ursache davon sein, warum oberflächliche Untersuchungen den Spaltpilzen eine Rolle zugeschrieben haben. Es ist ja eine nicht zu unterschätzende Thatsache, dass die Spaltpilze im Naturhaushalte eine grosse Bedeutung haben; die durch diese Untersuchung zu Tage geförderten Facta mahnen aber doch sehr zur Vorsicht und beweisen deutlich genug, wie man sich hüten soll, diese niederen Pilze überall da, wo sie mikroskopisch nachweisbar sind, was bekanntlich in der Aussenwelt nirgends schwer hält, immer gleich für wesentlich zu halten.

Im früheren ist durch verschiedene Versuche gezeigt worden, dass Bacterien die normale, alkoholische Brotgährung nicht besorgen können. Es ist nun auch noch ein directer Beweis dafür zu erbringen, dass die Hefe in der quantitativen Menge, wie sie im Sauerteig vorkommt, dieselbe allein vollziehen kann. Zu diesem Zwecke wurden Zählungen der Hefezellen in Sauerteigpräparaten vorgenommen, dann eine approximative Berechnung angestellt, und nach mehreren Versuchen gelang es, einen Teig aus Mehl, Wasser und Hefe herzustellen, in welchem letztere in gleicher Anzahl vorhanden waren, wie im Sauerteig; denn mikroskopische Präparate des einen und anderen Teiges zeigten übereinstimmende Zahlen von Hefezellen. Dieser Teig begann sich nach 4 Stunden zu heben. Ein Teig aus Mehl (und Bacterien) und Wasser aber hebt sich erst nach 4- bis 6tägigem Stehen. Aus diesem Verhalten geht hervor, dass auch die Hefe im Sauerteig und dem damit bereiteten Brotteige in genügender Menge vorhanden ist, um in der bei der praktischen Bäckerei innegehaltenen Zeit für sich allein durch alkoholische Gährung den gewünschten Effect auszuüben.

Wenn doch nach bacteriologischer Ansicht die Bacterien und nicht die Hefe die Gährung vollführen sollen, warum lässt man denn nicht einfach Mehl und Wasser 4 bis 6 Tage stehen, bis dieser Teig aufgeht, und benutzt dann diesen sauren Sauerteig als Lockerungsmittel? — So was fällt aber keinem Bäcker ein, dem es daran gelegen ist, ein geniessbares, nicht saures Brot zu bereiten.

Birnbaum sagt in seinem Werke (p. 289) ganz richtig: „Hauptaufgabe eines rationell arbeitenden Bäckers bei der Herstellung von Sauerteig ist es, dahin zu streben, dass in dem Teig nur die Alkohol-Gährung sich vollzieht, die störenden sauren Gährungserscheinungen aber nicht auftreten. Bei längerem Liegen des Teiges finden die Organismen, welche fremde Gährungserscheinungen (Essigsäure-, Milchsäure-, Buttersäure-Gährung) hervorrufen, reichlich Gelegenheit, sich zu entwickeln; zu lange aufbewahrter Teig reagirt daher stark sauer und bringt in dem frischen Teige eben auch diese saure Gährung leicht hervor; durch schlechten Sauerteig wird das Brot sauer.“

Wir haben oben bei den gebackenen Teigproben gesehen, dass sie aufgingen, trotzdem kein absichtliches Lockerungsmittel zu-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

gesetzt worden war. Evidentermaassen hat hier die dem Mehl adhärirende und die durch das Kneten dem Teig incorporirte Luft das Heben besorgt. Obwohl die Luftmenge, welche beim Herstellen des Teiges mit Reibschale und Pistill gebunden wurde, gewiss eine kleinere ist, als diejenige, welche beim Kneten in Backtrögen und Knetmaschinen eingeschlossen wird, so zeigte doch folgender einfache Versuch, dass ihre Wirkung beim Backen ebenfalls in nicht geringem Maasse zum Aufgehen beitragen muss. Wird nämlich Sauerteig in einem Reagensglase mit absolutem Alkohol überdeckt, so steigen sehr viele Gasblasen auf. Beim Sauerteig muss man jedoch nicht vergessen, dass in demselben auch Kohlensäure vorhanden ist. Ich habe daher auch einen Teig aus 10,0 Mehl und 8,0 Wasser (in der Reibschale) angemacht, davon $^1/_5$ in der Eprouvette mit C_2H_5OH behandelt und dabei sehr viele aufsteigende Luftblasen beobachtet, welche in noch erhöhtem Maasse auftreten, wenn der Teig mit einem Glasstabe bearbeitet wird.

