

### 31. Leonid Iwanoff: Über das Verhalten der Eiweissstoffe bei der alkoholischen Gärung.

(Vorläufige Mitteilung).

Eingegangen am 24. März 1904.

Die Auffindung der Zymase hat bei weitem nicht alle überzeugt, dass die Gärung ein fermentativer Prozess ist. Vom Standpunkt der vitalen Plasmatheorie steht die Zymase ihren Eigenschaften nach dem Plasma näher als den Enzymen<sup>1)</sup>, und jedenfalls wird sie immer von den Eiweissstoffen begleitet.

In diesem Streit muss das Verhalten der Eiweissstoffe eine grosse Bedeutung haben. Nach der Plasmatheorie müssen wir annehmen, dass der Zerfall des Zuckermoleküls sich immer mit dem des Eiweissmoleküls vollzieht<sup>2)</sup>. Folglich, wenn die Zelle nicht sämtliche Zerfallsprodukte wieder in Eiweiss regenerieren kann, dann muss man eine kontinuierliche Bildung von stickstoffhaltigen Zerspaltungsprodukten, eventuell eine Abnahme der Eiweissmenge konstatieren.

Die Enzymtheorie fordert für die Vergärung der grossen Menge von Zucker bloss eine verschwindend kleine Menge von Zymase. Aus diesem Grunde, obwohl die Zymase wahrscheinlich ein Eiweissstoff ist, dürfen wir keinen Eiweisszerfall bei der Gärung erwarten.

Meine Versuche, welche gegen die Plasmatheorie sprechen, wurden in folgender Weise ausgeführt: Die ausgewaschene Hefe wurde in Wasser geschüttelt und aus dieser gleichmässigen Mischung einige Proben, je 25 *ccm*, abpipettiert. Dann wurde eine Hälfte der Proben sofort nach STUTZER analysiert, die andere erst nach Vergärung der bestimmten Menge des Zuckers (Dextrose oder Rohrzucker).

Die Tabelle I, in der ich die Resultate dreier Versuche zusammengestellt habe, zeigt, dass 1. die Eiweissstoffe keine Änderung erlitten, obwohl die Bedingungen der Versuche (Heferasse, Dauer, Zuckerart und -menge) variiert wurden, 2. dass es in der Hefe eine beträchtliche Menge (bis 14 pCt. des Gesamtstickstoffs) der nicht assimilierbaren Stickstoffverbindungen gibt.

1) J. AD. MAYER, Die Gärungschemie, 1902, S. 179.

2) DETMER, Jahrbuch der Pflanzenphysiologie, S. 175, und diese Berichte Bd. X, S. 433.

Tabelle I.

Rasse der Hefe	Protein-N in mg		Nicht-Protein-N in mg	Verhältnis des Hefetrockengewichts zum vergorenen Zucker	Dauer der Gärung Tage	Temperatur °
	Vor der Gärung	Nach der Gärung				
Presshefe.	80,5 80,2	80,8 81,7	3,0	1 : 2,5	1	25
Brennerereiheden der Berliner Versuchsbrauerei.	25,20 25,20	25,38 26,06	2,2	1 : 45	4	—
Hefe Nr. 128 von KRÁL, Reine Kultur.	30,5 31,5	31,9 30,1	5,44	1 : 20	3	—

Um weiter zu beweisen, dass solche nicht assimilierbaren Stoffe von der Zerspaltung der eigenen Eiweissstoffe stammen, habe ich folgende Versuche angestellt:

Einige Proben der auf oben beschriebene Weise gewonnenen reinen Hefe liess ich ohne Zuckerzusatz in Wasser bei sterilen Bedingungen hungern. Erst dann, als die Eiweisspaltungsprodukte in genügender Menge erschienen, wurde der Zucker zu diesen hinzugefügt, in die Gärung eingesetzt und dann analysiert. Als Resultat habe ich erhalten, dass sich nur 40 - 60 pCt. der Zerspaltungsprodukte in Eiweiss umwandeln. Daraus schliesse ich, dass das von mir beobachtete Konstantbleiben der Eiweissstoffe nicht nur als eine scheinbare, durch das Gleichgewicht der Zersetzung und der Synthese erzeugte Erscheinung interpretiert werden muss. Die Eiweiss-synthese bei der Hefe kann nie die Eiweisszersetzung vollständig maskieren, wenn nicht eine andere Stickstoffquelle vorhanden ist.

Den von anderen Autoren<sup>1)</sup> beobachteten absoluten Verlust des Stickstoffs bei der Gärung, der als ein Beweis des Eiweissumsatzes bei der Zuckerspaltung interpretiert und dadurch das sogenannte „Erschöpfen“ der Hefe bei der Gärung in reinem Zucker erklärt wird, kann ich also nicht bestätigen. Wahrscheinlich dauerten die Versuche der Autoren zu lange und vollzogen sich bei nicht sterilen Bedingungen. Die Eiweissstoffe einiger abgestorbenen Zellen werden zerlegt und dadurch entstandene Zerspaltungsprodukte werden teilweise durch lebendige Zellen ausgenutzt, teilweise bleiben sie als nicht assimilierbare Stoffe in der Flüssigkeit zurück.

1) S. PASTEUR, Annales de Chemie et de Phys., Sér. III, T. 58, p. 407. — DUCLAUX, Traité de Microbiol., T. III, p. 209, 210. — A. MAYER, l. c. p. 136—140.

