

kommt in einer unermesslichen Anzahl von Fällen in der freien Natur vor, bei vielen Organismen — z. B. auf Baumrinden — wahrscheinlich durch eine spezifische Anpassung begünstigt und durch Vererbung als sehr vorteilhafte Eigenschaft befestigt. Die Lebensspanne des Individuums findet ihr Ende entweder durch den Tod wegen irreparabler Schädigung des leblosen Organismus oder durch die natürliche Anabiose, z. B. im Boden, wenn es im Frühling taut, im Dachrinnenstaube, wenn es im Sommer nach einer Dürre regnet u. s. w. Die organische Maschine stirbt also nicht jedesmal, wenn sie vollkommen still steht, so wenig wie die Uhr jedesmal zerbricht, wenn das Pendel nicht mehr schwingt.

Die festgefrorenen und eingetrockneten Tiere, welchen jede Spur einer Saftströmung fehlt, sind nicht tot, sondern sie leben nur nicht, bis die Anabiose sie dazu in den Stand setzt.

Berlin, 4. Dezember 1890.

Versuche über aktives Eiweiß für Vorlesung und Praktikum.

Von **O. Loew** und **Th. Bokorny**.

Bei dem Interesse, welches sich an die Beschaffenheit des aktiven Eiweißes knüpft, ist es vielleicht vielen Lesern dieses Centralblattes nicht unerwünscht, mehrere in kurzer Zeit ausführbare Versuche hier zusammengestellt zu sehen, welche besonders geeignet erscheinen, einige chemische und physikalische Eigenschaften jenes wichtigen Stoffes darzuthun¹⁾. Man wird bei Ausführung jener Experimente nicht bloß merkwürdige Reaktionen in der Pflanzenzelle sich mit geringer Mühe vor Augen führen, sondern auch beurteilen können, inwiefern die gegen unsere Schlüsse bis jetzt gebrachten Einwände berechtigt sind oder nicht. Die Besichtigung der Reaktionen beseitigt vielleicht von

1) Nach unserer Ansicht ist das durch direkte Synthese in den Pflanzen gebildete Albumin stets aktives; es kann aber dieses noch in den lebenden Zellen, ehe Organe resp. lebendes Protoplasma durch molekularen Aufbau (Tektonik) gebildet wird, umgelagert werden, so dass also auch passives Eiweiß vorhanden sein kann. Die Reserveproteinstoffe wie Legumin, Conglutin etc. sind durch Umlagerung und Umänderung aus dem aktiven Eiweiß hervorgegangen. Auch für die Proteinkristalle und Aleuronkörner ist diese Entstehungsweise anzunehmen. Aus den inerten, nicht reduzierenden Proteinstoffen kann durch die Kräfte der Zellen wieder labiles, reduzierendes Eiweiß erzeugt werden und aus diesem wieder durch Organisation das lebende Protoplasma. Um diesen Vorgang handelt es sich bei der Entwicklung des Keimlings und bei Ernährung der Tiere, wobei passive Eiweißstoffe zur Verwendung gelangen. Beim Keimling freilich findet diese Rückbildung zum großen Teil auf dem Umweg über Asparagin statt.

vorneherein manche anderweitige Auffassung und manchen Zweifel, der sich bei bloßer litterarischer Kenntnissnahme von jenen Dingen aufdrängt.

1) Auswahl der Objekte. Veränderung des Gehaltes an aktivem Albumin.

Nur solche Pflanzenzellen, welche einen Vorrat an aktivem Protein, d. h. noch nicht zu Organen umgeformtes aktives Eiweiß in einiger Menge enthalten, eignen sich zu unsern Versuchen. Die Organe: Chlorophyllkörper, äußere und innere Plasmahaut etc. sterben allzuleicht ab, während das nichtorganisierte Eiweiß gewisse Eingriffe erträgt, ohne sich sogleich durch die ganze Masse hindurch umzulagern.

