

1310 f

Das Tyrosinase-Reagens als Mittel zur Feststellung des Grades der Eiweißzersetzung durch Bakterien.

Von Alice Breslauer.

(Aus dem botanischen Institut der Universität Genf.)

Die Wirkung der Bakterien auf Eiweißsubstanzen ist äußerst komplizierter Natur; sie wird ausgeübt mit Hilfe besonderer Stoffe, die teils im Innern der Zelle eingeschlossen sind und erst durch deren Zerstörung in Freiheit gesetzt werden, teils in Form von Sekretionen auftreten, ähnlich denjenigen der spezifischen Fermente, welche von Drüsenzellen produziert werden (Speichel, Pankreassaft), oder schließlich die Zerstörung der organischen Substanz im Innern der Zelle bewirken. Welcher Art auch die Aktion dieser Vernichter der organischen Materie sei, so führt der Zersetzungsprozess, dessen Phasen oft zum großen Teil verdeckt bleiben, zu einer Reihe von Endprodukten, deren chemische Struktur bisweilen sehr einfach, manchmal auch sehr kompliziert ist. So nimmt man z. B. an, daß die sukzessiven Stadien der Peptolyse: Albumosen, Peptone, Polypeptide, Peptide und Aminosäuren die Produkte eines mehr oder weniger vollständigen Zerfalls der Proteinstoffe sind, welcher nach den Ergebnissen der neueren Untersuchungen der Wirkung der proteolytischen Enzyme zuzuschreiben ist. Die Gegenwart dieser Enzyme bei den Mikroorganismen — die man seit langem geahnt hat — ist auf sichere Art von Bitter¹⁾ festgestellt worden, der als erster den Beweis erbracht hat, daß durch Hitze abgetötetes *Spirillum cholerae* stark Gelatine verflüssigte.

Senger, Jerosch, Rietsch und Sternberg²⁾ vervollständigten diese Untersuchungen, indem sie zeigten, daß anderen sogenannten „verflüssigenden Bakterien“ die gleiche Eigenschaft zukam. Sie stellten

¹⁾ Bitter, Archiv für Hygiene, 5, 1886.

²⁾ Sternberg, Baumgartens Jahresbericht, 1887.

auch teilweise das Ferment durch direkte Fällung mittels Alkohols dar. Gründlichere Experimente von Fermi¹⁾, dem es gelang, die lebenden Organismen mittels Sublimat, Phenol, Salizylsäure oder durch Filtration über poröse Körper abzutöten, führten zum gleichen Ergebnis. Ohne hier auf die technischen Details seiner Arbeiten einzugehen, wollen wir nur kurz erwähnen, daß es ihm auf diese Weise gelang, ziemlich wirksame Enzyme von *Micrococcus asciformis*, *Bacillus prodigiosus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus ramosus*, *Bacillus megatherium*, *Bacillus pyocyaneus* darzustellen.

Zur Feststellung der proteolytischen Kraft der Enzyme wandte Fermi für gewöhnlich eine gesättigte, wässrige Thymollösung mit 7% Gelatine an. Er isolierte ferner die Enzyme aus dem Gelatine-Milieu, indem er zuerst den größten Teil der beigemischten Substanzen durch verdünnten Alkohol ausfällte und hierauf durch absoluten Alkohol das Enzym zur Abscheidung brachte.

Auf Grund seiner Resultate gelangte dieser Forscher zur Überzeugung, daß die Wirkung der Bakterien auf die Eiweißstoffe in Analogie mit ihrer verschiedenen Empfindlichkeit gegenüber schädlichen äußeren Faktoren, wie hohe Temperatur, Säuren und Gifte, große Unterschiede aufweist. In dieser Hinsicht müßten die Bakterienenzyme nach Fermi weit eher dem Pepsin, wie dem Trypsin an die Seite gestellt werden, und ihre Aktion würde sich auf eine Umwandlung der Albumine in lösliche Substanzen beschränken.

Die Gelehrten, die sich nach Fermi mit den proteolytischen Enzymen der Mikroorganismen beschäftigt haben, wandten ihr Interesse besonders dem Problem der Lösung zu und ließen gewöhnlich die Produkte dieser Lösung ganz außer acht. So verdanken wir Eickmann²⁾ in seiner „Plattenmethode“ ein einfaches Mittel zur Feststellung der Anwesenheit proteolytischer Enzyme. — Eickmann ging übrigens noch einen Schritt weiter, indem er Elastin in Bouillonkulturen des *Bacillus pyocyaneus* löste, aus denen er vorher die Bakterien durch Filtration entfernt hatte.

Analoge Untersuchungen, die zum Gegenstande das Fibrin und den *Bacillus fluorescens liquefaciens* hatten, sind auf qualitative Art und unter genau festgesetzten Temperaturbedingungen durch Emmerling³⁾ ausgeführt worden.

¹⁾ Fermi, Archiv für Hygiene, 10, 12, 14.

²⁾ Eickmann, Centralbl. f. Bakt. 29, 1901, 22.

³⁾ Emmerling, Berichte d. D. chem. Gesellschaft., 1902, 700.

Wenn man auch die Resultate Emmerlings nur mit Vorbehalt akzeptieren kann, so muß man andererseits bedingungslos die grundlegenden Arbeiten Duclaux¹⁾ und auch diejenigen Kalischers²⁾ über die Resorption des Kaseins durch besondere Milchbakterien anerkennen. Er gebrauchte für seine Experimente ältere, durch Chamberlandfilter filtrierte Kulturen, oder durch Papier filtrierte Bouillon unter Zusatz von Thymol oder Toluol.

Indem er eine genügend große Menge Enzym anwandte, konnte er nicht nur das ganze Kasein in Pepton verwandeln, sondern auch das Pepton weiter zersetzen und die Bildung von Leucin, Tyrosin und der Oxyminosäuren nachweisen.

Cacace³⁾, der sich mit *Sarcina aurantiaca*, *Bacillus anthracis* und *Staphylococcus pyogenes aureus* beschäftigt hat, konnte zeigen, daß diese Bakterien Eiweiß auf die gleiche Art zersetzen, wie die Verdauungsfermente, u. zw. unter Bildung von Proto- und Deuteroalbumosen und Spuren von Peptonen.

Wir haben die Frage von einem anderen Gesichtspunkte aus ins Auge gefaßt und in einem ersten Teile unserer Arbeit einzig und allein die Zersetzungsprodukte der Proteinstoffe unter der Einwirkung der verschiedenen Mikroorganismen untersucht, indem wir als Maßstab der proteolytischen Kraft den Grad der Peptolyse festgesetzt haben. Es ist bekannt, daß — Gleichheit des Nährbodens und aller äußeren Faktoren vorausgesetzt — gewisse Bakterienarten sehr schnell und bis zu Aminosäuren die Eiweißsubstanz zerstören, andere dagegen das Peptonstadium nicht überschreiten können. Unsere Experimente sind im hohen Grade durch Anwendung eines neuen Reagens vereinfacht worden, welches vor einigen Jahren durch R. Chodat⁴⁾ entdeckt und in einer seiner letzten Arbeiten eingehend beschrieben worden ist.

Im Jahre 1907 hat Chodat das überaus charakteristische Verhalten der Tyrosinase zu tyrosinhaltigen Peptiden entdeckt und gezeigt, daß der Zusatz einer Aminosäure eine große Rolle bei dieser Reaktion spielt.

¹⁾ Duclaux, Mémoires sur le lait. Ann. de l'Institut nat. agronomique, 1882; Le lait., Paris 1894. — Traité de microbiologie. Paris, 1899. II, 610.

²⁾ Kalischer, Archiv f. Hygiene, 37, 1900, 48.

³⁾ Cacace, Centralbl. f. Bakt., 30, 1901, 244.

⁴⁾ R. Chodat, Nouvelles recherches sur les ferm. oxydants, Archives Sc. phys. et naturelles IV, t. XXIV, 1907; t. XXXII, 1911; auch in Zunz Methoden zur Untersuchung der Verdauungsprodukte und in Abderhalden, Handbuch der biochemischen Arbeitsmethoden VI, 1912, 513.

Indem er diese Reaktion auf Phenole, und im speziellen auf p-Kresol ausdehnte, gab er uns ein wertvolles Mittel an die Hand, den Gang der Eiweißverdauung Schritt für Schritt zu verfolgen¹⁾.

Da die Reinheit des Fermentes für die Beurteilung der Ergebnisse von ausschlaggebender Bedeutung ist, haben wir für unsere Versuche ausschließlich die aus *Solanum tuberosum* dargestellte und nach der von Chodat angegebenen Methode sorgfältigst gereinigte Tyrosinase verwandt. Wir geben hier die Einzelheiten des Verfahrens wieder, da es uns gelungen ist, die durch den Verfasser angegebene Ausbeute zu verdoppeln: 6 kg 400 g Kartoffelschalen wurden in einer Hackmaschine zerkleinert und die Masse mit 2 Liter 95prozentigem Alkohol 24 Stunden lang digeriert. Nach dem Auspressen des Ganzen erhielt man 5 kg 300 g — 5 kg 400 g einer braunen Flüssigkeit, welche man in 6 Liter 95prozentigen Alkohol einfließen ließ. Es bildet sich hierbei eine reichliche Menge Niederschlag, den man auf einem Filter sammelt. Man ließ die Hauptmenge der beigemengten Flüssigkeit abtropfen, löste den noch feuchten Niederschlag vom Filter und verrieb ihn in einem Porzellanmörser mit 300 g destilliertem Wasser. Nach gründlichem Durchmischen und 3—4stündigem Stehenlassen erhielt man durch Filtration 300 ccm einer Flüssigkeit, aus welcher man mittels der dreifachen Menge absoluten Alkohols das Ferment in Form eines Niederschlages ausfällte, welcher mehrmals mit Alkohol dekantiert, auf einem Filter gesammelt und erst an der Luft bis zum Verdunsten des Alkohols und hierauf im Exsikkator getrocknet wurde. Die Ausbeute wechselt je nach Qualität der verwandten Kartoffeln und steigt bis auf 4,35 g. Das erhaltene Pulver ist hellbraun; es löst sich leicht im Wasser mit brauner Farbe.

Auf die beschriebene Art gereinigte Tyrosinase gibt mit p-Kresol eine sehr charakteristische Gelbfärbung, die — falls das Ferment in genügender Konzentration vorhanden ist — nach 24 Stunden orangegelb wird. Die meisten Aminosäuren, wie das Glykokoll, das Leucin, das Phenylalanin geben mit äquimolekularen Mengen p-Kresol und Tyrosinase eine Rotfärbung, welche bei Gegenwart eines Überschusses der Aminosäure mehr oder weniger schnell in blau übergeht. Das Glycyltyrosin und eine größere Anzahl anderer Polypeptide reagieren weniger lebhaft mit p-Kresol-Tyrosinase, die rote Farbe geht nur allmählich in blaue über. Gewisse andere Polypeptide wie z. B. Diglycylglycin geben Rotfärbungen mit Übergang in Gentianblau.

¹⁾ Siehe auch R. Chodat und K. Schweizer, Über die desamidierende Wirkung der Tyrosinase. Biochemische Zeitschrift Bd. 57, 430.

Mit den Proteinen, ebenso wie den Peptiden kann man nicht über das erste Stadium dieser Farbenreaktion hinausgehen.

In der oben geschilderten Reaktion hatten wir also ein ausgezeichnetes Mittel zur Unterscheidung der mannigfaltigen Stufen der Gelatinezersetzung durch verschiedene Bakterien und demnach auch eine gute Basis zur Klassifizierung der Bakterienarten.

Unsere Versuche wurden alle mit Fermenten gleicher Herkunft ausgeführt und die Tyrosinaselösung vor jedem Experiment frisch dargestellt.

I. Anwendung der Parakresoltyrosinasereaktion zur Unterscheidung der Bakterienarten nach dem Grade der Zersetzung der Gelatine.

In den Kreis der Untersuchungen wurden folgende Bakterienarten gezogen: *Bacillus mesentericus panis viscosi* (Vogel), *Bacillus violaceus Lutiensis* (Macé), *Bacillus subtilis* Ehr. (F. Kohn), *Bacterium prodigiosum* (Ehrenberg), *Bacillus ruber* (Zimmermann).

Einige orientierende Versuche zeigten bedeutende Unterschiede in der Zersetzungsgeschwindigkeit durch verschiedene Arten.

