

Mitteilungen.

50. Jos. Gicklhorn: Zur Morphologie und Mikrochemie einer neuen Gruppe der Purpurbakterien.

(Aus dem pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz.)

(Mit 2 Abbildungen im Text.)

(Eingegangen am 10. Mai 1921. Vorgetragen in der Julisitzung.)

I.

In der bekannten Monographie über Purpurbakterien faßt MOLISCH¹⁾ die bisher beschriebenen Gattungen und Arten in zwei Familien zusammen: 1. die im Zellinneren elementaren Schwefel ablagernden Thiorhodaceae und 2. die stets S-freien Athiorhodaceae. Von Süßwasserformen sind bisher ausschließlich S-führende Purpurbakterien (*Chromatium* als Typus) und S-freie (z. B. *Rhodococcus*) bekannt. Zwei marine Purpurbakterien führen außerdem ebenso wie manche Cyanophyceen Aërosomen²⁾.

Gelegentlich von Beobachtungen an biologisch bemerkenswerten Bakteriengruppen habe ich in Proben aus Gewässern der Umgebung von Graz mit Ausnahme von *Rhabdochromatium fusiforme* Winogradsky³⁾ nicht nur sämtliche bisher beschriebenen Süßwasserformen der Purpurbakterien gefunden, sondern auch eine Anzahl neuer Arten und Gattungen entdeckt. Unter diesen sind zwei neue Arten, die ich hier getrennt von anderen behandeln will, da ich sie mit gutem Grund als Vertreter einer neuen Gruppe der Purpurbakterien hinstellen kann.

Vorgreifend will ich dazu gleich erwähnen, daß beide Arten die Fähigkeit haben, große Mengen von geformten, amorphen d. i. im polarisierten Lichte einfach brechenden CaCO_3 im Zellinneren abzulagern, oft so stark, daß der gleichfalls vorhandene S fast verdeckt wird. Daß unter normalen Verhältnissen in der Natur beide

1) MOLISCH, H., Die Purpurbakterien usw. FISCHER, G., Jena 1907, bes. pag. 25–28.

2) MOLISCH, H., Zwei neue Purpurbakterien mit Schwebekörperchen. Bot. Zeitg. 64. Jahrg. 1906.

3) WINOGRADSKY, S., Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. Heft I. Schwefelbakterien FELIX ARTHUR. Leipzig 1888.

Arten stets CaCO_3 enthalten, unter ungünstigen Bedingungen zuerst das abgeschiedene CaCO_3 eingeschmolzen wird und Individuen, die nur S enthalten, sich nicht lange lebend erhalten lassen, ist wohl ein Hinweis, daß die Aufnahme und Verarbeitung von Ca-salzen für den normalen Stoffwechsel irgend eine besondere Bedeutung haben dürfte, zu mindest eine bisher unbekannte Beziehung zum Stoffwechsel der Zelle oder des H_2S bei diesen Arten besteht. Keine der anderen bekannten Purpurbakterien, selbst wenn sie absichtlich in Kulturen dieser neuen Arten übertragen wurden und dort sich üppig entwickelten oder schon in der Natur gemischt mit diesen Arten vorkamen, hat bei der mikrochemischen Prüfung je nachweisbare Mengen von Kalksalzen enthalten, unter den gleichen Bedingungen aber betrug bei den nun beschriebenen Arten die CaCO_3 -Speicherung bis zu 60 % des Körpervolumens. Die sichtbare CaCO_3 -Speicherung bestimmt das mikroskopische Bild, so daß man auch ohne Reinkultur jede einzelne dieser neuen Purpurbakterien unter allen andern des Präparates erkennen wird.

II.

Unter vorläufigem Außerachtlassen physiologischer Fragen will ich hier nur die Beschreibung der Arten¹⁾ und die Ergebnisse mikrochemischer Untersuchungen mitteilen.

Chromatium Linsbaueri Gicklhorn nov. spec.

