

in manchen Nectarien, das Vorhandensein von Zucker im Blutungssaft von Ahorn und Birke, alle diese Thatsachen stehen mit meiner Auffassung in gutem, mit JANSE's in schlechtem Einklang. Allerdings harmoniren nicht mit meiner Auffassung die bisher mit Phanerogamen angestellten plasmolytischen Untersuchungen, gegen deren Richtigkeit und Exactheit nichts zu sagen ist. Die plasmolytischen Versuche, welche de VRIES angestellt hat mit rothen Rüben, mit den Oberhautzellen der Blätter von *Tradescantia discolor*, mit den rothen Oberhautzellen der Blattscheide von *Curcuma rubricaulis* und mit den rothen Parenchymzellen der Blattstiele von *Begonia Rex* gaben übereinstimmend das Resultat, dass die Plasmolyse selbst bei längerem Aufenthalt in den plasmolysirenden Lösungen, so lange die Zelle gesund blieb, nicht wieder ausgeglichen wird, indem die Salze und der Zucker nicht diffundiren. Hier stehen sich also gleich gut beobachtete Thatsachen mit gerade entgegengesetzten Ergebnissen gegenüber. Vielleicht ist der Grund für das abweichende Verhalten darin zu suchen, ob mikroskopische Schnitte von Pflanzentheilen oder unverletzte Pflanzen zur Untersuchung verwendet wurden. Im ersteren Falle wurde immer das de VRIES'sche Resultat erhalten, im anderen Falle ward nach kurzer Zeit die Plasmolyse rückgängig gemacht. Es wird sich gewiss mit Leichtigkeit nachweisen lassen, wenn man über das geeignete Pflanzenmaterial verfügt, ob die Loslösung einzelner Zellen aus dem organischen Verbande das abweichende Resultat hervorruft, oder ob sich verschiedenartige Zellen in fundamentalen Lebenserscheinungen so verschieden verhalten, wie es hier der Fall zu sein scheint.

Karlsruhe.

---

#### 44. N. W. Diakonow: Organische Substanz als Nährsubstanz.

Eingegangen am 20. October 1887.

---

Angeregt durch die Ergebnisse meiner im Laufe der zwei letzten Jahre veröffentlichten Untersuchungen habe ich Ernährungsversuche mit *Penicillium glaucum* vorgenommen, um die Ernährungsverhältnisse von einem experimentell begründeten Standpunkte aus kennen zu lernen.

Um einen ersten Schritt in dieser Richtung zu machen, war es mir zunächst darum zu thun, mich über diejenigen Beziehungen auf's Ge-

naueste zu informiren, welche zwischen der chemischen Natur der organischen Substanzen bestehen und ihrer Fähigkeit mit dem Lebenssubstrate in Wechselwirkung zu treten.

Die Auffindung der gesetzlichen Beziehungen zwischen der Befähigung eines Körpers als Nährmaterial zu functioniren und dessen chemischer Natur ist bekanntermaassen bereits vielfach Gegenstand eingehender Untersuchungen und theoretischer Erörterungen gewesen.

Zu einer definitiven Beantwortung oder auch nur einigermaassen zur Klarlegung der uns vorliegenden Frage führten die bisher namhaft gemachten Erfahrungen nicht. Man gelangte vielmehr durch die darauf bezüglichen Untersuchungen, wie wir sehen werden, zu entschieden unrichtigen Resultaten, theils, weil eine wenig ausgebildete Operationsmethode zur Anwendung kam, theils, — was ich mit besonderem Nachdruck betonen möchte — weil die Fragestellung nicht richtig gefasst, oder, korrekter gesagt, bei dem damaligen Stande der physiologischen Disciplinen nicht zu fassen war.