Es wurde nun zunächst eine Serie von Experimenten mit stets gleichen Quantitäten des Verflüssigungsproduktes ausgeführt, im Hinblick auf die Intensität der Färbung einerseits und die Geschwindigkeit, mit welcher sich diese Färbung einstellte, andererseits.

Die Parakresollösung hatte eine konstante Konzentration von $\frac{1}{250} = 0,4\%$, diejenige des Fermentes enthielt 5 Centigramm pro 10 cm Wasser = $0,5\%$.

Als Vergleichsflüssigkeit wurde in allen Fällen die gleiche Menge in einem Reagenzglas durch Hitze verflüssigter Gelatine verwandt.

Aus der großen Zahl zur Verfügung stehender Versuchsergebnisse greifen wir diejenigen heraus, welche die verschiedene Wirkungsweise der Bakterien an der Hand der Gelatinezersetzungsprodukte am übersichtlichsten demonstrieren.

Versuch I: Bakterienflüssigkeit 10 Tropfen, Parakresol 1 cm, Ferment 1 cm, Wasser 1 cm.

Die Färbung tritt sehr langsam ein; sie ist deutlich wahrnehmbar nach 30 Minuten. Nach 2 Stunden kann man bereits merkliche Intensitätsdifferenzen der Färbung der durch Hitze einerseits und durch

Bakterien andererseits verflüssigten Gelatine bemerken. Nach 3 Stunden kann man überdies die einzelnen Bakterienarten auf kolorimetrischem Wege unterscheiden. Am schnellsten tritt der Farbenübergang bei *Bacillus violaceus* ein. *Bacillus mesentericus* und *Bacterium prodigiosum* zeigen nach der oben erwähnten Zeit die gleiche Färbung. Bei *Bacillus subtilis* und *Bacillus ruber* verläuft die Reaktion viel langsamer. Nach Ablauf von 5 Stunden sind die Lösungen des *Bacillus violaceus* und *Bacillus mesentericus* gleich gefärbt. *Bacterium prodigiosum* ist ein wenig heller; es folgen in der Reihe *Bacillus subtilis* (bedeutend heller) und schließlich *Bacillus ruber*.

Die Intensität der Färbungen nach 24 Stunden war wie folgt: *Bacillus violaceus* tiefblau, *Bacillus mesentericus* violettblau, *Bacterium prodigiosum* violett mit einem Stich ins Blaue, *Bacillus subtilis* rot-violett, *Bacillus ruber* rot. Mit künstlich verflüssigter Gelatine erhält man immer eine ausgesprochen rote Farbe.

Versuch II: Die Versuchsbedingungen sind die gleichen wie bei Versuch I, bis auf die Quantität des Verflüssigungsproduktes:

Bakterienflüssigkeit 6 Tropfen, Parakresol 1 ccm, Ferment 1 ccm, Wasser 1 ccm.

Die Färbung erscheint noch viel langsamer wie bei Versuch I; die Farbe ist am intensivsten bei *Bacillus violaceus*; hingegen verschwinden die Unterschiede in allen anderen Versuchsgläsern.

Nach 24 Stunden ist das Ergebnis wie folgt:

Bacillus violaceus violett, *Bacillus mesentericus* rotviolett, *Bacterium prodigiosum* weinrot, *Bacillus subtilis* tiefrot, *Bacillus ruber* hellrot.

Die oben genannten Versuche wurden ausnahmslos mit 21 Tage alten Kulturen ausgeführt. In den nun folgenden Experimenten versuchte man, die Abhängigkeit der zum Erzielen der Blaufärbung notwendigen Minimaldosis des Verflüssigungsproduktes von dem Stadium der Entwicklung der Bakterienart klarzustellen. Man fand, daß die Menge der erforderlichen Flüssigkeit am Anfang der Verflüssigung recht bedeutend und gewissermaßen eine Funktion der Zeit ist. Auch wechselt sie mit der Bakterienart.

Versuch III: Zur Hervorrufung der Blaufärbung erforderliche Minimaldosis einer 7-8tägigen Kultur von: *Bacillus violaceus* 38 Tropfen, *Bacillus mesentericus* 26 Tropfen, *Bacterium prodigiosum* 29 Tropfen, *Bacillus subtilis* 56 Tropfen, *Bacillus ruber* 62 Tropfen.

Versuch IV: Zur Hervorrufung der Blaufärbung erforderliche Minimaldosis einer 21tägigen Kultur von: *Bacillus violaceus* 9 Tropfen, *Bacillus mesentericus* 10 Tropfen, *Bacterium prodigiosum* 11 Tropfen, *Bacillus subtilis* 18 Tropfen, *Bacillus ruber* 27 Tropfen.

Bei den beiden letztgenannten Arten ist die blaue Farbe nicht ausgesprochen blau.

Versuch V: Zur Hervorrufung der Blaufärbung erforderliche Minimaldosis einer 30tägigen Kultur von: *Bacillus violaceus* 7 Tropfen, *Bacillus mesentericus* 9 Tropfen, *Bacterium prodigiosum* 11 Tropfen, *Bacillus subtilis* 14 Tropfen, *Bacillus ruber* 23 Tropfen.

In den beiden letztgenannten Versuchen ist die blaue Farbe nicht ausgesprochen blau.

Versuch VI: Zur Hervorrufung der Blaufärbung erforderliche Minimaldosis einer 50tägigen Kultur von: *Bacillus violaceus* 4 Tropfen, *Bacillus mesentericus* 7 Tropfen, *Bacterium prodigiosum* 10 Tropfen, *Bacillus subtilis* 10 Tropfen, *Bacillus ruber* 19 Tropfen.

Versuch VII: Zur Hervorrufung der Blaufärbung erforderliche Minimaldosis einer 60tägigen Kultur von: *Bacillus violaceus* 3 Tropfen, *Bacillus mesentericus* 4 Tropfen, *Bacterium prodigiosum* 8 Tropfen, *Bacillus subtilis* 7 Tropfen, *Bacillus ruber* 17 Tropfen.

Versuch VIII: Zur Hervorrufung der Blaufärbung erforderliche Minimaldosis einer 70tägigen Kultur von: *Bacillus violaceus* 3 Tropfen, *Bacillus mesentericus* 1 Tropfen, *Bacterium prodigiosum* 6 Tropfen, *Bacillus subtilis* 7 Tropfen, *Bacillus ruber* 17 Tropfen.

Versuch IX: Zur Hervorrufung der Blaufärbung erforderliche Minimaldosis einer 78tägigen Kultur von: *Bacillus violaceus* 3 Tropfen, *Bacterium prodigiosum* 6 Tropfen, *Bacillus subtilis* 7 Tropfen, *Bacillus ruber* 17 Tropfen.

Diese Experimente genügen wohl zum Beweise der Tatsache, daß die Wirkungskraft der Mikroorganismen gegenüber der Gelatine mit der Bakterienart wechselt. Während sie durch die eine ziemlich schnell bis zu Aminosäuren zersetzt wird (*Bacillus violaceus*, *Bacillus mesentericus*), tritt die Desaggregation mittels der anderen nur sehr

langsam und unvollständig ein. Sie ist charakterisiert durch eine meist von der Vergleichsfärbung deutlich verschiedene Rotfärbung, ohne Umschlag ins Blaue. Andererseits kann man durch passende Auswahl eine ganze Tonleiter von Farbentönen erhalten: rot, weinrot, himbeerrot, violettrot, violett, violettblau, indigoblau und dunkelblau mit fuchsin-roter Fluoreszenz.

Die letzte Färbung ist an die Existenz von Aminosäuren, oder vielmehr von Amino-Karboxylgruppen gebunden, die im Laufe der Desaggregation der Proteinstoffe an Menge zunehmen.

II. Eine zweite Versuchsreihe hatte zum Zweck die Erforschung des **Einflusses verschiedener Faktoren auf die Peptolyse:**

1. Gegenwart von Zucker in einem Gelatinemilieu (Fleisch oder künstliche Bouillon), 2. Einfluß des Lichtabschlusses, 3. Einfluß der Temperaturerniedrigung.

Die Untersuchungen wurden an *Bacillus violaceus* durchgeführt. Als Nährboden verwandte man dieses Mal eine künstliche Bouillon mit 2% gewöhnlichen Peptons, $\frac{1}{10}$ Detmer und 5% Glukose. In erster Linie wurde die zur Erzielung der Blaufärbung erforderliche Minimaldosis bei verschiedenen Entwicklungsstadien bestimmt und die Resultate mit denjenigen verglichen, die wir vorher auf neutralem Raulin mit 10% Gelatine erhalten hatten. Der Versuchszeitpunkt sowie die Quantität der Versuchsflüssigkeit wurden in dieser Serie von Experimenten konstant gehalten, so daß man die Vergleiche auf nur eine einzige Variable — die Farbenintensität — beschränken konnte.

Abhängigkeit der Farbenintensität vom Milieu.

Tabelle I.

36 Tropfen einer 8tägigen Kultur von *Bacillus violaceus*.

Milieu	Färbung
Raulin gelatinisiert	Blau
Bouillongelatine	Grünviolett
Bouillongelatine — 2% Glukose	Rotviolett
Bouillon ohne Gelatine	Tiefrot
Bouillon ohne Gelatine — 2% Glukose	Tiefrot

Tabelle II.

9 Tropfen einer 21tägigen Kultur von *Bacillus violaceus*.

Milieu	Färbung
Raulin gelatinisiert	Tiefblau
Bouillongelatine	Violett
Bouillongelatine — 2% Glukose	Violett
Bouillon ohne Gelatine	Rot
Bouillon ohne Gelatine — 2% Glukose	Rot

Tabelle III.

7 Tropfen einer 30tägigen Kultur
von *Bacillus violaceus*.

Milieu	Färbung
Raulin gelatinisiert	Tiefblau
Bouillongelatine	Blau
Bouillongelatine — 2% Glukose	Violett
Bouillon ohne Gelatine	Rotviolett
Bouillon ohne Gelatine — 2% Glukose	Weinrot

Tabelle IV.

4 Tropfen einer 50tägigen Kultur
von *Bacillus violaceus*.

Milieu	Färbung
Raulin gelatinisiert	Tiefblau
Bouillongelatine	Tiefblau
Bouillongelatine — 2% Glukose	Violett
Bouillon ohne Gelatine	Schmutzigrot
Bouillon ohne Gelatine — 2% Glukose	Rot

Tabelle V.

3 Tropfen einer 60tägigen Kultur von
Bacillus violaceus.

Milieu	Färbung
Raulin gelatinisiert	Tiefblau
Bouillongelatine	Tiefblau
Bouillongelatine — 2% Glukose	Violett
Bouillon ohne Gelatine	Schmutzigrot
Bouillon ohne Gelatine — 2% Glukose	Tiefrot

Man ersieht aus den angeführten Daten, daß die Verschiedenheiten in den Färbungen — welche übrigens nur im Anfangsstadium der Reaktion unterschieden werden können — sich nur bei Verwendung von Gelatinenährboden feststellen lassen, und daß ein gewisser Parallelismus zwischen der Färbung und der Menge der verflüssigten Gelatine existiert.

Man könnte demnach versucht sein, a priori die Existenz eines spezifischen Gelatine-Fermentes — einer „*Gelatinase*“ — neben den gewöhnlichen proteolytischen Fermenten anzunehmen.

Ferner sehen wir, daß bei Gegenwart von **Zucker** — welcher letzterer die Verwendung der Glykoproteide überflüssig macht — die Gelatine nur in dem Maße angegriffen wird, wie diese zugänglichste Ernährungsquelle erschöpft wird. Man hat Grund zu der Annahme, daß die gesamte Gelatine intakt bliebe, falls der Zucker in einer für die Ernährung der Bakterien ausreichenden Quantität vorhanden wäre. Analoge Ergebnisse sind übrigens wiederholt zitiert worden für *Staphylococcus pyogenes*

aureus, *Bacterium prodigiosum* und andere, die ihren Nährboden nur teilweise angreifen, und für *Bacillus anthracis* und Spirillen, welche ihn ganz unberührt lassen.

Im Falle eines gelatinefreien Milieus wird die Reaktionsintensität durch die Abwesenheit des spezifischen Gelatinefermentes stark herabgedrückt. Wir erhalten alsdann nur die für die erste Stufe der Reaktion charakteristische Rotfärbung der Polypeptide.

