Neue Mitteilungen über enzymatische Chromatolyse.

Von

Adolf Oes.

Mit 6 Textfiguren.

In einer früheren Arbeit[1]) hat der Verfasser nachgewiesen, daß die karyokinetischen Figuren somatischer und sexueller pflanzlicher Zellen bei Temperaturerhöhung auf 30—40° C. und Zugabe verschiedener Antiseptica (Toluol, Chloroform, Phenol), eventuell auch geringer Salzmengen (Kochsalz, Salpeter) durch ein Enzym gelöst werden.

Ich habe seither das Thema weiter verfolgt, und es stellt die vorliegende Mitteilung eine Ergänzung und Erweiterung meiner früheren Veröffentlichung dar. Dort findet sich auch die einschlägige Literatur zusammengestellt. Nach Absendung jenes Manuskriptes erschien eine neue Mitteilung von W. Zaleski[2]), auf welche hier noch kurz eingetreten werden soll. Zaleski fand in den Stengelspitzen etiolierter Keimpflanzen von Vicia Faba ein Nukleïnsäure spaltendes Enzym (Nuklease). Das bei 37° getrocknete, pulverisierte, und mit Toluolzusatz 12 bis 13 Tage bei 38—39° autolysierte Material zeigte starke Abnahme des Eiweißphosphors und des Purinbasenstickstoffs. Da Zaleski auch eine Zunahme des Eiweißphosphors in wachsenden Teilen der Keimpflanzen konstatiert hat, so muß in den Axenorganen also wahrscheinlich ein Aufbau und Abbau der Nukleïnsäure durch reversible enzymatische Reaktion stattfinden.

Meine eigenen neuen Versuche lassen sich folgendermaßen gruppieren:

[1]) Über die Autolyse der Mitosen. Bot. Ztg. 1908. Heft V/VI.

[2]) Über den Umsatz der Nukleïnsäure in keimenden Samen. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1907, Heft 7.

A. Versuche mit Wurzelspitzen von Vicia Faba.
   a. Anwendung verschiedener Antiseptica (Toluol, Alkohol, Benzol, Salizylsäure).
   b. Temperaturversuche.
B. Versuche mit animalischem Material.

Die Versuchsanordnung ist dieselbe wie in meiner frühern Arbeit: Autolyse der Objekte in den angeführten Reagentien, Fixierung mit Flemmings Gemisch, Einbettung in Paraffin, 3—5 μ Schnitte, Färbung mit Safranin, Safranin und Gentianaviolett nach Flemming, Hämatoxylin nach Delafield oder Eisenalaun-Hämatoxylin nach Heidenhain. Einschluß in Kanadabalsam.

A) Versuche mit Wurzelspitzen von Vicia Faba.

a) Anwendung verschiedener Antiseptica.

In erster Linie soll festgestellt werden, ob die in meiner früheren Arbeit[1]) in den Tabellen I und VI mit einem ⟶ bezeichneten Resultate (Mitosen verschwunden, ohne Negative zu hinterlassen) wirklich als Autolyse aufzufassen seien. Längs halbierte Wurzelspitzen wurden mit 1 % Toluol bei 40° C. behandelt, und fixiert nach 2, 3, 4 und 6 Stunden (Tabelle I).

Tabelle I.

Die Grade der Lösung sind wieder mit +, ++, +++ bezeichnet.
O bedeutet: Chromosomen nicht angegriffen.

Versuch	Dauer der Behandlung	Resultat	Bemerkungen
a	2 Stunden	++	Körnige Negative erkennbar, aber nicht zahlreich.
b	3 „	++	Negative zum Teil deutlich, körnige Überreste geringer.
c	4 „	++ bis ⟶	Körnige Reste von Mutterknäueln; spätere Stadien verschwunden bis auf seltene Ausnahmen, diese körnig.
d	6 „	⟶	Nur wenige, ganz undeutliche Negative.

Obige Versuchsreihe läßt erkennen, wie die Negative der autolysierten Mitosen allmählich undeutlich werden und zuletzt bis auf wenige unklare Bilder verschwinden können. Nach

[1]) Bot. Zeitg. 1908. Zeichenerklärung S. 93 und Fußnote S. 94.

zwei- oder dreistündiger Autolyse konnte ich viele Lösungsbilder noch deutlich erkennen; nach vier Stunden waren die Negative schon weniger zahlreich und überdies undeutlicher; nach 6 Stunden fand ich nur noch sehr wenige, undeutliche Reste von solchen. Es scheinen also bei längerer Dauer des Versuchs Substanzen aus dem Cytoplasma den frei gewordenen Kernraum auszufüllen. Diese Erscheinung tritt schon früher ein, wenn man Phenol statt Toluol verwendet (Bot. Zeitg. 1908, Tabelle I, S. 94); sie erfolgt erst viel später oder gar nicht, wenn dem Toluolwasser etwas Kochsalz beigegeben wird (ibid. S. 96. Tabelle II).