Da meines Erachtens erst jetzt, unter Zugrundelegung meiner früheren Untersuchungen, die Möglichkeit gewährt ist nicht nur die uns interessirenden Verhältnisse in das richtige Licht zu stellen, sondern, allgemein gesprochen, auch einen tiefgehenden Einblick in das geheimnisvolle und noch mit wenig Erfolg kultivirte Gebiet der im Lebenssubstrate sich abspielenden chemischen Vorgänge zu gewinnen, so bediene ich mich dieser Untersuchungen als Ausgangs- und Anhaltspunktes sowie auch als Kriteriums zu der von mir in's Auge gefassten Erforschung dieser Vorgänge.

Deshalb dürfte es hier nicht überflüssig sein, die experimentellen Grundlagen als bekannt vorausgesetzt, die Ergebnisse meiner bisherigen Untersuchungen in gedrängtester Kürze zu recapituliren.

Im Gegensatz zu dem, was in Bezug auf die Eigenschaften der „lebendigen Materie“ experimentell und speculativ zu Tage gefördert ist, hatten meine Untersuchungen Resultate geliefert, welche uns gestatten eine mehr präzise Definition der „lebendigen Materie“ zu geben. Und ich fasste dieselbe als ein solches materielles Aggregat auf, in welchem ohne Eingreifen freien Sauerstoffes oder Zuthun vergährungsfähigen Nährmaterials keine Kohlensäureabspaltung, sowie auch kein Leben stattfindet.

Gilt einmal eine derartige Auslegung der Experimente als gerechtfertigt, so wäre sie vorzüglich dazu geeignet, das physiologische Protoplasmaproblem exacter Behandlung zugänglich zu machen. Denn, wie man sich auch immer die hierbei in Betracht kommenden näheren Verhältnisse vorstellen mag, der a priori complexe Begriff der Lebensthätigkeit (des Protoplasmas) welcher als ein näher nicht definirbares Element der derzeitigen physiologischen Forschung zu Grunde liegt, wird dadurch zurückgeführt auf die Manifestation der

physiologischen Thätigkeit zweier einander vertretenden chemischen Factoren: freien Sauerstoffes oder vergährungs-fähigen Nährmaterials.

Nach dieser Vorstellungsweise liegt ferner durchaus kein zwingender Grund mehr vor, die Auffassung des Protoplasmas als der „lebendigen Materie“ mit allen daran geknüpften Speculationen über das „tote und lebendige Eiweiss“ als wissenschaftlich berechtigt anzusehen. Um sich einer mehr exakten Ausdrucksweise zu bedienen und die Dinge nach ihren Ursachen und Wirkungen zu benennen, wäre es wohl folgerichtiger im vorliegenden Falle nur von Substraten zu reden, in welchen nur unter Zuthun einer der beiden genannten Factoren die Lebensbedingungen bestehen. Kurz, fortan existirt für mich die sogenannte lebendige Materie nicht, dahingegen ein Lebenssubstrat.

Ferner, ausgehend von den zwei verschiedenen Arten der Functionirung des Lebenssubstrates, benutzte ich, gelegentlich weiterer Versuchsergebnisse, dieses dualistische Princip auch bei der Definition des Charakters derjenigen Wechselwirkungen, welche zwischen den das Lebenssubstrat beherrschenden chemischen Kräften und den organischen Substanzen Platz greifen, um die Lebensthätigkeit zu verwirklichen.

An der Hand dieser dualistischen Auffassung sind wir gleichfalls in der Lage, die Rolle des Sauerstoffs im Chemismus des Lebens in's rechte Licht zu setzen — die Rolle, welche trotz vielen Erklärungsversuchen bisher missverstanden blieb.

Nach den hierher gehörigen Versuchsergebnissen zu urtheilen, gestaltet sich der Charakter der in Rede stehenden Wechselwirkungen principiell verschieden, je nachdem die Functionirung des Lebenssubstrates unter oder ohne das chemische Hineinziehen freien Sauerstoffes zu Stande kommt. Die betreffende organische Substanz, welche in Wechselwirkung mit dem Lebenssubstrate tritt, wird in der That den dieses beherrschenden Kräften gegenüber sich einfach als Verbindung gewisser procentischer Zusammensetzung verhalten oder aber als chemisches Individuum von spezifischer Natur, je nachdem der freie Sauerstoff von aussen eingreift oder nicht.

