

81-54

1916

Dr. Bodnár János

E

16/27

Biochemische Zeitschrift.

Beiträge
zur chemischen Physiologie und Pathologie.

Herausgegeben von

E. Buchner-Würzburg, F. Hofmeister-Straßburg i. Els., C. v. Noorden-Frankfurt a. M., E. Salkowski - Berlin, F. Tangl - Budapest, A. von Wassermann - Berlin, N. Zuntz - Berlin

unter Mitwirkung von

M. Ascoli-Catania, L. Asher-Bern, J. Bang-Lund, G. Bertrand-Paris, A. Bickel-Berlin, F. Blumenthal-Berlin, A. Bonanni-Rom, F. Bottazzi-Neapel, G. Bredig-Karlsruhe i. B., A. Durrig-Wien, F. Ehrlich-Breslau, H. v. Euler-Stockholm, S. Flexner-New York, J. Forssman-Lund, S. Fränkel-Wien, E. Freund-Wien, E. Friedberger-Greifswald, E. Friedmann-Berlin, O. v. Fürth-Wien, G. Galeotti-Neapel, F. Haber-Berlin-Dahlem, H. J. Hamburger-Groningen, A. Heffter-Berlin, V. Henri-Paris, V. Henriques-Kopenhagen, W. Heubner-Göttingen, R. Höber-Kiel, M. Jacoby-Berlin, R. Kober-Rostock, M. Kumagawa-Tokio, F. Landolf-Buenos Aires, L. Langstein-Berlin, P. A. Levene-New York, L. v. Liebermann-Budapest, J. Loeb-New York, A. Loewy-Berlin, A. Magnus-Levy-Berlin, J. A. Mandel-New York, L. Marchlewski-Krakau, P. Mayer-Karlsbad, J. Meisenheimer-Berlin, L. Michaelis-Berlin, J. Morgenroth-Berlin, W. Nernst-Berlin, W. Ostwald-Leipzig, W. Palladin-St. Petersburg, W. Pauli-Wien, R. Pfeiffer-Breslau, E. P. Pick-Wien, J. Pohl-Breslau, Ch. Porcher-Lyon, F. Roehmann-Breslau, P. Rona-Berlin, S. Salaskin-St. Petersburg, N. Steber-St. Petersburg, M. Siegfried-Leipzig, S. P. L. Sörensen-Kopenhagen, K. Spiro-Straßburg, E. H. Starling-London, J. Stoklasa-Prag, W. Straub-Freiburg i. B., A. Stutzer-Königsberg i. Pr., H. v. Tappeler-München, H. Thoms-Berlin, A. J. J. Vanvedelde-Gent, O. Warburg-Berlin, W. Wiechowski-Prag, A. Wohl-Danzig, J. Wohlgemuth-Berlin.

Redigiert von

C. Neuberg - Berlin.

Sonderabdruck aus 73. Band, 3. und 4. Heft.

J. Bodnár:

Über die Zymase und Carboxylase der Kartoffel
und Zuckerrübe.



Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1916.

Die

Biochemische Zeitschrift

erscheint in zwanglosen Heften, die in kurzer Folge zur Ausgabe gelangen und in Bänden von ca. 32 Bogen vereinigt werden sollen. Der Preis eines jeden Bandes beträgt M. 14,—. Die Biochemische Zeitschrift ist durch jede Buchhandlung sowie durch die unterzeichnete Verlagsbuchhandlung zu beziehen.

In der Regel können Originalarbeiten nur Aufnahme finden, wenn sie nicht mehr als 1½ Druckbogen umfassen. Sie werden mit dem Datum des Eingangs versehen und der Reihe nach veröffentlicht, sofern die Verfasser die Korrekturen rechtzeitig erledigen. — Mitteilungen polemischen Inhalts werden nur dann zugelassen, wenn sie eine tatsächliche Richtigstellung enthalten und höchstens 2 Druckseiten einnehmen.

Manuskriptsendungen sind an einen der Herausgeber in Berlin, Herrn Prof. Dr. E. Salkowski, NW. 6, Charité, Schumannstr. 20 oder Herrn Prof. Dr. N. Zuntz, Charlottenburg, Bleibtreustr. 38/39 oder an den Redakteur,

Herrn Prof. Dr. C. Neuberg, Berlin-Dahlem, Hittorfstr. 18, zu richten.

Die Verfasser erhalten 60 Sonderabdrücke ihrer Abhandlungen kostenfrei, weitere gegen Berechnung. Für den 16 seitigen Druckbogen wird ein Honorar von M. 40,— gezahlt.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
Berlin W. 9, Linkstraße 23/24.

73. Band.

Inhaltsverzeichnis.

3. u. 4. Heft.

Seite

Bodnár, J. Über die Zymase und Carboxylase der Kartoffel und Zuckerrübe	193
Volgt, J. Die Verteilung und das Schicksal des kolloiden Silbers im Säugetierkörper. IV.	211
Meißner, Richard. Pharmakologische Versuche am überlebenden Darm	236
Stoklasa, Julius. Über die Abhängigkeit der Resorption des Kaliumions von der Gegenwart des Natriumions im Organismus der Zuckerrübe	260

D. Bodnár János
193

Über die Zymase und Carboxylase der Kartoffel und Zuckerrübe.

Von
J. Bodnár.

(Aus dem chemischen Laboratorium des kgl. ung. pflanzenphysiologischen und phytopathologischen Institutes in Budapest.)

(Eingegangen am 22. November 1915.)

Mit 2 Figuren im Text.

Aus der Identität der anaeroben Atmung höherer Pflanzen und der alkoholischen Gärung — oder richtiger aus der in dem Organismus der Pflanzen vor sich gehenden anaeroben Zersetzung des Zuckers — folgt, daß die Ergebnisse aller jener Untersuchungen, die uns zur näheren Erkenntnis der Biochemie der Gärung geführt, zugleich auch unser Wissen von dem Umsatz der Glucose in den höheren Pflanzen ganz wesentlich gefördert haben. So war z. B. die E. Buchnersche¹⁾ Entdeckung des Hefensaftes für die Chemie der alkoholischen Gärung so wichtig, als dadurch die Unabhängigkeit der alkoholischen Gärung von der Lebenstätigkeit der Hefe dargetan wurde. Die Wichtigkeit dieser Entdeckung der Zymase auch für die höheren Pflanzen wurde durch zahlreiche Untersuchungen von J. Stoklasa²⁾ und seinen Schülern bald nachgewiesen.

¹⁾ E. Buchner, H. Buchner, M. Hahn, Die Zymasegärung. München-Berlin 1903.

²⁾ J. Stoklasa, J. Jelinek und E. Vitek, Beiträge z. chem. Physiol. u. Pathol. **3**, 460, 1913. — Dieselben, Zeitschr. f. Zuckerindustr. in Böhmen **27**, 633, 1903. — J. Stoklasa, F. Černý, J. Jelinek und E. Vitek, Centralbl. f. Bakt. Abt. II, **13**, 86, 1904. — J. Stoklasa, Ber. d. Deutsch. botan. Ges. **22**, 460, 1904. — J. Stoklasa, A. Ernst und K. Chocensky, Zeitschr. f. physiol. Chem. **50**. 303, 1907; **51**, 156, 1907.