Der Pfeil (⟶) in den Tabellen I und VI meiner ersten Abhandlung bedeutet also Autolyse. Das Verschwinden der Negative, bezw. deren Ausfüllung durch Substanzen cytoplasmatischer Herkunft könnte man sich sowohl im Verlaufe des Versuches, als auch erst mit dem Eindringen des Flemmingschen Gemisches eingetreten denken. Immerhin halte ich die erstere Möglichkeit für wahrscheinlicher. Daß das Cytoplasma der autolysierten Objekte fast durchweg eine homogenere Fällung zeigt als dasjenige der Kontrollpräparate, glaube ich als eine Folge enzymatischer Vorgänge im Cytoplasma ansprechen zu dürfen. Damit mag in vielen Fällen das Verschwinden, bezw. Nichtauftreten der Negative in Beziehung stehen.

Eine von mir bereits früher (Bot. Zeitg. 1908, Seite 113) zitierte Beobachtung Wasielewskis[1]) veranlaßte mich, eine Versuchsserie mit Alkohol anzustellen (Tabelle II). Wie ich richtig vermutet hatte, stellte es sich dabei heraus, daß die von Wasielewski beschriebenen vakuoligen Chromosomen, die er nach ein- bis zweistündiger Behandlung mit 11 % Alkohol erhielt, ein Anfangsstadium der Autolyse darstellten. Es gelang, bei 12 % Alkoholgehalt und einer Temperatur von 40° C in drei Stunden die Mitosen zu lösen. In den Negativen liegt noch eine geringe Körnelung (Fig. 1). Ferner stellte ich das Minimum (3 %), das Optimum (12 %) und das Maximum (30 %) des Alkoholgehalts der wirksamen Autolyseflüssigkeit fest und

[1]) Theoretische und experimentelle Beiträge zur Kenntnis der Amitose. Pringsh. Jahrb. 1904; Band 39.

machte im Anschluß daran einige Versuche mit Methylalkohol, welche ebenfalls ein positives Resultat ergaben. (Vergl. Tabelle II).

Tabelle II.

Versuch	Alkoholgehalt	Temperatur	Zeit	Resultat	Bemerkungen
a	3%	35° C.	3 Std.	O bis +	Die meisten Mitosen nicht angegriffen; nur wenige scheinen etwas Substanz verloren zu haben.
b	6%	35° C.	3 Std.	+ bis + +	Meta- und Anaphasen stärker angegriffen als die Mutterspireme.
c	12%	40° C.	2 Std.	+ bis + +	Viele vakuolige und körnige Reste von Mitosen.
d	12% Alkoh. + ½% NaCl	40° C.	2 Std.	+	Chromosomen vakuolig.
e	12%	40° C.	3 Std.	+ + bis + + +	Viele schöne Negative, teilweise mit körnigen Resten (Fig. 1).
f	12% Alkoh. + ½% NaCl	40° C.	3 Std.	+	Chromosomen mit grossen Vakuolen.
g	15%	35° C.	3 Std.	+ +	
h	30%	35° C.	3 Std.	O bis + +	Mitosen teilweise angegriffen.
i	40%	35° C.	3 Std.	O	Mitosen nicht angegriffen.
k	50%	35° C	3 Std.	O	
l	5% Methylalkohol	39° C.	3 Std.	+ bis + +	körniger Zerfall der Chromosomen.
m	10% Methylalkohol	39° C.	3 Std.	+ bis + +	
n	15% Methylalkohol	39° C.	3 Std.	O bis + +	

Ein unerwartetes Resultat ergaben die Versuche d und f obiger Tabelle. Zugabe von ½% Kochsalz zu 12% Alkohol wirkt hemmend auf den Gang der Chromatolyse. Während bei 12% Alkoholgehalt in 3 Stunden (Versuch e) totale Lösung erzielt wurde, waren bei gleichzeitiger Anwesenheit von Kochsalz (Versuch f) die Chromosomen erst vakuolig angefressen. Aus meinen früheren Versuchen (Bot. Zeitg. 1908, Seite 95/96, 107 etc.) geht hervor, daß Kochsalz bei der Autolyse in Toluol-

oder Chloroformwasser fördernd wirkt; die Kombination Alkohol und Kochsalz hingegen scheint die Enzymwirkung in ungünstigem Sinne zu beeinflussen.