Diese Art fand ich in Massen in einem Tümpel im Stiftingtal bei Graz. Proben des Bodensatzes, der zum größten Teil aus abgestorbenem Weidenlaub und *Eloleas*prossen bestand, bilden im Sonnenlicht stehend an der Lichtseite der Kulturgefäße bald einen rosafarbenen Hauch, der nach längerer Kulturdauer sich zu einem pfirsichblühroten Belag am Schlamm und den Glaswänden entwickelt. Die mikroskopische Untersuchung zeigt lebhaft bewegliche, fast schwarz erscheinende Bakterien, an denen man die rötliche Färbung durch Bakteriopurpurin²⁾ am besten nach Entfernung der Inhaltskörner merkt. Diese sind von zweierlei Art: 1. mehr peripherwärts gelagert durchscheinende, farblose oder leicht bläuliche, stark lichtbrechende, annähernd gleich große Kügelchen von 1—1,5 μ Durchmesser, die bei jeder Art von Fixierung und nachfolgendem

1) Ich benenne beide Arten nach Prof. KARL LINSBAUER in Graz: Es soll ein bescheidenes Zeichen meiner Hochachtung und Dankbarkeit sein, für die Möglichkeit als Gast in seinem Institut arbeiten zu dürfen und für die stete Anregung und das Interesse an meinen mikrobiologischen Beobachtungen.

2) MOLISCH, H., l. c., pag 74—87.

Auswaschen verschwinden. Dann treten 2. die Schwefeltröpfchen von typischer Form, Farbe und Lichtbrechung klar hervor, die gegen das Zellinnere gerückt und oft ungleich groß sind, dabei sich vom rosagefärbten Protoplasten scharf abheben. Abb. 1 B. Die Bewegung ist sehr lebhaft, die einzige, etwa körperlange Geißel