Stoklasa isolierte mittels des Buchner-Albertschen Verfahrens aus höheren Pflanzen (aus den verschiedenen Organen der Zuckerrübe, Kartoffel, Erbsen und anderen Pflanzen) Präparate in festem Zustande, die ein solches Ferment enthielten, das bei Einwirkung auf Glucoselösung Alkohol und Kohlendioxyd erzeugte; diese Verbindungen entstanden, wie bei der alkoholischen Gärung, in charakteristischem Mengenverhältnisse.

Bezüglich der Zwischenprodukte der alkoholischen Gärung ist die in letzter Zeit von Neuberg¹⁾ gemachte Entdeckung als wesentlichster Fortschritt zu betrachten. Neuberg fand in der Brenztraubensäure eine Verbindung auf, die durch die Wirkung lebender Hefen sowie von Preßsaft ebenso leicht und glatt in Gärung übergeht als die Glucose selbst. Bei der Gärung der Brenztraubensäure entstehen Kohlendioxyd und Acetaldehyd, welche letztere Substanz, um die Worte Neubergs zu gebrauchen, „zum Alkohol in näherer Beziehung steht als irgendeine andere Substanz, die jemals mit dem Gärungsproblem in Zusammenhang gebracht wurde“, und deren Überführung in Alkohol demselben Autor mittels Hefe gelang.

Aus der Struktur der Glucose kann die direkte Abspaltung von Kohlendioxyd nicht erklärt werden, während sie aus der Brenztraubensäure, $\text{CH}_3\text{.CO.COOH}$ — und zwar aus der Carboxylgruppe dieser Säure — ganz leicht verständlich ist, so daß das schon so lange der Lösung harrende Problem, auf welche Weise das Kohlendioxyd bei der alkoholischen Gärung entsteht, als gelöst betrachtet werden darf.

Diese Zersetzung der Brenztraubensäure erzeugt das vom Entdecker mit dem Namen „Carboxylase“ bezeichnete Enzym, das ein Teilenzym des Fermentsystems Zymase bildet. Die Selbständigkeit der Carboxylase im Zymasesystem ist durch die Untersuchungen von C. Neuberg und P. Rosenthal²⁾ nachgewiesen worden. Genannten gelang es, solche Zymasepräparate darzustellen, die Glucoselösungen unverändert ließen, während sie Brenztraubensäure unter Bildung von Kohlendioxyd und Acetaldehyd zersetzten.

¹⁾ C. Neuberg, Die Gärungsvorgänge und der Zuckerumsatz der Zelle. Monographie. Jena 1913. S. auch diese Zeitschr. 71, 1, 1915.

²⁾ C. Neuberg und P. Rosenthal, diese Zeitschr. 61, 171, 1914.

Auf Grund der Entdeckung Neubergs gelang es W. Zaleski und E. Marx¹⁾ bald auch die Anwesenheit der Neubergschen Carboxylase in einigen höheren Pflanzen (Erbsen, *Lupinus*, *Vicia Faba* usw.) nachzuweisen.

Stoklasa stellte nicht nur aus höheren Pflanzen, sondern auch aus dem tierischen Organismus (dem Blute und aus anderen Organen ausgepreßten Säften) Zymase enthaltende Präparate her. Die Angaben Stoklasas über die tierische Zymase stießen auf mehrfachen Widerspruch (Freindschmidt, Arnheim, Rosenbaum, Bendix, Batelli, Blumenthal, [P. Mazé]²⁾, Portier, Harden und Maclean³⁾). Diese Forscher leugnen die Anwesenheit eines Enzyms, das der Zymase der Hefe ähnelt, in tierischen Geweben, und bestreben sich, die Wahrnehmungen Stoklasas auf die Wirkungen von Bakterien zurückzuführen. Inwieweit die Behauptungen der genannten Forscher der Wirklichkeit entsprechen, ist heute überhaupt noch nicht entschieden und wird es auch so lange nicht sein, als bis im Untersuchungsmaterial nicht alkoholbildende Bakterien in solcher Menge vorgefunden werden, daß die von ihnen produzierte Alkoholmenge mindestens jener bei den Versuchen von Stoklasa gefundenen Alkoholmenge gleichkommt.

Über die Isolierung der Zymase aus höheren Pflanzen findet man in der Literatur außer den Untersuchungen Stoklasas folgende Angaben beziehungsweise Anschauungen, die diese Frage näher berühren.

P. Mazé⁴⁾ bestrebte sich, aus Erbsensamen und aus 5 bis 10 cm langen Keimpflanzen der Erbsen die Zymase zu isolieren und gelangte zu folgenden Resultaten:

„... les cellules végétales (et animales) renferment de la zymase puisqu'elles produisent de l'alcool; mais les l'extraire“.

In einer anderen Abhandlung sagt P. Mazé⁵⁾ folgendes:

„... les fermentations qui se déclarent dans les milieux qu'ils

¹⁾ W. Zaleski und E. Marx, diese Zeitschr. 47, 185, 1912; 48, 175, 1912. — W. Zaleski, Ber. d. Deutsch. botan. Ges. 31, 349, 1913; 32, 457, 1914.

²⁾ P. Mazé, Ann. Inst. Pasteur 18, 535, 1904.

³⁾ C. Oppenheimer, Die Fermente und ihre Wirkungen 2, 739, Leipzig 1913.

⁴⁾ P. Mazé, Ann. Inst. Pasteur 18, 378, 1904.

⁵⁾ P. Mazé, l. c. 18, 535, 1904.

réalissent sont dues, d'après mes résultats à des microbes et non à la zymase isolée des cellules végétales (ou animales). Mais je ferai remarquer ici une fois de plus qu'il ne résulte pas des faits qui précèdent que les cellules animales et végétales ne renferment pas de zymase. Elles produisent de l'alcool lorsqu'on les prive d'air; et l'on ne peut attribuer sa production qu'à la zymase.

In der Abhandlung „Anaerobe Atmung, Alkoholgärung und Acetonbildung“ von W. Palladin und S. Kostytschew¹⁾ über die Zymase steht folgendes:

„Nach den Untersuchungen Stoklasas ist auch die anaerobe Atmung der Zuckerrübe mit der Alkoholgärung identisch. Dieser Forscher hat außerdem die wichtige Tatsache hervorgehoben, daß ihm die Darstellung der Zymase aus verschiedenen pflanzlichen und tierischen Objekten gelungen sei. Da aber eine ganze Reihe von Beobachtungen verschiedener Forscher den Angaben Stoklasas widerspricht und schlagende Einwände gegen die Methodik des böhmischen Forschers seitens Mazé und Portier geltend gemacht worden sind, so können wir die Frage von der Darstellung der Zymase aus Samenpflanzen und Tiergeweben noch nicht für abgeschlossen halten.“ . . . „Die Meinung Mazés, Godlewskis und Stoklasas bezüglich der Anwesenheit der Zymase bei Samenpflanzen wird durch unsere Versuche bestätigt. Es bleibt noch freilich dahingestellt, ob die Zymase der Samenpflanzen mit der Hefezymase identisch ist.“

H. M. Vernon²⁾ sagt über die pflanzliche Zymase folgendes:

„. . . bis aber bestätigende Beweise von anderen Forschern erhalten werden, ist es besser, diese scheinbare Isolierung der Pflanzenzymase nicht als bewiesen anzunehmen.“

Th. Weevers³⁾ stellte aus den Blumen und Blättern der *Saurum venosum* Schott ein solches Rohenzym dar, das die Glucoselösung unter Bildung von Kohlensäure und organischen Säuren ohne gleichzeitige Bildung von Alkohol zersetzte.