Gelangt der Teig in den Ofen, so wird einmal die Hefe- und Enzymthätigkeit eine Zeit lang noch begünstigt[33]), bis eben das Maximum ihrer fähigen Wirksamkeit erreicht ist; dann aber ist es namentlich die Expansion von Kohlensäure und Luft, weiterhin vergaster Alkohol und Wasserdampf, welche den Teig aufgehen machen. Dazu kommen in untergeordnetem Maasse die bei den accessorischen Säuregährungen auftretenden flüchtigen Producte [CH_3COOH, $CH_3CH(OH)COOH$, $CH_3CH_2CH_2COOH$], sowie vielleicht eine Volumvermehrung des Klebers[34]), die ich aber eher auf die Wirkung des Wasserdampfes zurückzuführen geneigt sein möchte.

Die Ergebnisse der Untersuchung haben mehr theoretisches als praktisches Interesse. Sie ändern an der Brotbereitung, speciell der Herstellung des Teiges sozusagen nichts; denn diese hat sich nach und nach so herausgebildet, wie sie am besten zu sein schien. Dagegen ist man an Hand dieser Resultate jetzt im Stande, den ganzen Verlauf in allen seinen Phasen und Détails zu verfolgen und richtig zu interpretiren. Und so mögen zum Schlusse denn noch einige aus der Praxis herausgegriffene Hauptmomente nach unserer Theorie, die, wie man leicht sieht, die alte Ansicht (Citat 1) im wesentlichen wieder in ihr Recht einsetzt, erklärt werden, wodurch zugleich ein weiterer Beweis für ihre Brauchbarkeit und Richtigkeit gegeben sein wird.

Die Anwendung von Hab ist jüngeren Datums als diejenige des Sauerteiges. Obwohl sich praktische Neuerungen, auch wenn sie gut sind, in gewissen Kreisen nur schwierig und langsam einbürgern, so hat er doch schon ziemlich allgemeine Verbreitung gefunden. Warum? Das kann einem der Bäcker nicht erklären

---

33) Beim Backen wird die Oberfläche der Teigstücke auf 180 bis 210° erwärmt, während die Temperatur im Innern kaum über 100° steigt.

34) Birnbaum, l. c. p. 273. Der feuchte Kleber hat die Eigenschaft, beim Erhitzen auf Backtemperatur zu einer blasigen Masse zu werden, welche einen bedeutend grösseren Raum einnimmt als vor dem Erwärmen. Diese Volumvermehrung steht in directem Verhältniss zur Zähigkeit des Klebers.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

und die Bacteriologen, welche gegentheiliger Ansicht sind, wahrscheinlich auch nicht. Erinnern wir uns an die Definition von Sauerteig und Hab (Anm. 18 und 19), so springt der Unterschied in die Augen. Sauerteig wird durch Zusatz von Mehl und Wasser angefrischt. Bei Gegenwart von Wasser wirkt das Cerealin und man führt damit also der Hefe neue Zuckermengen zu. In diesem zuckerhaltigen Substrate kann die Hefe vegetiren. Dass sie jedoch dabei nicht ihre gewohnte Nahrung zur Verfügung hat, darauf deutet schon der mikroskopische Befund von Sauerteighefe. Ihre Zellen sind viel kleiner (ich möchte sagen verkümmert) als diejenigen der Bierhefe. Sei es nun, dass Balling durch Zufall oder durch eine theoretische Ueberlegung darauf gekommen ist, sein Vorschlag, statt Wasser zum Anfrischen eine Malzbrühe zu verwenden, muss kurzweg als der einzig rationelle bezeichnet werden. Denn einestheils wird der Hefe dadurch geradezu ihre specifische Nahrung geboten, bei der sie auch in der gehopften Bierwürze so gut gedeiht; anderseits führt man in Form von Maltose eine Zuckerart ein, die dem Brotteige keinen ungewöhnlich süssen Geschmack verleiht. Wenn so die Hefe unter optimalen Verhältnissen gedeiht, so kann sie auch das Maximum ihrer Gährthätigkeit entfalten. Hierdurch ist sie aber concurrenzfähiger gemacht gegenüber den vorhandenen, säurebildenden Bacterien, indem sie nicht sowohl durch deren Säurebildung beeinflusst wird, als vielmehr durch ihre eigene Gährthätigkeit auf die übrigen Mikroben giftig wirkt.[35])

