

Werk

Label: ReviewSingle

Ort: Braunschweig

Jahr: 1907

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0022 | LOG_0398

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

Die Nieren der Fleischgänse übertreffen jene der anderen Gänse um das Zwei- bis Fünffache, offenbar deshalb, weil die Spaltungsprodukte des Eiweißes durch die Nieren ausgeschieden werden.

Die inneren Geschlechtsorgane (Hoden) — es handelte sich bei allen Versuchstieren um Männchen — findet Herr Schepelmann — im Gegensatz zu Houssays Ergebnissen an Hähnern — bei Fleischgänsen auf einer äußerst wenig entwickelten, infantilen Stufe, die sich durch mikroskopische ebenso wie durch makroskopische Untersuchung ergab und um so weniger verständlich ist, als die Penes gerade bei den carnivoren Gänsen am stärksten entwickelt sind.

Einer physiologisch-entwicklungsmechanischen Erklärung bleiben auch noch die Ermittlungen bezüglich einiger weiterer Organe verschlossen, sie müssen vorläufig als einfache Tatsachen hingestellt werden, so die Vergrößerung der Lungen und der Milz bei Fleischgänsen (beide dürften wohl aus der vermehrten Blutmenge bei diesen Gänsen zu erklären sein. Ref.), die der Thymusdrüse der Fleischgänse, der Schilddrüse, deren Tubuli sich bei der mikroskopischen Untersuchung bei Brei- und Fleischgänsen als größer denn jene der Körnergänse erwiesen, und der Nebennieren bei Fleischgänsen, die allerdings sich auch nur auf die mikroskopischen Elemente erstreckt und kaum nennenswert ins Gewicht fällt.

Die Öldrüsen endlich sind bei den Breigänsen etwas schwerer als bei den Körnergänsen und mehr als doppelt so schwer wie bei den Fleischgänsen. Ihre mangelhafte Entwicklung im letzteren Falle dürfte sich aus dem Mangel an Nahrungsfett erklären.

V. Franz.

Hans Molisch: Die Purpurbakterien nach neuen Untersuchungen. Eine mikrobiologische Studie. Mit 4 Tafeln. 92 S. (Jena, Gustav Fischer, 1907.)

Zu der Gruppe der Schwefelbakterien (Thiobakterien), die das Vermögen haben, in ihrem Zellinhalt Schwefel abzuscheiden, und deren physiologische Eigentümlichkeiten durch die Untersuchungen Winogradskys (1888) bekannt geworden sind, zählt man allgemein die vorzüglich von Engelmann (vgl. Rdsch. 1889, IV, 9) studierten Purpurbakterien. Während die gewöhnlichen Schwefelbakterien farblos sind, zeichnen sich die Purpurbakterien durch den Besitz eines roten Farbstoffes aus und erscheinen dem Auge in verschiedenen Farbentönen: purpurn, pfirsichblütenrot, karminrot, violett, rosa, weinrot, braunrot usw. Wie schon Cohn (1875) festgestellt hat, kommen die Purpurbakterien entweder in Schwefelthermen oder in brackischen Wässern am Meeresufer oder in Teichen und Tümpeln vor, wo organische Stoffe faulen. Stellenweise treten sie in solchen Mengen auf, daß sie dem Wasser eine rote Farbe verleihen. Sie sind also in der Natur keineswegs selten; aber eine Methode, sich zu jeder Zeit Purpurbakterien in großer Menge zur Untersuchung im Laboratorium zu beschaffen, hatte bisher gefehlt.