S. Kostytschew⁴⁾, der bei dem Studium der anaeroben Atmung der Kartoffelknolle die Proportion $C_2H_5OH : CO_2$ — trotz des in genügender Menge vorhandenen Zuckers — in jedem Falle bedeutend kleiner⁵⁾

¹⁾ W. Palladin und S. Kostytschew, Ber. d. Deutsch. botan. Ges. 24, 273, 1906.

²⁾ L. Asher und K. Spiro, Ergebnisse der Physiologie 9, 210, 1910.

³⁾ Th. Weevers, Koninklijke Akademie v. Wetenschap. te Amsterdam 1911, 370. S.-A.

⁴⁾ S. Kostytschew, Ber. d. Deutsch. botan. Ges. 31, 125, 1913.

⁵⁾ Stoklasa fand bei der Untersuchung der anaeroben Atmung der Kartoffelknolle, daß das $C_2H_5O : CO_2$ -Verhältnis ($CO_2 = 100$) 85,9, 109,7, 114,8 beträgt. Dagegen hat Kostytschew diese Daten erhalten I: 50, II: 35, III: 28, IV: 18, V: 7, VI: 0, unter denen sich bloß die V. auf ruhende Knolle bezieht, weil die III. der Wirkung eines trauma-

fand als bei der alkoholischen Gärung, leitet als wahrscheinliche Folgerung hieraus ab, daß dieses Phänomen auf einen Mangel der Zymase in der Kartoffelknolle zurückzuführen ist.

In der Praxis ist es sehr wichtig, die aus der Erde herausgegrabenen Kartoffeln und Zuckerrüben längere Zeit so aufzubewahren, daß die Verringerung des Stärke- beziehungsweise des Zuckergehaltes möglichst gering ist.

Man weiß, daß die Ursache der Verminderung des Reservestoffes auf die Atmung der betreffenden Organe zurückzuführen ist, und somit ist es nicht nur vom wissenschaftlichen, sondern auch vom praktischen Standpunkt aus äußerst wichtig, daß man über die Möglichkeit der Herstellung der in der Atmung der Pflanzen eine so bedeutende Rolle spielenden Zymase aus dem Reservestoffbehälter der Kartoffel und Zuckerrübe — unter Bezugnahme auf die oben erwähnten Ansichten und des über die tierische Zymase Gesagten — endgültig ins Reine kommt.

Bei den in Mieten gelagerten Kartoffeln und Zuckerrüben geschieht die Atmung hauptsächlich auf anaerobe Art; demnach würde das Kohlendioxyd nach der Analogie mit der alkoholischen Gärung durch die Wirkung der Carboxylase über die Brenztraubensäurestufe entstehen.

Wenn tatsächlich das aus den Reservestoffbehältern der Kartoffel und Zuckerrübe isolierte und die Zymase enthaltende Rohenzym — die Carboxylase ist ja ein Glied des Zymase-systems — auf die Brenztraubensäure in der für Carboxylase charakterisierenden Art einwirkt, so kann die Frage der Herstellung der Carboxylase aus den erwähnten Pflanzenorganen als gelöst betrachtet werden. Unter anderem wäre das ein neuer Beweis dafür, daß die Zymase der Kartoffel und der Zuckerrübe mit der der Hefe wesensgleich ist.

Bei der Herstellung von Zymase und der Prüfung ihrer Wirkung auf die Glucoselösung verfuhr ich im wesentlichen nach Stoklasa; daher werde ich im folgenden statt eine detaillierte Beschreibung des Ganges der ganzen Untersuchung zu geben, nur über jene Untersuchungen eingehender sprechen,

tischen Reizes unterworfen war, bei der I., II. und IV. Knolle der Zuckergehalt durch Abkühlung gesteigert wurde (bei der Knolle II wirkte außerdem ein traumatischer Reiz) und endlich die VI. Knolle in der Keimung war.

die abweichend von der Originalmethode Stoklasas ausgeführt wurden.

Schon hier schicke ich voraus, daß eine ganz besondere Sorgfalt auf den Gesundheitszustand der zu meinen Prüfungen benützten Kartoffeln und Zuckerrüben verwendet wurde, weil die Beachtung dieses Umstandes (siehe Angaben der Tabellen II und III) hinsichtlich der angeblichen Rolle der Bakterien eine große Rolle spielt.

Die während 30 Minuten mit 0,5%iger Sublimatlösung sterilisierten und mit keimfreiem destillierten Wasser abgewaschenen Pflanzenorgane werden mittels der Suckowschen Rübenmühle zu feinem Brei zerrieben und der so gewonnene Brei mit der Buchnerschen Presse unter einem Druck von 300 bis 400 Atmosphären ausgepreßt. Der aus dem gepreßten Saft mit einer Mischung von Alkohol und Äther gewonnene Niederschlag wurde durch sterile weiße Leinwand rasch filtriert und das erhaltene Rohenzym sorgfältig in einem sterilisierten Vakuumapparat getrocknet. Als Vakuumgefäß diente ein mit Glashahn versehener Scheiblerscher Exsiccator, in dessen unterem Teile sich 30 bis 40 ccm Toluol befanden. Ob das Innere des Exsiccators während der Austrocknung der Enzyme steril bleibt, wurde auf folgendem Wege geprüft. In einigen Fällen wurden gleichzeitig mit dem Einlegen der Rohenzyme in den Exsiccator auch je 20 ccm 20%iger sterilisierter Rohzucker- und Glucoselösungen in flachen Porzellanschalen in den Exsiccator gebracht. Nach Beendigung der Trocknung wurden die Lösungen auf Zuckergehalt und die Rohenzyme wie die Zuckerlösungen auf Anwesenheit von Bakterien geprüft. Die Ergebnisse eines solchen Versuches zeigt folgende Tabelle.

Tabelle I.

Rohrzuckerlösung		Glucoselösung		Prüfung auf Bakterien
vor Austrocknung	nach Austrocknung	vor Austrocknung	nach Austrocknung	
%	%	%	%	
19,81	19,75	19,60	19,64	negativ

Die Daten dieser Tabelle beweisen, daß eine Verunreinigung der Rohenzyme im Laufe des Trocknens nicht stattfindet.

Nach A. Harden¹⁾ soll Stoklasa bei seinen Untersuchungen nur aus dem Grunde keine Bakterien gefunden haben, weil er zu spät — erst nach Abschluß des Versuches — in der vergorenen Flüssigkeit nach denselben gesucht habe, zu einer Zeit, wo schon sämtliche Bacillen zugrunde gegangen waren.

In Anbetracht dieses Umstandes untersuchte ich die Wirkung der Rohenzyme auf die Glucoselösung in einem 500 ccm fassenden Rundkolben, aus dem seitlich (Fig. 1) ein mit zwei Hähnen (ein Zweiweghahn *b* und ein Dreiweghahn *a*) versehenes Schieberohr führte. Mit Hilfe dieses Schieberohres konnte man den Inhalt des Kolbens während des ganzen Verlaufes des Versuches — ohne nennenswerte Störung des Versuches — auf die Anwesenheit von Bakterien untersuchen.