Der Abschluß vom **Licht** ist von ganz geringem Einfluß auf die Resultate. Die Blaufärbungen unterscheiden sich in diesem Falle nur durch einen schwachen violetten Reflex.

Bei **tiefen Temperaturen** ist die Entwicklung sehr verzögert und oft war es uns sogar unmöglich, aus den Versuchen vergleichende Schlüsse zu ziehen.

III. Parakresol-Tyrosinase als Reagens auf Indol bei bakterieller Fermentation.

Die Parakresol-Tyrosinase reagiert sehr lebhaft mit Indol unter Bildung einer grünblauen Färbung, die mit der Zeit stärker wird, und eines charakteristischen blauen Schaumes¹⁾. Die Bildung dieses Schaumes hängt von der Konzentration der Indollösung ab. Wir haben die Empfindlichkeit dieser Reaktion einer systematischen Prüfung unterzogen, indem wir versucht haben: 1. mit Hilfe der Reaktionsgeschwindigkeit die quantitativen Beziehungen zwischen p-Kresol und dem Indol aufzuklären, 2. die Minimumkonzentration für die Reaktion zu bestimmen, 3. durch Vergrößerung der angewandten Mengen Kresol resp. des Fermentes den Farbstoff in zur Ätherextraktion genügender Quantität zu produzieren, 4. über den Einfluß der Temperatur auf die Reaktion Klarheit zu schaffen, 5. die Wirkung eines Zusatzes von Alkalien zu verfolgen, 6. das p-Kresol durch o- und m-Kresol zu ersetzen (wobei übrigens nur negative Resultate erzielt wurden) und schließlich 7. mittels unseres Reagens das durch Einwirkung von Bakterien auf ein peptonreiches Milieu gebildete Indol quantitativ zu bestimmen.

Als Ausgangsprodukt diente eine kaltgesättigte Lösung von Indol, welche ungefähr 0,27% Indol enthielt. Zunächst mußte das Verhältnis zwischen Indol — welches hier als Aminosäure fungierte — und dem obengenannten Reagens festgestellt werden. Zu diesem Zwecke vermehrte man progressiv die Indollösung und bestimmte auf diese Weise

¹⁾ R. Chodat, Archives Sc. phys. et nat. IV^e, 33, 1912, 245.

die Quantität, bei welcher die lebhafteste Reaktion eintrat. Das p-Kresol und die Tyrosinase wurden in denselben Quantitäten verwandt, wie zur Bestimmung der Aminosäuren ($1/250$ p-Kresol-Lösung und 0,25 Tyrosinase-Lösung).

Man fand mit Hilfe des oben angeführten Fermentes, daß der für Indol charakteristische blaue Schaum nur in gewisser Minimalkonzentration eintritt, sich alsdann proportional der Konzentration verstärkt (Optimum) und in dem Augenblick verschwindet, wo die Konzentration die obere Grenze (Maximum) überschritten hat.

Versuch I: 1 ccm p-Kresol, 1 ccm Indol, 1 ccm Tyrosinaselösung. Die Reaktion erfolgt sehr langsam (1—2 Stunden), schwache Färbung, keine Schaumbildung.

Versuch II: 1 ccm p-Kresol, 1,5 ccm Indol, 1 ccm Tyrosinaselösung. Reaktionsbeginn nach der gleichen Zeit; stärkere Färbung, bläulicher Schaum.

Versuch III: 1 ccm p-Kresol, 2 ccm Indol, 1 ccm Tyrosinaselösung. Die Reaktion erfolgt innerhalb 30 Min.—1 Stunde. Schwach oliv-grüne Färbung; charakteristischer blauer Schaum.

Versuch IV: 1 ccm p-Kresol, 2,5 ccm Indol, 1 ccm Tyrosinaselösung. Gleiche Zeit; die Farbe der Lösung nimmt einen Stich ins Gelbe an. Schaum schwach gefärbt.

Versuch V: 1 ccm p-Kresol, 3 ccm Indol, 1 ccm Tyrosinaselösung. Lösung gelblich; Schaum beinahe farblos.

Versuch VI: 1 ccm p-Kresol, 3,5 ccm Indol, 1 ccm Tyrosinaselösung. Lösung gelb bis braun; Schaum farblos.

Tabelle VI.

Versuche zum Vergleich der Empfindlichkeit der Indolreaktion.

2 ccm Indol 1 ccm p-Kresol 1 ccm Tyrosinase	2 ccm Indol 2 ccm p-Kresol 1 ccm Tyrosinase	2 ccm Indol 1 ccm p-Kresol 2 ccm Tyrosinase
Die Reaktion tritt ziemlich langsam ein. Sie beginnt nach 30 Minuten und erreicht ihr Maximum nach 1 Stunde.	Die Reaktion verläuft viel schneller. Nach 20 Minuten tiefgrüne Färbung u. blauer Schaum.	Reaktion noch viel lebhafter. Bereits nach 15 Minuten schon olivgrüne Färbung und blauer Schaum in großer Menge.

Wie man sieht, liegt das Optimum für die hier gewählte Indolkonzentration bei 2 ccm.

Bei Durchsicht dieser kleinen Versuchsreihe findet man, daß man zur Verstärkung der Reaktionsempfindlichkeit entweder die Menge des p-Kresols, oder diejenige des Fermentes vergrößern kann. Bei allen folgenden Untersuchungen haben wir uns des zweiten Mittels bedient, um die Empfindlichkeit der Reaktion zu steigern. Alsdann konnten wir durch progressive Verminderung der Indolmenge die Grenzkonzentration festsetzen.

Tabelle VII gibt eine Übersicht über die hierbei erhaltenen Resultate.

Tabelle VII.

Empfindlichkeit der Reaktion als Funktion der Indolkonzentration.

Indolkonzentration in %	Intensität der Reaktion
0,27	Recht lebhafte Reaktion mit blauem Schaum
0,137	Deutliche Färbung mit reichlicher Schaumbildung
0,0625	„ „ „ „ „
0,0337	„ „ „ „ „
0,0148	Reaktion schwächer. Schaum hell mit bläulichem Reflex
0,0074	Keine Schaumbildung; ätherische Lösung lebhaft rosa
0,0037	Keine Schaumbildung; ätherischer Auszug schwach gefärbt

Als Ausgangspunkt wurde eine gesättigte Indollösung verwandt. In den Fällen, wo die Indolkonzentration ausreichend war, beurteilte man die Intensität der Reaktion nach der Menge des blauen Schaumes und der Stärke der Färbung. Waren die Lösungen hingegen arm an Indol, so schüttelte man den gebildeten Farbstoff in einem Scheidetrichter mit Äther aus. Die ätherische Lösung nimmt nämlich sofort eine schwache oder lebhafte Rosafärbung an, je nachdem mehr oder weniger Indol vorhanden ist. Siehe auch Tabelle VII. Es gelang uns — nicht ohne Mühe —, den Farbstoff aus der ätherischen Lösung zu isolieren, indem wir den Äther in einem Luftstrome oder im Vakuumexsikkator recht schnell verdampften. Der auf die geschilderte Art gewonnene Farbstoff ist eine intensiv blaue, amorphe Substanz, die in Alkohol unter Violettfärbung sehr leicht, in Benzol dagegen sehr wenig löslich ist. Alkalien lösen dieselbe mit gelber Farbe, welche durch Säuren in ein schönes Grün übergeht.

Ohne auf die Einzelheiten der chemischen Operationen (wie Reduktion und Oxydation) einzugehen, welche uns Identifizierung dieses Körpers ermöglicht hätten, die uns aber von unserem eigentlichen Thema abgelenkt hätten, wandten wir uns dem Studium des Einflusses der Temperatur auf den Reaktionsverlauf zu.

Bei verschiedenen Temperaturen ausgeführte Vergleichsversuche zeigen deutlich, daß die Farbstoffbildung durch Temperaturerniedrigung begünstigt wird; Tafel VIII demonstriert diese Tatsache.

Dies ist in vollster Übereinstimmung mit den Beobachtungen an allen Chinolinfarbstoffen und kann in der Tatsache eine Erklärung finden, daß man auf diese Weise die Oxydation des Chinolinkernes nach Möglichkeit einschränkt.

Tabelle VIII.

Der Einfluß der Temperatur auf die Indolreaktion.

1. 20°	2. 15°	3. 10°	4. 5°	5. 0°
Färbung erscheint nach 20 Minuten, wird rasch dunkler. Nach etwa 30 Minuten blauer Schaum	Keine deutliche Verschiebenheit im Reaktionsverlauf	Färbung nach 25 Minuten, dunkelt weniger schnell nach, erreicht erst nach 1 Stunde die Intensität von 1. und 2.; wird schließlich noch dunkler	Schwache Färbung nach 25 Minuten, dunkelt langsam nach, dagegen nimmt die Intensität immer mehr zu. Nach 1 Stunde tief dunkelgrüne Flüssigkeit mit stark gefärbtem dicken Schaum	Färbung sehr verzögert, erscheint erst nach 40 Minuten, dunkelt sehr langsam nach; erreicht sein Maximum erst nach 1 $\frac{1}{2}$ Stunden

In den beiden letzten Fällen übersteigt die Intensität der Färbung bei weitem alle durch die vorigen Experimente erzielte.

Hierauf wurden die Versuche in Gegenwart von Alkalien wiederholt. Nach Chodat¹⁾ reagiert nämlich die Tyrosinase am besten in neutralen Lösungen und ist sehr empfindlich gegen Säuren, daher wollten wir sehen, ob bei Anwendung von Indol die Reaktion ebenso verläuft, wie mit Glykokoll oder einer anderen Aminosäure, und verwandten als Base eine $\frac{n}{10}$ -Lösung von Natriumkarbonat. Indem wir die Menge des Alkalis allmählich steigerten, konnten wir nachweisen, daß die Reaktion

¹⁾ R. Chodat, a. a. O.

bei Anwesenheit geringer Quantitäten von Basen ($1/2$ ccm) in normaler Weise verläuft, durch größere Mengen (1 ccm) sehr geschwächt und schließlich gänzlich verhindert wird (2 und 3 ccm).

Endlich haben wir unser Reagens zur quantitativen Bestimmung des Indols angewandt, welches durch Zersetzung von Tryptophan und von Tyrosin unter der Wirkung von Mikroorganismen in einem geeigneten Milieu erzeugt wird.

Wie bekannt, werden zur Klassifikation der Bakterien nach Kitasato¹⁾ und Lewandowski²⁾ die Zersetzungsprodukte der aromatischen Kerne zu Hilfe gezogen, indem man die Bakterien einteilt in: 1. Indol-, Skatol- und Phenol-Produzierende, wie das Bacterium der Haemorrhagie, 2. Indol-, aber nicht Phenol-Produzierende, wie der Tuberkelbazillus, Actinomyces, 3. Bakterien, die weder Indol, noch Skatol, noch Phenol produzieren, wie Bacillus typhi, Bacillus paratyphi, Bacillus aerogenes.

Der praktische Wert dieser Klassifikation ist durch Versuche mit gewissen anderen Bakterien zweifelhaft geworden, denn — wenn man auch die Widersprüche in den Angaben von Blumenthal³⁾, Tissier und Martelly⁴⁾, Lehmann und Neumann⁵⁾ bezüglich des Bacillus coli durch die Tatsache erklären kann, daß man recht verschiedene Bakterien unter den gleichen Namen oft verwechselt hat — Bacillus coli, Bacillus coli anindolicus, so kann man andererseits die Resultate der Arbeiten von Morris⁶⁾ nicht übersehen, wonach so gut charakterisierte Bakterien wie Bacillus typhi, Bacillus murisepticus, Bacillus cyanogenes oder Bacillus pyocyaneus, Bacillus violaceus und Bacillus anthracis, welche man bekanntlich früher als nicht indolproduzierend angesehen hatte, mehr oder weniger lebhaft Indolreaktionen geben.

In Übereinstimmung mit den Angaben von Morris, gelang es uns bei Anwendung eines 5prozentigen Pepton-Nährbodens die Bildung von Indol mit Hilfe unseres Reagens nachzuweisen (Angesichts der speziellen Arbeits-Methoden unseres Laboratoriums mußten wir hierbei vor allem darauf bedacht sein, die Einführung pathogener Bakterien zu verhindern).

¹⁾ Kitasato, Zeitschrift für Hygiene, 7, 1889.