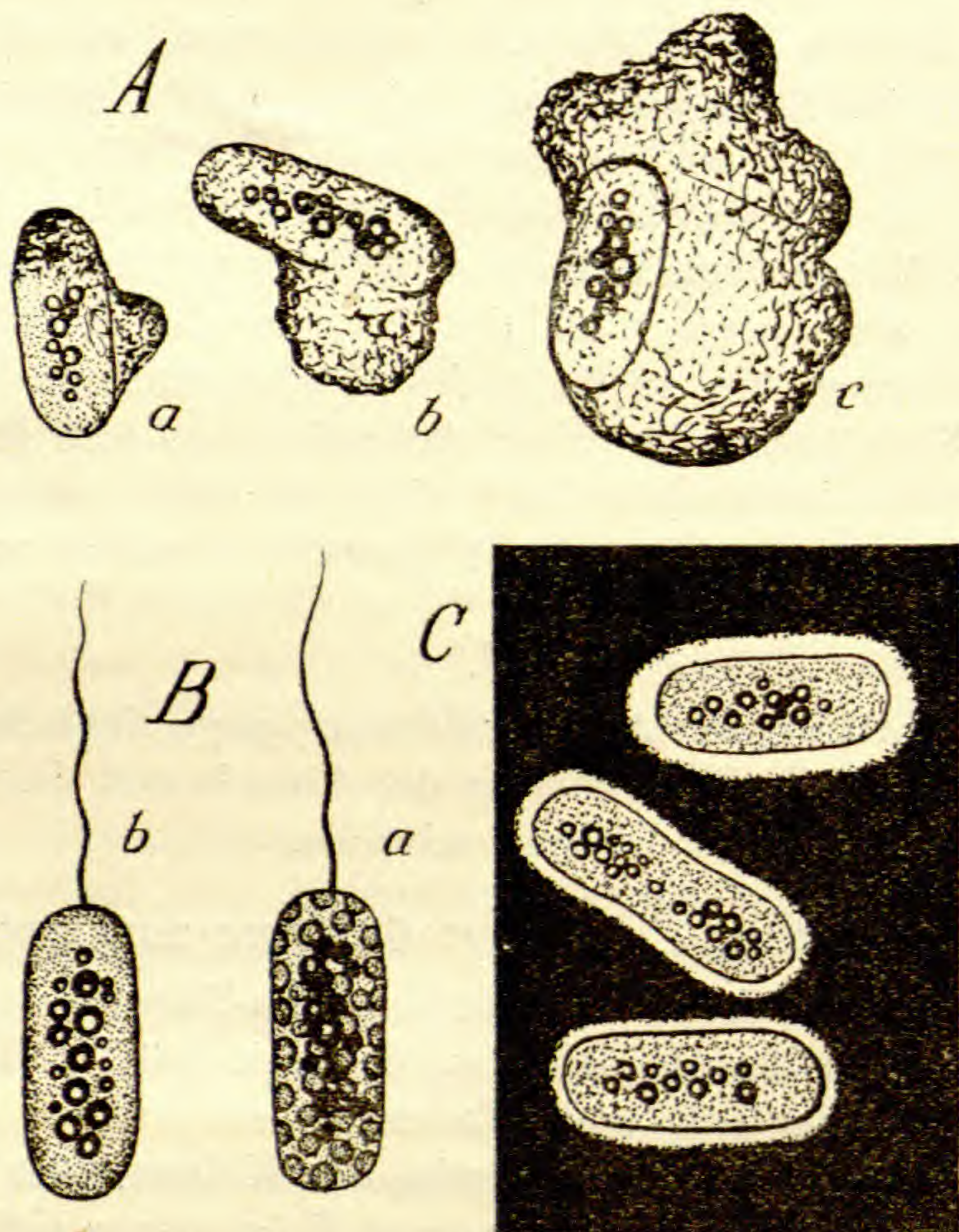


Abb. 1. A *Chromatium Linsbaueri* in N-Oxalsäurelösung, Ca-Reaktion an den aufgesprengten Zellen. B Typisch geformte *Chromatium Linsbaueri*; a mit CaCO_3 -Körpern, b nach Weglösen des CaCO_3 übrig gebliebene, in der Zellmitte gelegene S-Körner. C *Chromatium Linsbaueri* in Tusche. Vergr. ca. 1700mal.

mit JJK, Gentianaviolett, besonders aber mit Nigrosin-Pikrinsäure leicht nachzuweisen. Die gelungene Tuscheprobe zeigt um jede Bakterie einen etwa $1-2\ \mu$ starken Schleimhof, der bei stärkeren Vergrößerungen ohne besondere Präparation schon andeutungsweise sichtbar ist. Abb. 1 C. Die zylindrisch geformten Zellen mit abgerundeten Enden sind etwa $10-20\ \mu$ lang (je nach dem Alter oder den vorangegangenen Teilungen), etwa $4-6\ \mu$ breit, und haben eine an Basis und Spitze ungleich dicke Geißel von $12-25\ \mu$.

Nach 200 Messungen ist die Durchschnittsgröße $15 \times 6 \mu$, sonach *Chromatium Linsbaueri* eine der größten Arten dieser Gattung.

Die Vermehrung erfolgt durch seitliches Einschnüren in der Zellmitte, nachdem dort zuerst eine dichtere hyaline Plasmapartie die Inhaltskörper gegen die künftigen Tochterzellen gedrängt hat. Der feinere Zellbau ist ohne Besonderheiten. Die äußeren Plasmanschichten sind fest, fast wandartig deutlich konturiert und bleiben bei unvorsichtigem Fixieren nach Schrumpfung des Protoplasten wie eine starre Zellwand bestehen. Das Plasma ist gleichmäßig hyalin, ohne alveolare Struktur und nur hin und wieder bleiben nach Weglösen der Inhaltskörper vakuolenähnliche Räume zurück. Die gleichmäßige, nie körnelige Färbung durch Bakteriopurpurin kann bis an die äußersten Plasmapartien verfolgt werden. In Übereinstimmung mit MOLISCHs Erfahrungen ist Bakteriochlorin¹⁾ nach Alkoholzusatz stets nachzuweisen. Degenerierende Individuen zeigen größere Zellen als die normalen, die Inhaltskörper verschwinden und Formen, die mit den bekannten Involutionsformen anderer Bakterien Ähnlichkeit haben, sind oft zu finden.