Sehr scharf ist der Unterschied zwischen den Resultaten der beiden Versuche h und i. In 30% Alkohol wurden die meisten Mitosen noch angegriffen, sodaß viele Meta- und Anaphasen vakuolig oder körnig aussahen; in 40% Alkohol fand jedoch keine Autolyse mehr statt; die Chromosomen ließen nicht den geringsten Substanzverlust erkennen. Die Widerstandsfähigkeit des chromatolytischen Enzyms gegen Alkohol entspricht demnach ungefähr derjenigen des proteolytischen Enzyms der Hefe, welches nach Hahn und Geret[1]) bei 30% Alkoholgehalt zu wirken aufhört.

Im Anschluß an die Versuche mit Alkohol wurden noch einige solche mit Benzol und Salizylsäure ausgeführt (Tabelle III).

Tabelle III.

Temperatur 38° C. Zeit: 2 Stunden.

Versuch	Gehalt der Flüssigkeit	Resultat	Bemerkungen
a	1/2% Benzol	++ bis ⟶	Homogene Fällung; meiste Teilungen verschwunden; selten Negative mit feinkörnigem Inhalt.
b	1/2% Benzol + 1/2% NaCl	++	Viele deutliche Negative.
c	1/2% Salizylsäure	O	Viele Mitosen aller Stadien; Chromatin nicht angegriffen.
d	1/2% Salizylsäure + 1/2% NaCl	O	

Nach zweistündiger Behandlung der Wurzelspitzen mit 1/2% Benzolwasser waren die meisten Mitosen spurlos verschwunden. Nur wenige Negative waren zu erkennen. Sie enthielten einen feinkörnigen Niederschlag und hoben sich hell von dem dunkler gefärbten, homogen gefällten Cytoplasma ab. Es scheint also auch hier der Raum der Kernteilungen durch eingewanderte Stoffe aus dem Cytoplasma eingenommen worden zu sein. Fügt man dem Benzolwasser 1/2% Kochsalz hinzu (Versuch b), so bleiben

[1]) Siehe Hahn und Geret (bei Buchner: Die Zymasegärung. München und Berlin 1903).

die Negative erhalten. Sie sind in großer Zahl zu erkennen und weisen zum Teil am Rand noch körnige Reste auf. In $^1/_2{}^0/_0$ Salizylsäure, gleichgültig ob mit oder ohne Kochsalz, findet keine Lösung statt, was sich ohne weiteres aus der sauren Reaktion der Flüssigkeit (Bot. Zeitg. 1908, Seite 99) erklärt.

b) Temperaturversuche.

Alle bisherigen Versuche wurden bei erhöhter Temperatur angestellt. Daß dies erforderlich ist, wurde schon früher (Bot. Zeitg. 1908, S. 96) hervor gehoben. Ich habe mich jedoch diesem Kapitel nochmals zugewendet, um womöglich ein Minimum, Optimum und Maximum zu finden. (Tabelle IV).

Tabelle IV.

Halbe Wurzelspitzen 3 Stunden in $^1{}_2$ bis 1% Toluol + $^1/_2{}^0/_0$ NaCl autolysiert:

Versuch	Temperatur (° C.)	Resultat	Bemerkungen
a	20°	O	Achromat. Figur verschwunden; Chromos. oft in unregelm. Lage.
b	30°	+ bis ++	Negative mit körnigem Rand und zum Teil körnigem Inhalt.
c	40°	++ bis +++	Negat. mit körnigen Resten der Chromosomen; viele auch ganz leer.
d	50°	+ bis ++	Chromos. vakuolig oder ausgehöhlt; aber am Rand noch färbbare Substanz.
e	60°	O bis ++	Vergl. Text.
f	70°	?	Aufgetriebene Negative. Vergl. Text und die zit. Arbeit von Němec.
g	80°	?	

