

dieser Gliederzelle schräg gegenüber und sind regelmässig paarig getheilt; Gestaltung und Stellung dieser Sporangien aber ist ganz ähnlich manchen Formen von *Antithamnion cruciatum*, wie sie z. B. von HARVEY in der Phycologia britannica pl. 164 abgebildet worden sind.

Eigenartig aber ist die Verzweigung der aufrechten Langtriebe. Während nämlich bei *Ant. cruciatum* an den Gliederzellen der Langtrieb-Achse die seitlichen Kurztriebe gegenständig angeordnet sind, stehen hier die seitlichen Kurztriebe einzeln, alternirend (zuweilen fast zweizeilig alternirend). Allein auch bei *Ant. cruciatum* selbst ist ja eine alternirende Anordnung der Priman-Kurztriebe allgemeine Regel. Das vorliegende *Call. tingitanum* Schousb. würde sich sonach von *Ant. cruciatum* (Ag.) Naeg. hauptsächlich dadurch unterscheiden, dass hier die Entwicklung von Secundan-Kurztrieben vollständig (oder fast vollständig) ausfällt.

Ich möchte daher meinerseits *Call. tingitanum* Schousb. für eine eigenartige Form von *Antithamnion*, dem *Ant. cruciatum* (Ag.) Naeg. ziemlich nahe verwandt, erklären.

Jedenfalls aber ist diese Art meines Erachtens mit *Call. interruptum* (Engl. Bot.) Ag. nicht näher verwandt, gehört keinesfalls zur Gattung *Seirospora*.

Greifswald, den 20. April 1893.

30. J. GRÜSS: Ueber den Eintritt von Diastase in das Endosperm.

(Mit Tafel XIII).

Eingegangen am 28. April 1893.

Nach der Ansicht von HABERLANDT hat die Aleuronschicht den Zweck, Diastase abzusondern. Diese dringt in das Endosperm ein und setzt hier die Stärke in Glykose um, welche dann durch das Schildchen hindurch fortgeführt wird. Der erwähnte Forscher stützt seine Behauptung wesentlich auf die Beobachtung, dass kleine Stückchen der Aleuronschicht, die auf Stärkekleister gelegt wurden, nach einiger Zeit

einsanken in ähnlicher Weise, wie dies schwarze Zeuglappen thun, die sich auf einer schmelzenden Eisdecke befinden.

Dass die Diastase in das Endosperm allerdings von einer anderen Seite her einwandert, ist auch die Meinung von PFEFFER. Derselbe sagt in seiner Pflanzenphysiologie, „immerhin kann es nicht zweifelhaft sein, dass fermentartig wirkende Stoffe vom Saugorgan aus in das Sameneiweiss secernirt werden.“

Mit diesem Gegenstand haben sich besonders VAN TIEGHEM¹⁾ und BLOZISZEWSKI²⁾ beschäftigt. Ersterer ersetzte das Endosperm von *Mirabilis Jalapa* durch einen künstlich bereiteten Stärkebrei und beobachtete, dass dadurch die Keimpflanzen eine kräftigere Entwicklung zeigten, als wenn sie ohne jene Nahrungsquelle wuchsen. Aehnliche Versuche sind von BLOZISZEWSKI angestellt worden, nach welchem Embryonen des Roggens aus einem Brei des eignen Endosperms Nahrung aufnehmen können; sie wachsen auch, wenn sie sich in Zuckerlösung befinden.

Diese Versuche sind in neuerer Zeit besonders von KRABBE³⁾ angegriffen worden. Es hätten sich, wie er es darstellt, nach den eigenen Angaben VAN TIEGHEM's in dem Stärkebrei, besonders an der Berührungsstelle zwischen letzterem und dem Scutellum, reichlich Bacterien entwickelt. Diese hätten die Stärke in Zucker verwandelt, welchen dann die Keimpflanze als Nahrung aufnahm. Es kann nicht geleugnet werden, dass dieser Einwand eine gewisse Berechtigung hat, da die Keimpflanzen immerhin eine längere Zeit jenen Bedingungen ausgesetzt waren.

Ich ging nun bei meinen Untersuchungen von folgenden Erwägungen aus: Wenn eine Einwanderung der Diastase in das Endosperm stattfinden soll, so kann dies nach den Gesetzen der Diffusion nur in der Weise geschehen, dass sich das Ferment von einem Orte höherer Concentration nach einem solchen niedrigerer Concentration hinbewegt. Es war daher vor allem nöthig, die Vertheilung der Diastase in der Keimpflanze festzustellen. Für diese Zwecke wurde als am geeignetsten der weisse Pferdezahnmals gewählt. Eine Anzahl Samenkörner, welche 4 bis 5 Tage in Wasser gelegen hatten, wurden in der Weise behandelt, dass von ihnen zunächst die Aleuronschicht möglichst sauber abpräparirt wurde. Dann wurde von allen das Schildchen entfernt. Diese drei Theile: Aleuronschichten, Endosperme und Schildchen wurden getrennt über Schwefelsäure getrocknet und zerrieben; sie hatten folgendes Gewicht: Endosperm 13,12 g Aleuronschicht 2,47 Schildchen 2,64.