Ein solches Verfahren gefunden und dadurch die Purpurbakterien zu einem leicht erreichbaren Untersuchungsobjekt gemacht zu haben, ist das erste Ergebnis der mehrjährigen Studien, die Herr Molisch in der vorliegenden schönen Arbeit veröffentlicht hat (vgl. auch Rdsch. 1906, XXI, 616). Ähnliche Pionierdienste sind von ihm bereits früher bezüglich der leuchtenden Bakterien geleistet worden (vgl. Rdsch. 1903, XVIII, 307). So einfach wie diese lassen sich auch die Purpurbakterien gewinnen. Die Hauptbedingung dabei ist, daß organische Stoffe am Lichte bei erschwertem Sauerstoffzutritt faulen. Herr Molisch verwendete schmale und hohe Glasgefäße, in deren Tiefe der Sauerstoff sehr langsam gelangt. Wurde auf den Boden eines solchen Gefäßes etwas Heu gebracht und festgedrückt, dann Flußwasser (Moldauwasser) aufgegossen und das Gefäß in die Sonne gestellt, so färbte sich das Wasser (in dem vorher allerlei Bakterien, Algen und Protozoen aufgetreten waren) nach 3—8 Wochen rot von verschiedenen Purpurbakterien. Statt des Heues brachte Verf. auch gekochtes Ei, frische Rindsknochen, Regenwürmer, tote Schnecken, Pepton (1%) und viele andere organische Stoffe erfolgreich zur Anwendung. Zur Beschaffung mariner Arten war es nur nötig, in einem hohen, zylindrischen Glase eine Handvoll vom Meere ausgeworfenen Seegrases (*Zostera*) in Meerwasser faulen zu lassen. Eine noch üppigere Entwicklung der Purpurbakterien wurde erzielt, wenn zu dem Seegrass tote Meerestiere gefügt wurden.

Bei diesen Versuchen stellte sich alsbald heraus, daß ein großer Teil der Purpurbakterien keine Schwefelkörnchen im Zellinhalt abzulagern vermag. Verf. schlägt daher vor, die Purpurbakterien von den farblosen Schwefelbakterien als eigene Ordnung abzutrennen, die als Rhodobakterien zu bezeichnen und in zwei Familien zu gliedern wäre: die Thiorhodobakterien, die Schwefel ablagern können, und die Athiorhodobakterien, die dazu nicht imstande sind. Es handelt sich hierbei um eine physiologische Gruppierung; würde man die Purpurbakterien allein auf Grund ihrer morphologischen Merkmale gruppieren, so würden sie sich über das ganze Bakteriensystem verteilen. Das charakteristische Merkmal der Purpurbakterien ist der Besitz der noch weiter unten zu erwähnenden Farbstoffe.

Der zweiten Gruppe der Rhodobakterien, den schwefellosen, gehört eine Anzahl neuer Arten an, die Verf. durch Reinkulturen isoliert hat. Echte Schwefelbakterien sind bisher nicht rein kultiviert worden, und von Purpurbakterien ist dies nur gelegentlich bei einer einzigen (schwefelkörnchenfreien) Art Esmarch gelungen, der nicht wußte, daß er eine Purpurbakterie vor sich hatte (1886). Auch Verf. hatte erst Erfolg, als er berücksichtigte, daß bei leichtem Sauerstoffzutritt die Entwicklung der Bakterien gehemmt oder ganz verhindert wird, daß ihr Wachstum sehr langsam vor sich geht, und daß die rote Farbe manchmal noch später auftritt. Als Nährsubstrat diente anfänglich Agar von der Zusammen-

setzung: 1000 g Wasser, 0,5 g $MgSO_4$, 0,5 g K_2HPO_4 , Spur $FeSO_4$, 10 g Pepton, 18 g Agar. Später wurde folgendes Nährsubstrat mit gutem Erfolge verwendet: 1000 g Moldauwasser, 18 g Agar (oder 100 g Gelatine), 5 g Pepton, 5 g Dextrin oder Glycerin. Zur Züchtung von Meeresbakterien wurde das Moldauwasser durch Meerwasser ersetzt oder destilliertes Wasser mit 3% Kochsalz und den nötigen Nährsalzen verwendet.

Den neuen Gattungen und Arten (die in Mikrophotogrammen abgebildet sind) hat Herr Molisch folgende Namen gegeben: *Rhodobacterium capsulatum*, *Rhodocapsa suspensa*, *Rhodotheca pendens* (diese drei traten in Meer-, die übrigen in Flußwasser auf), *Rhodobacillus palustris*, *Rhodococcus capsulatus*, *Rhodococcus minor*, *Rhodovibrio parvus*, *Rhodocystis gelatinosa*, *Rhodonostoc capsulatum*, *Rhodospirillum photometricum*, *Rhodospirillum giganteum*. Die Teilung der Zellen erfolgt nur nach einer Richtung des Raumes. Bei *Rhodocystis* und *Rhodonostoc* sind die Zellen zu Familien vereinigt und in Schleimhüllen eingebettet, bei den anderen Gattungen sind die Zellen frei und teils unbeweglich (*Rhodococcus*, *Rhodobacterium*), teils schwach beweglich (*Rhodobacillus*), teils (Geißeln vorhanden) lebhaft beweglich (*Rhodovibrio*, *Rhodospirillum*).