²⁾ Lewandowski, Deutsche Med. Wochenschr, 1890.

³⁾ Blumenthal, Zeitschrift für klin. Medizin, 28, 1895, 241.

⁴⁾ Tissier und Martelly, Zeitschrift für klin. Medizin, 1895.

⁵⁾ Lehmann und Neumann, Grundriß der Bakteriologie, 1904.

⁶⁾ Morris, Archiv für Hygiene, 30, 1897.

Bevor wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen in Kürze zusammenstellen, möchten wir noch die Aufmerksamkeit auf den Umstand lenken, daß die bis jetzt bekannten und gebrauchten Methoden zur Identifizierung von Indol wenig zuverlässig sind und keine übereinstimmenden Resultate geben. Dies ist der Grund, weshalb man die eigentümlichen Befunde von Selter¹⁾ anlässlich seiner interessanten Arbeit über *Bacillus pseudodysenteriae* ebensogut auf Rechnung der Variabilität der in Frage kommenden Bakterienart, als auch der Unvollkommenheit der gebrauchten kolorimetrischen Methode zuschreiben darf.

Neben der neuerdings mit gutem Erfolg durch Böhme²⁾, Marshall³⁾ und Crossonini⁴⁾ angewandten Reaktion von Ehrlich (4 g Paradimethylamidobenzaldehyd in 380 ccm 96prozentigem Alkohol, konzentrierte Salzsäure und eine wässrige Lösung von Kaliumsulfat) werden zur Bestimmung geringer Mengen Indol die Methoden von Legal oder von Salkowski⁵⁾ gebraucht.

Nach Legal verwendet man eine Lösung von Nitroprussidnatrium, welche man mit einigen Tropfen NaOH-Lösung versetzt. Bei Anwesenheit von Indol entsteht eine violettblaue Färbung, die durch HCl in ein schönes Blau verwandelt wird.

Salkowski bedient sich einer 2prozentigen Lösung von Kaliumnitrit zur totalen Fällung des Indols aus wässriger Lösung in Gegenwart von rauchender Salpetersäure (Nencki) als Nitrosoindolnitrat.

Der bakterielle Abbau von Tryptophan und Tyrosin zu Indol, wie er gewöhnlich im Eiweiß-Milieu beobachtet wird, liefert derart geringe Mengen Indol, daß dieselben bei Gegenwart selbst kleiner Quantitäten von Zucker nicht nachgewiesen werden können. Zur Erzielung guter Resultate muß man daher die Peptonmenge übermäßig steigern — nachgewiesenermaßen eignet sich am besten eine 8—15 tägige Kultur mit 10% Pepton.

Im Gegensatz dazu fällt unser Reagens auch aus sehr indolarmen Lösungen einen in Äther löslichen Farbstoff, der noch in Verdünnungen von 0,0037% identifiziert werden kann, und eignet sich somit ganz vorzüglich zum Nachweis der Spuren von Indol, die als Folge der Eiweißverdauung auftreten, umsomehr als sein oben erwähntes indifferentes Verhalten zu Skatol eine Trennung der beiden Zwillingssubstanzen erlaubt.

1) Selter, Centralbl. f. Bakt., **51**, 1909, auch Kemp u. Metz.

2) Böhme, Centralbl. f. Bakt., **40**, 129.

3) Marshall, Journal of Hyg., **5**, 1907, 581.

4) Crossonini, Archiv für Hygiene, **72**, 1910.

5) Salkowski, Zeitschr. f. physiol. Chemie, **8**, 447

Mit seiner Hilfe ist es gelungen, die Bildung von Indol bei *Bacillus violaceus* und *Bacillus pyocyaneus* nachzuweisen. Versuche mit *Bacillus subtilis* und *Staphylococcus pyogenes aureus* haben dagegen zu keinem positiven Ergebnis geführt.

Weitere Untersuchungen sind im Gange.

Bibliographie.

1. Benecke, Bau und Leben der Bakterien. — 2. Berghaus u. Naviasky, Arch. f. Hyg., 1908. — 3. Bitter, Arch. f. Hyg., **5**, 1886. — 4. Bienstock, Arch. f. Hyg., **36**, 346. — 5. Blumenthal, Zeitschr. f. klin. Med., **28**, 1895, 241. — 6. Böhme, Centrbl. f. Bakt., **40**, 129. — 7. Cacace, Centralbl. f. Bakt., **30**, 1901, 244. — 8. Chodat, Nouv. rech. sur. ferm. oxyd. Arch. Sc. ph. et nat., 1907. — 9. Chodat, Nouv. rech. sur ferm. oxyd. Arch. Sc. ph. et nat., 1911. — 10. Chodat, Archives Sc. phys. et nat. IV^e, **33**, 1912, 245. — 11. Chodat und Schweizer, Über die desamidierende Wirkung der Tyrosinase. Biochem. Ztschr., **57**, 1913, 430. — 12. Czapek, Zeitschr. f. Biol., **57**, 1. — 13. Crossonini, Arch. f. Hyg., **72**, 1910. — 14. Delezenne und Breton, Comp. rend. soc. biol., 1904. — 15. Duclaux, Mémoires sur le lait, Ann. de l'Institut nat. agronomique 1882; Id. Le lait. Paris, 1894; Id. Traité de Microbiologie, Paris, 1899, II, 610. — 16. Eickmann, Centrbl. f. Bakt., **29**, 1901, 22. — 17. Emmerling, Ber. D. chem. Ges., 1902, 700. — 18. Fermi, Arch. f. Hyg., **10**, **12**, **14**. — 19. Kalischer, Arch. f. Hyg., **37**, **48**, 1900. — 20. Kitasato, Zeitschr. f. Hyg., **7**, 1889. — 21. Kruse, Allgem. Mikrobiol., Leipzig, 1910. — 22. Lewandowski, Deutsch. Med. Wochenschr., 1890. — 23. Lehmann und Neumann, Grundriß der Bakt., 1904. — 24. Liborius, Zeitschr. f. Hyg., **1**, 1886. — 25. Marshall, Journ. of Hyg., 1907, 581. — 26. Morris, Arch. f. Hyg., **30**, 1897. — 27. Macé, Traité prat. de Bacteriol. Paris, 1904. — 28. Pfaundler, Centrbl. f. Bakt., **31**, 1902, 113. — 29. Rettger, Amer. Journ. of Physiol., **8**, 1903, 284. — 30. Ritter, Arch. f. Hyg., **5**, 1886. — 31. Salkowski, Zeitschr. f. Physiol. Chem., **8**, 447. — 32. Sternberg, Baumgart. Jahresber., 1887. — 33. Tissier und Martelly, Zeitschr. f. klin. Med., **28**, 1895. — 34. de Waale und Vandavelde, Centrbl. f. Bakt., **39**, 1905, 353. — 35. Wehmer, Die Pflanzenstoffe.

Referate.

Löhnis, F. und Green, H. H. Über die Entstehung und die Zersetzung von Humus, sowie über dessen Einwirkung auf die Stickstoff-Assimilation. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **40**, 1914, S. 52—60.

Stalldünger, Gründünger, Stroh, Torf und Zucker wurden (vermischt mit der 10fachen Menge Sand) unter aeroben sowie unter anaeroben Bedingungen 5 Monate lang der Humifizierung überlassen. Am kräftigsten ging der Prozeß bei gemäßigtem Luftzutritt vonstatten. Die durch Extraktion mittels Salzsäure und Alkali gewonnenen Humuspräparate wurden in Erde innerhalb von 5 Wochen in folgendem Umfange (‰ des Gesamt-Stickstoffs) nitrifiziert:

	Stallmist	Gründünger	Torf	Stroh
frische Substanz . .	0,4	27,5	2,8	0
aerob humifiziert . .	14,2—16,3	14,0—18,5	3,2—3,8	0
anaerob „ . .	11,2—12,1	—	2,9—3,9	0

Auf die Stickstoffbindung durch Azotobacter wirkten sämtliche Humuspräparate ziemlich gleich fördernd ein. Verstärkte O- und N-Adsorption war hierfür nicht verantwortlich zu machen. Es scheinen, wie im Erdextrakt, in erster Linie lösliche Substanzen von Bedeutung zu sein. Löhnis.

McBeth, J. G. and Smith, N. R. The influence of irrigation and crop production on soil nitrification. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **40**, 1914, S. 24—51, m. 6 Fig.

Auf sehr kalkreichem, feinsandigem, nicht gedüngtem Boden verminderte die Bewässerung die Nitrifikations-Intensität. Diese war unter Luzerne am höchsten, danach folgten Hafer, Kartoffeln und Mais; am wenigsten Salpeter entstand im Brachland. 90 ‰ des Nitrats wurden in der obersten, 6—12 Zoll starken Erdschicht gebildet. In 5 Fuß Tiefe war nur noch eine sehr schwache Nitrifikation nachweisbar. Die Feuchtigkeit der nicht bewässerten Teilstücke war während des Sommers bei weitem nicht optimal, gleichwohl nitrifizierte diese Erde am stärksten. Löhnis.

Vogel von Falckenstein, K. Über Nitratbildung im Waldboden. Internat. Mitt. f. Bodenkunde **3**, 1913, Heft 6 (S.-A.).

Mehrere Waldböden zeigten ziemlich kräftige Nitrifikation. Namentlich die Reste der Streudecke erwiesen sich als leicht zersetzlich, als sehr resistent

dagegen der alte Humus in schwarzem Sande. In kalkreichen Tonböden wurden innerhalb eines Jahres 3—6 % des Gesamt-Stickstoffs mineralisiert. In kalkarmen Sandböden war die Umsetzung geringer. Nur in kalkreichen Erden bleiben die älteren Humusstoffe (infolge Sättigung mit Kalk) abbaufähig. Bei Kalkmangel kommt es zur „Vertorfung“. Neben Kalkung wirkt eine oberflächliche Lockerung der Streudecke sehr fördernd auf die Salpeterbildung ein.

Löhnis.

Brown, P. E. Bacteriological studies of field soils. III. The effects of barnyard manure. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **39**, 1913, S. 523—542.

Fünf Parzellen auf schwerem Lehmboden wurden mit verschiedenen Mengen Stallmist (0, 8, 12, 16 resp. 20 Tonnen pro acre) gedüngt. Zwischen 2. August und 9. September wurden 4 Erdproben entnommen und in bezug auf Keimzahl (auf Albumin-Agar), Ammoniakbildung (aus Casein, Albumin und Blutmehl) und Nitrifikation (von Ammonsulfat) untersucht. Die erhaltenen Resultate stimmten sowohl unter sich wie mit den Ernte-Ergebnissen gut überein. Z. B. ergab sich für die Probe vom 2. August:

Düngung	0	8	12	16	20 tons pro acre
Keimzahl pro ccm . . .	3,15	3,56	3,89	4,05	3,74 Millionen
NH ₃ aus Casein . . .	37,87	46,89	51,79	51,99	48,78 mg N
N ₂ O ₅ aus Ammonsulfat . .	5,58	7,26	8,47	10,28	8,13 „ „
Mais, Bushel per acre . .	50,50	77,62	86,00	87,00	81,00

Der durch die stärkste Düngung verursachte Rückgang von Keimzahl, Stickstoffumsetzung und Ernte-Ertrag beruht nicht auf Denitrifikation, die weder in Lösung noch in Erde nachzuweisen war.

Löhnis.

Kellermann, K. F., McBeth, J. G., Scales, F. M. and Smith, N. R. Identification and classification of cellulose-dissolving bacteria. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **39**, 1913, S. 502—522, m. 2 Taf.

Die Gewinnung von Reinkulturen Zellulose-lösender Bakterien erfolgt besser als auf Zellulose- auf Stärkeagar. Die Aufhellungszone kann hier durch Übergießen mit 95proz. Alkohol deutlich sichtbar gemacht werden. Zuweilen schlagen indessen alle Isolierungsversuche fehl. Offenbar handelt es sich in solchen Fällen um so enge Symbiosen, daß eine Trennung der beteiligten Organismen einstweilen nicht möglich ist. 13 neue Arten sporenfreier stäbchenförmiger Zellulose-Zersetzer sowie mehrere Varietäten bereits früher aufgefundenener Spezies werden beschrieben und z. T. abgebildet. Am Schluß folgt eine übersichtliche Zusammenstellung der biochemischen Charaktere und ein Bestimmungsschlüssel.

Löhnis.

