© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

10. Frank Schwarz: Ueber die chemische Untersuchung des Protoplasmas.

Eingegangen am 24. Oktober 1886.

Bei der Untersuchung des Protoplasmas ist in den letzten Jahren der rein morphologische Standpunkt in den Vordergrund gestellt worden. Dieses Bestreben eine Morphologie des Protoplasmas zu schaffen hat zur Kenntniss der Strukturen im Kern, Cytoplasma und den Chlorophyllkörpern geführt, wobei sich für die homologen Bestandtheile der Zellen verschiedener Pflanzen eine weitgehende Gleichheit geltend machte. Wollte man diese Plasmastrukturen nicht als einfache Verzierungen und unwesentliche Ornamentirung gleichartiger Substanz ansehen, so musste man nothwendiger Weise die Annahme machen, die einzelnen Strukturelemente seien auch stofflich von verschiedener Beschaffenheit. Die thatsächlichen Beweise hierfür sind jedoch so unvollständig und einseitig, dass mir eine speziell in dieser Richtung unternommene Untersuchung nothwendig erschien.

Die chemische Untersuchung des Protoplasmas ist ihre eigenen Wege gegangen und beschränkte sich zumeist darauf, Substanzen aus der zerstörten Zelle zu extrahiren, ohne Rücksicht darauf zu nehmen, ob diese Stoffe wirklich in der Zelle vorkommen oder nicht, und in welchen Theilen der Zelle sie abgelagert sind. — Meine Ansicht geht nun dahin, dass man bei der chemischen Untersuchung des Protoplasmas auf die morphologische Differenzirung Rücksicht zu nehmen habe, da dieser morphologischen eine analoge chemische Differenzirung entspricht.

In der pflanzlichen Zelle findet zunächst eine Theilung in zwei grosse Stoffgruppen statt, indem sich der Zellsaft vom Protoplasma trennt. Im Zellsaft werden speziell jene Substanzen aufgespeichert, welche auf die Proteinkörper des Protoplasmas fällend wirken, wie z. B. Gerbstoff und Pflanzensäuren. Erst bei der Verletzung der Zelle kommen die Stoffe des Zellsaftes zur Wirkung, so dass wir bei der macrochemischen Extraktion von Pflanzentheilen, trotz chemischer Uebereinstimmung wesentlich andere Stoffmengen erhalten können, jenachdem ob der betreffende Pflanzentheil gerbstoff- resp. stärker säurehaltig gewesen ist oder nicht. Dieser Umstand wurde bei den macrochemischen Untersuchungen nicht genügend berücksichtigt. Wo sich eine Differenz der Löslichkeitsverhältnisse und Reaktionen ergab, schloss man ohne Weiteres auf eine chemische Verschiedenheit.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Eine weitere Trennung von Stoffen findet statt, indem die Proteinsubstanzen der einzelnen Zellorgane — ich bezeichne mit diesem Ausdruck Zellkern, Chlorophyllkörper, Cytoplasma und Stärkebildner — wesentlich verschieden sind. Die Gesammtreaktion dieser Zellorgane ist aber wiederum abhängig von der chemischen Beschaffenheit der einzelnen Strukturelemente. Diese Differenzen nachzuweisen wird der Chemie aber nur dann gelingen, wenn sie mehr als bisher auf die mikroskopische Untersuchung des Zellinhaltes Rücksicht nimmt.

Wenn nun auf der einen Seite die macrochemischen Untersuchungen nicht ausreichten diese Differenzen zur Anschauung zu bringen, so kann man doch auch der mikroskopischen Forschung den Vorwurf einer gewissen Einseitigkeit nicht ersparen. Das Verhalten des gefällten Zellinhaltes gegen Farbstoffe, die verschiedene Fähigkeit dieselben festzuhalten gilt hier für eine der hervorragendsten „chemischen" Reaktionen, obgleich die stärkere Tinktionsfähigkeit durch eine dichtere Lagerung oder durch die Imprägnirung eines Strukturtheils mit einer als Beize wirkenden Substanz hervorgerufen worden sein konnte. Abgesehen davon konnte man die Stoffe nur in färbbare und nicht färbbare eintheilen, die übrigen Differenzen innerhalb dieser Gruppen blieben unbestimmt. Ebenso sind die Verdauungsversuche mit Pepsin, wie sie E. Zacharias angestellt nicht ausreichend alle in der Pflanze vorkommenden Proteinkörper zu bestimmen.