Der Name „Sauerteig“ ist nach unseren nunmehrigen Begriffen nicht mehr zutreffend. Sauer ist er ja immer; aber durch diese Bezeichnung wird keineswegs angedeutet, dass die Hefe das treibende Agens desselben ist.

In den Backlocalitäten wird die Lufttemperatur immer auf einer bestimmten Höhe (20 bis 30°) erhalten. Diese kommt der Wirkung der Hefe zu Gute.

Das „Raschen“, „Aufgehen“ des Teiges kann willkürlich verlangsamt werden durch Abkühlung; denn bei niederer Temperatur wird Gährthätigkeit eingeschränkt.

Zur Herstellung des Teiges verwendet man warmes Wasser; dadurch wird die Saccharification durch das Cerealin begünstigt.

Hefe wirkt energischer als Sauerteig. Das ist begreiflich: denn sie ist durch keine ungünstigen Nährbedingungen alterirt. Zudem kommt sie, in Substanz verwendet, in grösserer Menge zur Geltung als in der verdünnten Form des Sauerteiges.

Den Salzzusatz macht man vortheilhaft erst mit dem letzten Wasserzusatze, wenn der Gährprocess schon eingeleitet ist. Denn Chlornatrium hat nach Mège-Mouriés die Eigenschaft, das Cerealin zu coaguliren und unwirksam zu machen.

---

[35]) v. Nägeli, Die niederen Pilze. 1879. p. 76. Die Gärthätigkeit eines Pilzes benachtheiligt die Ernährung und das Wachsthum der übrigen Pilze, welche nicht für diese, sondern für andere Gärungen organisirt sind.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ein der Praxis entnommenes Beispiel, wo nur die eingeschlossene Luft das Aufgehen bewirkt, ist das ungesäuerte, zum alltäglichen Genusse nicht empfehlenswerthe „Grahambrot".

Kurz, wir sehen also, dass nach dieser Theorie jede Frage ihre ungezwungene Erklärung findet.

Résumé

der durch die Untersuchung gesicherten Resultate:

Die Sprosshefe vergährt nur wahre Zuckerarten und zwar direct oder indirect, d. h. nach erfolgter Inversion.

Die Sprosshefe vermag Stärke weder in alkoholische Gährung zu versetzen, noch auch nur zu saccharificiren.

Die Sprosshefe hat sich an eine specifische Nahrung accomodirt. In künstlichen Nährstoffcombinationen gezogen, büsst sie ihre Gährtüchtigkeit theilweise bis ganz ein.

Sie verträgt in günstigem Nährsubstrate eine gewisse saure Reaction.

Die Sprosshefe scheidet ein chemisch wirksames Enzym, das sog. Invertin, aus, welches gewisse Zuckerarten (Disaccharate) invertirt, Stärke auch in gequollenem Zustande aber nicht verändert.

Die p. 343 angeführten Bacterien (Milchsäurebacterien, Habbacterien, Sauerteigbacterien, Mehlbacterien, Bacterien aus Cerealinlösung) werden durch 1 % Weinsäure stark geschädigt.

Die Bacterien des Mehles und des Sauerteiges bewirken Säuregährungen. Nie ist es mir aber gelungen, bei denselben eine saccharificirende Wirkung auf Stärke zu constatiren, ebensowenig bei den Milchsäurebacillen und den Bacterien eines Kleieauszuges.

Dagegen enthalten Mehl, ja schon ungekeimte Cerealienfrüchte ein diastatisches Enzym von energischer Wirkung, das sog. Cerealin.

Dasselbe stimmt in allen seinen geprüften Eigenschaften mit Diastase überein, ist vielleicht damit identisch.