Ein Substanzverlust der Chromosomen ist bei Versuch a (20° C) nicht nachweisbar; dagegen ist die achromatische Fig. verschwunden. Bei 30° C sind alle Kernteilungen angegriffen; die meisten Chromosomen zeigen bereits körnigen Zerfall. Entschieden das beste Resultat lieferte Versuch c (40° C); die Negative sind meistens klar; andere weisen noch Körner (namentlich am Rande) auf. Bei 50° C ist bereits der Höhepunkt überschritten. Einige Mitosen sind stark angegriffen und zeigen ausgehöhlte Chromosomen mit gut färbbarem Rand; andere sind erst vakuolig oder haben noch sehr wenig Substanz verloren.

Beim folgenden Versuch (60°) ergaben sich zum Teil eigenartige Bilder. Man findet noch viele nicht angegriffene Mutterknäuel, ferner Meta- und Anaphasen mit deutlichen Vakuolen in den Chromosomen; andere Teilungsfiguren sind noch erhalten, aber deformiert, mit dünnen, zackigen Chromosomen. Die ruhenden Kerne sind nicht gelöst, scheinen aber einen Teil ihres Chromatins verloren zu haben. Dazu kommen Negative von Mitosen mit färbbarem Rand, sowie solche mit dünnen Chromosomen als Inhalt (ähnlich Fig. 43, Tafel V, Bot. Zeitg. 1908).

Bei den Versuchen f und g (70, bezw. 80° C) ergaben sich nicht, wie ich erwartet hatte, deformierte Mitosen mit ungelösten Chromosomen, sondern große, vakuolig aufgetriebene Negative mit oder ohne Chromosomenresten als Inhalt. Est ist also, indem man die Versuchstemperatur vom Optimum 40° auf 50°, bezw. 60° erhöht, eine Abnahme der Chromatolyse zu konstatieren. Bei 70—80° jedoch sind die Chromosomen wieder stärker ausgehöhlt, die Negative blasig aufgetrieben. Das Chromatin der ruhenden Kerne ist ebenfalls teilweise gelöst. Bei 70 und 80° C (vielleicht schon bei 60°) scheint also in 3 Stunden eine Lösung der Chromosomen ohne Enzym, durch heißes Wasser, stattzufinden. Wo die Grenze zwischen der Wirkung des Enzyms und derjenigen des heißen Wassers zu ziehen ist, kann ich vorläufig nicht entscheiden.

Obiges Resultat lag mir bereits vor, als Němec[1]) seine interessante Mitteilung veröffentlichte. Němec tauchte lebende Wurzelspitzen von Vicia Faba und Allium Cepa in Wasser von 96—99° C. Schon nach 5 Sekunden waren die Chromosomen stark gequollen oder zum Teil aufgelöst; namentlich ihre peripheren Partieen waren stark vakuolisiert oder gelöst, die zentralen Partieen dagegen noch erhalten; die ruhenden Kerne waren nicht angegriffen. In 10 bis 30 Sekunden löste sich der ganze Inhalt der Chromosomen restlos; nach 3 bis 5 Minuten zeigten sich an Stelle der Chromosomen vakuolenförmige Höhlungen im Cytoplasma. Auch die Kerne mit Spiremen waren vakuolig und stark aufgeblasen, die Nukleolen zerquetscht oder nur schwach aufgequollen und vakuolig. Auch nach

[1]) Zur Mikrochemie der Chromosomen. Ber. d. Deutsch. Bot. Gesellsch. 1909, Heft 1, S. 43—47.

Fixierung mit Alkohol bleiben die Chromosomen in heißem Wasser löslich; dagegen ist eine längere Einwirkung nötig. Die ruhenden Kerne bleiben wieder ungelöst. Auch siedendes Wasser löst die Chromosomen.

Diese Resultate Němecs sind verständlich, da bekanntlich mehrere Nukleïnsäuren in heißem Wasser leicht löslich sind. Ich habe schon in meiner ersten Arbeit (S. 114) die Vermutung ausgesprochen, daß das Chromatin der Mitosen reicher an Nukleïnsäure zu sein scheine als dasjenige der ruhenden Kerne. Diese Möglichkeit gewinnt durch die Beobachtungen Němecs bedeutend an Wahrscheinlichkeit.

Vergleichen wir mit den Befunden Němecs meine früheren, sowie die neuen, S. 45 mitgeteilten Resultate, so ergibt sich:

1. Wasser von 70—80° C. löst die Chromosomen total in 3 Stunden (Oes).
2. „ „ 90° C. „ „ „ teilweise in 15 Minuten (Oes).
3. „ „ 96—99° C. „ „ „ total in 10—30 Sek. (Němec).