Um dieser Einseitigkeit auszuweichen und zugleich die einzelnen Proteinstoffe durch eine grössere Anzahl von Reaktionen zu charakterisiren, habe ich bei meinen eigenen Untersuchungen eine möglichst grosse Zahl von Substanzen auf den Zellinhalt einwirken lassen. Da es mir hauptsächlich darum zu thun war den Unterschied der einzelnen Strukturelemente zu präzisiren, verzichtete ich auf die Anwendung jener Reagentien, welche alle Proteinsubstanzen gleichmässig fällen oder gleichmässig lösen; dagegen schienen mir jene Stoffe brauchbar zu sein, welche nur einen Theil der Plasmasubstanzen fällen, die übrigen aber entweder lösen oder doch zum Quellen bringen. Diese Methode der partiellen Lösung musste am besten zur chemischen Unterscheidung der einzelnen Strukturelemente führen.

Bei der Auswahl der Reagentien hielt ich mich vor allem an jene Stoffe, welche bei der Darstellung der Eiweisskörper verwendet worden sind und die zur Erkennung der einzelnen Stoffe nothwendig sind. Da die Reagentien je nach ihrer Concentration verschieden wirken, war es nothwendig immer verschiedene Concentrationen zu prüfen.

Ohne auf den grösseren oder geringeren Werth der einzelnen einzugehen, lasse ich hier die Liste der angewendeten Substanzen folgen:

Destillirtes Wasser kalt und bei Siedetemperatur,
Kochsalz 10 pCt., 20 pCt.,
Schwefelsaure Magnesia 10 pCt., gesättigt bei 40° C.,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Saures schwefelsaures Ammoniak kalt gesättigt,
Monokaliumphosphat 1 pCt., 5 pCt., 20 pCt.,
Dinatriumphosphat 1 pCt., 5 pCt., 20 pCt.,
Kalilauge 0,1 pCt., 1 pCt., concentrirt,
Kalkwasser,
Essigsäure 0,2 pCt., 1 pCt., 3 pCt., 10 pCt., 50 pCt. und Eisessig,
Salzsäure 0,01 pCt., 0,1 pCt., 1 pCt., 20 pCt. und concentrirt,
Ferrocyankalium + Essigsäure,
Schwefelsaures Kupfer,
Doppelt Chromsaures Kali,
Ferrum dialysatum,

Ausserdem kam noch zur Anwendung:
Pepsinverdauung in salzsaurer Lösung,
Trypsinverdauung in fast neutraler Lösung.

Was das Beobachtungsmaterial anbelangt, so habe ich meine Untersuchungen auf eine grössere Anzahl von Pflanzen ausgedehnt, um die Substanzen der einzelnen Zellorgane bei verschiedenen Pflanzen vergleichen zu können und um die durch die Stoffe des Zellsaftes hervorgerufenen Abweichungen zu kontrolliren. Ausserdem wurden häufig verschiedene Altersstadien untersucht, da das Protoplasma in jungen und alten Theilen sich nicht vollständig gleich verhält. Bei der Menge der angewandten Reaktionen war es nothwendig sich auf bestimmte Gewebe zu beschränken, ich habe daher nur vegetative Zellen höherer Gewächse untersucht, die Untersuchung von Samen, Reservestoffbehältern und Sexualzellen zunächst noch nicht vorgenommen.

Der mir hier zu Gebote stehende Raum macht es unmöglich auf die einzelnen Resultate meiner Untersuchungen einzugehen, ich beabsichtige daher nur die sich ergebenden allgemeinen Thatsachen in Kürze anzuführen. Ebenso muss ich den Leser, was die Begründung dieser Thatsachen anbelangt auf meine demnächst erscheinende grössere Arbeit verweisen.

Auf die Nachweisung des chemischen Unterschiedes von Cytoplasma, Kern, Chlorophyllkörper und Stärkebildner habe ich schon vorhin aufmerksam gemacht.

In den Zellorganen liessen sich durch meine Methode der partiellen Lösung folgende Strukturelemente chemisch unterscheiden; im Kern: eine Grundsubstanz, Fibrillensubstanz, Chromatin, Nucleolen und die Membran; in den Chlorophyllkörpern eine quellbare jedoch niemals lösliche Fibrillensubstanz und eine leicht quellbare bis lösliche Zwischensubstanz, aber niemals eine chemisch differente Membran; im Cytoplasma eine Fibrillen- und eine Zwischensubstanz, sowie eingelagerte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Körnchen, die äussere und innere Begrenzung des Cytoplasmas ist als chemisch different nicht mit Sicherheit nachzuweisen.