Bei der Saccharification der Stärke durch Cerealin entsteht Maltose.

Die Maltose ist wahrscheinlich direct gährungsfähig.

Die Wirksamkeit des Cerealins wird durch Weinsäure (Säuren überhaupt) aufgehoben.

Milchsäure entsteht bei Abwesenheit von Mikroben nicht unter dessen Einfluss.

Die Wirkung des Invertins und Cerealins ist eine rein chemische, sie kommt ohne die Thätigkeit von Mikroorganismen zu Stande.

Physiologische Gifte beeinträchtigen dieselbe nicht, vorausgesetzt, dass sie mit dem ungeformten Fermente keine tiefergreifende chemische Veränderung eingehen.

Hauptresultat:

Die normale Brotgährung ist eine alkoholische, ob man nun als Lockerungsmittel Hefe, Hab oder Sauerteig verwende. Als einzig wesentlicher Gährorganismus ist die Sprosshefe zu betrachten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Als Gährmaterial dient derselben die Maltose, welche aus einem Theile der Stärke des Mehles unter Einwirkung des Cerealins entsteht. Bacterien sind für die normale Brotgährung eine unnöthige Verunreinigung und absolut entbehrlich. Das Aufgehen des Brotteiges wird in erster Linie bedingt durch die bei der alkoholischen Gährung auftretende Kohlensäure. Ferner sind in Folge der durch die Backofentemperatur bedingten Expansion resp. Vergasung an der hebenden Wirkung betheiligt: Luft, Alkohol und Wasser und weiterhin in accessorischer, untergeordneter Weise noch allfällige durch Bacterien gebildete flüchtige Fettsäuren.

Originalberichte gelehrter Gesellschaften.

Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Studentsällskapet i Upsala.

Sitzung am 13. Mai 1887.

Docent Dr. **H. F. G. Strömfelt** lieferte eine vorläufige Mittheilung seiner

Untersuchungen über die Haftorgane der Algen.

(Schluss.)

Freie einzellige Wurzelfäden treffen wir bei *Polysiphonia* und *Spermothamnion*. Sie sind hier mehr oder weniger farblos, dickwandig, an den anhaftenden Spitzen zackige Haftscheiben bildend und werden von der Mutterzelle durch eine Wand getrennt.

Aehnliche, aber mehrzellige und etwas verzweigte Wurzelfäden finden sich bei *Dasya*.

Ceramium, *Callithamnion*, *Antithamnion*, *Griffithsia* und *Ptilota* zeichnen sich durch verzweigte (die Zweige durch Querwände abgegliedert) primäre Wurzelzellen, sowie durch früh angelegte, mehrzellige, reich und gewöhnlich opponirt verzweigte freie Wurzelfäden aus. Bei *Ptilota* verlaufen die oberen Wurzelfäden gewöhnlich ein kurzes Stück innerhalb der äusseren Membran der Achse, ehe sie hervorbrechen, wodurch sie einen Uebergang zwischen freien und intracuticulären Wurzelfäden zeigen. Wurzelsprossen sind bei dieser Gattung sowie auch bei *Callithamnion* und *Antithamnion* wahrgenommen worden. Gewisse *Callithamnion*-Arten (*Phlebothamnion* Kütz.) zeichnen sich ausserdem durch ein dichtes Corticalgeflecht von schmalen intracuticulären Wurzelfäden aus.

Bei *Spongomorpha*-Arten finden wir zahlreiche herablaufende Wurzelfäden, die bei Arten von dichterem und gedrängterem Wuchse ziemlich unabhängig von den aufrechten Achsen erscheinen, und dadurch eine Uebergangsform zu den freien Wurzelfäden bilden.

Echte Corticalfäden entwickeln sich bei *Batrachospermum* aus den Basalzellen der Kranzzweige, indem sie um den unteren Theil

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Botanisches Centralblatt

Jahr/Year: 1888

Band/Volume: 33

Autor(en)/Author(s): Dünnenberger Carl

Artikel/Article: Wissenschaftliche Original-Mittheilungen. Bacteriologisch-chemische Untersuchung über die beim Aufgehen des Brotteiges wirkenden Ursachen. 385-395