Analog, wie bei der direkten Verbrennung, spielt auch bei der Vollziehung des Lebensprozesses unter Mitwirkung freien Sauerstoffes die chemische Konstitution der organischen Körper keine Rolle. Denn das Massgebende beim Eingreifen freien Sauerstoffes liegt ja hier gerade darin, dass Sauerstoff, kraft der im Protoplasma obwaltenden Bedingungen, den Atomverband in den Moleculen der zur Verfügung stehenden organischen Substanzen zerstört resp. lockert, wodurch diese letzteren dem Angriffe der Kräfte des Lebenssubstrates zugänglich gemacht werden.

Dahingegen, wenn ohne Mitwirkung von Sauerstoff die Functionirung des Lebenssubstrates auf Kosten einer organischen Verbindung sich

vollziehen kann, so sind es die bei dem heutigen Stande unserer chemischen Kenntnisse noch nicht näher definirbaren Details im Aufbau dieser Verbindung, welche den Sauerstoff entbehrlich machen. Mit anderen Worten, jene Details, welche die Vergährungsfähigkeit eines organischen Körpers bedingen, sind dafür massgebend, ob die chemischen Kräfte des Lebenssubstrates diesem Körper gegenüber auch ohne Sauerstoff zur Wirkung kommen können.

So bin ich bis auf Weiteres geneigt meine bisherigen Untersuchungen in grossen Zügen aufzufassen. Was aber die hier sich aufwerfenden Detailfragen betreffen, so bin ich eben beschäftigt diesen womöglich statt speculativ experimentell nachzugehen.

Die nachfolgend mitzutheilende Serie von Ernährungsversuchen ist die eine der in dieser Richtung in Aussicht gestellten Untersuchungen.

### **Experimentelle Prüfung der vorliegenden Erfahrungen mit Bezug auf die allgemeine Frage: Organische Substanz als Nährsubstanz.**

Trotzdem alles vorstehend Mitgetheilte auf streng experimentellen Grundlagen beruht, könnte man vielleicht hie und da, angesichts einiger vorliegenden Erfahrungen, gegen den zweiten Theil obiger Zusammenfassung verschiedene Bedenken nicht unterdrücken. Um jeder Einseitigkeit auszuweichen um zugleich dem Princip objectiver Naturforschung treu zu bleiben, sind diese widersprechenden Erfahrungen nicht etwa ohne eingehende Prüfung oder Berücksichtigung abzuweisen, wie es unter ähnlichen Umständen in heutigen Tagen nicht selten der Fall ist.

Sehen wir nun nach diesen etwas skeptisch entgegenzunehmenden Details meiner obigen Auseinandersetzungen.

Ohne das Zustandekommen der Lebensthätigkeit im Protoplasma mit und ohne Bethheiligung freien Sauerstoffes scharf auseinanderzuhalten — wozu übrigens bisher kein Grund vorlag — war man im Allgemeinen geneigt — und wohl noch heutzutage ist dies der Fall — zu glauben, eine ganz andere, wie oben dargelegte, Beziehung zwischen der chemischen Natur der organischen Substanzen und ihrer Befähigung als Nährmaterial zu functioniren aufgedeckt zu haben. Denn von verschiedenen Seiten wurde geglaubt, der experimentelle Beweis wäre dafür geliefert, dass auch unter normalen Lebensverhältnissen, d. h. beim ungehinderten Zutritt von Sauerstoff die chemische Konstitution der Nährstoffe von massgebender Bedeutung sei. Man meinte nämlich gefunden zu haben, dass die Schimmelpilze nicht im Stande seien gewisse organische Verbindungen zu assimiliren, z. B. Ameisensäure, Oxalsäure, Oxamid, Harnstoff u. a.