1) Annal. d. scienc. nat. 1873., VI. sér. T. 17. p. 216.

2) Landwirthschaftl. Jahrbücher. 1876. Bd. 5. p. 175.

3) PRINGHEIM's Jahrbücher für wissenschaft. Bot. Bd. XXI. Heft 4.

Zu diesen drei Partien wurden je 25 *ccm* Glycerin gesetzt, welches darauf unter öfterem Umschütteln vier Wochen lang belassen wurde. Darnach wurden von jeder der drei Lösungen je 2 *ccm* abgehoben und zu 50 *ccm* eines einprocentigen Stärkekleisters gesetzt. Die Mischungen blieben 16 Stunden lang stehen und wurden dann mittelst FEHLING'scher Lösung auf Maltose geprüft. Es zeigte sich, dass die Aleuronschicht und das Endosperm nur Spuren von Zucker hervorbrachten, während diejenige des Schildchens eine ganz beträchtliche Menge desselben erzeugte.

Ein anderer Versuch wurde in der Weise angestellt, dass die abpräparirten Theile des Endosperms, der Aleuronschicht und des Schildchens durch Abwägen auf gleiches Gewicht gebracht wurden. Das Resultat war auch hier, dass jeder der beiden ersteren Theile bei der Saccharification nur Spuren, der letztere dagegen grössere Mengen von Glykose producirt.

Es soll noch ein dritter Versuch erwähnt werden: Von 20 Keimpflanzen des Mais, deren Stengel 6–8 *cm* lang waren, wurden die Samenkörner abgeschnitten. Von diesen wurden die Schildchen, die Endosperme und die Aleuronschichten abpräparirt und in derselben Weise wie bei den vorigen Versuchen behandelt. Jedem der Theile wurde 10 *ccm* Glycerin zugesetzt, und so Extracte bei einer vierwöchentlichen Digerirungsdauer hergestellt. Dieselben wurden in der Weise untersucht, dass von jeder Lösung 2 *ccm* zu 80 *ccm* eines einprocentigen Stärkekleisters gesetzt wurden. Nach 15 Stunden ergaben die Mischungen, mit FEHLING'scher Lösung behandelt, folgende Resultate:

Extracte der Schildchen . . .	0,177 <i>g</i> CuO oder	0,122 <i>g</i> Maltose
„ der Aleuronschichten . . .	0,090 <i>g</i> Cu O „	0,063 <i>g</i> Maltose
„ der Endosperme . . .	0,084 <i>g</i> Cu O „	0,073 <i>g</i> Maltose

Nach diesen Versuchen, von denen noch mehrere unternommen wurden, zeigt es sich, dass in jedem Stadium der Keimung das Schildchen weit mehr Diastase enthält als das Endosperm; es ist also nach den Gesetzen der Diffusion immer eine Einwanderung in das letztere vom Schildchen her möglich.

Da das Endosperm an Masse weit mehr beträgt als die Aleuronschicht, so widerstreitet der Versuch auch nicht der Ansicht HABERLANDT's, dass dieselbe nach Innen hin Diastase abgiebt.

Dass aus dem Schildchen Diastase ausgeschieden wird, und dass diese und nicht Bacterien den Nährbrei der Keimpflanzen beim VAN TIEGHEM'schen Versuch umwandelte, folgt noch aus einem anderen Versuch:

Von einer Anzahl Keimpflanzen des Mais wurden die Endosperme abgelöst und, nachdem sie gut abgospült waren, in Stärkekleister gestellt. Sie sondern alsbald Diastase aus, und schon nach kurzer Zeit kann man mittelst FEHLING'scher Lösung die Umsetzung von Stärke in

Zucker nachweisen. Dass diese nicht durch Bacterien erfolgt ist, zeigt sich dadurch, dass blosser Stärkekleister für dieselbe Zeit unverändert bleibt. Stellt man die Keimpflanzen in Wasser, so enthält dieses, wie man nach den geeigneten Methoden feststellen kann, nach einiger Zeit gleichfalls Diastase. Während der Keimung entstehen im Gewebe des Endosperms Spalträume, welche vom Schildchen aus sich in das Innere hineinziehen, und welche bei genügender Wasserzufuhr mit Flüssigkeit erfüllt sind. In diese kann die Diastase vom Schildchen her ohne Weiteres abgeschieden werden. Um nun ferner zu zeigen, dass dieselbe sowohl aus den erwähnten Spalträumen als auch direct vom Schildchen her in das Gewebe des Endosperms eintritt, sind folgende Versuche ausgeführt worden:

Von 6 Maiskörnern des weissen Pferdezaunmais wurden vorsichtig die Samenschalen sowie die Keimknospen entfernt, so dass also das Endosperm noch vollständig vom Schildchen und von der Aleuronschicht umgeben war. Die so zubereiteten Körner lagen 6 Tage lang bei einer durchschnittlichen Temperatur von 3–5° C. in einer Diastaselösung. Dieselbe erwies sich bei der Prüfung mit den geeigneten Reagentien als frei von Zucker und enthielt nur noch Spuren von Eiweiss. Während der angegebenen Zeit wurde die Diastaselösung einmal und zwar nach 3 Tagen erneuert. Darnach wurden beide Lösungen zusammen auf Zucker untersucht. Mit FEHLING'scher Lösung behandelt lieferten sie 0,145 g Cu O oder 0,1 g Maltose. Die Körner wurden über Schwefelsäure getrocknet, dann gerieben und mit etwas Kalilauge aufgeköcht. Dieses Decoct wurde ebenfalls mit FEHLING'scher Lösung behandelt und ergab auch noch einen, wenn auch nicht sehr bedeutenden Niederschlag von Cu₂O, welcher nicht weiter bestimmt wurde.