Krainsky, A. Zur Frage der Zellulose-Zersetzung durch Mikroorganismen.

Russ. Journ. f. exp. Landw. **14**, 1913, S. 255—261, m. 7 Abb. [russisch mit deutscher Zusammenfassung].

Die benutzte Nährlösung hatte folgende Zusammensetzung: 0,1—2 % (NH₄)₂SO₄, 0,1 % K₂HPO₄, 0,1 % NaCl, 0,2—0,3 % MgCO₃, 0,04 % FeSO₄.

Das Papier blieb z. T. außerhalb der Flüssigkeit. Geimpft wurde mit Erde. Es entstanden verschiedenfarbige, namentlich schwarze und rosa Flecken. Die hieraus isolierten Mikroben werden als *Actinomyces melanocyclus* und *A. alboroseus* beschrieben. Jener ist identisch mit Märckers *Microc. melanocyclus*¹⁾.
Löhnis.

Pringsheim, H. Über die Vergärung der Zellulose durch thermophile Bakterien. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **38**, 1913, S. 513—516, m. 1 Abb.

Durch thermophile Anaerobe wird neben CO_2 und H fast nur Essig- und Ameisensäure gebildet. Eine Spur Milchsäure war gleichfalls nachweisbar; dagegen fehlte die bei niederer Temperatur regelmäßig auftretende Buttersäure gänzlich. Ca. 45% der Zellulose lieferten ein aus 5 Teilen Essig- und 1 Teil Ameisensäure bestehendes Säuregemisch. Das Verhältnis zwischen CO_2 und H schwankte sehr; es konnte bisher nur mit gereinigten Anhäufungskulturen gearbeitet werden. Die benutzte Apparatur ist (S. 514) abgebildet.
Löhnis.

Viehöver, A. Botanische Untersuchung harnstoffspaltender Bakterien mit besonderer Berücksichtigung der speziesdiagnostisch verwertbaren Merkmale und des Vermögens der Harnstoffspaltung. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **39**, 1913, S. 209—359, m. 2 Taf. und 22 Textfig.

Eine größere Zahl teils selbst isolierter, teils aus anderen Sammlungen bezogener Stämme sporenbildender Harnstoffbakterien wurde einer eingehenden Untersuchung unterworfen. Speziell handelte es sich um Varietäten des *Bac. Pasteurii* (Miq.) Mig. Die bisherigen Befunde werden in allen Hauptpunkten bestätigt, gleichwohl aber ein ganz neuer Arten-Name: *Bac. probatus* A. M. et Viehöver eingeführt.

Die sehr ausführliche Arbeit bringt nicht wenige interessante Einzelheiten; Interessenten seien auf das Original verwiesen. Sehr unwahrscheinlich ist nach Ansicht des Ref. die Angabe (S. 272), daß die genannte Art, sogar bei Luftabschluß, Ammoniak in Nitrit verwandeln soll. Auch die für eine autotrophe Lebensweise angeführten Befunde (S. 253) bedürfen entschieden einer eingehenderen Prüfung.
Löhnis.

Münter, F. Über Stickstoffumsetzungen einiger Aktinomyzeten. II. Mitteilung. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **39**, 1914, S. 561—583, m. 3 Fig.

Das Verhalten der schon früher geprüften Kulturen (*Actinomyces odorifer*, *chromogenes*, *albus* I und II, S a, S b und S c) wurde weiter studiert. Die Ammoniakbildung war am stärksten, wenn Kasein gegeben wurde; geringer bei Leim-, schwach bei Pepton- und sehr schwach bei Hornmehl-Zusatz. Zimmertemperatur wirkte am günstigsten. Der Ammoniak-Verbrauch

¹⁾ Vergl. hierzu auch die betreffenden Angaben in Mütterleins Dissertation Leipzig 1912.

(oder wie Verf. sagt, die „Ammoniak-Zersetzung“) wurde in Ammonsulfat-Glyzerin-Zucker-Lösung geprüft. 10—20% wurden assimiliert. Außerdem soll auch eine teilweise Nitrifikation stattgefunden haben; die betreffenden Zahlen bewegen sich zwischen 0,1—0,5 mg (!). Zeolith-Beigabe scheint die Assimilation begünstigt zu haben. Salpeter wurde gleichfalls assimiliert, aber nicht reduziert. Stickstoff-Bindung war in Glyzerin-Dextrose-Lösung nicht zu konstatieren.

Löhnis.

Cunningham, A. and Löhnis, F. Studies on soil protozoa. I. The growth of protozoa on various media and the effect of heat on active and encysted forms. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **39**, 1914, S. 596—610.

Von den verschiedenen geprüften Substraten gaben Blutmehl-, Giltay-, Mannit-Lösung und Erdextrakt die besten Resultate. Nach Impfung mit Erde kamen zuerst Flagellaten und Ciliaten zur Entwicklung, später Amoeben. Das Wachstum der Bakterien und Protozoen zeigte große Übereinstimmung; diese folgen jenen in nur geringem zeitlichen Abstände. Erhitzung wirkte auf die Erdprotozoen in folgender Weise ein:

Tötungs-Temperatur	Flagellaten	Ciliaten	Amoeben
für aktive Formen . . .	44° C	54° C	48° C
für encystierte Formen .	70—72° C	72° C	72° C

Voraussichtlich gestattet die differente Thermoresistenz, direkt festzustellen, ob die Protozoen in einer Erdprobe in aktiver oder in encystierter Form vorhanden sind.

Löhnis.

Ramm, E. Zur Frage der Impfung bei Neukulturen auf Hochmoor. Ill. landw. Ztg. **33**, 1913, S. 597.

Weil in einem Falle Salpeter-Düngung (2 dz pro ha) eine kräftige Knöllchen-Entwicklung beim ersten Anbau auf neukultiviertem Lande zur Entstehung kommen ließ, wird diese Maßnahme allgemein an Stelle der Impfung mit Erde oder mit Kulturen empfohlen (!). Die Stickstoffdüngung soll die Leguminosen in den Stand setzen, die Knöllchenbakterien aufzunehmen.

Löhnis.

Domratschewa, F. A. Die Anwendung der bakteriellen Röste des Leines zur Bestimmung der Faser und der Schäbe in Leinstengeln. Russ. Journ. f. exp. Landw. **14**, 1913, S. 155—166 [russ. m. deutsch. Zusammfsgg.].

Kleine Leinbündel werden in mit Wasser gefüllten Reagenzgläsern sterilisiert und mit Reinkulturen geimpft. Die Prüfung kann eventuell für Zuchtzwecke von Wert sein.

Löhnis.



1695.

Register der Personennamen.

Aberhalden 321, 355	Brailsford 238	Doane 348	Godet 81
Allemann 348	Bredemann 184	Domratschewa 372	Goslings 169
Allescher 212, 213, 214	Brefeld 100, 120, 214	Drew 176	Grandval 17
Altmann 289, 319	Breslauer 353	Ducháček 185	Green 180
Ambrož 181	Breton 368	Duclaux 138, 355, 368	Greville 93, 222
Andern 289, 314, 319	Brioux 150	Dunbar 167	Griffith 150
Anders 272	Broome 109, 126, 127, 129, 229	Duntze 283	Grimmer 171
Arnd 352	Brown 179, 370	Edwards 349	Grouven 262
Arnold 229	Bruhn 170	Ehrenreich 324	Grüß 239
Ayers 169, 172, 173	Bruns 161	Eickmann 354, 368	Guerbet 150
Bach 325, 342	Buchard 186	Ellis 150, 231	Guilliermond 240, 244
Baragiola 81, 88	Bürger 261, 262	Ellridge 349	Haehn 273
Barthel 11, 43	Bulle 263, 267	Ellrodt 284	Hansen 71, 74, 138
Bassalik 319	Burri 149, 152	Emmerling 354, 368	Hanzawa 284
Battige 167	Butler 131	Engberding 1, 194, 196	Harden 139, 237
Bäumler 117, 119	Cacace 355, 368	Euler, v. 236, 237	Harding 168
Baudet 289, 319	Cernovodeanu 324	Evans 174	Hardy 324
Bazarewski 13, 14, 35, 45, 46	Cesati 96, 101	Everhardt 231	Harkness 229
Beck 120	Chamberland 289, 319	Feltgen 95, 209	Hart 174
Beijerinck 176, 243	Charvat 181	Ferdinandson 106	Hasenbäumer 182
Benecke 368	Chodat 355, 356, 362, 365, 368	Fermi 354, 368	Hass 267
Bengtsson 48	Choukewitch 168	Fischer, H. 15, 48, 194, 195	Hastings 174
Berg 170	Christensen 181, 194	Fletscher 43	Hayduck 241, 255, 263, 267
Berghaus 368	Chrzaszcz 276	Fodor, v. 349	Headden 155, 183
Berkeley 102, 105, 108, 109, 126, 127, 129, 229	Clement 209	Foerster 256	Heinitz 15, 48
Berlese 98	Coblitz 266, 267, 287	Foth 283	Heinrich 145, 283
Berthelot 171, 318, 319	Cohendy 168	Fowler 289, 314, 319	Henneberg 241, 242, 243, 244, 265, 280, 282, 287
Bertrand 171, 318, 319	Coleman 14, 35, 45, 46	Freudenreich, v. 148, 243	Hennings 106, 109, 111, 117, 125, 232
Besana 172	Cooke 93, 229	Freund 174	Henri 324
Bienstock 368	Crossonini 367, 368	Frieber 168	Hering 173
Bierry 324	Cunningham 372	Fries 93, 96, 99, 119, 132, 222, 231	Hesse 166
Bischoff 350	Curtis 102, 105, 108	Frings 271	Heuß 70
Bitter 368	Czapek 292, 319, 368	Fuckel 93, 96, 98, 117, 120, 132, 209	Hille 236, 237
Bizzell 176	Davis 170	Fürth, v. 239	Hiltner 183
Blanck 160, 194	Dehnicke 263	Gärtner 162	Himmelfarb 274
Blumenthal 366, 368	Delbrück 71, 75, 241	Gainey 153, 351	Hinze 150
Böhme 367, 368	Delezenne 368	Genoud 250	Höhnel, v. 104, 106, 112, 116, 123, 124, 126, 127, 207, 228, 230, 232, 233, 234, 235
Boekhout 171	Demolon 150	Gerlach 156	
Bokorny 248	Densch 156, 183, 352	Glenk 182	
Boller 88	Desmazières 99, 229	Glück 207	
Bolton 93, 132	Diedicke 211, 212, 213, 214, 215, 216, 218, 219, 221, 222		