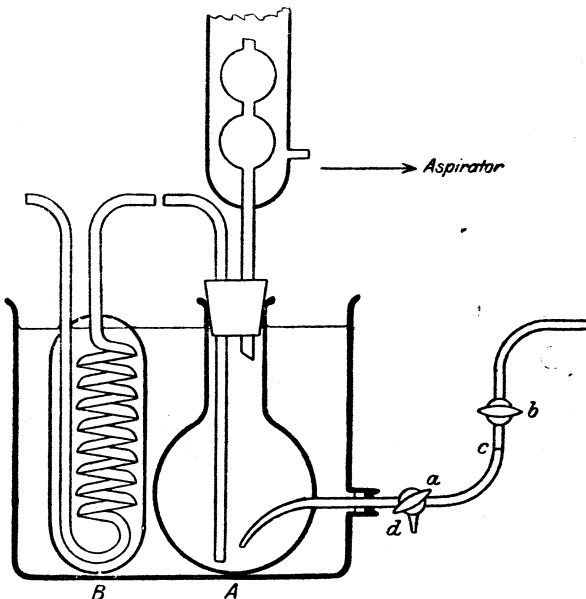


Fig. 1.

Das Entnehmen der zur bakteriologischen Prüfung nötigen Flüssigkeitsprobe aus dem Kolben wird auf folgende Weise vollzogen. Nach entsprechender Stellung der Hähne *a* und *b*

¹⁾ C. Oppenheimer, Die Fermente und ihre Wirkungen 2, 739, Leipzig 1913.

(Fig. 2 I) wird in dem Schieberrohr mittels eines Gummischlauches¹⁾ so viel Flüssigkeit aus dem Kolben aufgesaugt, daß dieselbe beiläufig bis *c* reicht, worauf der Hahn *a* geschlossen wird (Fig. 2 II); nach Sterilisation des Endes von Hahn *a* mit einer

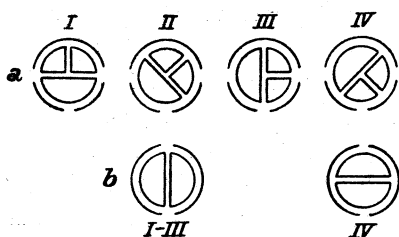


Fig. 2.

Glasflamme werden von der aufgesaugten Flüssigkeit mittels langsamen Umdrehens des Hahnes *a* in die auf Fig. 2 II ersichtliche Lage die zur bakteriologischen Untersuchung nötigen Tropfen durch das Röhrchen *d* abgelassen.

Nach dem Entnehmen der Flüssigkeitsprobe wurde die aufgesaugte Flüssigkeit wieder in den Kolben zurückgelassen und durch das Schieberrohr 1 bis 2 Minuten sterilisierte und CO₂-freie Luft durchgesaugt (Lage der Hähne Fig. 2 IV) und hierauf beide Hähne geschlossen.

Die durch den Kolben gesaugte Luft strömte, bevor sie in denselben gelangt war, durch zwei Waschflaschen und drei Trockentürme, die in der Ordnung von links nach rechts mit folgenden Substanzen gefüllt waren:

a) Bruns-Watte; b) konz. Sublimatlösung; c) konz. Kalilauge; d) Natronkalkkörnchen; e) mit Toluol getränkte Bruns-Watte.

Der letzte linke Trockenturm war mit einem sorgfältig sterilisierten und mit einem Glasmantel geschützten Spiralrohr (*B*) verbunden, das mit dem Kolben während der Dauer des Versuches in einem Wasserbade von 37° stand.

Das Ausgangsrohr des Kolbens bildete ein mit Eiswasser gekühlter, 30 cm langer Allihn'scher Kühler, dessen oberes Ende sich in ein \sqcap förmiges Rohr fortsetzte; das untere Ende des letzteren stand mit einem mit CuSO₄ getränkten Bimstein

¹⁾ Der Gummischlauch wurde nicht direkt auf das Ende des Schieberrohres aufgezogen, sondern zwischen beiden eine Waschflasche mit konz. KOH und ein Trockenturm, in dem sich zwischen Brunswatte zerstreut von CuSO₄ durchgetränkter Bimstein und Natronkalkkörnchen befanden, eingeschaltet. Im unteren breiten Teile des Trockenturmes befand sich konz. Sublimatlösung.

enthaltenden U-Rohr, mit 4 größeren U förmigen CaCl_2 -Röhren und schließlich mit einem 15 Liter fassenden Aspirator in Verbindung. Zwischen dem zweiten und dritten CaCl_2 -Rohr war zur Absorbierung des sich aus dem Kolben entfernenden CO_2 ein Geißler-Wetzelscher Kaliapparat angebracht.

Bezüglich der Durchführung des Versuches beziehe ich mich auf die Originalmitteilungen von Stoklasa, während über den Nachweis der entstandenen Verbindungen bzw. deren quantitativer Bestimmung ich folgendes mitteilen möchte.

Zum qualitativen Nachweis des Alkohols wurden die Reaktionen von A. Müntz¹⁾ und M. Berthelot²⁾ benützt, welche letztere zur Kontrolle der Müntzschen Reaktion diente. Die Bestimmung der entstandenen Alkoholmenge wurde nach der Vorschrift W. Palladins³⁾ mit dem Reischauer-Aubryschen Pyknometer durchgeführt.

Die in Tabelle II ersichtliche Menge von CO_2 ergab sich aus der Gewichtsvermehrung des Kaliapparates und aus der in der Versuchslösung absorbierten Menge von Kohlensäure.

Die nach Beendigung des Versuches in den U förmigen Röhren zurückgebliebene geringe Kohlensäure wurde in den Kaliapparat hinübergetrieben. Zur Bestimmung der in der Versuchslösung absorbierten Kohlensäure wurde das Verfahren von Fresenius-Classen⁴⁾ benützt.

Die Anwesenheit von Milchsäure wurde in der nach Destillation des Alkohols zurückgebliebenen Flüssigkeit mittels des Uffelmansschen⁵⁾ Reagens und durch den Nachweis des Acetaldehyds bzw. Jodoforms festgestellt. Die Bestimmung der Milchsäure wurde in dem mit Äther ausgeschüttelten (die Milchsäure enthaltende Lösung wurde mit Phosphorsäure angesäuert) und mit Lauge neutralisierten Material nach der Methode von A. Partheil⁶⁾ durchgeführt.

¹⁾ A. Müntz, Compt. rend. 73, 496, 1871.

²⁾ M. Berthelot, Ann. de chim. et de phys. 13, 543, 1878.

³⁾ E. Abderhalden, Handb. d. biochem. Arbeitsmeth. III, 1, 509, Berlin-Wien 1910.

⁴⁾ A. Classen, Ausgewählte Meth. d. analyt. Chem. 2, 653, Braunschweig 1903.

⁵⁾ E. Schmidt, Ausführliches Lehrbuch d. pharmaz. Chem. 2, 549, Braunschweig 1910.

⁶⁾ A. Partheil, Arch. d. Pharm. 1903, 432.