Die Menge der in einer Zelle vorkommenden Proteinstoffe ist eine ziemlich grosse. Diese Stoffe sind nicht in allen Reaktionen mit den macrochemisch dargestellten Eiweisskörpern identisch, doch macht sich eine weitergehende Aehnlichkeit mit den sogen. Globulinen geltend.

Bei den jetzigen Methoden der Darstellung von Proteinstoffen werden immer eine grössere Anzahl verschiedener Körper aus der Pflanzenzelle extrahirt, indem z. B. sowohl verdünnte Kalilauge, als 10 proc. Kochsalzlösung den ganzen Kern auflösen, der Extract also ein Gemisch aus mindestens 5 verschiedenen Stoffen darstellt.

Eine weitgehende Uebereinstimmung der chemischen Zusammensetzung zeigen die homologen Zellorgane und Strukturelemente verschiedener Pflanzen, sodass wir mit Recht von Kernstoffen, Cytoplasma- und Chlorophyllkörperstoffen im Allgemeinen reden können. Diese Stoffe besitzen bei den verschiedenen Pflanzen zumeist dieselben Reaktionen nur quantitative Unterschiede in der Löslichkeit und Quellbarkeit machen sich geltend.

Durch meine Untersuchungen hoffe ich jedoch auch jene mikroskopischen Studien zu fördern, welche die morphologische Differenzirung des Protoplasmas im Auge haben, indem durch meine Methode der partiellen Lösung mit Leichtigkeit zu entscheiden ist, ob morphologisch gleiche oder z. B. gleichtingirbare Substanzen und Strukturelemente wirklich identisch sind. Durch meine Methode ist es vielfach möglich einzelne Substanzen zu fällen, die übrigen zur Lösung oder zur Quellung zu bringen, wodurch die ersteren deutlicher hervortreten als bei jeder anderen Methode. Durch die Behandlung mit fixirenden Flüssigkeiten können Fällungsprodukte entstehen die von den natürlichen Strukturen nicht immer zu unterscheiden sind. Diese Niederschläge können, wie ich mich selbst überzeugte, oft das Aussehen von Fibrillen und Körnchen haben, eine chemische Differenz lässt sich aber an einem derartigen fibrillären Niederschlage nicht nachweisen, während dies bei den Strukturen des Protoplasmas sehr wohl möglich ist.

Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass die chemische Untersuchung nothwendig ist, sobald es sich um die Frage handelt, welche physiologische Bedeutung diese oder jene Substanz in der Zelle besitzt.

Als Beispiel hierfür möchte ich das Chromatin anführen. Nach den Untersuchungen von Zacharias ist das Chromatin widerstandsfähig gegen Säuren, es ist unverdaubar in pepsinhaltiger Flüssigkeit. Diese beiden Reaktionen genügten, um dem botanischen und zoologischen Publikum Glauben zu machen, das Chromatin sei überhaupt der gegen Reagentien relativ widerstandsfähigste Körper des Protoplasmas diese Thatsache, in Verbindung mit Vorgängen bei der Kerntheilung und Befruchtung, die sich ebenso gut anders deuten liessen, genügten das

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Chromatin als den eigentlichen Befruchtungs- und Vererbungsstoff zu bezeichnen, ja sogar seine Identität mit dem Idioplasma Nägeli's zu vermuthen. Der Voraussetzung, dass die Moleküle des Vererbungsstoffes nur schwer verschiebbar sein müssen, dass der betreffende Stoff also auch von Lösungsmitteln schwer angreifbar sein muss, lässt sich beistimmen. Diese Prämisse stimmt aber für das Chromatin durchaus nicht. Das Chromatin erwies sich zwar gegen verdünnte Säuren als widerstandsfähig, dagegen war es sowohl in neutralen als in alkalischen Salzen und in freien Alkalien der am leichtesten lösliche Körper. Bei der durchwegs alkalischen Reaktion des Protoplasmas speziell auch des Kernes kommt es aber gerade auf die Widerstandsfähigkeit gegen Alkalien an. Das Chromatin ist löslich in Kochsalz von 10 pCt. und 20 pCt., schwefelsaurer Magnesia von 10 pCt. und gesättigt, in gesättigter Lösung von saurem schwefelsaurem Ammoniak (allerdings schwer löslich), in KH_2PO_4, Na_2HPO_4, Kalkwasser, Kalilauge vor allen Concentrationen. Dazu kommt noch, dass die übrigen Kernsubstanzen, wie z. B. in KH_2PO_4 oder in saurem schwefelsaurem Ammoniak oder in 20 proc. Kochsalzlösung gefällt wurden, während gerade nur das Chromatin sich als löslich erwies.