- Hoffmann, K. 256, 261
 Hoffmann, W. 286
 Hohenadel 175
 Hutchinson 153, 178
 Hlovay v. Hlovsa 37
 Jaczewski 214, 215
 Jamieson 155
 Jancu 282
 Jensen, Orla 148
 Johanson 237
 Johnson 172, 173
 Kalischer 355, 368
 Kappen 194
 Karpinski 14, 268
 Kaserer 153
 Kellermann 178, 179, 370
 Kempf 308, 319
 Kerb 323
 Keutner 155
 Kindraczuk 170
 Kirschstein 95
 Kita 143, 321, 322
 Kitasato 366, 368
 Klebs 152
 Klein 280
 Klimmer 350
 Klinksieck 329
 Klöcker 138, 141
 Kloß 185
 Kluyver 321, 332
 Koch, A. 14, 202
 König 182
 Kohl 244
 Kossowicz, A. 186, 193, 242, 249, 252, 289, 319, 321, 343, 352
 Krainsky 370
 Krüger 17, 350
 Kruse 368
 Krzemieniewski 15, 194
 Küster 168
 Kuntze 243
 Kurono 321
 Labit 165
 Laer, H., van 146
 Lainé 13
 Lajoux 17
 Lang 349
 Lebedew, v. 236, 237, 320, 324
 Leberle 261
 Lederer 166
 Lehmann 319, 366, 368
 Lemmermann 15, 48, 194
 Levandowski 366, 368
 Liborius 368
 Lindau 94
 Lindner, P. 70, 71, 75, 247, 248, 249, 250, 251, 262, 263, 267, 275, 279, 281, 321, 322
 Linné 127
 Lintner 279
 Lipman 154, 160, 175, 179, 249
 Lobeck 173
 Lochhead 177
 Lockett 289, 314, 319
 Lodge 326
 Loeb 324, 325
 Löhms 13, 177, 180, 240, 249, 320, 347, 351, 369, 372
 Lvoff 325, 341, 342
 Lyon 176
 Macé 368
 Magnus 212, 213
 Makrinoff 173, 350
 Mansfeld 266, 278
 Marshall 367, 368
 Martelly 366, 368
 Martin 160
 Mason 174
 Matrucho 100
 Mazé 348
 Mc Beth 149, 151, 154, 369, 370
 Meißner, R. 147, 148
 Mentz 181
 Metschnikoff 152, 175, 318
 Michaelis 271, 323, 324, 325
 Migula 319
 Millak 323
 Miller 194
 Möller 319
 Mohr 176, 248
 Montagne 101, 115, 121, 229
 Morris 366, 368
 Moufang 252, 253, 260, 261, 262, 277
 Müller 14
 Müller, A. 164
 Müller, R. 285
 Münter 154, 371
 Müntz 13
 Mütterlein 182
 Mumford 151
 Nägeli 289, 319
 Nasse 325
 Naumann 249
 Naviasky 368
 Neuberg 323, 324, 327
 Neumann 154, 319, 366, 368
 Niklewski 14, 320
 Nitschke 217
 Noldin 143
 Norris 139
 Northrup 169
 Notaris, de 96, 231
 Oes 176
 Oker-Blom 162, 163
 Olsen-Sopp 174
 Omelianski 13, 32, 47, 48
 Oppenheimer 238
 Osterwalder 139
 Overgaard 181
 Palladin 323
 Parnas 43
 Peklo 249
 Penzig 105, 108, 117
 Percival 174
 Perrier 149
 Persoon 94, 99
 Peter 162
 Peterson 176
 Petherbridge 179, 180
 Petruschewsky 333
 Pettit 14, 202
 Pfaundler 368
 Pfeiffer 160
 Pillai 249
 Piorkowski 152
 Platschewsky 325
 Potteiger 170
 Pringsheim 152, 184, 351, 371
 Rabenhorst 99, 101
 Rahn 156, 160, 177
 Ramm 372
 Rauth 289, 319
 Regenstein 289, 316, 319
 Rehm 94, 98, 101, 105, 114, 123, 129, 229
 Reitmair 17
 Renard 324
 Resenschek 324, 328
 Rettger 368
 Riffart 349
 Ritter 157, 159, 353, 368
 Rogers 170, 348, 349
 Rohonyi 325, 341
 Rolle 285
 Rommel 255
 Rona 323, 325
 Rosam 167
 Rose 268, 322
 Rosenblat-Liechtenstein 184
 Rotherth 1
 Roux 289, 319
 Ruata 1
 Rudo 324
 Rüdiger 268
 Russel 153, 178, 179, 180
 Saccardo 90, 93, 94, 97, 98, 104, 105, 108, 117, 120, 122, 128, 224, 228, 229, 231, 235
 Sackett 155, 156
 Saito 322
 Salkowski 367, 368
 Samarani 172
 Sammis 170
 Sandberg 48
 Santmann 266
 Scales 149, 370
 Schaeffer 324
 Scheckenbach 73, 249
 Scheermesser 171
 Schepss 324
 Schiele 267
 Schloßmann 169
 Schmidt, O. 263
 Schneider 165
 Schnell 275
 Schönfeld 71, 245, 256, 257, 258, 259, 261, 274
 Schützenbach 271
 Schulze 246
 Schulzer 97
 Schumburg 256
 Schwarz 164
 Schweinitz 109
 Schweizer 356, 368
 Seaver 97, 104, 107, 230
 Selter 367
 Severin 194
 Sharp 154
 Simon 183, 351
 Skar 172
 Slator 139
 Smith 155, 351, 369, 370
 Söderbaum 17
 Söhlgen 151, 311, 319
 Sokolowsky 257
 Spegazzini 105, 107, 129, 218, 229, 235
 Sperlich 165
 Splittgerber 349
 Stahel 247
 Starbäck 97, 124, 126, 130, 224, 226, 227, 228, 229, 231
 Steingger 349

Steiner 81	Tillmans 349	Waale, de 368	Windisch 280, 281
Sternberg 353, 368	Tissier 366, 368	Wagner, R. 289	Winge 106
Stevens 15, 46, 178	Tode 101, 115, 127, 132, 231	Walden 334	Winogradski 12, 13, 32, 48
Stevenson 175	Tollens 17	Wallroth 96	Winter 99
Stewart 183	Traube 323	Waterman 140	Withers 15, 46, 178
Stierli 152	Troili-Petersson 173	Weese 90, 95, 119, 129, 224, 229, 230	Wojtkiewicz 347
Stockhausen 266, 267, 287	Tulasne 94, 127	Wehmer 286, 368	Wolff, A. 172
Strasser 101	Valette 329	Weis 14	Wollenweber 101, 102, 120, 155, 230
Stutzer 183	Vandervelde 368	Weigers 88	Wright 154
Suzuki 321, 322	Vetter 261	West 150	Wüst 251
Swingle 155	Viehöver 371	Wildeman 125	Wüstenfeld 263, 269, 270, 271, 272, 273
Sydow 110, 125, 131, 228	Völtz 269	Wildiers 322	Young 207
Terlikowski 276	Vogel 159, 350, 352	Will 70, 73, 74, 143, 145, 244, 245, 249, 254, 261, 262, 278	Zaitschek 170
Thalau 177	Vogel von Falkenstein 369	Wilson 168	Zikes 249
Theissen 102, 124, 129, 234	Vogl 98	Wimmer 13	Zunz 355
	Vries, Ott de 171		

Alphabetisches Sachregister.

Abwasser, Reinigung 165, 167	Anstellhefe 282, 283, 287, s. auch Hefe	Bacillus calcis 176
Acetobacter melanogenum 141	Anthracen 309	— carpathicus 170
Achromatium oxaliferum 150	Antipirin 309	— caucasicus 243
Actinomyces 176, 366	Aspergillus 346	— coli anindolicus 366
— alboroseus 371	— albus 143	— cyanogenes 366
— albus 154, 371	— candidus 143	— cytaeus 149
— chromogenes 154, 371	— flavus 149, 344	— Delbrücki 280, 281
— melanocycus 371	— fumigatus 149	— extorquens 313
— odorifer 154, 371	— glaucus 143, 344, 345, 352	— fluorescens 201, 206, 289, 313, 354, s. auch fluo- reszierende Bakterien
Äpfelsäuerung 344	— nidulans 149	— helvolus 289
Ätzkalk, Einfluß auf Boden- bakterien 201, 204, 206, s. auch Kalk	— niger 345, 352	— Lutiensis 357
Aktinomyceten, des Bodens 154	— Okazaki 143	— megatherium 354
— farbstoffbildende 154	— tamarii 143	— mesentericus panis viscosi 357, 358, 359
— Geruchsbildung 154	Asti spumante 147	— — vulgatus 344, 345, 346
Alkalisalze, Einfluß auf Azoto- bacter 154	Azotobacter 153, 154, 155, 156, 157, 158, 175, 177, 178	— murisepticus 366
Alkaloide, Zersetzung durch Bakterien 310	— Beijerinckii 152	— mycoides 181, 313, 344, 345, 346
Alkohol 247, 248, 251, 268	— chroococcum 152	— paratyphi 366
— bakterizide Wirkung 256	Azotogen 183, 350	— Pasteurii 371
— Bestimmung 138	Bacillus acidi lactici 174	— peptonificans 163
— Milchtitration 320	— aerogenes 366	— probatus 371
Aluminium 268	— aminophilus intestinalis 171	— prodigiosus 313, 354, 357, 358, 359, 362
Amylase 146, 276	— amylobacter 184	— Proteus vulgaris 313, 314, s. Bacillus vulgare, Pro- teus vulgaris
Amylomyces Rouxii 145	— anthracis 313, 314, 355, 362, 366	— pseudodysenteriae 367
Amyloverfahren 145, 283	— bibulus 149	
Angkha 143	— bulgaricus 243, 348, 349	
Anilin 309		

- Bacillus pyocyaneus* 149, 313, 354, 366, 368
 — *ramosus* 354
 — *rossica* 152
 — *ruber* 357, 358, 359
 — *sinapivagus* 345
 — *subtilis* 151, 289, 313, 314, 344, 345, 346, 354, 357, 358, 359, 368
 — *typhi* s. Typhusbazillen
 — *violaceus* 357, 358, 359, 360, 361, 368
 — *vulgatus* 313, 314
Bacterium aceti 141
 — *Benzoli* 293, 299, 301, 302, 305, 306, 309, 310, 311, 312, 315, 316
 — *Brenzcatechini* 293, 297, 315
 — *coli* 163, 165, 173, 289, 313, s. auch Colibazillen
 — *cyaneo-fluorescens* 172
 — *der Hämorrhagie* 366
 — *droserae* 173
 — *extorquens* 313
 — *fimi* 149
 — *fluorescens* 151
 — *gracile* 139
 — *lipolyticum* 151
 — *liquatum* 149
 — *mannitopoeum* 139
 — *paratyphi* 163, s. auch Paratyphusbazillen
 — *Pasteurianum* 141
 — *Phenoli* 293, 294, 295, 296, 302, 309, 311, 312, 314, 315
 — *Phloroglucini* 293, 298, 309, 311, 312, 315
 — *pituitoso-coeruleum* 169
 — *prodigiosum* s. *Bacillus prodigiosus*
 — *rancens* 141
 — *Stutzeri* 151
 — *syncyaneum* 172
 — *typhi* 289, s. auch Typhusbazillen
 — *visco-fucatum* 169
 — *vulgare* 343, s. auch *Proteus vulgaris*
 — *xylinum* 141
 Bakterien, anaerobe 173
 — *Aussaatstärke* 1
 — *benzinverwertende* 151
 — *benzoesäureassimilierende* 149, 150
 — *Benzol-* 289, 293, 317
 — *Buttersäure-* 243, 344, 346
 — *Eisen-* 150, 151
 — *Eiweißzersetzung* 353
 Bakterien, Essig- 139, 140, 271
 — *fettzersetzende* 151
 — *fluoreszierende* 151, 346
 — *Harnstoff-* 157, 351, 371
 — *humusstoffzersetzende* 151
 — *Kalk, Einfluß auf Bodenbakterien* 194
 — *karbolsäureassimilierende* 149
 — *Keimzählung* 1, 166
 — *Milch-* 355
 — *Milchsäure-* 156, 157, 169, 173, 174, 175, 241, 243, 280, 281, 345, 346, 347, 348
 — *Myko-* 151
 — *Nährstoffmangel* 5
 — *Nitrit-* 13
 — *paraffinassimilierende* 151
 — *paraffinölassimilierende* 151
 — *petroleumassimilierende* 151
 — *salicylsäureassimilierende* 149
 — *Salztoleranz* 165
 — *schleimbildende* 173
 — *Schwefel-* 150
 — *Senfö-, Einfluß auf* 186
 — *Stoffwechselprodukte, Einfluß auf* 4
 — *thermophile* 181, 345, 371
 — *zellulosezersetzende* 149, 151, 152, 177, 178, 182, 351, 370, 371
 Bakterienzählung 1
 Bakteriologie, landwirtschaftliche 240
 Benzin 310, 311
 Benzoeharz, Zersetzung 289, 345
 Benzoesäure 149, 150, 289
 Benzol 292, 293, 305, 306, 307, 309, 313
 Benzolbakterien 289, 293
 Bernsteinsäure 140
 Bier, Aromabildung 285, 286
 — *Schleimigwerden* 274
 Bierfilz 281
 Biorisator 347
 Bios 321
 Birnen, Keimgehalt 344
 Blutmehl 180
 Boden, Aktinomyeten des 154, s. auch Actinomyces
 — *Bakteriengehalt* 175, 179
 — *Bakterientätigkeit* 156, 177, 370
 — *Beurteilung* 182
 Boden, Düngung 350, 351, 370, 372
 — *Mikroorganismen des* 157, 178
 — *Moor-* 158, 159, 181, 183, 352, 372
 — *Müdigkeit* 180
 — *Schwefeldüngung* 150, 352
 — *Schwefelkohlenstoff, Einfluß auf* 150, 153, 351
 — *Strohdüngung* 350
 — *Sterilisation* 178, 179, 350
 — *Untersuchung* 179, 182
 — *Toluol, Einfluß auf* 153, 351
 Boekelscheuren 171
 Botrytis Bassiana 352
 Bottichholzspäne, Untersuchung 279
 Brantwein 283, 284
 Brauwasser, Untersuchung 278
 Brennerlei 282, 283, 284, 285
 Brenzkatechin 292, 303, 304, 309, 313
 Brenztraubensäure 323, 327, 337
 Bresadodella 232
 — *aura* 232, 233*
 Butter, Metallsalze, Einfluß auf 170
 Buttermilch 349
 Calonectria 231, 235
 — *canadensis* 231
 — *Dearnessii* 231
 — *mellina* 229
 — *ochraceo-pallida* 229
 — *Plowrightiana* 229
 — *pulchella* 227*, 232
 — *sulcata* 231
 Casol 349
 Cephalothecium roseum 149
 Ceuthospora 221, 222
 Chaetothyrium 235
 Chlorkalk 161, 162
 Chloroform 185
 Choleravibrionen 161
 Cladosporium herbarum 344, 345, 346, 352
 Cladotrix dichotoma 344
 Clostridium aerobicum 184
 — *americanum* 153
 — *Pastorianum* 184
 Colibazillen 161, 168
 Crenothrix polyspora 150
 Crotonocarpia moriformis 209
 Cytonaema Spinella 215*
 Cytophoma pruinosa 216*
 Cytospora 215, 216, 220*, 222
 Darmbakterien 168, 171