Es sind daher im Allgemeinen ungünstig zu den in Rede stehenden Versuchen: 1) Zellen mit sehr raschem Wachstum (*Sphaeroplea* und *Oedogonium* dürften wohl hierher gehören), welche ihr Eiweiß rasch zur Organbildung verbrauchen; 2) Zellen, welche sehr langsam Eiweiß bilden und infolge dessen nie einen größeren Ueberschuss an nichtorganisiertem Eiweiß haben; 3) ausgewachsene Zellen, welche ihren Eiweißvorrat ganz organisiert oder zum Aufbau von Idioplasma verwandt haben und kein neues Eiweiß mehr bilden.

Durch Behandlung der Zellen mit wässriger Kaffeinlösung kann man sich ein Urteil darüber bilden, ob nichtorganisiertes aktives Eiweiß vorhanden ist, denn dieses wird hiedurch in kleinen Kügelchen (Proteosomen von uns genannt) ausgeschieden.

Zahlreiche Pflanzen und Pflanzenteile haben sich uns bis jetzt als günstig zu Versuchen über aktives Albumin erwiesen. Von Laubblättern höherer Pflanzen sind besonders die der Crassulaceen zu nennen, unter denen *Echeveria*, *Cotyledon*, *Sempervivum* ausgezeichnete Beispiele darbieten; subepidermale Zellen beider Blattseiten sind hier sehr reich an aktivem Albumin. Die Tentakeln des *Drosera*-Blattes eignen sich ebenfalls zu den in Rede stehenden Versuchen. Staubfäden von *Eugenia australis*, *Melaleuca*, *Acacia* ergeben schöne Reaktion auf aktives Albumin. Die Narbe von *Crocus* verdient ebenfalls Beachtung in dieser Hinsicht, ferner unreife nicht zu saure Schneebereen.

Unter den Algen gibt z. B. *Vaucheria* ¹⁾ Reaktion, freilich nur die erwachsene Pflanze; Keimschläuche von *Vaucheria*-Sporen zeigen sie nicht. Besonders aber sind es Spirogyren, welche sich brauchbar erweisen; sie haben oft bedeutende Mengen von aktivem Eiweiß

1) An *Vaucheria*-Rasen, die man am Grunde von Gräben trifft, fällt das Vorkommen zahlreicher darin gefangener und zum Teil abgestorbener Insektenlarven und Crustaceen auf; die Fäulnisprodukte tragen offenbar zur üppigen Entwicklung der Rasen bei.

in sich, weisen im übrigen große Schwankungen in dieser Beziehung auf, je nach den Umständen, unter denen sie gewachsen sind.

Zwar kann man den Gehalt an nichtorganisiertem aktivem Eiweiß nicht durch Maß oder Gewicht bestimmen; doch gibt die Ausscheidung, welche man mit Kaffeinlösung unter dem Mikroskop beobachtet, einen Anhaltspunkt für Beurteilung der relativen Mengen, natürlich nur dann, wenn sich sehr große in die Augen fallende Unterschiede zeigen.

Die darauffolgende Silberreduktion mit Lösung A¹⁾ ist der Intensität der Proteosomenbildung proportional.

Versuche mit ein und derselben Spirogyren-Art haben nun gezeigt, dass man den Gehalt an aktivem Albumin auch künstlich herabdrücken und steigern kann.

Sucht man das Wachstum der Zellen zu fördern und zugleich eine Neubildung von Eiweißstoffen auszuschließen, so wird der Vorrat aufgezehrt und Kaffein bringt schließlich nur mehr äußerst geringe Proteosomenbildung hervor²⁾. Man kann das z. B. mit Spirogyren erreichen, indem man dieselben 2 bis 3 Wochen bei 30° kultiviert, oder indem man sie längere Zeit ins Dunkle verbringt.

Befördert man das Wachstum durch eine günstige Nährlösung unter gleichzeitiger Verringerung der Kalizufuhr, so nimmt das aktive Eiweiß ebenfalls ab, so z. B. bei Kultur in folgender mit destilliertem Wasser hergestellten Nährlösung³⁾:

0.5 p. m. salpetersaure Magnesia, 0.5 p. m. salpetersaurer Kalk,
0.1 p. m. schwefelsaure Magnesia, 0.1 p. m. Monokaliumphosphat,
Spur Eisenvitriol.