Über die merkwürdigen Beziehungen der Purpurbakterien zum Lichte sind wir bereits durch Engelmann unterrichtet, doch waren einzelne Punkte noch umstritten. In Übereinstimmung mit Engelmann und im Gegensatz zu Winogradsky stellte Verf. fest, daß die Rhodobakterien durch die Richtung der Lichtstrahlen kaum beeinflußt werden, und daß sie nur ausnahmsweise, unter noch unbekanntem Umständen, positive Phototaxis erkennen lassen.

Von besonderem Interesse ist der Einfluß plötzlicher Schwankungen der Lichtintensität auf diese Bakterien. Bei plötzlicher Abnahme der Lichtstärke schießen die frei schwimmenden Formen unter entgegengesetzter Rotation des Körpers eine Strecke weit (oft das Zehn- bis Zwanzigfache ihrer Länge) rückwärts. Nach einiger Zeit nehmen sie ihre gewöhnliche Vorwärtsbewegung wieder auf, sowohl wenn die Lichtstärke dauernd geschwächt bleibt, als wenn wieder mehr Licht Zutritt. Diesen von seinem Entdecker Engelmann als „Schreckbewegung“ bezeichneten Vorgang hat Herr Molisch bei allen ihm bekannten beweglichen Purpurbakterien feststellen können, und er bezeichnet ihn als eine der merkwürdigsten Erscheinungen der Mikrobiologie. Bei den meisten Purpurbakterien ist die rote Farbe nur zu bemerken, wenn sie in Massen beisammen sind, nicht an den einzelnen Individuen; wenn man aber in einem Präparat an einer anscheinend farblosen Bakterie die Schreckbewegung beobachtet, so kann man mit ziemlicher Sicherheit darauf schließen, daß sie nicht farblos ist, sondern zu den Purpurbakterien gehört. Verf. bestätigt auch die Angaben Engelmanns, daß die Schreckbewegung bei mangelnder Sauerstoffzufuhr deutlicher wird, ja er hat oft beobachtet, daß sie überhaupt erst bei Sauerstoffnot eintritt. Eine der

Schreckbewegung ähnliche Erscheinung wird nach Strasburger bei gewissen grünen Algenschwärmen (*Botrydium granulatum*) durch plötzliche Verminderung der Helligkeit hervorgerufen: sie schwenken dann plötzlich zur Seite ab, manche drehen sich selbst im Kreise; aber nach einem Augenblick nehmen sie die verlassenen Bahnen wieder auf. Dieser von Strasburger als „Erschütterung“ bezeichnete Vorgang ist nach den Wahrnehmungen des Herrn Molisch bei Algenschwärmen und grünen Flagellaten häufiger als man bisher angenommen hat; er läßt sich z. B. bei Euglenen sehr schön beobachten. Bei plötzlicher Erhöhung der Lichtstärke tritt die „Erschütterung“ in diesen Fällen nicht ein. Dagegen reagieren die grünen Schwärmer von *Bryopsis plumosa* nicht auf negative, wohl aber auf positive Lichtintensitätsschwankungen (Strasburger).

Wie Engelmann gezeigt hat, wirkt eine scharf umschriebene, konstant beleuchtete Stelle in einem dunkeln Tropfen wie eine Falle auf die Purpurbakterien, da diese hinein, aber infolge der Schreckbewegung nicht wieder hinaus können. Herr Molisch stellte eine solche Lichtfalle in einfacher Weise her, indem er auf das kleinste Loch der Blende ein mattschwarzes Papier legte, in das er mit einer Nadelspitze ein kleines Loch gemacht hatte. Sehr interessant sind auch die Angaben des Verf. über die Benutzung der großen Empfindlichkeit der Purpurbakterien gegen Lichtintensitätsschwankungen zur Erzeugung sehr scharfer Schattenbilder im Deckglaspräparat.