In schwefelsaurem Kupfer werden sämmtliche anderen Stoffe der Zelle fixirt; nur das Chromatin löst sich. Aehnlich verhält es sich in einer angesäuerten Lösung von Ferrocyankalium; durch diese beiden letzteren Reaktionen steht es sogar den Peptonen nahe, ohne dass ich deshalb das Chromatin zu den Peptonen rechnen wollte, denn es ist in heissem Wasser unlöslich.

Die Unverdaubarkeit in pepsinhaltigen Flüssigkeiten beweist ebenfalls nichts. Hätte man statt Pepsin das Ferment der Pancreas, das Trypsin angewendet, so hätte man auch gefunden, dass in diesem Falle das Chromatin zuerst von allen Kernstoffen gelöst wird. Ich verwendete Trypsin in der von Kühne angegebene Form, d. h. in einer Lösung von 0,1 pCt. Salicylsäure, die schwach sauer reagirte, also konnte hier von einer Lösung durch alkalische Stoffe nicht die Rede sein und trotzdem verschwand das Chromatin nach 5—10 Minuten vollständig aus den Kernen. Das Pepsin, das nur in saurer Lösung verdaut, dürfte wohl im alkalischen Protoplasma der lebenden Zelle nie zur Wirkung gelangen. Zu alledem kommt noch, dass die übrigen plasmatischen Stoffe gegen verdünnte Säuren gerade so widerstandsfähig sind, als das Chromatin, dieser Stoff also vor den übrigen Substanzen nichts voraus hat. Durch concentrirte Säuren wird auch das Chromatin zersetzt.

Die leichtere Löslichkeit lässt aber auch auf ein geringeres Molekulargewicht schliessen, während gerade jener Stoff der die vererbbaren „Qualitäten“ der Organismen darstellt, wahrscheinlich ein sehr hohes Molekulargewicht haben muss. — Nach alledem ist es unwahrscheinlich dass das Chromatin die Rolle eines Vererbungsstoffes spielt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ohne dass die chemischen Betrachtungen über Proteinstoffe des Protoplasmas hiermit erschöpft wären will ich doch schliessen, es war mir nur darum zu thun Beispiele dafür anzuführen, welche Vortheile die chemisch-mikroskopische Untersuchung gewährt. Die chemische Differenzirung des Protoplasmas verdient dasselbe Interesse als die morphologische Differenzirung.

---

11. B. Frank: Ueber die Mikroorganismen des Erdbodens.

Eingegangen am 26. Oktober 1886.

Der Vorstellung, dass der Erdboden der Träger von Keimen niederer Organismen ist, begegnen wir neuerdings auf verschiedenen wissenschaftlichen Gebieten: in der Pathologie und Hygiene, wo es sich um die pathogenen Organismen der infectiösen Krankheiten handelt, und in der Bodenkunde, wo man gewisse chemische Umsetzungen im Erdboden auf die Thätigkeit solcher Organismen zurückführen zu müssen geglaubt hat. Der letztere Punkt hat ein hervorragendes Interesse für die Physiologie, insbesondere für die pflanzliche Ernährungslehre, denn er betrifft erstens die Nitrification der Ammoniaksalze im Boden, die zuerst mit Bestimmtheit von Schlösing und Münz[1]), für eine durch Organismen veranlasste Gährung erklärt wurde, und zweitens auch die Ueberführung ungebundenen atmosphärischen Stickstoffes in Stickstoffverbindungen, einen Vorgang den wir im Erdboden annehmen müssen[2]), und der von Berthelot[3]) neuerdings als eine Wirkung der Thätigkeit niederer Organismen bezeichnet wurde.

Die Existenz solcher Bodenorganismen ist meist nicht durch Beobachtung festgestellt, sondern gefolgert worden aus dem Umstande, dass die betreffenden chemischen Umsetzungen unterblieben, wenn der Boden in einer Weise behandelt worden war, wodurch in der Regel Organismen getödtet zu werden pflegen. Gesehen worden sind z. B. die vermeintlichen Nitrificationsorganismen von den Forschern, die von ihrer Existenz sprachen, niemals, geschweige denn dass sie botanisch irgend näher beschrieben wären. Meine Absicht war daher, mit Hülfe der

1) Compt. rend. 1873, p. 203 u. 353; 1877, p. 301 u. 1018; 1879, p. 1074.
2) Vergl. meinen Aufsatz im 7. Hefte dieses Jahrganges dieser Berichte.
3) Compt. rend. 1885, p. 775.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1886

Band/Volume: 4

Autor(en)/Author(s): Schwarz Frank

Artikel/Article: Ueber die chemische Untersuchung des Protoplasmas CIII-CVIII