Die Essigsäure wurde aus der mit Schwefelsäure angesäuerten Lösung durch Wasserdampf abdestilliert und in dem gewonnenen Destillate mittels FeCl_3 und der Kakodylreaktion¹⁾ nachgewiesen. Die quantitative Bestimmung²⁾ wurde auf titrimetrischem Wege (der benützte Indicator war Phenolphthalein) durchgeführt.

Die neben der Essigsäure gewiß in Spuren anwesenden homologen Säuren wurden als Essigsäure in Betracht gezogen.

Zu jeder einzelnen Bestimmung wurden 10 g von dem pulverigen Rohenzym und 100 ccm von der 15%igen Glucoselösung — welche letztere auch 1% K_3PO_4 enthielt — benützt. Die in der Tabelle II ersichtlichen Angaben beziehen sich auf Rohenzym von je 10 g. Das zur Herstellung der Glucoselösung benützte destillierte und sterilisierte Wasser wurde mit Toluol gesättigt. Das benützte Antisepticum war nämlich in jedem einzelnen Falle Toluol in 2% Menge. Den Eintritt des Gärungsprozesses konnte man sofort bei Beginn des Versuches konstatieren.

Tabelle II.

Nummer	Zur Darstellung der Enzyme benütztes Pflanzenorgan	Gesundheitszustand des Pflanzenorganes	Dauer des Versuches Std.	CO ₂	Alkohol	Milchsäure	Essigsäure	C ₂ H ₆ O : CO ₂
				g	g	g	g	
1	Kartoffelknolle . .	gesund	60	0,426	0,449	0,181	0,042	105,4
2	do. . .	"	60	0,293	0,306	0,106	0,061	104,4
3	do. . .	krank	60	0,315	0	—	0,292	0
4	Zuckerrübenwurzel	gesund	60	0,576	0,581	0,198	0,098	100,8
5	do. . .	"	60	0,612	0,619	—	—	101,1
6	Kartoffelknolle . .	"	60	0,381	0,351	0,092	—	92,1
7	do. . .	krank	60	0,406	nachweisbar	—	0,207	0
8	do. . .	gesund	64	0,182	0,189	0,058	0,021	103,8
9	Zuckerrübenwurzel	krank	60	0,197	0,058	0,042	0,042	29,4
10	do. . .	gesund	60	0,220	0,261	—	0,057	118,6
11	do. . .	"	60	0,518	0,548	0,123	—	105,7

Ich erwähne noch, daß die zu diesen Untersuchungen benützten Kartoffelknollen in vollständigem Ruhezustande waren

¹⁾ E. Schmidt, Ausführliches Lehrbuch d. pharmaz. Chem. 2, 395, Braunschweig 1910.

²⁾ Nach der Abwägung des Kaliapparates wurde auch die in der Kalilauge absorbierte kleine Menge Essigsäure bestimmt. Die Essigsäuremenge wurde von der Menge des CO₂ in Abzug gebracht und zur Essigsäure gerechnet.

und die einzelnen Proben aus verschiedenen Sorten bestanden. Die Zuckerrüben waren im Herbste aus der Erde ausgegraben und wohl entwickelte Exemplare.

Tabelle III.

Nr.	Prüfung auf Bakterien								Bemerkungen	
	Zeit in Stunden vom Beginne des Versuches bis zur Probeentnahme									
	1/2	2	5	10	20	30	50	60		
1									negativ	
2									negativ	
3	—								positiv	Kultur war verschimmelt.
4	—	—	+	+	+	—	—	—		
5									negativ	
6	—	+	+	+	+	—?	+	+		
7									positiv	
8									negativ	Anstatt 60 Std. 64 Std.
9	—								positiv	
10									negativ	
11									negativ	

Aus den Angaben der Tabellen II und III, die sich auf gesunde Pflanzenorgane beziehen, ist folgendes zu entnehmen:

Das aus dem Reservestoffbehälter der Kartoffel und Zuckerrübe isolierte Rohenzym wirkte derart auf die Glucoselösung, daß die Menge des entstandenen Alkohols und der Kohlensäure in jedem Falle sehr nahe an die für die alkoholische Gärung charakterisierenden 104,5 ($\text{CO}_2 = 100$) Proportionswerte kam. Trotzdem bei Anwesenheit von 2% Toluol doch in zwei Fällen (4 und 6) die Anwesenheit von Bakterien in der gärenden Flüssigkeit nachweisbar war, war in den übrigen Fällen 1, 2, 5, 8, 10, 11 die gärende Lösung frei von Bakterien.

Die Anwesenheit von Bakterien ist auch nur vom Standpunkt des Wesens der Frage von Wichtigkeit, in welchem Maße dieselben, oder ob sie überhaupt fähig sind, auf die Glucoselösung nach Art der Zymase zu wirken.

Zur Lösung dieser Frage wurden die in der gärenden Flüssigkeit gefundenen Bakterien in Bouillon gezüchtet und, nachdem sie sich darin in der nötigen Menge vermehrt hatten (1 ccm enthielt 12600 Bakterien), aus dieser Bouillonzüchtung

10 ccm zum Gemisch von 100 ccm Glucoselösung und 10 g des durch Aufkochen inaktivierten Rohenzym hinzugefügt und die Untersuchung auf die bereits bekannte Weise durchgeführt. Das Resultat der Untersuchung, die 60 Stunden währte, war, daß sich 65 mg Kohlensäure bildete, während von Alkohol nicht einmal Spuren in der Untersuchungsflüssigkeit gefunden wurden.

Auf Grund dessen kann man definitiv aussprechen, daß die Zymase aus dem Reservestoffbehälter der Kartoffel und Zuckerrübe in festem aktiven Zustand isoliert werden kann, womit die sich hierauf beziehenden Wahrnehmungen Stoklasas auf Grund meiner eigenen Untersuchungen ihre Bestätigung fanden.

Sehen wir nun, auf welche Art die aus den kranken Pflanzenorganen hergestellten Enzyme auf die Glucoselösung wirkten.

Im Falle der Kartoffelknollen Nr. 3, die an Ringkrankheit¹⁾ litten, konnte man die Anwesenheit von Alkohol in der Untersuchungsflüssigkeit überhaupt nicht konstatieren; hingegen bildete sich die Essigsäure in viel größerer Menge als bei den aus gesunden Knollen hergestellten Rohenzymen; auch konnte man Bakterien in großer Anzahl in der Untersuchungsflüssigkeit vorfinden. In diesem Falle konnte man in den zuerst unter anaeroben (in N-Atmosphäre), sodann unter aeroben Umständen aufbewahrten kranken Knollen eine bedeutendere Menge von Essigsäure nachweisen, und somit ist es sehr wahrscheinlich, daß die Bakterien — mit Rücksicht auf das zur Darstellung des Enzyms benützte Verfahren — in Form von Sporen aus kranken Knollen und nicht aus der Umgebung in

¹⁾ Die Ringkrankheit der Kartoffel (O. Appel, Kaiserliche Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Flugblatt Nr. 36) in den Knollen zeigt sich — wenn sie auch im gegenwärtigen Fall stärker auftrat — darin, daß bei den entzweigesechnittenen Knollen von der Schale nach innen parallel mit der Kreislinie fortschreitende Ringe bräunlich-schwärzlicher Färbung wahrnehmbar sind, welche Färbung von den die Gefäßbündel ausfüllenden Bakterien herrührt. Die in den kranken Knollen auffindbaren Bakterien gelangen vom Boden in die Knollen und je nach der sich ändernden Bakterienflora des Bodens folgt, daß wenn irgendeine Bakteriengattung sich in ein und demselben Knollen vorfindet, sie sich nicht in einem aus einer anderen Gegend stammenden kranken Knollen auch vorfinden muß.

das Rohenzym gelangten und von demselben in die Glucoselösung, wo sie sich dann — trotz des anwesenden Antisepticum¹⁾ — vermehrten; mittels der auch in den Bodenbakterien vorkommenden Alkoholoxydase wurde der gebildete Alkohol sofort zu Essigsäure oxydiert. Ähnlich ist der Fall auch bei der ringkranken Kartoffel Nr. 7, mit dem Unterschiede, daß hier auch Gegenwart von Alkohol konstatiert werden konnte, also nicht der sämtliche Alkohol zu Essigsäure oxydiert wurde.