Mit Rücksichtnahme auf die Strukturformeln dieser nicht assimilirbaren Substanzen wurde sogar darüber speculirt die Nährfähigkeit

und -unfähigkeit eines Körpers in Relation zur Stellung des Kohlenstoffatoms in der Molecüle den anderen Elementen gegenüber zu bringen. Hiernach sollen diejenigen organischen Körper nährunfähig sein, in welchen der Kohlenstoffatom sich nicht in directer Verbindung mit den Wasserstoffatomen oder in der Carboxylgruppe befindet.

Da mir a priori, von dem oben entwickelten Standpunkte aus, diese ausschliesslich auf moderne Molecular-Strukturtheorie fussende Eintheilung der organischen Verbindungen in assimilirbare und nicht assimilirbare auf einem recht schwankenden Fundamente basirt schien, habe ich mir zur Aufgabe gestellt, den soeben erwähnten Erfahrungen und darauf gestützten Speculationen auf experimentellem Wege entgegenzutreten und dadurch die etwaigen Missverständnisse und Missdeutungen in Bezug auf die obigen von mir vertretenen Anschauungen über die Functionirung des Lebenssubstrates vorzubeugen.

Mein Hauptaugenmerk richtete ich auf die Ameisensäure, welche in die Reihe von nicht assimilirbaren Substanzen gestellt wurde und

welcher nach der Strukturtheorie die Formel  $\begin{array}{c} \text{H} \\ | \\ \text{COOH} \end{array}$  zukommt.

Aus vielen Rücksichten bietet die Ameisensäure ein sehr interessantes Untersuchungsobject dar. Zunächst steht dieselbe als erstes Glied in der Reihe von organischen Säuren und auch nach der Darstellungsweise gehört diese Säure zu den einfachsten organischen Verbindungen, deren Bildung bekanntlicherweise sogar bei Wechselwirkung anorganischer Körper stattfinden kann.

Ist einmal die Nährfähigkeit für Ameisensäure experimentell dargethan, so wäre dieselbe, nach den bisherigen Erfahrungen, als die einfachste organische Verbindung zu betrachten, welche das Lebenssubstrat in Thätigkeit zu erhalten im Stande wäre.

Nun schliessen aber die ausserordentlich stark ätzenden Eigenschaften der Ameisensäure jede Möglichkeit aus, die Pilze auf der Lösung dieser Säure zum Wachsthum ja selbst nur zur Keimung zu bringen; aus diesen Gründen hielt ich es für die nächste Aufgabe, eine solche Culturmethode ausfindig zu machen, die es erlaubt, diesen Körper bei gleichzeitigem Unterdrücken seiner schädlichen Wirkung auf die lebenden Zellen und unter sonst günstigen Lebensbedingungen in fraglicher Beziehung zu untersuchen.

Derartige im Einzelnen durchgeführten Versuche scheinen in der Methodik der Pilznahrung gänzlich zu fehlen.

Der Weg, den ich eingeschlagen habe, um mein Ziel am sichersten zu erreichen, ist nun folgender.

Da die freie Ameisensäure zum Ernährungsversuche ganz und gar nicht geeignet ist, so blieb für mich nichts anderes übrig als die Nähr-

fähigkeit ihrer Salze zu prüfen. Damit wären übrigens noch lange nicht alle Schwierigkeiten aus dem Wege geräumt, denn die Anwendung der Salze organischer Säuren als Nährmaterial hat wieder einige experimentelle Missstände zur Folge, welche gerade im Stande sind die zu eruirenden Beziehungen in falsches Licht zu setzen.

Ist wirklich die betreffende Säure assimilirbar, so ist doch klar, dass deren Salze nicht vollständig assimiliert werden können; es entsteht ja in diesem Falle als Nebenproduct basisches Oxyd resp. kohlen-saures Salz. Die Nährstofflösung wird in Folge dessen bald alkalisch und dadurch auch für die weitere Entwicklung des Pilzes nicht geeignet.