***Rhabdochromatium Linsbaueri* Gicklhorn nov. spec.**

Diese neue Purpurbakterie habe ich in Proben aus den Teichen bei Unterpremstätten in der Nähe von Graz gefunden; unter den verschiedenen Arten war sie die seltenste. Massenkulturen habe ich bisher nie gesehen und selbst bei vorsichtigster Probeentnahme von verschiedenen Stellen des Kulturgefäßes enthielt ein Präparat selten mehr als etwa 50 Individuen. Bei schwacher Vergrößerung fallen diese Bakterien sofort durch ihre schön weinrote Färbung, ihre gleichmäßig ruhige Bewegung, und ihre verschieden geformten Inhaltskörper auf. Die langgestreckte spindelförmig gebaute Bakterie bewegt sich unter Drehung um die Längsachse mit einer nicht ganz körperlangen Geißel, die man bei günstiger Beleuchtung im Hellfeld, bei stärkerer Vergrößerung auch am lebenden Objekt sieht, ähnlich wie bei *Microspira vacillans* Gickl.²⁾ Am geißeltragenden Ende ist *Rh. Linsbaueri* fast spitz ausgezogen, am geißelfreien dagegen durch eine dichtere hyaline Plasmapartie oft kappenförmig abgerundet. Abb. 2. Bezüglich der verschiedenen Inhaltskörper gilt das Gleiche wie für *Chromatium Linsbaueri*: Die fast reihenförmig angeordneten S-tropfen heben sich besonders schön ab, der

1) MOLISCH, H., l. c., pag. 78—80.

2) GICKLHORN, J., Über neue farblose Schwefelbakterien. Zentralbl. f. Bakteriol. II. Abt. Bd. 50. 1920, pag. 424.

zweite Inhaltskörper liegt mehr peripheriewärts. Die Vermehrung wird auch hier durch ein Zerschnüren in der Zellmitte besorgt, nachdem ein immer zu beobachtender Plasmateil in der Zellmitte die Körnchenreihe getrennt hat. Abb. 2 b und c. In den letzten Stadien der Teilung hängen die Tochterzellen nur mehr mit einem feinen Plasmafaden zusammen, der nach einer ruckartigen Drehung reißt, und so die Tochterzellen frei werden läßt. Plasmastruktur,