Die den Alkohol zu Essigsäure oxydierenden Eigenschaften der in der Untersuchungsflüssigkeit gefundenen Bakterien waren nach dem Verfahren von M. W. Beijerinck²⁾ mittels Züchtung auf Calciumcarbonat und Äthylalkohol enthaltender Biergelatine nachweisbar. Die Anwesenheit ähnliche Eigenschaften besitzender Bakterien wurde auch in den aus originalen kranken Knollen direkt gewonnenen Züchtungen nachgewiesen.

Die Zuckerrübe Nr. 9 hat an Rübenschwanzfäule³⁾ gelitten. Durch die Wirkung des aus dieser Rübe hergestellten Rohenzym entstand aus der Glucoselösung viel weniger Alkohol als erwartet wurde. Der fehlende Alkohol konnte sich nicht zu Essigsäure umbilden, weil die Menge derselben bei schwanzfaulen Zuckerrüben die bei gesunden Zuckerrüben gefundene größte Menge von Essigsäure nicht überstieg; die Anwesenheit von Bakterien konnte in der gärenden Flüssigkeit nachgewiesen werden. Die Aufgabe der weiteren Forschung ist es, zu entscheiden, ob die Umbildung des entstandenen Alkohols oder irgendein mit der alkoholischen Gärung parallel fließender und CO₂ erzeugender Prozeß die obige Erscheinung hervorgerufen hat.

Zum Nachweise der Carboxylase in dem Rohenzym der Reservestoffbehälter der Kartoffel und Zuckerrübe benützte ich dieselbe Versuchseinrichtung wie bei der Untersuchung auf Zymase mit dem Unterschiede, daß ich statt der Glucoselösung die Wirkung des Rohenzym auf 1⁰/₀ige Brenztraubensäure-

¹⁾ „In Gegenwart von Toluol oxydieren die Essigbakterien Alkohol viel energischer als die Acetonpräparate.“ (L. Asher und K. Spiro, *Ergebn. d. Physiol.* 12, 191, 1912.)

²⁾ E. Abderhalden, *Handb. d. biochem. Arbeitsmeth.* III, 2, 1265. Berlin-Wien 1910.

³⁾ J. Bodnár, *diese Zeitschr.* 69, 254, 1915.

lösung untersuchte und die Untersuchung nicht bei 37°, sondern bei Zimmertemperatur ausführte.

Daß das Rohenzym der Kartoffel und Zuckerrübe auf die Brenztraubensäure zersetzend einwirkt, beweist gleich die am Anfang des Versuches beginnende Entwicklung eines Gases, das sich als CO₂ erwies. Ferner konnte man in der aus dem Gehalte des Kolbens abdestillierten Flüssigkeit mittels der Reaktion von Rimini (Nitroprussidnatrium + Piperidin) die Anwesenheit von Acetaldehyd nachweisen.

Auf Grund dessen befindet sich auch im Zymasesystem der Kartoffel und Zuckerrübe die Neubergsche Carboxylase.

Untenstehende Tabelle IV zeigt die Menge der aus der 1%igen Brenztraubensäurelösung durch die Wirkung der in dem Rohenzym enthaltenen Carboxylase entstandenen Produkte. Zur Bestimmung des Acetaldehyds wurde zum Destillat eine essigsäure Lösung von p-Nitrophenylhydrazin hinzugegeben. Nachdem der ausgeschiedene krystallartige Niederschlag 1 Stunde gestanden hatte, wurde durch einen Goochtiiegel filtriert und nach Trocknung bei 90° gewogen.

Tabelle IV.

Nr.	Zur Darstellung der Enzyme benütztes Pflanzenorgan	Dauer des Versuches Std.	CO ₂ g	Acetaldehyd g
1	Kartoffelknolle	48	0,208	0,185
2	do.	60	0,242	0,198
3	Zuckerrübenwurzel . .	48	0,181	0,169
4	do.	60	0,214	0,199

Neuberg und seinen Mitarbeitern gelang es, eine Reihe besonderer Eigenschaften der Carboxylase festzustellen, welche die Carboxylase von den übrigen Enzymen der Zymase unterscheiden. Gewisse äußere Einwirkungen beeinflussen nämlich störend die Tätigkeit jener Zymaseenzyme, welche die 3 atomigen Verbindungen aus der Hexose bilden, hingegen vollzieht sich die Zersetzung der Brenztraubensäure durch die Wirkung der auf jene äußeren Einwirkungen weniger reagierenden Carboxylase in ungestörter Weise.

Mit den durch solche Beeinflussungen zutage tretenden Unterschieden zwischen der Zymase und der Carboxylase be-

fasse ich mich nur so weit, als sie auf Grund meiner eigenen Untersuchungen auch für die in der Zymase der Kartoffel und Zuckerrübe befindliche Carboxylase festgestellt sind.

I.

In Preßsaft oder in Macerationssaft aus Hefe verschwindet die Zymasewirkung bei Aufbewahrung des Saftes binnen 1 bis 2 Tagen; ein solcher Saft besitzt nicht mehr die Fähigkeit, eine Glucoselösung zu vergären. Wenn Neuberg einen solchen auf Glucoselösung nicht mehr reagierenden Saft auf die Brenztraubensäure einwirken ließ, so bemerkte er nahezu ebenso starke Entwicklung von CO_2 als bei dem Versuch mit frischem, noch aktive Zymase enthaltenden Saft. Diese Verschiedenheit zwischen Zymase und Carboxylase wäre nach Neuberg¹⁾ auf das Verschwinden des Koenzyms aus dem Saft während der Aufbewahrungszeit zurückzuführen, welches Koenzym nämlich zur Tätigkeit der Zymase (oder richtiger Zymase — Carboxylase) nötig ist; die Carboxylase kann auch ohne Koenzym wirken.

Stoklasa nahm bei dem aus höheren Pflanzen dargestellten festen Rohenzym wahr, daß dieses bereits nach 14 tägiger Aufbewahrung nicht mehr auf Traubenzucker einwirkte. Es fragt sich nun, ob die während längerer Zeit aufbewahrten Rohenzyme aus Kartoffeln und Zuckerrüben imstande sind, die Brenztraubensäure zu zersetzen.

Zur Entscheidung dieser Frage wurden die Rohenzyme der Kartoffel und Zuckerrübe während 2 Wochen in sterilem Exsiccator stehen gelassen, nach welchem Zeitablauf bei der Prüfung ihrer Wirkung auf Glucose und Brenztraubensäure sich die in untenstehender Tabelle V angeführten Daten ergaben.