Um den Einfluß des Lichtes verschiedener Wellenlängen auf die Schreckbewegung zu studieren, benutzte Verf. einige der neuerdings von Schott in Jena in den Handel gebrachten Farbgläser. Er fand, daß alle leuchtenden Strahlen, die von den verwendeten Gläsern durchgelassen wurden, die Schreckbewegung und die Anhäufung in der Lichtfalle hervorriefen. Aber auch die durch ein Jod-Schwefelkohlenstoffgefäß abgesehenen dunkeln Wärmestrahlen im Ultrarot veranlassen rasch eine Anhäufung der Purpurbakterien, und dies, wie schon Engelmann fand, sogar in besonders starkem Maße.

Dagegen haben die vom Verf. nach verschiedenen Methoden ausgeführten Untersuchungen über die Frage, ob die Purpurbakterien ebenso wie die chlorophyllhaltigen Organismen im Lichte Sauerstoff abzuscheiden vermögen, ein den positiven Angaben Engelmanns entgegengesetztes Resultat ergeben: Die Purpurbakterien sind nach Herrn Molisch nicht imstande, Kohlensäure unter gleichzeitiger Sauerstoffentbindung zu assimilieren, und ihr Farbstoff spielt also nicht dieselbe Rolle wie das Chlorophyll. (Dagegen wäre unter Berücksichtigung neuerer Beobachtungen noch zu untersuchen, ob die Purpurbakterien Kohlensäure ohne gleichzeitige Entbindung von Sauerstoff assimilieren können.) In Übereinstimmung mit den erwähnten Versuchsergebnissen steht auch die Tatsache, daß die Rhodobakterien zu ihrer Ernährung unbedingt organische Nahrung brauchen.

Besondere Versuche des Verfs. bestätigen die Angabe früherer Forscher, daß die Purpurbakterien eine niedere Sauerstoffspannung lieben. Im Gegensatz zu Winogradsky fand er auch, daß manche Rhodobakterien ohne jede Spur von freiem Sauerstoff sich gut entwickeln können. Die grünen Organismen, die so häufig in der Natur mit den Purpurbakterien vermischt vorkommen, sind nicht, wie der genannte Forscher geglaubt hat, für das Leben der roten Bakterien (als Sauerstoffquelle) allgemein notwendig. Einzelne Purpurbakterien können auch an der freien Atmosphäre gedeihen, die meisten aber wachsen nur, wenn der Sauerstoff keinen oder geringen Zutritt zu ihnen hat. Dazwischen kommen mannigfache Übergänge vor.

In chemotaktischer Beziehung verhalten sich die Purpurbakterien recht verschieden. So wird z. B. *Rhodospirillum giganteum* in hohem Grade durch Kohlensäure, Salzsäure, Dextrin, Rohrzucker und Pepton angelockt, nicht aber ein Chromatium aus Triester Meerwasser, auf das in des Verf. Versuchen nur der Sauerstoff anziehend wirkte.

Daß organische Stoffe in bestimmter Verbindung für die Ernährung der Purpurbakterien notwendig sind, ist nach des Verf. Versuchen nicht zu bezweifeln. *Rhodobacillus palustris* gedieh in reinem Moldauwasser überhaupt nicht; auch zeigte sich keine oder nur geringe Entwicklung, als einzelne Kohlenhydrate oder Pepton oder Gemische von Asparagin mit Dextrin usw. zugesetzt wurden. Hingegen wurde ausgezeichnetes Wachstum erzielt, wenn der *Bacillus* Gemische von Pepton mit Glycerin, Dextrin oder Inulin zur Nahrung erhielt. Auch bei dem marinen *Rhodobacterium capsulatum* blieb die Entwicklung ohne Zusatz organischer Substanz vollständig aus; sie war dagegen kräftig bei Zusatz von Pepton oder von Pepton mit Rohrzucker, Dextrin oder Inulin. Während Winogradsky angibt, daß die roten Schwefelbakterien organische Stoffe in größeren Mengen nicht vertragen, und daß Pepton keine günstige Wirkung ausübe, lehren des Verf. Erfahrungen das Gegenteil, denn ohne Pepton zeigte sich selbst bei einer so typischen Schwefelbakterie wie *Chromatium* keine oder sehr schlechte Vermehrung.