Setzt man aber dieser Nährlösung noch 1 p. m. Kaliumnitrat oder 0.5 p. m. Chlorkalium zu unter Weglassung der salpetersauren Magnesia, so erhält man nach mehrwöchentlicher Kultur eine überaus intensive Abscheidung von Proteosomen in Cytoplasma und Zellsaft bei Kaffeinbehandlung. Nichts fördert bei *Spirogyra* die Bildung eines Vorrats an aktivem Eiweiß so, als vermehrte Zufuhr von Kaliumnitrat; besonders wenn man gleichzeitig durch einseitige Ernährungsverhältnisse (Weglassung von Magnesia und Phosphaten) einen hemmenden Einfluss auf Wachstum und Zellteilung ausübt (oder auf Organisierung des aktiven Albumins?).

1) Wir nannten so eine sehr verdünnte alkalische Silberlösung, welche folgendermaßen hergestellt wird. Man mischt 1) 13 ccm Kalilösung von 1,333 spez. Gewicht mit 10 ccm Ammoniakliquor von 0,96 spez. Gew. und verdünnt auf 100, und hält 2) eine Lösung von 1proz. Silbernitrat vorrätig. Von beiden Lösungen mischt man vor dem Gebrauch je 1 ccm und verdünnt diese Mischung auf 1 Liter.

2) Besonders auffallend ist der Unterschied an aktivem Zellsafteiweiß.

3) Bei diesen Kulturversuchen sind stets nur sehr geringe Algenmengen zu nehmen, etwa 10–20 [5 cm lange] Fäden auf einen Liter Lösung.

Will man sich davon überzeugen, dass das aktive Protein die von uns beobachtete Silberreduktion bedingt, so ist es gut, Objekte zu wählen, welche keinen andern reduzierenden Stoff, wie z. B. Glukose oder Gerbstoff, enthalten. Besonders ist es der Gerbstoff, welcher Manche anfangs zu Täuschungen führen kann. Wir haben schon bei unseren ersten Versuchen dies berücksichtigt und möglichst gerbstoffarme Objekte zu jener Reaktion ausgewählt; noch besser aber ist es den Gerbstoff völlig auszuschließen.

Bei Spirogyren findet sich der Gerbstoff manchmal nur in Spuren, öfters aber auch in beträchtlichen Mengen vor. Er wird, wie schon von mehreren Autoren hervorgehoben wurde, nicht oder nur sehr schwierig von den Zellen als Respirationsstoff verbraucht, was auffällt, da er ein leicht oxydabler Körper ist. Spirogyren kann man bis zum Hungertode im Dunklen aufbewahren, ohne dass der Gerbstoff verschwindet; allerdings scheint sich seine Menge zu vermindern. Auch Beschleunigung der Respiration durch Züchtungsversuche bei höherer Temperatur (30°) entfernt ihn nicht.

Unser Verfahren, gerbstofffreie Spirogyren zu züchten, gründet sich darauf, für den Eiweißbildungsprozess so günstige Umstände zu schaffen, dass der Gerbstoff dabei mit verbraucht wird.

Dieses ist der Fall bei mehrwöchentlicher Züchtung in folgender Nährlösung¹⁾. Man setzt zu Quellwasser:

salpetersauren Kalk	. 0.5 p. m.
salpetersaure Magnesia	0.5 p. m.
schwefelsaure Magnesia	0.5 p. m.
Monokaliumphosphat	. 0.1 p. m.

und etwas gepulvertes Schwefeleisen.

Die Spirogyren gedeihen unter diesen Umständen ganz vorzüglich und werden bald völlig gerbstofffrei, so dass weder das Decoet mit Eisenlösungen im geringsten reagiert noch die in den Zellen mit Kaffein hervorgerufenen Proteosomen bei mehrtägigem Verweilen in Eisenvitriollösung (bei Luftzutritt) blau werden. Eine Probe *Sp. nitida* verlor nach 14tägigem Aufenthalt in der Lösung jede Spur Gerbstoff.

Will man bei Vornahme unserer Silberreaktion mit solchen Algen sich überzeugen, dass überhaupt kein löslicher extrahierbarer Stoff als reduzierendes Agens inbetracht komme, so behandle man das Decoet mit 1prozentiger ammoniakalischer Silberlösung; es muss 24 Stunden lang farblos bleiben [natürlich im Dunkeln]²⁾.