Die Löslichkeit der Chromosomen in heißem Wasser wächst also mit der Erhöhung der Temperatur.

In Punkt 2 ist zu bemerken, daß ich es in Übereinstimmung mit Němec für wahrscheinlich halte, daß schon meine oben genannte Fig. 43 (Bot. Zeitg. 1908, Tafel V) so zu erklären ist, daß durch $^1/_4$ stündiges Erhitzen auf 90° die peripheren Schichten der Chromosomen gelöst wurden. Diese Annahme verträgt sich sehr wohl mit den übrigen Resultaten meiner Arbeit. Gleichzeitig wurde das chromatolytische Enzym zerstört, und bei der nachfolgenden $1^1/_2$ stündigen Autolyse blieben die noch vorhandenen inneren Partieen der Chromosomen ungelöst.

Zum Schlusse dieses Kapitels möchte ich noch auf eine weitere Übereinstimmung der Resultate Němecs mit den meinigen hinweisen; es ist die ungleiche Löslichkeit des Chromatins der Mitosen und desjenigen der ruhenden Kerne. Das Chromatin ist also nicht stabil, sondern sehr veränderlich. Den eingreifendsten Veränderungen wird es unterworfen durch den Prozeß der mitotischen Kernteilung.

B) Versuche mit animalischem Material.

Das klassische Objekt für das Studium der Karyokinese im Tierreich, das Schwanzepithel der Salamanderlarve, sollte auch

zu meinen Versuchen dienen. Mitte Mai wurden in einem Jurawaldbach Larven von Salamandra maculosa eingefangen. Schwanzstücke wurden 3 Stunden bei 41° C. autolysiert:

a) mit 1% Toluol und ½% Kochsalz
b) mit 12% Alkohol.

Gleichzeitig mit dem Versuchsmaterial fixierte ich unbehandelte Kontrollstücke mit Flemmings Gemisch und wusch sie dann mit Wasser aus. Es wurden nun Hautfetzen abpräpariert, mit Wasserstoffsuperoxyd behandelt, gefärbt nach verschiedenen Methoden, endlich durch Alkohol und Xylol geführt und in Kanadabalsam eingeschlossen. In den Kontrollpräparaten zeigten sich zahlreiche Kernteilungsfiguren aller Stadien; immerhin waren die Spireme vorherrschend. Im autolysierten Material jedoch fand ich weder Mitosen noch Negative von solchen, nur homogene ruhende Kerne. Dieselbe Erfahrung machte ich mit Stücken der Mundschleimhaut. Die Mitosen waren offenbar alle gelöst. Daß ich keine Negative finden konnte, schreibe ich der relativ zu großen Dicke des Präparates zu. Darum entschloß ich mich, wieder zu Paraffinschnitten überzugehen und wählte als Objekte die Hoden von Salamandra atra und Salamandra maculosa. (Tabelle V).

Tabelle V.

Versuch	Material (Hoden)	Gehalt der Flüssigkeit	Temperatur (Celsiusgrade)	Zeit (Stunden)	Resultat	Bemerkungen
a	Salamandra atra	1% Tol. + ½% NaCl	40	2	O bis +	
b		„ „ „ „	40	3	++	Berandete Negative der Knäuel mit körnigen Inhaltsresten. Fig. 3.
c		„ „ „ „	40	4	++	
d		Wie oben + 1 Tropfen Milchsäure	40	4	O	Spireme nicht angegriffen.
e	Salamandra maculosa	1% Tol. + ½% NaCl	42	1½	+	Kernfaden vakuolig bis körnig.
f		„ „ „ „	42	2	++	Negative der Spireme mit körnigen Resten.
g		„ „ „ „	42	3	++	
h		„ „ „ „	42	5	++ bis +++	Negative sehr deutlich, z. T. ganz klar. Fig. 5 u. 6.

Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

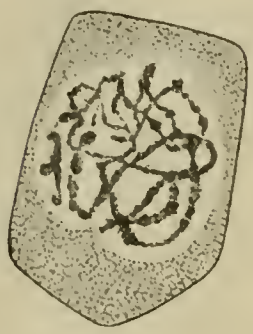

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 1. Wurzelspitze von Vicia Faba. Metaphase. Autolyse in 12% Alkohol bei 40° C, 3 Stunden (Tabelle II, Versuch e).