- Darmmalz, Keimgehalt 346
 Dematium pullulans 345
 Dendrophoma 208
 — pruinosa 216, 217
 Denitrifikation 13, 14, 25,
 154, 156, 158, 181, 201,
 206
 — Einfluß organischer Stoffe
 11, 154, 156
 Denitrobacterium thermo-
 philum 181
 Desinfektionsmittel, Einfluß
 auf Hefe 262, 263
 Dextrine 248
 Diastase 325
 Diplococcus roseus 313
 Dörrobst, Keimgehalt 344
 Dünger, Keimgehalt 351
 Eier, Haltbarmachung 343
 — Pilzgehalt 343
 — Zersetzung 343
 Elektrizität, Einfluß auf En-
 zyme (Fermente) 323
 Emulsin 325
 Enzyme 238, 239, 273, 279,
 353, 354
 — Beeinflussung durch den
 elektrischen Strom 323
 Essigbakterien, Dauerkulturen
 271, s. Bakterien, Essig-
 Essigfabrikation, Reinzucht-
 bildner 270, 271, 272, 273
 — Wärmebilanz 269, 272
 Essigsäuregärung 139
 Ester, Einfluß auf Bakterien 70
 — Einfluß auf Hefen und
 Sproßpilze 70, 80
 Euterbakterien 168
 Farmogerm 184
 Faßgeläger, Kristalle in 254
 Faßreinigung 277
 Faßwand, Aromabildung 285
 ferment mannique 139
 Fleischmehl 180
 Fusarium 149, 344
 — discolor 155
 — oxysporum 155
 — roseum 155
 — trichothecioides 155
 Gärfilter 267
 Gärbottiche, geschlossene 283
 Gärung 279, 321
 — alkoholische, Einfluß des
 elektrischen Stromes 323
 — Eiweißabnahme 252
 — katalytische Wirkung toter
 Hefezellen 253
 — Paraffinöl, Einfluß auf 81,
 89
 — Petroleum, Einfluß auf 148
 Gärung, Säurezunahme 252
 Gärungsführung 241
 Galaktose 139
 Gasbildung, Bestimmung 167,
 168
 Gelatinase 361
 Gliocladium viride 149
 Glukonsäure 140, 141
 Glycobacter peptolyticus 152
 — proteolyticus 152
 Grünmalz, Keimgehalt 346
 Guajakol 309
 Gurkensäuerung 242
 Haplographium echinatum 149
 Harnstoff, Assimilation durch
 Hefen und Schimmelpilze
 251, 252
 Harnstoffbakterien 157, 351,
 371
 Hefanol 327
 Hefe, Bruch- 246
 — Chemie 240, 244, 245,
 246, 258
 — chinesische 145
 — Chloroform, Einfluß auf
 185
 — Einfluß auf Milchsäure-
 bakterien 169
 — Ester, Einfluß auf 70, 80
 — Flockenfestigkeit 257
 — Fruchtesterbildung 71
 — Gärung s. Gärung
 — Harnstoffassimilation 251,
 252
 — Herführungsverfahren 266,
 267
 — im Cheddarkäse 349
 — im Schnupftabak 346
 — im Tabak 346
 — im Vogelei 343
 — Konkurrenzkampf mit
 Kahlmhefen 265
 — Kristalle in 254
 — Lehrbuch über 240
 — Maltoseassimilation 321
 — Nährstoffmangel 5
 — Physiologie der 240, 244,
 245, 246, 247, 248, 256,
 258, 259
 — Plattenkulturversuche 2
 — schwarze 143
 — Senföl, Einfluß auf 185
 — Staub- 246
 — Stickstoffassimilation 249,
 352
 — symbiotische 249
 — Trocknen der 263
 — Verhalten zu Alkohol 247,
 248, 251
 — — — Dextrinen 248
 Hefe, Verhalten zu Zuckerarten
 248, 251
 — wilde 71, 72, 74, 75, 76,
 77, 78
 Hefeextrakt 236
 Hefemazerationssaft 236
 Hefepreßsaft 324
 Hefereinzucht 266, 268
 Heubazillen 243, s. auch Ba-
 cillus subtilis
 Hillhousia mirabilis 150
 — palustris 150
 Hopfen, bakterizide Wirkung
 255
 — Einfluß auf Hefen 255
 Hornmehl 180
 Humusbildung 369
 Humusstoffe, Bildung 149
 — Zersetzung 151
 Humuszersetzung 158
 Huslanka 170
 Hydrochinon 292, 309
 Hydrogenomonas agilis 320
 Hypocreaceen 228, 229
 Hypomyces aurantius 94, 99
 Ijuhya 227, 228, 229
 Indolreaktion 362, 363, 364,
 365, 366
 Isaria farinosa 352
 Käse, Blähung 348
 — Cheddar- 170, 174, 349
 — Edamer- 171
 — Emmentaler 348
 — Fabrikation 348
 — Fehler 171, 348
 — Grana- 172
 — Keimgehalt 348, 349
 — Liptauer- 349
 — Parmesan- 172
 — Roquefort- 343
 — Schweizer- 349
 — Stilton- 174
 Kahlmhefen 248, 250, 251, 265,
 s. auch Mycodermia
 Kalk, Einfluß auf Boden-
 bakterien 194, 352
 Karbolsäure 149, 150, s. Phenol
 Karboxylase 327
 Kartoffel, Trockenfäule 155
 Kautschuk, Zersetzung durch
 Mykobakterien 151
 Kefir 242
 Knöllchenbakterien 183, 184,
 350, 351, 372, s. auch
 Stickstoffbindung
 Knypers 171
 Koji 143
 Kreosot 309
 Laktobazillen 170, 174, 175,
 243, 349

- Lambicbier 250
 Leinröste 372
 Leptothrix Meyeri 150
 Leuconostoc Opalenitza 344
 Levure anamite 145, 146
 Mais, Schimmelpilzgehalt 344
 Maisbrennerei 282
 Maische, Säuerung 280, 281
 Malmeomyces 224, 227, 228, 229, 230, 232, 234, 235
 — pulchella 224, 232, 234
 Maltose, Assimilation durch Hefe 321
 Malz, Keimgehalt 346
 Megalothrix discophora 150
 Melanconiceen 223
 Melaninbildung 176
 Melanospora 158
 Melassebrennerei 283
 Menthol 310
 Methanbazillus 153
 Methylalkohol 247, 248
 Methylenblau 325, 342
 Micrococcus 346
 — asciformis 354
 — candidans 344
 — paraffinae 151
 Milch, Ammoniakgehalt 349
 — Bakteriengehalt 173, 347
 — biorisierte 169, 173, 347
 — Enzyrna 347
 — Fermente 171
 — Leukozytenprobe 172
 — Pasteurisierung 169, 172, 173, 347
 — Sterilisierung 172, 173
 — Titration mit Alkohol 320
 — Untersuchung 169, 320, 347
 — Uviol- 347
 Milchsäure, Bildung durch Essigbakterien 139
 — Gärungsmilchsäure, technische 286
 Milchsäurebakterien, s. Bakterien
 Milchsäuregärung 344, s. auch Bakterien, Milchsäurebakterien
 Milchwirtschaft, Bakteriologie in der 148
 Milzbrandbazillen 289
 Molkenlimonade 152
 Molkina 152
 Monilia candida 352
 — fructigena 344
 Most, Chloroform, Einfluß auf 185
 — Senfö, Einfluß auf 185
 Most, Vergärung unter Paraffinöl 81, 89
 Mucor 344, 346
 — Boidin 352
 — Mucedo 344, 345
 — Rouxii 145
 Mycobacterium album 151
 — hyalinum 151
 — lacticola 151
 — luteum 151
 — plei 151
 — rubrum 151
 Mycodermia 344, 348
 — cerevisiae 139
 — decolorans 72, 74, 75, 76, 77, 78
 — lambica 250
 — valida Leberle 72, 75, 76, 78
 — vanlaeriana 250, s. auch Kalmhefen
 Mykobakterien 151, s. auch Bakterien
 Nactrocymbeen 234, 235
 Nahrungsmittel, Haltbarmachung 241
 Naphthalin 310
 Naphthol 310
 Nectria albicans 124, 125
 — Anacardii 116, 117
 — applanata 132
 — arenula 129
 — Aurantium 96, 97, 100, 131
 — aurea 93, 94, 100
 — bactridioides 124, 127, 129, 229
 — Berkeleyi 123, 126
 — Blumenaviae 124
 — calamicola 106, 107
 — cannae 107
 — capitata 117
 — caespiticia 125
 — carneosea 229
 — cinereo-papillata 117
 — cinnabarina 91, 101, 102, 127, 231
 — citrina 96, 97, 100
 — citrino-aurantia 127, 128, 229
 — coccinea 91, 99, 101
 — compressa 130, 131
 — consanguinea 94, 100
 — cosmariospora 96
 — cucurbitula 101, 114, 115, 117, 118, 119, 120
 — danica 94, 100
 — dasyscyphoides 106, 107
 — dealbata 126
 — depallens 229
 Nectria ditissima 120
 — discophora 101, 115, 116, 118
 — dolichospora 102, 105, 108, 113*, 114
 — epigaea 93, 100
 — erinacea 126, 127
 — eustoma 117
 — fallax 96, 100
 — fimicola 93, 100
 — follicola 105, 108
 — galligena 91, 101, 119
 — Granatum 96, 97, 100
 — haematitis 102, 108, 110, 111, 112, 114
 — Henningsii 105, 106, 107
 — heterosperma 129, 131, 132
 — hypoxantha 102, 108, 109, 111
 — importata 94, 105
 — indigens 229
 — inudata 95
 — Jaapiana 95, 100
 — juruensis 125
 — leprosa 125
 — leucotricha 105, 107
 — lichenicola 101, 102
 — martialis 94
 — Musae 107
 — Nymniana 108, 111, 112
 — ochroleuca 109
 — ornata 106, 107
 — oropenoides 101, 102
 — perforata 99
 — Pezicula 94
 — Peziza 91, 92*, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 105, 107, 231
 — pezizelloides 105, 107
 — pezizoides 95, 100
 — pityroides 121, 122, 123, 124, 125, 126
 — Placenta 106, 107
 — poricola 102, 111
 — pseudogrammicola 129, 229
 — punicea 119
 — purpurea 127
 — Ralfsii 126
 — rimicola 97
 — sanguinea 93, 94, 132
 — setosa 106, 107
 — silacea 97
 — sphaeroboloides 100
 — sphagnicola 95, 96, 100
 — Strelitziae 106, 107, 109
 — subquaternata 109
 — suffulta 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 111, 112, 114