1) Eine hievon etwas abweichende Vorschrift haben wir im bot. Centralblatt, 1889, Nr. 39 gegeben; sie gibt bei kleinen Spirogyren gute Resultate; größere Arten verlieren darin ihren Gerbstoff weit langsamer; leise Spuren bleiben lange in den Zellen.

2) Gerbstofffreie Objekte, geeignet für Versuche über Silberreduktion des Plasmas, findet man besonders bei den Cruciferen. Es seien hier nur die Haare

2) Versuche über Proteosomenbildung und Aggregation.

Proteosomen wurden von uns die Aggregate aktiven Albumins genannt, welche sich bei Einwirkung von Basen und vielen leicht spaltbaren Salzen derselben aus dem flüssigen Teil des Cytoplasmas oder auch aus dem Zellsaft ausscheiden und dann von der zu ihrer Erzeugung dienenden Base einen Anteil binden. Diese Bindung ist bei manchen Basen sehr locker, bei andern sehr fest, so dass die Proteosomen sehr resistent werden können; es sind in letzterer Beziehung die Ammoniakproteosomen hervorzuheben¹⁾, welche ihr Reduktionsvermögen längere Zeit nach dem Tode der Zelle bewahren. In der Regel freilich sind die Proteosomen von sehr veränderlicher Natur und ganz spezielles Interesse verdienen in dieser Hinsicht die durch Kaffein hervorgerufenen, weil sie so außerordentlich empfindlich sind, dass sie sich wie bloßes aktives Eiweiß oder wie lebende Materie verhalten; sie verschmelzen oft zu großen Kugeln und sind dann der Beobachtung leicht zugänglich. Diese Proteosomen reduzieren Silber aus sehr verdünnter alkalischer Silberlösung, thun es aber nicht mehr nach Behandlung mit Säuren von gewisser Stärke.

Sehr intensiv proteosomenbildend wirken Koffein und Antipyrin; hier treten die ausgeschiedenen Kügelchen leicht zu größeren Kugeln zusammen.

Kleine, weniger leicht oder nicht zusammenfließende Proteosomen bilden: Sehr verdünntes Ammoniak, Hydroxylamin, Aminbasen, Pyridin und basische Pyridinderivate, Basen der Benzolreihe, sowie die Salze aller dieser Basen (ausgenommen sind die Haloidsalze der Ammoniumbasen, vergl. Journal f. prakt. Chemie, 36, 182); ferner verdünnte Lösungen von Kali und Natron (letzteres weniger als ersteres). Von den anorganischen Metallsalzen ist nur das neutrale und basische essigsäure Blei hier anzuführen.

Geringe Proteosomenbildung bedingen: Eisenvitriol, essigsäures Zink, Kalkwasser, ferner Pyrrol.

Nicht proteosomenbildend wirken: Neutrale Salze der Alkalien, Kupfer-, Quecksilber-, Silbersalze, ferner Säuren und indifferente Körper, Alkohole etc.

Unter „Aggregation“ beschrieb zuerst Ch. Darwin²⁾ die eigentümlichen Zellinhaltsveränderungen, welche *Drosera*-Tentakeln bei Reizung und besonders deutlich bei Kontakt mit sehr verdünnten Lösungen von kohlensaurem Ammoniak erfahren. Dieselben setzen an den Fruchtknoten von *Farsetia* erwähnt, unter vielen Haaren mit bereits abgestorbenem Plasma finden sich immer einige mit noch lebendem; an ihnen ist die Reaktion zu beobachten.

1) Diese Thatsachen stehen im vollen Einklang mit der Theorie von der Aldehydnatur des aktiven Albumins. Vergl. hierüber auch unsere Mitteilungen im botan. Centralblatt, 1889, Nr. 45 u. 46.