Das Licht fördert im allgemeinen die Entwicklung der Purpurbakterien. Besonders auffallend macht sich dieser Einfluß in Wasser mit faulenden organischen Stoffen geltend, da hier ein reichliches Aufkommen oder das Auftreten der Purpurbakterien überhaupt an die Anwesenheit von Licht gebunden erscheint. Diese Abhängigkeit der Entwicklung vom Lichte erinnert an das Verhalten der Algen; diese aber können dabei der organischen Nährstoffe entbehren, da sie Kohlensäure zu assimilieren vermögen. Wir haben augenscheinlich bei den Purpurbakterien eine neue Art der Photosynthese vor uns: Die Assimilation organischer Nahrung im Lichte.

Zu einem wichtigen Ergebnis haben endlich des Verf. Untersuchungen über die Farbstoffe der

Purpurbakterien geführt. Schon Engelmann vermutete, daß das Bakteriopurpurin, wie der erste Untersucher, Ray Lankester, den eigenartigen Farbstoff dieser Bakterien genannt hat, nicht einen einzigen chemischen Körper, sondern ein Gemenge von von zweien oder mehreren darstelle, und Bütschli nahm an, daß die Chromatien außer einem roten Pigment ein grünes, chlorophyllartiges enthalten. Herr Molisch zeigt nun, daß sich in der Tat aus den Purpurbakterien zwei Farbstoffe, ein grüner und ein roter, gewinnen lassen. Den grünen nennt er Bakteriochlorin, für den roten behält er den Namen Bakteriopurpurin bei. Das Bakteriochlorin läßt sich durch absoluten Alkohol aus der Bakterienmasse ausziehen und aus der Lösung mit Benzin, Olivenöl, Terpentinöl oder Chloroform völlig ausschütteln. Die Farbe ist der des Chlorophylls ähnlich, aber die Lösung fluoresziert nur schwach rot und weicht spektroskopisch von der Chlorophylllösung ab. Das Bakteriopurpurin kann man aus der vorher mit Alkohol behandelten Bakterienmasse mit Chloroform oder Schwefelkohlenstoff ausziehen. Es ist wahrscheinlich ein karotinartiger Körper und tritt in zwei Modifikationen auf, die sich dadurch unterscheiden, daß die Absorptionsbänder der einen gegenüber denen der anderen etwas gegen Violett verschoben sind. Bringt man die Spektren des Bakteriochlorins und des Bakteriopurpurins (in Schwefelkohlenstofflösung) zur Deckung, so erhält man so ziemlich das Spektrum der lebenden Bakterien. Für letzteres ist ein Absorptionsstreifen in *D* sehr bezeichnend. Dieser „*D*-Streifen“ gehört nicht, wie man bisher geglaubt hat, dem Bakteriopurpurin, sondern dem Bakteriochlorin an.

Achweisbare Spuren von Chlorophyll fanden sich niemals.

Der Farbstoff ist nicht auf eine Rindenschicht der Bakterienzelle beschränkt, wie Bütschli annahm, sondern durchsetzt den ganzen Zellinhalt.

Vom phylogenetischen Standpunkte möchte Verf. annehmen, daß die Purpurbakterien eine Zwischenstufe darstellen zwischen den farblosen Bakterien, die die organische Substanz ohne jede Mitwirkung des Lichtes verarbeiten, und den grünen Organismen, die im Lichte anorganische Stoffe assimilieren. Die Purpurbakterien können zwar auch noch im Finstern organische Stoffe assimilieren, verarbeiten sie aber mit Hilfe des Lichtes ausgiebiger und besser. „Wer die Wiedererweckung der Bewegung durch das Licht bei den Purpurbakterien beobachtet, ihr lebhaftes Schwärmen im Lichte und ihr allmähliches Ruhigwerden bei Verdunkelung, der wird unwillkürlich auf den Gedanken kommen, daß die Rhodobakterien im Lichte aus der organischen Substanz einen Stoff bilden, der ihnen die Bewegung gestattet, und dessen Vorrat ihnen noch in der Dunkelheit einige Zeit die Bewegung ermöglicht. Daß gerade ein grüner und ein roter, karotinartiger Farbstoff den Purpurbakterien eigentümlich sind, und daß bei den grünen Organismen ebenfalls zwei ähnlich gefärbte Pigmente auftreten,