Um die nächste Ursache des eigentümlichen Verhaltens der Eiweissstoffe zu bestimmen, habe ich weitere Versuche, auf einen solchen Standpunkt mich stützend, angestellt.

Wenn die Eiweisspaltung eine Funktion des proteolytischen Enzyms ist, dann müssen wir eine Veränderung der Enzymwirkung in den gärenden Hefen sogar nach dem Tode bei der sogenannten Selbstverdauung beobachten. Die von mir angestellten Versuche bestätigen das. Ich beschreibe jetzt einen solchen Versuch. Es wurden 40 g Presshefe mit 450 *ccm* Wasser geschüttelt und von dieser Mischung die Proben, je 25 *ccm*, genommen. Zu jeder Probe wurden je 10 *ccm* 50proz. Saccharoselösung zugefügt und auf solche Weise in die Gärung eingebracht. Die restierende Menge der Hefemischung wurde bei 3—4° C. aufgestellt und erst nach 24 Stunden davon die Proben zu je 25 *ccm* genommen. Dann wurde zu allen gärenden und nichtgärenden Proben Chloroform im Überschuss zugefügt und alle bei 33° aufgestellt. Nach vier Stunden, als alle Zellen tot waren, wurden drei Paar gärende und nichtgärende Proben zusammengegossen. Die Proben wurden nach einem, zwei und fünf Tagen analysiert.

Tabelle II.

	Protein-N in <i>mg</i>		
	nichtgärende Hefe	gärende Hefe	nichtgärende und gärende Hefe
Am Anfang . . . . .	44,52	46,06	90,58
Nach einem Tage . . . . .	34,44	45,36	82,6
Nach zwei Tagen . . . . .	31,36	42,84	72,8
Nach fünf Tagen . . . . .	13,72	36,40	61,6

Die Zahlen in Kolonne 1 und 2 der Tabelle zeigen: Die Proteolyse der gärenden Hefe geht viel schwächer als der nichtgärenden vor sich. Die Zahlen in Kolonne 3 zeigen, dass die gärende Hefe auch die Proteolyse der nichtgärenden fast in demselben Masse hemmt. Weitere Versuche zeigten, dass die antitryptische Substanz sich in den gärenden Zellen, sowie in der umgebenden Flüssigkeit befindet. Das übliche Kochen vernichtet die hindernde Wirkung, aber nicht das Kochen mit Rückflusskühler, bei welchem die flüchtigen Stoffe, wie Alkohol, Essigsäure und Estern, in der Flüssigkeit verbleiben.

Die speziell mit Alkohol angestellten Versuche zeigten, dass erst 6 pCt. dieses Stoffes eine merklich hindernde Wirkung auf die Selbstverdauung ausüben können; aber der Alkoholgehalt, um welchen es sich bei mir handelte, stieg nicht über 3 pCt.

Daher müssten wir den andern, nicht näher bestimmten flüchtigen Nebenprodukten der Gärung, wie Aldehyden und Estern, die antitryptische Wirkung zuschreiben<sup>1)</sup>. Da diese Produkte sich in sehr kleinen Mengen in der Gärungsflüssigkeit finden, können wir ihre Wirkung als negative Katalyse interpretieren. Die Eiweissstoffe zersetzen sich also bei der alkoholischen Gärung nicht, weil die Zuckerzersetzung solche Stoffe bildet, welche die Wirkung des proteolytischen Enzyms hemmen. Dasselbe gilt wahrscheinlich für die intramolekulare Atmung, die nichts anderes als alkoholische Gärung ist. In der Tat konnte PALLADIN<sup>2)</sup> die Eiweisspaltung in einer Wasserstoffatmosphäre nur in den Keimlingen, welche an Kohlenhydraten arm waren, beobachten. Die von DETMER<sup>3)</sup> konstatierte Eiweisspaltung ohne Sauerstoff bei *Lupinus* bestätigt das nur; diese Pflanze ist besonders arm an stickstofffreien Reservestoffen<sup>4)</sup>. Ob jede Zerspaltung des Zuckers in dem Organismus solche antiproteolytischen Produkte gibt, bleibt noch unentschieden. Aber wenn das geschieht, dann könnten wir die wohlbekannt allgemeine Eigenschaft der Kohlenhydrate, die Eiweissstoffe der Tier- wie Pflanzenorganismen gegen die Zerspaltung zu schützen, erklären.

Zum Schlusse erachte ich es als eine angenehme Pflicht, Herrn Geheimrat Prof. W. PFEFFER meinen aufrichtigen Dank auszusprechen für die grosse Freundlichkeit, womit er mir die Hilfsmittel des Leipziger botanischen Instituts zur Verfügung gestellt hat.

Leipzig, März 1904.

1) Dass Essigsäure und überhaupt saure Reaktion die Proteolyse der Hefe begünstigt, beobachteten HAHN und GERET. Siehe BUCHNER, Zymasegärung, S. 318.

2) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. 6, 1888, S. 205.

3) Ebenda, Bd. X, 1892, S. 442.

4) SCHULZE, Landwirtschaftl. Jahrb., Bd. IX, S. 733.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1904

Band/Volume: [22](#)

Autor(en)/Author(s): Iwanow(ff) Leonid

Artikel/Article: [Über das Verhalten der Eiweissstoffe bei der alkoholischen Gärung 202-206](#)