2) Insektivorous plants p. 38 fg.

sich nach H. de Vries¹⁾ zusammen aus Kontraktion (und Teilung) der Vakuolenwand und Ausscheidung von Eiweißballen aus der Vakuolenflüssigkeit. Der eine von uns (B.) hat diese Vorgänge vor einiger Zeit²⁾ von neuem studiert und ist zu dem Schlusse gekommen, dass es sich dabei um eine Reaktion des aktiven Albumins handle, welche bei zahlreichen andern Pflanzen ebenfalls, wenn auch oft in weniger auffälligem Maße vorgefunden wird; zugleich wurden den bereits bekannten 2 Fällen von Aggregation (Ausscheidung von Eiweiß aus dem Zellsaft und Kontraktion der Vakuolenwand) durch vergleichende Untersuchung zahlreicher Pflanzenzellen verschiedensten Ursprungs noch weitere 2 hinzugefügt, nämlich Ausscheidung von Eiweißkügelchen aus dem Cytoplasma und gleichmäßige Kontraktion des gesamten Cytoplasmas. Die Bildung von Eiweißballen im Cytoplasma lässt sich bei zahlreichen Pflanzenzellen beobachten und ist von uns schon früher bei Schilderung der Silberreaktion von Spirogyrenzellen unter der Bezeichnung „Körnchenbildung“ oder „Granulation“ geschildert worden³⁾ (das Ammoniak und Kali des von uns angewandten Silberreagens bewirkte eben die Ballung des cytoplasmatischen Eiweißes zu kleinen Kügelchen); diese wurde dann noch bei zahlreichen anderen Zellen aufgefunden, besonders schön in gewissen Blattzellen von *Echeveria*. Kontraktion des gesamten Cytoplasmas bei Einwirkung basischer Stoffe wurde bis jetzt nur in einem Falle beobachtet, nämlich an den Narbenpapillen von *Crocus vernus*.

Proteosomenbildung und Aggregation sind also zum Teil ein und dasselbe, nur dass der Begriff „Aggregation“ umfassender ist. Beide sind mit einer teilweisen Ausstoßung des Imbibitionswassers des aktiven Eiweißes verbunden, wodurch das Eiweiß dichter (wasserärmer) wird und ein stärkeres Lichtbrechungsvermögen annimmt.

Spirogyra: Gut ernährte Spirogyren eignen sich zum Studium der Proteosomenbildung in Cytoplasma und Zellsaft. Um das plasmatische Eiweiß sich ballen zu lassen, bringt man wässrige Ammoniaklösung von 1:5000 zur Einwirkung; fast momentan scheiden sich aus dem Cytoplasma kleine Kügelchen aus, welche ziemlich starkes Lichtbrechungsvermögen haben. Sie stehen häufig sehr dicht und sind

1) Ueber Aggregation im Protoplasma von *Drosera rotundifolia*. Bot. Zeitung, 1886, S. 1—57.

2) Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot., XX, S. 427—473.

3) Nach gütiger brieflicher Mitteilung an den einen von uns (B.) hat Pringsheim derartige Bildungen bei Einwirkung von Alkalien auf lebende Spirogyrenzellen schon früher beobachtet. Auch Naegeli bemerkte die Bildung von Granulationen bei Versuchen über die Wirkung alkalischer Silberlösung auf Spirogyren. Wir haben den Nachweis erbracht, dass die Körnchen aus aktivem Eiweiß bestehen, und dieselben bei zahlreichen andern Pflanzenobjekten aufgefunden.

über den ganzen Plasmaschlauch verbreitet; mitunter aber zeigen sich nur einzelne Partien desselben granuliert, indem die Kügelchen zerstreute Gruppen bilden. Deutlich ist zu sehen, dass dieselben auch an den über den Chlorophyllbändern gelegenen Stellen zur Ausscheidung kommen. Diese Veränderungen im Cytoplasma können sich abspielen, ohne dass dabei die Zelle unmittelbar abstirbt; Chlorophyllband und Kern zeigen noch keine Veränderung, der Turgor ist unverändert erhalten. Fast gleichzeitig zeigen sich häufig auch im Zellsaft Ausscheidungen, welche sich ziemlich rasch zu Boden setzen und eben hiedurch als Zellsaftproteosomen kenntlich sind. Nach längerer Einwirkung treten freilich Quellungserscheinungen und damit der Tod ein.

