

Fig. 10. Projektion des Zentralknotens von *Pinnularia gigas* auf die Valvar-ebene (Horizontalprojektion). Vergr. 2000.

Fig. 11. Projektion des Zentralknotens von *Pinnularia gigas* auf die Apikal-ebene (erste Vertikalprojektion). Vergr. 2000.

Fig. 12. Projektion des Zentralknotens von *Pinnularia gigas* auf die Transapikalebene (zweite Vertikalprojektion). Vergr. 2000.

5. B. N ě m e c: Zur Mikrochemie der Chromosomen.

(Eingegangen am 19. Januar 1909.)

Es gibt nicht viele Arbeiten über die Mikrochemie der Chromosomen, so daß wir sehr wenig über ihre Natur wissen. Sie werden für gewöhnlich als aus Nukleoproteiden bestehend betrachtet, oder als reich an Nuklein bezeichnet. Die mikrochemischen Reaktionen der Chromatinkörperchen in ruhenden Kernen einiger Pflanzen werden meist ohne weiteres auf die Chromosomen übertragen, da man der Meinung ist, daß beide aus dem sogenannten Chromatin bestehen, oder wenigstens sehr viel Chromatin enthalten. Besonders häufig wurde in dieser Beziehung *Phajus grandifolius* untersucht. Mir stand diese Pflanze nicht zur Verfügung, daher ich das Verhalten der Chromatinkörperchen ruhender Kerne mit Chromosomen an *Cucurbita Pepo* verglichen habe.

Da den Chromosomen eine große Wichtigkeit für die Vererbung zugeschrieben wird, so hat ihr mikrochemisches Verhalten einiges Interesse. Mir hat es sich hauptsächlich darum gehandelt, festzustellen, ob die erwähnten Chromatinkörner, auf deren mutmaßliche Bedeutung ROSENBERG (1904) hingewiesen hat, sowie kleine Chromatinkörner im Kernretikulum, oder wenn solche nicht hervortreten, das Retikulum selbst mit den Chromosomen mikrochemisch übereinstimmen. Diese Frage ist nämlich in mancher Hinsicht für die Vererbungstheorien wichtig.

Die Chromosomen der von mir untersuchten Pflanzen zeichnen sich dadurch aus, daß sie sich in heißem Wasser verhältnismäßig sehr leicht lösen. Taucht man lebendige Wurzelspitzen von *Vicia Faba* oder *Allium Cēpa* in Wasser von 96—99° C, läßt sie hier fünf Sekunden und untersucht gleich darauf in Wasser, oder nach einer

Fixierung in Alkohol oder in FLEMMINGscher Lösung, so scheinen die Chromosomen stark gequollen oder aufgelöst, meist sind jedoch nur ihre peripheren Partien gelöst oder stark vakuolisiert, die zentralen sind noch erhalten. Sie färben sich jedoch mit den sog. Kernfarbstoffen sehr schwach. Ruhende Kerne sind nicht angegriffen, die Spireme erhalten sich jedoch wie schon differenzierte Chromosomen. Läßt man das heiße Wasser 10—30 Sekunden einwirken, so löst sich der ganze Inhalt der Chromosomen restlos; an Wurzelspitzen, die gleich nach Behandlung mit heißem Wasser in Wasser oder Glyzerin untersucht werden, findet man ihre hyalinen, strukturlosen, deutlichen Abdrücke, ähnlich denen, welche OES (Bot. Ztg. 1908) nach autolytischer Lösung der Chromosomen gefunden hat. An fixierten Präparaten sind allerdings in diesen Abdrücken noch spärliche Körnchen oder Lamellen zu finden, die vielleicht erst bei der Fixierung entstehen. Läßt man Wurzelspitzen 3—5 Minuten in heißem Wasser, so erscheinen an nicht fixierten Objekten an Stelle der Chromosomen vakuolenförmige Höhlungen in dem körnig-vakuolig oder fast homogen koagulierten Cytoplasma; auch Kerne, welche Spireme enthielten, sind vakuolig und stark aufgeblasen, der Nukleolus zerquetscht. Sonst erscheint der Nukleolus nur schwach aufgequollen und vakuolig. An fixierten Objekten erscheint jetzt im Inneren der Chromosomen-negative selten eine spärliche körnige oder lamellenartige Struktur. Daneben gibt es aber auch ganz homogene, leere Negative. Ruhende Kerne meristematischer Zellen sind höchstens an der Peripherie vakuolig, Kerne der Dauergewebe sind unverändert. Besonders ist hervorzuheben, daß sie sich mit Kernfarbstoffen auch nach Behandlung mit heißem Wasser intensiv tingieren.