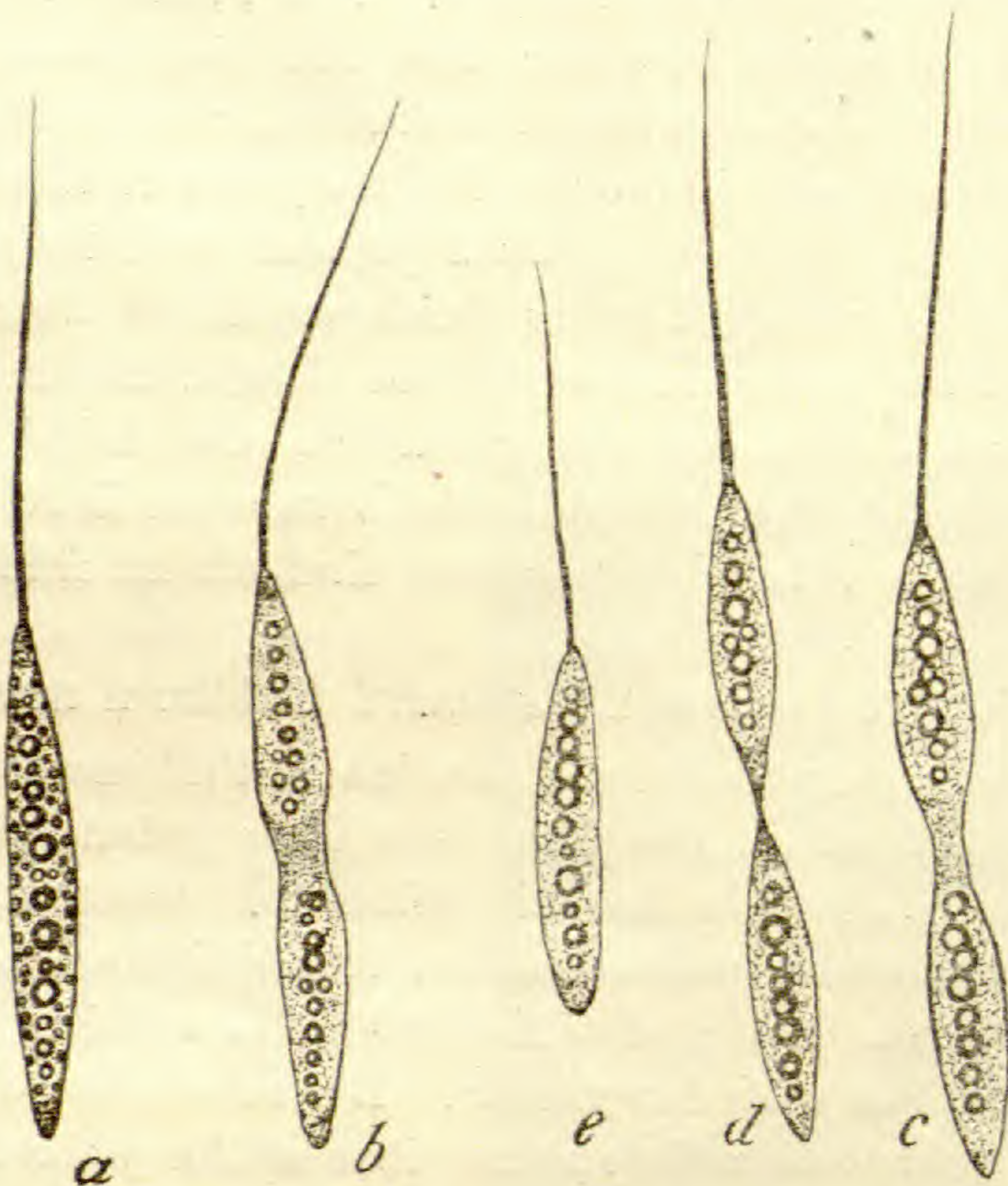


Abb. 2. *Rhabdochromatium Linsbaueri*. a Habitusbild mit Inhaltskörpern, reihenförmig gelegenen S-Körnern und kleineren $0.5-1.3 \mu$ großen CaCO_3 -Körnern. b—e Teilungsstadien. Vergr. ca. 1700mal.

die gleichmäßige Durchfärbung mit Bakteriopurpurin, different ausgebildete Rindenschicht des Protoplasten, gleichen ganz dem *Chromatium Linsbaueri*. Ein Schleimhof ist nie vorhanden. Ausgewachsene Individuen sind ca. 30μ lang, $3-4.5 \mu$ breit und haben eine 20 bis 30μ lange Geißel, die gegen die Spitze hin sich verjüngt.

Für die hier neu beschriebenen Purpurbakterien halte ich die Aufstellung neuer Arten für ausreichend zur Bestimmung im System. Die Gattungsdefinitionen, wie sie WINOGRADSKY¹⁾ gibt, müssen

1) WINOGRADSKY, l. c., pag. 100.

aber damit für *Chromatium* eine Ergänzung um das Merkmal der Schleimhofbildung erfahren, für *Rhabdochromatium* wird man die Art der Begeißlung, die konstanten Formverhältnisse und die neuen Inholdskörper berücksichtigen müssen.

III.

Für die mikrochemische Untersuchung habe ich die ganz typisch ausgebildeten S-tropfen nicht eigens ins Auge gefaßt; nach orientierenden Versuchen über ihr Verhalten zu Lösungsmitteln, Säuren und Blasen, ihre Lichtbrechung und Farbe im mikroskopischen Bilde und ihr Verschwinden im H_2S -freien Wasser, halte ich ihre chemische Natur als S für einwandfrei erwiesen.