Doch können die Zellsaftproteosomen bei *Spirogyra* noch besser zur Anschauung gebracht werden, indem man statt des Ammoniaks wässrige Kaffeelösung von 1:1000 einwirken lässt, welche das Eiweiß in offenbar leichtflüssigen Kügelchen zur Ausscheidung bringt, die rasch zu größeren verschmelzen und als mehr oder weniger große Ballen am Grunde der Zellen liegen¹⁾.

Vorher auf irgend eine Weise abgetötete Spirogyren zeigen keine Proteosomenbildung mit den genannten oder anderen Basen.

***Echeveria*:** Lässt man auf (durch mehrstündiges Aufbewahren in gekochtem und wieder abgekühltem Wasser) luftfrei gemachte Flächenschnitte von der Ober- oder Unterseite eines *Echeveria*-Blattes 1‰ wässrige Kaffeelösung einwirken, so bilden sich im Cytoplasma der unter der Epidermis gelegenen Zellen Proteosomen; schon wenige Augenblicke nach Eintritt des Kaffees in die lebende Zelle ist der ganze Vorgang beendet, und nun liegen hunderte von stark lichtbrechenden 2—10 μ großen Kügelchen in dem Raum zwischen äußerer und innerer Hautschicht des Cytoplasmas, gewöhnlich dicht neben einander, mitunter größere Zwischenräume lassend. Nicht selten kontrahiert sich die Vakuolenwand infolge der Kaffeineinwirkung erheblich und dann gleiten jene Kügelchen in dem nun erweiterten Raum zwischen äußerer und innerer Plasmahaut herunter, um sich auf dem Boden der Zelle anzusammeln; bisweilen aber kontrahiert sich auch die äußere Hautschicht (gewöhnlich in geringerem Maße als die innere) und nimmt die Proteosomen mit. Auch diese Proteosomen verschmelzen rasch zu größeren und bekunden dadurch ihre flüssige Natur; das Gemenge von Eiweiß und Wasser, aus dem das Cytoplasma wesentlich besteht, ist also sogar dann noch flüssig, wenn es einen beträchtlichen Teil des Imbibitionswassers ausgestoßen hat. Bei längerem

1) Es ist gewiss von hohem Interesse, dass der aktive Eiweißstoff auch außerhalb der eigentlichen Protoplasmamasse und zwar im noch nichtorganisierten Zustand in der Vakuolenflüssigkeit auftritt; dem „Zellsaft“ kommt hiernach eine weitergehende Bedeutung zu, als man bisher annahm.

Liegen erstarren die Proteosomen, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man dieselben mehrere Tage hintereinander beobachtet, wobei sie in verschiedenartiger Weise sich zerklüften. Zur Vornahme von Eiweißreaktionen eignen sich diese Proteosomen wegen ihrer Größe vorzüglich.

Auch Epidermiszellen der Narbe von *Crocus vernus* liefern ein geeignetes Objekt für die Proteosomenbildung im Cytoplasma: doch sei hier nicht näher darauf eingegangen¹⁾.

3) Wirkung verschiedener Metallsalze auf das aktive Albumin.

Man lasse Fäden von gerbstofffreien Spirogyren in je 1proz. Lösungen von essigsauerm Zink, essigsauerm Blei und essigsauerm Kupfer 10—12 Stunden liegen. Bei starker Vergrößerung wird man dann unter dem Mikroskop bemerken, dass das essigsaurer Zink²⁾ eine geringe, das essigsaurer Blei aber eine starke Granulation herbeigeführt hat, während das essigsaurer Kupfer lediglich Gerinnung des Plasmaschlauches erzeugte. In den mit essigsauerm Blei behandelten Spirogyren zeigt sich eine dichtstehende Masse von starklichtbrechenden Körnchen im Zellsaft, weniger im Cytoplasma; der Plasmaschlauch ist überall abgelöst, öfters zerrissen. Der Turgor ist in allen 3 Fällen verloren gegangen, die Organe sind tot; das geballte aktive Eiweiß aber ist noch intakt und demgemäß reagieren die Bleizellen intensiv mit unserm alkalischen Silberreagens A bei 24stündigem Einlegen, die Zinkzellen weit weniger, die mit Kupfersalz behandelten gar nicht.