Bei Anwendung der genannten Salze als Nährmaterial dreht sich die ganze Sache darum, diese für die Entwicklung des Pilzes schädliche Veränderung in der Beschaffenheit der umgebenden Lösung zu verhindern.

Um dieser Forderung Genüge zu leisten verfuhr ich nun in folgender Weise.

Eine kleine Quantität von fein gepulverter Rosolsäure wurde mit destillirtem Wasser eine halbe Minute lang geschüttelt und dann schnell abfiltrirt. Obgleich während dieser kurzen Zeitdauer nur eine minimale Menge der so schwer im Wasser löslichen Rosolsäure aufgelöst wurde, reichte diese kleine Menge dazu vollständig aus, um das Wasser intensiv roth zu färben, sobald es alkalisch gemacht wurde.

Dieses Rosolsäure enthaltenden Wassers bediente ich mich zur Herstellung der Nährstofflösung. Nach Auflösung der erforderlichen Quantität nöthiger anorganischer Nährsalze (saures phosphorsaures Kali, salpetersaures Ammoniak, schwefelsaure Magnesia und Chlorcalcium) wurde dieser Lösung Ameisensäure zugesetzt und zwar in solcher Quantität, um 1 bis  $1\frac{1}{2}$  procentige Lösung dieser Säure darzustellen, und schliesslich wurde die saure Flüssigkeit so lange mit kohlen-saurem Kali neutralisirt, bis die rothe Färbung resp. die alcalische Reaction eintrat.

Die auf diese Weise dargestellte Nährlösung wurde wie üblich durch Kochen sterilisirt, nach dem Erkalten mit Ameisensäure bis zum Verschwinden der rothen Färbung neutralisirt und dann mit Sporen von *Penicillium* infectirt.

Je nach Umständen schon wenige Tage nach der Aussaat kommt die Keimung der Conidien zum Vorschein.

Bald darauf wird gleichfalls in der Nährlösung selbst eine ins Auge fallende Veränderung bemerkbar: dieselbe fängt allmählich an ins Rothe zu spielen. Die Färbung nimmt sodann immer mehr und mehr an Intensität zu, um schliesslich nach einiger Zeit intensiv roth zu werden.

Die Erklärung dieses Farbenspiels liegt auf der Hand. Das Rothwerden der Lösung lässt in der That nur eine Deutung zu, dass das junge Mycel das ameisensaure Kali angreift; hierbei tritt die Ameisensäure mit dem Lebenssubstrate in stoffliche Beziehungen ein, während Aetzkali resp. kohlen saure Kali übrig bleibt und der umgebenden Lösung alkalische Reaction ertheilt.

Sobald die Nährflüssigkeit sich zu röthen beginnt, braucht man nur die Farbenänderung im Auge zu behalten.

Ist die Flüssigkeit allmählich intensiv roth geworden, so neutralisirt man dieselbe mit Ameisensäure bis zur Entfärbung oder wenigstens bis zum Blassrothwerden und dann überlässt man die Pilzkultur sich selber weiter. Im weiteren Verlauf des Versuches sorgt man bloss dafür, jedesmal, dass eine genügend rothe Färbung in der Flüssigkeit eintritt, die zur Neutralisation resp. Entfärbung erforderliche Menge von Ameisensäure zuzusetzen.

Dieses Verfahren, unter nöthigen Vorsichtsmaassregeln, kann so lange fortgesetzt werden, wie man will, ohne dadurch im Gange der Entwicklung der Pilzkultur irgend eine Störung zu veranlassen.

Unter Zuhülfenahme der Rosolsäure als Indicator, die neutrale und schwach alkalische Reaction der Nährlösung fortwährend erhaltend, ist es mir geglückt, *Penicillium glaucum* zu bewegen, auf solchen Lösungen zur Keimung und Massenvermehrung zu kommen, in welchen dem Pilze ameisensaures Kali als einziger organischer Bestandtheil zu Gebote stand, um schliesslich nach ein paar Monaten eine nicht unbedeutliche Menge von mit Conidien bedeckten Mycel zu gewinnen.