Bezüglich der Mikrochemie des zweiten Inholdskörpers konnte ich mich durch Gruppenreaktionen und Lösungsversuche bald überzeugen, daß kein organischer Körper vorliegt. Auch wenn besonders die Wirkung der Lösungsmittel am gewöhnlichen Präparat leicht zu verfolgen ist, so ist es für eindeutig positive Ionenreaktionen doch unbedingt erforderlich viel Material dazu zu verwenden. Außerdem müssen die für die Reaktion verwendeten Chromatien in wenig destilliertem Wasser mehrfach gewaschen werden, um entscheidende Reaktionen zu erlangen. Ich habe zu diesem Zwecke Proben von dicht mit *Chromatium Linsbaueri* besiedelten Bodenpartien auf mehrere Objektträger verteilt, größere Detrituspartikel an den Tropfenrand geschoben, die Bakterien mit einer kleinen Pipette neuerlich abgehoben, und das sehr reine Bakterienmaterial mehrmals in Tröpfchen von dest. H_2O gewaschen.

Es zeigt sich nun, daß die fraglichen Inholdskörper in irgend einer Mineralsäure wie HCl , H_2SO_4 , HNO_3 oder in organischen Säuren (Ameisen-, Essig-, Oxal-Apfelsäure etc.) ohne Aufbrausen sich rasch lösen, wenn auf eine größere Menge Wasser im Präparat mit den Bakterien verdünnte Säuren verwendet werden. Wirken dagegen konzentrierte Säuren auf viel Versuchsmaterial in wenig dest. Wasser ein, so erfolgt momentanes Aufbrausen durch Kohlensäureentwicklung. Um Versuchsfehler zu vermeiden, ist es unbedingt notwendig, die Einwirkung des Reagens von Beginn an zu verfolgen, da die Blasen rasch verschwinden. Wie schon MELNIKOFF¹⁾ zeigte und neuerlich V. BERSA²⁾ besonders betont, ist die Löslichkeit von

1) MELNIKOFF, P., Untersuchungen über das Vorkommen des kohlensauren Kalkes in Pflanzen. Dissert. Bonn 1877.

2) V. BERSA, E., Über das Vorkommen von kohlensaurem Kalk in einer Gruppe von Schwefelbakterien. Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien. I. Abt. Bd. 129. 1920.

CO_2 in H_2O , bzw. im verd. Reagens die Ursache des raschen Verschwindens oder Nichtauftretens der Gasblasen, was bei flüchtiger Beobachtung unter Verwendung verdünnter Säuren zu falscher Deutung der Reaktion Anlaß geben kann. In den üblichen organischen Lösungsmitteln — Alkohol, Äther, Benzol, Chloroform etc. — bleiben die Inhaltskörper auch bei längerem Wirken unverändert — viel Material und wenig Wasser — verschwinden aber sehr bald, wenn durch Nachsaugen von Wasser im Präparat das Lösungsmittel verdünnt wird. Gleiches gilt für die Einwirkung von Fixierungsflüssigkeiten mit nachfolgendem Auswaschen.

Von den verschiedenen Ionenreaktionen auf Kationen erhielt ich nun mit allen mikrochemisch verwertbaren Proben auf Ca stets positive Resultate, während alle Versuche andere Ionen aufzuzeigen, negativ ausfielen. Am einfachsten, sichersten und empfindlichsten sind die MOLISCHschen Kalkreaktionen mit NaCO_3 oder $\text{KOH} + \text{K}_2\text{CO}_3$ durch Bildung sehr charakteristischer Doppelsalze. Ich habe diese Reaktionen ganz nach Angabe von MOLISCH¹⁾ ausgeführt, so daß ich von einer weiteren Beschreibung absehen kann, und in Abb. 1 A nur die Abbildung der ebenfalls von MOLISCH angegebenen Ca-reaktion mit Oxalsäure gebe²⁾. Individuen, die nur S enthalten, zeigen niemals diese auffälligen unregelmäßigen Beutelbildungen mit Oxalsäure; die Reaktion gelingt auch ohne besondere Vorbehandlung im gewöhnlichen mikroskopischen Präparat. Läßt man gut gereinigte Chromatien in wenig dest. H_2O auf dem Objektträger langsam eintrocknen, so kommt es zur Bildung von kleinen Kriställchen, die in ihrem chemischen Verhalten den Inhaltskörpern der Chromatien vollständig gleichen. An diesen Kriställchen gelingt immer sofort der Nachweis von Ca als CaSO_4 , während die Probe mit H_2SO_4 an den lebenden Bakterien nur dann sich einstellt, wenn größere Mengen verwendet werden. Innerhalb der Zelle fallen auch ohne weitere Vorbehandlung die von V. BERSA angegebenen Reaktionen mit AgNO_3 , $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ und HgCl_2 ganz eindeutig positiv aus, die im Verein mit der Reaktion mit Oxalsäure besonders bei *Rhabdochromatium* aus Materialmangel angewendet wurden.