Es scheint, daß die Chromatinfäden der Spireme eine in heißem Wasser nicht oder schwer lösliche dünne Hülle besitzen, die einer Vakuolenhaut analog sein könnte. Die Chromosomen der späteren Stadien besitzen, wie aus einigen Nebenerscheinungen zu folgern ist, keine solche Hülle, die sich vom Cytoplasma unterscheiden ließe.

Durch heißes Wasser wird die Substanz der Spindelfasern nicht faserig koaguliert. Sie erscheint sehr feinkörnig oder homogen, häufig ist sie auf geringe Reste reduziert. Das Cytoplasma wird nie so stark faserig-netzig oder körnig durch Hitze koaguliert, wie durch die üblichen Fixierungsflüssigkeiten. Die Vakuolen bleiben sehr gut erhalten.

Auch Wurzeln, welche in Alkohol eingelegt wurden, bewahren die Löslichkeit ihrer Chromosomen in heißem Wasser.

Doch muß man sie, je länger sie sich im Alkohol befanden, desto länger der Einwirkung des heißen Wassers aussetzen. Mit Alkohol behandelte Objekte haben auch den Vorteil, daß ihre Chromosomen nicht so stark aufquellen wie in frischen, mit heißem Wasser behandelten Wurzeln. Bei *Allium Cepa*, dessen Wurzelspitzen eine Stunde lang in 96prozentigem Alkohol gelegen hatten, wurden die Chromosomen nach 30—60 Sekunden langer Einwirkung von heißem Wasser (96—99° C) ganz ausgehöhlt, wogegen die ruhenden Kerne gar nicht angegriffen waren; nicht einmal ihre Peripherie zeigte eine Vakuolisierung.

Alle Versuche ergaben, daß durch eine 30 Sekunden bis fünf Minuten lange Einwirkung von heißem Wasser auf frische meristematische Zellen die Chromosomen ausgehöhlt oder ganz aufgelöst werden, die ruhenden Kerne jedoch kaum angegriffen werden, insbesondere aber ihre Tinktionsfähigkeit ganz behalten. OES hat (Bot. Ztg. 1908) beobachtet, daß in Zellen, die eine Zeitlang mit Wasser von 90° C behandelt wurden, die Chromosomen aufquellen, wenn sie dann fixiert werden, wieder schrumpfen, so daß sie dann von einem hyalinen Hof umgeben erscheinen. Es ist möglich, daß es sich schon da um eine teilweise Lösung der peripheren Schichten der Chromosomen gehandelt hat.

ZACHARIAS hat auf die gut auch in vivo sichtbaren Chromatin- resp. Nukleinkörper hingewiesen, die in den Kernen von *Cucurbita Pepo* enthalten sind. Ich habe die Wurzelspitzen dieser Pflanze untersucht, um zu erfahren, wie sich Chromosomen und diese Nukleinkörperchen gegen heißes Wasser verhalten werden. Es wurde gefunden, daß auch hier die Chromosomen ausgehöhlt und aufgelöst werden, die Nukleinkörper jedoch ganz unberührt bleiben. Sie unterscheiden sich jedenfalls substantiell von den Chromosomen.

Auf Grund dieser Erfahrungen muß man die Chromosomen als substantiell verschieden von dem Kernretikulum (wo keine Chromatinkörper vorhanden sind), ebenso wie von den Chromatinkörperchen erklären. Wenn sich der Kern zur Mitose vorbereitet, so beginnen in seinem Fadenwerk Substanzen aufzutreten, welche in heißem Wasser löslich sind. Offenbar erfährt die Substanz des Kernretikulums eine chemische Veränderung, welche schließlich zu seiner Verwandlung in ein in heißem Wasser lösliches Chromatin führt. Es ist nicht unmöglich, daß diese Veränderung in Spaltungen von ursprünglich komplizierten eiweißartigen Körpern in einfachere Verbindungen besteht, ebenso ist es nicht ausgeschlossen, daß dann diese Substanzen schon durch bloßes Wasser zersetzt und gelöst

werden. Hervorgehoben muß noch werden, daß die Chromosomen auch in siedendem Wasser löslich sind, also nicht wasserunlöslich koaguliert werden.