- Nectria Sydowiana* 129
 — *Taxi* 129
 — *truncata* 129
 — *tuberculariformis* 129, 229
 — *Umbellulariae* 97
 — *urceolus* 129, 229
 — *vagabunda* 105
 — *vulpina* 97, 98, 99, 100
 — *Westhoffiana* 94, 95, 100
 — *Xanthostroma* 108
Nectria-Rot 91
Nectriella fuscidula 98
 — *setulosa* 105, 114
Nitragin 154, 350
Nitrifikation 12, 25, 47, 154, 155, 156, 158, 175, 176, 178, 204, 206, 351, 369
 — Einfluß organischer Stoffe 11, 47, 154, 156
Nitritbakterien 13, s. auch *Nitrifikation*
Nitrobacterine 154
Nitrobenzol 310
Nitroculture 154
Obst, Keimgehalt 344
Obstwein, Bereitung 287
Oidium 172, 275
 — *casei* 276
 — *lactis* 249, 275, 346
Oliven, Schwefelwasserstoffgärung 345
Oospora 275
Organische Stoffe, Einfluß auf Nitrifikation und Denitrifikation 11, 47, 154, 156
Oryzanin 321, 322
Oxyphenole 292, 309
Ozon 162, 260, 261, 262, 277
Ozonwasser 262, 277, s. auch *Ozon*
Pakhka 143
Paraffin, Assimilation durch Mikroorganismen 151
Paraffinöl, Assimilation durch Mikroorganismen 151
 — Einfluß auf die Gärung 81
Parakresolytysinase 362
Paratyphusbazillen 161
Peckia 209, 210
Pediococcus viscosus III 274
Perlzwiebelgärung 345
Penicillium 193, 289, 346
 — *africanum* 149
 — *brevicaule* 352
 — *claviforme* 149
 — *expansum* 149
 — *glaucum* 174, 344, 345, 352
 — *luteum* 149
Penicillium pinophilum 149, 178
 — *roseum* 149
 — *rugulosum* 149
 — *stoloniferum* 149
Peptolyse 360
Petroläther 310, 311
Petroleum, Assimilation durch Mikroorganismen 151, 310, 311
 — Einfluß auf die Gärung 148
Pfirsiche, Fäulnis der 344
Phenol 149, 150, 289, 290, 302, 309, 312, s. auch *Karbonsäure*
Phenolbakterien s. Bacterium phenoli
Phenolderivate 292
Phenolsulfosaures Kali 310
 — *Zink* 310
Phlorogluzin 292, 304, 305, 309, 313
Phonolith, als Düngemittel 153
Phosphorsäure 246
Phycomyces nitens 275
Phyllosticta Lysimachiae 212, 213
Pichia alcoholophila 142
 — *calliphorae* 142
 — *membranaefaciens* H. 72, 75, 76, 78, 138, 141, 142, 352
 — *polymorpha* 142
 — *suaveolens* 142
Plattenkultur 1
Plectophoma bacteriosperma 207
 — *Umbelliferarum* 207
Pleurophoma 207
 — *pleurospora* 208
Proteine, physikalische Chemie der 238
Proteus vulgaris 313, 343, s. auch *Bacterium vulgare*
Protozoen 153, 160, 178, 179, 372
Pseudomonas subcreta 149
Ptomäine 171
Pyrogallol 292, 309
Reinzucht, System der natürlichen 71
Resorzin 292, 309
Rhizopus Delemar 145
 — *japonicus* 145
 — *nigricans* 344, 345
Rosahefe 344, s. auch *Hefe*
Ruhrbazillen 161
Rübenschnittel, Einsäuern 170
Saccharomyces 344
 — *anamensis* 145, 146
Saccharomyces anomalus 352
 — *apiculatus* 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79
 — *bruxellensis* 250
 — *Carlsbergensis* H. 139
 — *ellipsoideus* 71, 72, 74, 75, 76, 77, 263, 352
 — *farinosus* 249
 — *fragilis* 243
 — *kefir* 243
 — *membranaefaciens* 138, s. auch *Pichia membranaefaciens*
 — *niger* 145
 — *Pastorianus* 72, 74, 75, 76, 77
 — *turbidans* 263
 — *validus* 263, 352
Sachsa suaveolens 72, 75, 76
Säuren, organische 311, 312
Salicylsäure 149, 150
Salpeterbakterien 13, 351, s. auch *Nitrifikation*
Salpeterbildung 13, 47, s. auch *Nitrifikation*
Salze, antagonistische Wirkung 160
Salztoleranz der Bakterien 165
Sarcina 344
 — *aurantiaca* 313, 355
Sauerteig, Mikroflora 344
Schimmelpilze, benzoessäure-assimilierende 149
 — *im Vogelei* 343
 — *japanische* 143
 — *phenolassimilierende* 149
 — *salicylsäureassimilierende* 149
 — *Stickstoffbindung* 352
 — *zellulosezersetzende* 149
Schnupftabak, Keimgehalt 346
Schutzanstrich der Wasserreservoirs 162
Schwefelkohlenstoff 150, 153, 351
Sclerophoma Mali 214
Scleropycnis 218
Sclerotiopsis 218, 220
 — *piceana* 219
 — *Rubi* 218
Scoleconectria 231
Senf, französischer 193, 344
 — *Zusammensetzung der Pilsdecken* 345
 — *Kremser-, Torula im* 345
Senföl, bakterizide Wirkung 185, 186
Sirococcus 209, 210
Sphaeria aurea 93
 — *Peziza* 99

- Sphaeronema Spinella 214, 215
 Sphaeropsiden 207
 Sphaeropsis Anethi 210
 Spirillen 362
 Spirillum cholerae 353
 — volutans 313
 Sporotrichum radicum 149
 — sporulosum 149
 — thebaicum 149
 Sproßpilze, Ester, Einfluß auf
 70, s. auch Hefen, Torula,
 Mykoderma
 Staphylococcus albus 313
 — aureus 313
 — citreus 313
 — pyogenes 289, 355, 361,
 368
 Stickstoffbindung 151, 154,
 155, 156, 176, 183, 184,
 351, 352, 369
 Streptococcus 243
 — lactis 170, 174
 Streptokokken 168, 173, 347
 Streptothrix alba 313
 Sulfogajakolsaures Kali 310
 Tabak, Keimgehalt 346
 Tabakaroma 346
 Taette 174
 Tannin 292
 Terpene 310
- Thiovolum majus 150
 — minus 150
 Thymol 292, 354
 Toluol 292, 310, 351
 Torula 72, 74, 75, 76, 77,
 78, 174, 344, 345, 346,
 349
 — kefir 243
 — lactis γ 243
 — nigra 145
 Traubenmost, Chloroform, in-
 fluß auf 185
 — Senfö, Einfluß auf 185
 — Vergärung unter Paraffinöl
 81, 89
 Treubomyces 234, 235
 Trichoderma lignorum 149
 Trockenhefe 263, 265, 269
 Trockenmilch, Keimgehalt 346
 — Käsigwerden 346
 — Ranzigwerden 346
 Tuberkelbazillen 169, 366
 Typhusbazillen 161, 366
 Tyrosinase 176, 353, 355
 Tyrothrix 174
 Ultraviolettes Licht 162, 163,
 164
 Vibrio Finkler 313
 — fluorescens 313
 — Proteus 313, 314
- Wasser, bakteriologische
 Untersuchung 1
 — Desinfektion 161, 162,
 163, 164
 — Keimzählung 166
 — Sauerstoffzehrung 166
 — Selbstreinigung 165
 Weinbukettschimmel 72
 Whisky 283
 Willia belgica 250
 — anomala H. 72, 74, 75,
 76, 77
 — — var. II Steuber 72, 75,
 76, 78
 Würzeagar 278
 Xylol 292, 310
 Yoghurt 170, 171, 175, 243
 Yoghurtpudding 171
 Zellulosezersezer 149, 151,
 152, 153, 177, 178, 182,
 351, 370, 371; s. auch
 zellulosezersezende Bak-
 terien und Schimmelpilze
 Zuckerdüngung 160, 182
 Zuckerrfabrikation, Frosch-
 laichbildung 344
 Zuckersäfte, thermophile Bak-
 terien in 345
 Zwetschenbranntwein 284
 Zymase 279, s. Hefe, Gärung



Gärungsphysiologisches Laboratorium Alfred Jörgensen

Kopenhagen V (Frydendalsvej 30) Dänemark

Gärungsphysiologisches Praktikum

für Anfänger und weiter Vorgeschrittene

Analytisches Laboratorium :: Reinzucht-Abteilung

:: Betr. Programme und näherer Auskunft wende man sich an den Direktor ::

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin

W 35 Schöneberger Ufer 12 a

Einführung in die Mykologie der Nahrungsmittel- gewerbe

von Professor Dr. Alexander Kossowicz, Privat-
dozent an der Technischen Hochschule in Wien. Mit 21 Abbildungen
im Text und fünf Tafeln. Geheftet 4 Mk., gebunden 5 Mk.

Einführung in die Mykologie der Genußmittel und in die Gärungsphysiologie

von Professor Dr. Alexander
Kossowicz. Mit 2 Tafeln und 50 Textabb. Geh. 6 Mk., geb. 7 Mk.

Einführung in die Mykologie der Gebrauchs- und Abwässer

von Professor Dr. Alexander Kossowicz. Mit
62 Textabbildungen. Gebunden 7 Mk. 60 Pfg.

Einführung in die Agrikulturmykologie

von Professor
Dr. Alexander Kossowicz.

I. Teil: **Bodenbakteriologie.** Inhalt: Kreislauf der Elemente, be-
sonders des Stickstoffs, unter Mitwirkung von Mikro-
organismen, Eisenbakterien, Schwefelbakterien, Mykologie
des Bodens und des Düngers. Mit 44 Abbildungen.

Geheftet 4 Mk., gebunden 5 Mk.

II. Teil: **Die Pilzkrankheiten der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen.**

Inhalt: Morphologie, Systematik und Physiologie der
phytopathogenen Pilze; durch Pilze verursachte Krankheiten
der Gemüsepflanzen, der Getreidepflanzen, der Obstbäume
usw. und deren Bekämpfung. Mit zahlreichen Abbildungen.

In Vorbereitung.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei

Soeben erschien:

Lehrbuch der Chemie, Bakteriologie und Technologie der Nahrungs- und Genußmittel für Studierende tierärztlicher, technischer und landwirtschaftlicher Hochschulen, für Nahrungsmittelchemiker, Mediziner und Pharmazeuten von **Professor Dr. Alexander Kossowicz**, Honorar-dozent für Mykologie und Technologie der Nahrungs- und Futtermittel an der k. und k. Tierärztlichen Hochschule und Privatdozent für Mykologie der Nahrungsmittelgewerbe an der k. k. Technischen Hochschule in Wien. Mit 225 Textabbildungen.

Geheftet 17,50 Mk., gebunden 18,80 Mk.

Das Lehrbuch des auf dem Gebiete der Nahrungs- und Genußmittelgewerbe bekannten Verfassers bringt eine gedrängte, streng wissenschaftliche, dabei leicht verständliche Darstellung der Gewinnung, Haltbarmachung, chemischen Zusammensetzung und Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel (Fleisch, Wurstwaren, Fleischstäfte, Eier und Eikonservern, Milch, Käse, Speisefette und -Öle, Mehl und Mahlprodukte, Brot und Teigwaren, Gemüse und Gemüsekonserven, Obst, Fruchtsäfte und Obstkonserven, Zucker und Zuckerwaren usw. usw.). Zahlreiche Abbildungen (225) und eingehende Literaturangaben ergänzen den Text.

Demnächst erscheint:

Die Biochemie in Einzeldarstellungen. Sammlung biochemischer Monographien herausgegeben von **Dr. Aristides Kanitz**.

Heft 1: **Temperatur und Lebensvorgänge** von **A. Kanitz**. Mit Textabbildungen. Geheftet ca. 4 Mk.

Die Sammlung wird zwanglos erscheinende Hefte enthalten, in denen über die wichtigsten Gebiete der Biochemie von berufensten Autoren zusammenfassend-kritische Darstellungen geboten werden. Die Chemie der Organismen vom Tier- und Pflanzentypus wird so weit wie möglich eine gemeinsame Behandlung erfahren, um dadurch dem oft nur auf einem der beiden Gebiete Arbeitenden eine völlige Übersicht zu bieten. — Nach Erschöpfung der im Brennpunkt des Interesses stehenden Fragen sollen auch weniger beachtete Probleme bearbeitet und damit der Forschung neue Anregung gegeben werden. — Jede Monographie ist in sich abgeschlossen und einzeln käuflich.

Einführung in die Mykologie der Lederfabrikation, der Textilpflanzen und des Holzes von **Professor Dr. Alexander Kossowicz**.
In Vorbereitung.

Ausführliche Verlagsverzeichnisse kostenfrei