Sonach kann es keinem Zweifel unterliegen, daß diese neuen Purpurbakterien, von denen ich bisher nur die eben beschriebenen zwei Arten gefunden habe, neben elementarem Schwefel auch unter natürlichen Verhältnissen beträchtliche Mengen von kohlensaurem

1) MOLISCH, H., Beiträge zur Mikrochemie. Nr. 5. Nachweis gelöster Ca-verbindungen mit Soda. Ber. d. D. bot. Ges. 34. Bd. 1916, pag. 288.

2) MOLISCH, H., Beiträge etc. Nr. 6. Nachweis von Kalk mit KOH etc., ebenda, pag. 357.

Kalk als regelmäßigen Inhaltskörper führen. Dieser kommt geformt zu annähernd gleich großen Kügelchen vor, die im polarisierten Licht einfach brechen, sich durch ihre Lichtbrechung im Hellfeld des Mikroskopes von den viel dunkleren Schwefeltropfen sofort unterscheiden und beim Absterben der Zelle rasch lösen, während die Schwefelkügelchen sich von dem intensiv durch Bakterio-
purpurin gefärbten Plasma um so deutlicher abheben. Diese neue Gruppe der Purpurbakterien gehört durch den Besitz von Kalk einer sehr weitverbreiteten physiologischen Bakteriengruppe, den Kalkbakterien an, über die ich an anderer Stelle eingehend berichten werde.

Herrn Prof. K. LINSBAUER möchte auch an dieser Stelle für sein Interesse an meinen Arbeiten herzlichst danken, ebenso Erl. RENÉE V. CZERNIN für ihre lebenswürdige Hilfe bei dem Sammeln von Versuchsproben.

Graz, pflanzenphysiolog. Institut, im Februar 1921.

51. S. Kostytschew: Studien über Photosynthese.

II. Das Verhältnis CO_2/O_2 bei der Kohlensäureassimilation.

(Eingegangen am 29. Juli. Vorgetragen in der Julisitzung.)

Bereits BOUSSINGAULT¹⁾ hat nachgewiesen, daß CO_2/O_2 bei der photosynthetischen CO_2 -Assimilation ungefähr gleich 1 ist. Dieses Resultat wurde alsdann von verschiedenen Forschern im allgemeinen bestätigt²⁾, obgleich auch nicht zu unterschätzende Schwankungen in einzelnen Fällen zu verzeichnen waren. Namentlich in Versuchen von BONNIER und MANGIN³⁾ waren die genannten Schwankungen sehr groß, und zwar hat meistens überschüssige Sauerstoffproduktion stattgefunden. Auf Grund von diesen Versuchsergebnissen wurde sogar öfters angenommen, daß

1) BOUSSINGAULT, *Agronomie, chimie agricole et physiologie*, Bd. 3, S. 266—379 (1864).

2) W. PFEFFER, *Arbeit. d. bot. Inst. zu Würzburg*, Bd. 1, S. 31 (1871); E. GODLEWSKI, *Flora*, S. 349 (1873); SCHLOESING, *Comptes rendus*, Bd. 115, S. 881 und 1017 (1892); Bd. 117, S. 756 und 813 (1893) u. a.

3) BONNIER und MANGIN, *Annales des sciences natur., Botanique*, Ser. 7, Bd. 3, S. 5 (1886).

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Gicklhorn Josef

Artikel/Article: [Zur Morphologie und Mikrochemie einer neuen Gruppe der
Purpurbakterien 312-319](#)