Meine Untersuchungen über ungeschlechtliche Kernverschmelzungen, über die vegetativen Chromosomenreduktionen, von deren Vorhandensein ich mich trotz den gegenteiligen Angaben STRASBURGERS (1907) überzeugen konnte, und über die geringe Bedeutung der Chromosomenzahl für den Generationswechsel haben mich zur Ansicht gebracht, daß der Kern in bezug auf die Erbllichkeit überschätzt wird. Die hier skizzierten Erfahrungen über die Löslichkeit der Chromosomen in heißem Wasser bilden eine weitere Stütze dieser Ansicht, welche übrigens in den berühmten Versuchen von GODLEWSKI jun. eine wichtige Basis hat. Das Chromatin bildet keine in einer bestimmten physikalischen und chemischen Struktur persistierende Substanz. Es verändert sich im Gegenteil sehr tief während der Entwicklungsperioden des Zellkernes. Es ist kaum geeignet ein stabiles Idioplasma zu sein, da es viel tiefere chemische Umwandlungen erfährt, als sich im Cytoplasma selbst nachweisen lassen. Ich werde über dieses Thema eine größere, das Problem der Befruchtung behandelnde Arbeit veröffentlichen.

Zuweilen wird das sog. achromatische Kerngerüst (Linin-Karyoplastin) mit dem Cytoplastin, d. h. mit der als Plastin bezeichneten im Magensaft nicht verdaubaren Grundsubstanz des Cytoplasmas identifiziert. Man kann sich leicht überzeugen, daß das unrichtig ist. Mit Alkohol — noch besser aber mit Pikrinschwefelsäure fixierte und mit Alkohol entfärbte Objekte sind zu diesem Nachweise am besten geeignet. An Objektgläser aufgeklebte Schnitte kommen auf 24 Stunden in eine 1 prozentige wässrige Lösung von KOH. Das Cytoplasma erscheint dann gleich wie die Nukleolen ungelöst, ebenso die Fasern der Teilungsspindel, der sonstige Kerninhalt verschwindet aber vollständig. Auch die Chromosomen lösen sich ganz oder bis auf einen kleinen Rest auf. Hieraus folgt, daß das Kernretikulum vom Cytoplastin mikrochemisch gut zu unterscheiden ist, da beide nicht dieselben Eigenschaften aufweisen. Es handelt sich also nicht um identische Substanzen.

Weitere Untersuchungen widmete ich der Frage, inwiefern einige von FR. SCHWARZ als chromatolytisch bezeichnete Reagentien diese Bezeichnung verdienen. Ich kann ZIMMERMANNs diesbezügliche Angaben (1897), sowie meine eigene Auffassung (1900) völlig bestätigen. Kochsalzlösungen, Magnesium- und Kupfersulfatlösung,

Monokaliumphosphat, Ferrocyankalium erwiesen sich nicht zum Nachweis des Chromatins geeignet. Sie lösen in fixierten Objekten des Chromatin nicht, werden jedoch mit denselben lebendige Zellen behandelt, so treten so mannigfache Begleiterscheinungen der Plasmolyse und des allmählichen Absterbens auf, daß man von einer einfachen Lösung bestimmter Bestandteile des Protoplasten in den besagten Reagentien nicht reden kann. Daher mir auch V. RŮŽIČKAS (Abh. d. b. Akad. 1906, Arch. f. Entw. mech. 1908) auf die Einwirkung dieser Reagentien gestützte Beweise der Kernnatur der Bakterien hinfällig erscheinen.

Prag, Pflanzenphysiol. Inst. d. böhm. Universität.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1909

Band/Volume: [27](#)

Autor(en)/Author(s): Nemec Bohumil Rehor

Artikel/Article: [Zur Mikrochemie der Chromosomen. 43-47](#)