Tabelle V.

Nr.	Zur Darstellung der Enzyme benütztes Pflanzenorgan	Dauer des Versuches Std.	Aus 100 cem 10%iger Glu- coselösung CO_2	Aus 100 cem 1%iger Brenz- traubensäure- lösung CO_2
			g	g
1	Zuckerrübenwurzel .	48	0,006	0,140
2	Kartoffelknolle . . .	51	0,011	0,105
3	do. . . .	48	0,003	0,208
4	do. . . .	48	0,004	0,082

¹⁾ C. Neuberg, diese Zeitschr. 51, 137, 1913; 61, 172, 1914.

Aus diesen Zahlen kann man ersehen, daß die Empfindlichkeit der Zymase und Carboxylase aus Kartoffeln und Zuckerrüben bei der Aufbewahrungszeit jener der entsprechenden beiden Hefenfermente ähnlich ist.

II.

C. Neuberg und N. Iwanoff¹⁾ haben gefunden, daß Macerationssäfte nach Hinzugabe gewisser anorganischen und organischen Antiseptica, wie Natriumfluorid, Mercurichlorid, Formaldehyd, Phenol, Thymol, Rohrzucker oder Glucose nicht mehr vergären, hingegen die Brenztraubensäure auf die für Carboxylase charakteristische Art zerlegten. Daraus folgt, daß die Carboxylase gegen gewisse Gifte weit weniger empfindlich ist als die übrigen Teilenzyme der Zymase. Somit kann man durch dieses Verfahren von Neuberg auf sehr einfache Weise die Tätigkeit der Carboxylase auch in Anwesenheit von Zucker demonstrieren.

Das Verhalten der Carboxylase aus Kartoffeln und Zuckerrüben gegenüber den antiseptischen Mitteln Natriumfluorid, Mercurichlorid und Formaldehyd ist aus nachfolgenden Angaben ersichtlich.

Tabelle VI.

Nr.	Zur Darstellung der Enzyme benütztes Pflanzenorgan	Dauer des Versuches Std.	Aus 100 ccm 10%iger Glu- coselösung CO ₂ g	Aus 100 ccm Brenztrauben- säurelösung CO ₂ g	Konzentration der Antiseptica
1	Kartoffelknolle . .	60	0,623	0,211	—
2	do. . .	60	0,006	0,109	0,05% HgCl ₂
3	do. . .	60	0,002	0,128	1,00% NaF
4	do. . .	60	0,004	0,096	0,50% HCOH
5	Zuckerrübenwurzel .	60	0,318	0,177	—
6	do. . .	60	0,002	0,091	0,05% HgCl ₂
7	do. . .	60	0,028?	0,140	1,00% NaF
8	do. . .	60	0,003	0,102	0,50% HCOH

III.

Wenn man Hefenmacerationssaft während 10 bis 15 Minuten in einem Wasserbad von 50 bis 51° erwärmt und die getrübe Lösung filtriert, so ist das Filtrat auf Glucose wirkungs-

¹⁾ C. Neuberg und N. Iwanoff, diese Zeitschr. 67, 1, 1914.

los, hingegen wird die Brenztraubensäure noch zersetzt. Diese Feststellung von C. Neuberg und P. Rosenthal beweist die bedeutend geringere Wärmeempfindlichkeit der Carboxylase im Vergleich zu den übrigen Zymaseenzymen.

Zur Prüfung der Frage, inwieweit die Carboxylase der Kartoffeln und Zuckerrüben ein ähnliches Verhalten zeigt, wurde der ausgepreßte Saft der Kartoffelknollen und der Zuckerrübenwurzel während 15 Minuten in einem Wasserbade von 51° erwärmt und das Rohenzym aus der filtrierten Flüssigkeit mittels des bereits bekannten Verfahrens dargestellt und seine Wirkung auf Glucose und Brenztraubensäure geprüft.

Tabelle VII.

Nr.	Zur Darstellung der Enzyme benütztes Pflanzenorgan	Dauer des Versuches Std.	Aus 100 cem 10%iger Glucoselösung CO ₂ g	Aus 100 cem 1%iger Brenztraubensäurelösung CO ₂ g
1	Zuckerrübenwurzel .	48	0,008	0,242
2	Kartoffelknolle . . .	48	0,007	0,196
3	do. . . .	48	0,004	0,198

Die Ergebnisse lehren, daß auch die Carboxylase der Kartoffeln und Zuckerrüben gegenüber der Temperaturerhöhung weit weniger empfindlich ist als die übrigen Zymaseenzyme dieser höheren Pflanzen.

Zusammenfassung.

1. Aus dem Reservestoffbehälter der Kartoffeln und Zuckerrüben kann Zymase in Pulverform in aktivem Zustand isoliert werden; die Wahrnehmungen Stoklasas über Pflanzenzymase finden durch meine eigenen Untersuchungen eine Bestätigung.

2. Wenn auch in einigen Fällen Bakterien in gärender Flüssigkeit vorkommen, so haben diese nicht die Fähigkeit, Traubenzucker auf die für die alkoholische Gärung charakteristische Weise zu zersetzen.

3. Das Rohenzym der an Ringkrankheit leidenden Kartoffelknollen wirkt derart auf die Glucose ein, daß es gar keinen Alkohol oder höchstens nur Spuren davon bildet. Statt Alkohol konnten größere Mengen Essigsäure nachgewiesen werden. Diese

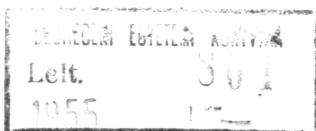
Essigsäure entstand aus Alkohol durch die Wirkung der Alkoholoxydase der Bodenbakterien. Die Bodenbakterien gelangten aus den kranken Knollen in Form von Sporen in das Rohenzym.

4. Die Wirkung des aus rübenschwanzfaulen Zuckerrübenwurzeln gewonnenen Rohenzym bestand darin, daß sich Alkohol und Kohlensäure in viel kleinerem Verhältnisse bildete als bei der alkoholischen Gärung. Die Ursache dieses Verhaltens blieb ungelöst.

5. Auch in der Zymase der Kartoffelknollen und Zuckerrübenwurzel ist die Anwesenheit der Neubergschen Carboxylase festgestellt worden.

6. Es ist gelungen, wie aus Hefe, auch aus den beiden höheren Pflanzenteilen Zymasepräparate darzustellen, die nur auf Brenztraubensäure wirkten, während sie Glucoselösung unverändert ließen.

7. Hinsichtlich der Aufbewahrungszeit und gegen verschiedene Antiseptica ist die Carboxylase der Kartoffeln und Zuckerrüben viel weniger empfindlich als die Gesamtzymase dieser Pflanzen; die Verhältnisse entsprechen ganz Neubergs Befunden mit den Hefenfermenten.



Verlag von Julius Springer in Berlin

Biochemisches Handlexikon.