Weitere Versuche, die in dieser Richtung und nach derselben Methode ausgeführt sind, beziehen sich auf Harnstoff, welchem die

Strukturformel  $\text{CO} \begin{cases} \text{NH}_2 \\ \text{NH}_2 \end{cases}$  zukommt. Diese Verbindung ist ebenfalls in

die Gruppe von nicht assimilirbaren Substanzen eingereiht, insofern es auf die Kohlenstoffquelle ankommt, denn als Stickstoffquelle erwies sich Harnstoff vorzüglich.

Auch in diesem Falle haben meine Vorgänger aber entschieden unrecht.

Trotzdem meine hierher gehörigen Versuche erst im Spätsommer angestellt wurden und nicht lange fortgesetzt werden konnten, gelang es mir eine junge zusammenhängende Decke von *Penicillium*-Mycel auf den Nährlösungen sich entwickeln zu sehen, welche Harnstoff als alleinigen organischen Bestandtheil enthielten.

Rosolsäure als Indicator leistet hierbei besonders gute Dienste, weil mit der Harnstoffernährung eine intensive Bildung von Ammoniak oder kohlen saurem Ammoniak Hand in Hand geht, was auch nach der Formel dieser Verbindung von vorn herein zu erwarten war. Die

Neutralisirung der Nährlösung geschah hier durch eine verdünnte Phosphorsäurelösung.

Am Schluss will ich nicht unterlassen noch darauf aufmerksam zu machen, dass das oben angegebene Verfahren, welches ich als „Indicator-Culturmethode“ bezeichne, abgesehen von den speciell bei dieser Gelegenheit geleisteten Diensten, auch ein mehr allgemeineres Interesse in Anspruch nimmt, insofern diese Operationsmethode, bei ihrer grossen Einfachheit und leichten Handhabung, es ermöglicht, Zustandekommen eventuell Verlauf und Ausgiebigkeit der Stoffaufnahme bezw. -verarbeitung ad oculos zu demonstrieren.

Auf unser Thema, wie dieses im Titel dieser Abhandlung formulirt ist, komme ich nächstens wieder zurück.

---

## 45. L. Kny: Ueber Krystallbildung beim Kalkoxalat.

Eingegangen am 21. October 1887.

---

Die verschiedenen Formen, unter welchen das Kalkoxalat in den Geweben der Pflanzen auftritt, lassen sich, soweit unsere bisherigen Erfahrungen reichen, in zwei Krystallsysteme einreihen: in das tetragonale oder quadratische und in das monocline oder klinorhombische. Den Krystallen des erstgenannten Systems wird ein Gehalt von 6 Aequivalent Krystallwasser, denen des zweiten ein solcher von 2 Aequivalent Krystallwasser zugeschrieben.

Dass Krystalle beider Systeme innerhalb derselben Zelle vorkommen, ist bisher nur in wenigen Fällen erwiesen.<sup>1)</sup> Meist gehören die Krystalle, falls sie zu mehreren in derselben Zelle liegen, nicht nur demselben Systeme an, sondern haben auch untergeordnete Merkmale miteinander gemein. Besonders augenscheinlich ist dies bei den zu Bündeln vereinigten Raphiden. Selbst ganze Gewebezüge sind oft durch bestimmte Formen von Kalkoxalatkrystallen characterisirt; so gewisse Zellreihen des Weichbastes von Holzgewächsen durch Solitäre des monoclinen Systems, das Grundgewebe sehr vieler Pflanzen durch

---

1) A. WEISS, Ueber ein eigenthümliches Vorkommen von Kalkoxalatmassen in der Oberhaut der Organe einiger Acanthaceen (Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wiss. in Wien, Juli 1884), pag. 2; A. ZIMMERMANN, Die Morphologie und Physiologie der Pflanzenzelle (Encyclopädie der Naturwiss. Bot., III, pag. 594).

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Diakonow N.W.

Artikel/Article: [Organische Substanz als Nährsubstanz. 380-387](#)