Fig. 2 u. 3. Zellen aus dem Hoden von Salamandra atra. Knäuel. Fig. 2 aus dem Kontrollpräparat. Fig. 3 nach 4stündiger Autolyse bei 40° in 1% Toluol + ½% Kochsalz (Tabelle V, Versuch c).

Fig. 4—6. Zellen aus dem Hoden von Salamandra maculosa. Knäuel. Fig. 4 aus dem Kontrollpräparat. Fig. 5 und 6 nach 5stündiger Autolyse bei 42° in 1% Toluol + ½% Kochsalz. (Tabelle V. Versuch h).

Alle Figuren wurden mit dem Zeichenapparat von Zeiss entworfen. Homog. Immersion 2 mm, apochr. Okular 4 von Zeiss.

Die Hoden wurden sofort nach der Tötung der Tiere in mehrere Stücke zerlegt und mit Ausnahme einiger Kontrollstücke, die sofort fixiert wurden, in Reagenzgläsern autolysiert. Nach beendigtem Versuch erfolgte die Fixierung mit der stärkern Flemmingschen Lösung. Zur Färbung der 5 μ dicken Paraffinschnitte verwendete ich in der Regel Safranin oder Safranin und Gentianaviolett nach Flemming. Allfällige Schwärzungen durch Osmiumsäure wurden mittelst H_2O_2 entfernt.

Die Kontrollpräparate zu den Versuchen a bis d obiger Tabelle enthielten nur Kerne im Stadium der frühen Prophase (Fig. 2), sowie fertiges Sperma. Nach 2 Stunden war noch wenig Chromatin gelöst. Nach 3 bis 4stündiger Autolyse zeigten sich deutliche Lösungsbilder: Berandete Negative der Spireme mit

körnigen Resten als Inhalt (Fig. 3). Die fertigen Spermatozoen waren nicht angegriffen. Versuch d ist mit den Resultaten von c und d der Tabelle III zu vergleichen. Auch die Autolyse der tierischen Mitosen wird durch schwach saure Reaktion verhindert.

In den Kontrollpräparaten zu den Versuchen e bis h fand ich alle Kerne in Teilung. Leider zeigten sich auch hier wieder fast durchwegs nur Mutterknäuel oder Übergangsstadien zur Metakinese, keine charakteristischen Meta- und Anaphasen. Die an Chromatin reichen Kernfäden waren zackig berandet (Fig. 4). Nach $1^1/_2$ stündiger Versuchsdauer sahen die Spireme bereits vakuolig und teilweise körnig aus. Nach 2- bis 3 stündiger Autolyse zeigten sich schöne Negative der Mitosen, welche zum Teil am Rand, zum Teil im Innern noch Reste von Chromatin enthielten. Diese Lösungsbilder heben sich hell vom dunkler gefärbten Cytoplasma ab. Sehr deutlich sind die Negative nach fünfstündiger Autolyse. Sie enthalten nur noch geringe körnige Chromatinreste (Fig. 5 und 6). Solche Bilder füllen das ganze Gesichtsfeld aus. Das Protoplasma ist homogener niedergeschlagen als in den Kontrollpräparaten. Zwischen den Gängen der Negative liegt ebenfalls ein Niederschlag, während in den Kontrollobjekten im allgemeinen der Kernraum zwischen den Windungen des Chromatinfadens weiß erscheint. Die autolysierten Zellen sind oft im Gegensatz zu den frisch fixierten und namentlich zu den pflanzlichen Objekten etwas zusammengesunken, was offenbar auf das Fehlen einer starken, stützenden Zellulosemembran, sowie auf Enzymwirkungen im Cytoplasma zurückzuführen ist.

Auch mit Hodenstücken des Meerschweinchens habe ich Autolyseversuche gemacht. Das Material erwies sich aber als weniger instruktiv, da die Kerne und Mitosen viel kleiner sind als bei Salamandra. In den Randpartieen der Spermatocysten, wo im Kontrollpräparat durchwegs Spireme auftraten, waren nach der Autolyse weder diese noch ihre Negative zu erkennen.

Diese wenigen Versuche mit animalischem Material, im Anschluß an mehrjährige Untersuchungen auf botanischem Gebiete angestellt, mögen zur Genüge dartun, daß auch die tierischen embryonalen Zellen ein chromatolytisches Enzym enthalten.

Basel, botan. Institut der Universität.

11. Oktober 1909.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für Botanik

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: 2

Autor(en)/Author(s): Oes Adolf

Artikel/Article: Neue Mitteilungen über enzymatische Chromatolyse. 39-49