4) Versuche mit Ammoniakproteosomen.

Versuch 1. Man bringe einige gerbstofffreie Spirogyrenfäden auf $\frac{1}{4}$ Stunde in Ammoniaklösung von 1:10000 (40—50 cem) und trage durch mehrmaliges Schütteln Sorge, dass die möglichst gleichmäßig

1) Es schien uns nicht unmöglich, dass die sogenannten Mikrosomen wenigstens zum Teil Proteosomen, d. h. geballtes aktives Eiweiß seien. In Wasser, das Spuren von Ammoniak enthält, ist diese Entstehung von Mikrosomen ja wohl denkbar; denn Lösungen von schwefelsauerm oder salpetersauerm Ammoniak, welche auf 10000 bis 20000 Teile aq. nur 1 Teil Salz enthalten, rufen bei *Spirogyra* allmählich schwache Körnchenausscheidung im Plasma hervor; die Körnchen werden von dem strömenden Plasma mit fortgerissen, das Leben der Zellen dauert dabei viele Tage lang fort. — Versuche mit natürlich vorkommenden Mikrosomen in Spirogyren zeigten, dass bei Anwendung von (frischbereiteter) Asparaginsilberlösung einzelne schwarze Pünktchen in den Zellen auftraten. Doch sind zur definitiven Entscheidung der Frage noch weitere Versuche nötig.

2) Besonders kräftige Zellen ertragen eine 1proz. Lösung von essigsauerm Zink 6 Stunden lang ohne Turgorverlust.

verteilten Fäden mit genügenden Mengen von Ammoniak in Berührung kommen. Bei 4—500facher Vergrößerung sieht man dann zahlreiche Körnchen, oft einzeln, oft zu Gruppen vereinigt, teils im Zellsaft, teils im Cytoplasma. In manchen Zellen ist das Chlorophyllband etwas gequollen und beschädigt.

Gießt man nun die Flüssigkeit samt den Fäden in 1 Liter der Silberlösung *A* und nimmt von Zeit zu Zeit einige Fäden unter das Mikroskop, so kann man die zunehmende Schwärzung der Proteosomen deutlich beobachten. Nach 12 bis 24 Stunden (im Dunkeln) sind sämtliche Proteosomen intensiv schwarz.

Versuch II. Lässt man auf gerbstofffreie *Spirogyra*-Fäden eine Lösung von 1proz. salpetersaurem Ammoniak einwirken, so tritt ausgiebige Granulation ein. Erwärmt man bei einem Parallelversuch die Fäden vorher auf 60°, so tritt keine Granulation ein. Lösung *A* schwärzt die Fäden des ersten Versuchs, die des letzteren nicht¹⁾.

Im Anschluss hieran lasse man eine weitere Portion *Spirogyren* 2—3 Minuten in 1proz. Schwefelsäure liegen, wobei der Turgor gänzlich verloren geht. Die so getöteten Zellen werden mit aq. dest. gewaschen, dann zum Teil mit salpetersaurem Ammoniak, zum Teil direkt mit Lösung *A* behandelt; es zeigt sich nirgends eine Spur von Proteosomen, nirgends eine Spur von Schwärzung; die Zellen nehmen auch nicht die leiseste Gelbfärbung in dem Silberreagens an, wenn der gesamte Gerbstoff durch Züchtung entfernt wurde.

5) Versuche mit Kaffeinproteosomen.

$\frac{1}{2}$ proz. Kaffeinlösung erzeugt in *Spirogyren* Proteosomen, welche Neigung haben, mit einander zu größeren zu verschmelzen, was aber bei niederer Temperatur langsam von Statten geht. Lässt man *Sp. maxima* in jener Lösung einige Tage liegen oder erwärmt man die Lösung mit den Fäden auf 30°, so bilden sich durch Verschmelzung vieler Proteosomen große Ballen von aktivem Eiweiß, welche die Dicke von $\frac{1}{4}$ des Zelldurchmessers erreichen können. Diese stark lichtbrechenden Kugeln verändern nach mehrtägigem Aufenthalt in der Kaffeinlösung ihr Aussehen. Die allmählich erfolgende chemische Veränderung beim Absterbeprozess der Zellen hat auch sie erfasst, sie werden trüb und hohl, sie gerinnen unter Wasserausstoßung. Im ursprünglichen Zustande sind sie offenbar sehr wasserreich; denn bei Behandlung mit Alkohol schrumpfen sie ungemein zusammen.