Bearbeitet von

Dr. H. Altenburg-Basel, Prof. Dr. I. Bang-Lund, Prof. Dr. K. Bartelt-Peking, Dr. Fr. Baum-Görlitz, Dr. C. Brahm-Berlin, Prof. Dr. W. Cramer-Edinburgh, Privat-Dozent Dr. K. Dieterich-Helfenberg, Dr. E. Dittmar-Graz, Dr. M. Dohrn-Berlin, Dr. H. Einbeck-Berlin, Prof. Dr. H. Euler-Stockholm, Prof. Dr. E. St. Faust-Würzburg, Dr. C. Funk-Berlin, Prof. Dr. O. v. Fürth-Wien, Dr. O. Gerngroß-Berlin, Priv.-Doz. Dr. V. Grate-Wien, Hofrat Dr. O. Hesse-Feuerbach, Dr. K. Kautzsch-Berlin, Prof. Dr. Fr. Knoop-Freiburg i. B., Prof. Dr. E. Kobert-Rostock, Prof. Dr. E. Leimbach-Heidelberg, Dr. J. Lundberg-Stockholm, Prof. Dr. O. Neubauer-München, Prof. Dr. C. Neuberg-Berlin, Priv.-Doz. Dr. M. Nierenstein-Bristol, Prof. Dr. O. A. Oesterle-Bern, Prof. Dr. Th. B. Osborne-New Haven, Connect., Dr. L. Pincussohn-Berlin, Priv.-Doz. Dr. H. Pringsheim-Berlin, Dr. K. Raske-Berlin, Privatdozent Dr. E. v. Reinbold-Koloszvár, Dr. Br. Rewald-Berlin, Dr. A. Rollett-Schwanheim, Dr. P. Róna-Berlin, Prof. Dr. H. Rupe-Basel, Priv.-Doz. Dr. Fr. Samuely-Freiburg i. B., Dr. H. Scheibler-Berlin, Priv.-Doz. Dr. J. Schmid-Breslau, Prof. Dr. J. Schmidt-Stuttgart, Dr. E. Schmitz-Frankfurt a. M., Prof. Dr. M. Siegfried-Leipzig, Dr. E. Strauß-Frankfurt a. M., Dr. A. Thiele-Berlin, Dr. G. Trier-Zürich, Professor Dr. W. Welchardt-Erlangen, Prof. Dr. E. Willstätter-Zürich, Prof. Dr. A. Windaus-Freiburg i. B., Prof. Dr. E. Winterstein-Zürich, Dr. Ed. Witte-Berlin, Dr. G. Zemplén-Budapest, Priv.-Doz. Dr. E. Zunz-Brüssel.

Herausgegeben von

Professor Dr. Emil Abderhalden,

Direktor des Physiologischen Institutes der Universität Halle a. S.

In sieben Bänden:

I. Band, 1. Hälfte,

enthaltend: Kohlenstoff, Kohlenwasserstoff, Alkohole der aliphatischen Reihe, Phenole. 1911. Preis M. 44,—; geb. M. 46,50

I. Band, 2. Hälfte,

enthaltend: Alkohole der aromatischen Reihe, Aldehyde, Ketone, Säuren, Heterocyclische Verbindungen.

Preis M. 48,—; geb. M. 50,50

II. Band,

enthaltend: Gummisubstanzen, Hemicellulosen, Pflanzenschleime, Pektinstoffe, Huminsubstanzen, Stärke, Dextrine, Inuline, Cellulosen, Glykogen, die einfachen Zuckerarten, Stickstoffhaltige Kohlenhydrate, Cyklosen, Glukoside. 1911. Preis M. 44,—; geb. M. 46,50

III. Band,

enthaltend: Fette, Wachse, Phosphatide, Protagon, Cerebroside, Sterine, Gallensäuren. 1911. Preis M. 20,—; geb. M. 22,50

IV. Band, 1. Hälfte,

enthaltend: Proteine der Pflanzenwelt, Proteine der Tierwelt, Peptone und Kyrine, Oxydative Abbauprodukte der Proteine, Polypeptide. 1910. Preis M. 14,—

IV. Band, 2. Hälfte,

enthaltend: Polypeptide, Aminosäuren, Stickstoffhaltige Abkömmlinge des Eiweißes und verwandte Verbindungen, Nucleoproteide, Nucleinsäuren, Purinsubstanzen, Pyrimidinbasen. 1911. Preis M. 54,—; m. d. 1. Hälfte zus. geb. M. 71,—

V. Band,

enthaltend: Alkaloide, Tierische Gifte, Produkte der inneren Sekretion, Antigene, Fermente. 1911. Preis M. 38,—; geb. M. 40,50

VI. Band,

enthaltend: Farbstoffe der Pflanzen und der Tierwelt. 1911. Preis M. 22,—; geb. M. 24,50

VII. Band, 1. Hälfte,

enthaltend: Gerbstoffe, Flechtensstoffe, Saponine, Bitterstoffe, Terpene. 1910. Preis M. 22,—

VII. Band, 2. Hälfte,

enthaltend: Ätherische Öle, Harze, Harzalkohole, Harzsäuren, Kautschuk. 1912. Preis M. 18,—; m. d. 1. Hälfte zus. geb. M. 43,—

VIII. Band (Ergänzungsband)

Gummisubstanzen, Hemicellulosen, Pflanzenschleime, Pektinstoffe, Huminstoffe, Stärke, Dextrine, Inuline, Cellulosen, Glykogen. Die einfachen Zuckerarten und ihre Abkömmlinge. Stickstoffhaltige Kohlenhydrate. Cyklosen. Glukoside. Fette und Wachse. Phosphatide. Protagon. Cerebroside. Sterine. Gallensäuren. 1914. Preis M. 34,—; geb. M. 36,50

IX. Band (2. Ergänzungsband),

Proteine der Pflanzenwelt und der Tierwelt. Peptone u. Kyrine. Oxydative Abbauprodukte der Proteine. Polypeptide. Aminosäuren. Stickstoffhaltige Abkömmlinge des Eiweißes unbekannter Konstitution. Harnstoff und Derivate. Guanidin. Kreatin, Kreatinin. Amine. Basen mit unbekannter und nicht sicher bekannter Konstitution. Cholin. Betaine. Indol und Indolabkömmlinge. Nucleoproteide. Nucleinsäuren. Purin und Pyrimidinbasen und ihre Abbaustufen. Tierische Farbstoffe. Blutfarbstoffe, Gallenfarbstoffe. Urobilin. 1915. Preis M. 28,—; geb. M. 30,50

Ausführliche Probeflieferung (100 Seiten Umfang) mit Inhaltsverzeichnis und Sachregister des vollständigen Werkes sowie Probeseiten steht auf Wunsch kostenlos zur Verfügung!

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

Chemiker-Kalender 1916

Herausgegeben von Dr. Rudolf Biedermann

XXXVII. Jahrgang

In zwei Bänden

In Leinwand gebunden Preis zusammen M. 4,40

In Leder gebunden Preis zusammen M. 5,40

Chemische Untersuchungen zur Beurteilung des Stroh- mehls als Futter- und Nahrungsmittel

Von

Geh. Reg.-Rat Dr. W. Kerp, Dr. Franz Schröder,

Direktor

und

ständigem Mitarbeiter

Dr. B. Pfyl,

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter
im Kaiserlichen Gesundheitsamte

Mit 6 Tafeln.

(Sonderabdruck

aus „Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte“ Band L, Heft 2.)

Preis M. 2,20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Druck von Oscar Brandstetter in Leipzig.