Durch Einwirkung verdünnter (1proz.) Schwefelsäure werden die (frischen) Kugeln plötzlich trübe oder lakunös oder sie zerfallen zu einer unförmlichen Masse.

1) Die Zellen müssen in letzterem Falle absolut farblos bleiben, wenn der Gerbstoff völlig fehlt; eine gelbliche Färbung würde auf Reste von Gerbstoff resp. gerbsaurem Eiweiß deuten.

Dass jene Kugeln aus Eiweiß bestehen, zeigen die üblichen Reaktionen (siehe hierüber bot. Centralbl., 1889, Nr. 45 u. 46). Ist in den Zellen Gerbstoff enthalten, so wird er in den Proteosomen festgehalten; an umgelagerten Proteosomen bemerkt man deshalb in diesem Falle bald eine Gelbfärbung, herrührend von oxydiertem Gerbstoff.

Nimmt man die Kaffeinlösung sehr verdünnt ($\frac{1}{2}$ pro mille), so bilden sich etwas langsamer ebenfalls Proteosomen, aber die Zellen sterben — oft wochenlang — nicht ab. Versetzt man die Fäden nun wieder zurück in Quellwasser, dem man zweckmäßig noch Nährsalze zusetzt, so sind nach einigen Tagen nur noch Reste von Proteosomen sichtbar, sie werden wieder gelöst.

Ganz frisch gebildete Kaffeinproteosomen verschwinden augenblicklich, wenn man die Kaffeinlösung durch reines 25° warmes Wasser ersetzt; das aktive Eiweiß kehrt zu dem ursprünglichen Wassergehalt zurück, die erlittene Veränderung ist hier reparabel. Bei absterbenden Zellen indess werden die Proteosomen durch Gerinnung unlöslich, wie schon erwähnt.

Während Kaffeinproteosomen sonst sehr schnell durch Behandeln mit Säuren ihr Reduktionsvermögen für alkalische Silberlösung einbüßen, verlieren sie dasselbe weit schwerer, wenn sie vor der Säureeinwirkung mit verdünntem Ammoniak behandelt werden; sie sind nun viel resistenter gegen 1proz. Essigsäure geworden! Offenbar hat das aktive Eiweiß Ammoniak gebunden und diese noch immer reduzierende Verbindung ist eben weit resistenter als das aktive Albumin an sich oder die lockere Kaffeinverbindung desselben¹⁾, die wir in den Koffeinproteosomen annehmen müssen. —

Die Stockbildung bei den Hydroidpolypen und ihre theoretische Bedeutung.

Von Dr. **Hans Driesch** in Zürich.

Die allgemeinen Resultate, welche sich mir aus dem Studium der dendritischen Hydroidenstücke ergaben, habe ich zwar in den betreffenden Arbeiten²⁾ an verschiedenen Stellen bereits in Kürze

1) Lässt man verdünntes Ammoniak von 0.1 Prozent nur etwa 1 Stunde auf frische große Kaffeinproteosomen (am besten von *Sp. maxima*) wirken, so wird nur die äußere Schicht in die dichtere Ammoniakverbindung verwandelt; denn lässt man nun 12 Stunden lang eine 0.5prozentige Essigsäure darauf wirken, so gewahrt man schlauchförmige Massen an vielen Kugeln; das noch flüssige Innere wird aus der dichter gewordenen Hülle hervorgepresst und natürlich durch den Kontakt mit der Essigsäure sofort umgewandelt.

2) Tektonische Studien an Hydroidpolypen I, II und III. Jen. Zeitschrift, XXIV. Bd., N. F. XVII. und XXV. Bd., N. F. XVIII. Heliotropismus bei Hydroidpolypen. Zoolog. Jahrbücher syst. Abt. V.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Loew Oscar, Bokorny Thomas

Artikel/Article: [Versuche über aktives Eiweiß für Vorlesung- und Praktikum. 5-14](#)