Der Parallelversuch wurde derartig angestellt, dass 6 Maiskörner, welche ein nahezu gleiches Gewicht wie die vorigen hatten, in Wasser gelegt wurden. Dieses wurde in gleicher Weise einmal erneuert und dann auf Zucker geprüft. Es zeigt sich, dass diese Maiskörner nur Spuren von Glykose abgegeben haben, die zu bestimmen es sich nicht lohnte. In den zerriebenen Körnern konnte auch nicht eine Spur von Zucker aufgefunden werden.

Da diese Resultate den Schluss gestatten, dass die Diastase in die stärkehaltigen Zellen des Endosperms eingedrungen ist und hier die Saccharification bewirkt hat, so wurde auch versucht, die Frage auf mikrochemischem und mikroskopischem Wege zu lösen.

Es wurden dünne Schnitte hergestellt aus dem Endosperm von solchen Maiskörnern, die längere Zeit in Diastaselösung und von solchen, die ebensolange in Wasser lagen. Nachdem dieselben mit Cuprisulfatlösung durchtränkt waren, wurden sie in heisse Kalilauge gelegt. Der Theorie nach müsste sich in den Schnitten der mit Diastaselösung behandelten Körnern eine stärkere Zuckerreaction geltend machen als

in denjenigen, die sich nur in Wasser befanden. In sämtlichen Schnitten trat beim Erwärmen in der Kalilauge ein Farbenwechsel aus blau in eine schwach röthliche Nuance ein, und es schien auch so, als ob dieselbe eine intensivere bei den Schnitten war, in deren Gewebe die Diastase wirkte. Unter dem Mikroskop zeigte es sich, dass die Zellhäute besonders unterhalb der Aleuronschicht schwach röthlichbraun gefärbt waren. Nach dem Innern des Endosperms hin nahm diese Färbung ab. Sehr störend wirken bei dieser Reaction die in den Zellen vorhandenen Eiweissstoffe, die sich bläulich-violett färben. Auch in den Schnitten der Körner, die nur im Wasser gelegen hatten, traten diese Erscheinungen ein, und es ist nicht möglich, hierbei quantitative Unterschiede festzustellen, besonders da das Kupferoxydul nur selten in Körnern auftritt.

Diese Methode ist hier nicht anwendbar, da der Zucker, wie auch schon die vorigen Untersuchungen zeigen, in den Zellen nicht angehäuft wird, sondern bald nach seiner Entstehung hinausdiffundirt. Die Methode eignet sich nur, wenn sich im Gewebe grössere Mengen von Glykose vorfinden.

Bessere Resultate wurden auf einem dritten Untersuchungswege erhalten: nämlich bei der Prüfung auf Corrosionen. Ist die Diastase in die Zellen gelangt, so muss sie die in denselben angehäuften Stärkekörner angreifen; an diesen müssen sich die bekannten Corrosionen zeigen. Bei dieser Untersuchung gehen wir von folgenden Erwägungen aus: Trotzdem bei der starken osmotischen Saugung der Endospermzellen die Diastase micellen mit einer gewissen Kraft in das Gewebe getrieben werden, so ist vermuthlich in den Wasserwegen auch der Widerstand in Folge der Reibung ein hoher. Wahrscheinlich tritt in das Innere des Endosperms eine immer verdünntere Diastaselösung ein. Die verhältnissmässig wenigen Diastase micellen corrodiren, sobald sie in das Zelllumen übergehen, die den Membranen zunächst gelegenen Stärkekörner, und erst nach und nach werden weitere Schichten ergriffen. Die Anfangsstadien der Corrosion werden sich schwer verfolgen lassen. Der ganze Vorgang wird eine längere Zeit beanspruchen; es wurde daher folgendermassen verfahren:

Von mehreren Maiskörnern (des weissen Pferdezahnmals) wurden die Samenschalen sowie das Schildchen entfernt und dann ein Theil der so zubereiteten Samen in eine gereinigte Diastaselösung, ein andrer Theil zur Controlle in Wasser gelegt. Die Flüssigkeiten wurden mitunter erneuert und bei einer möglichst niedrigen Temperatur gehalten. Innerhalb der ersten Woche machten sich kaum Veränderungen bemerkbar, dann erst zeigten sich in den Endospermzellen der mit Diastaselösung behandelten Körner hin und wieder angefressene Stärkekörnchen. Mit der Zeit mehrten sich dieselben, und nach drei Wochen enthielten besonders die Endospermzellen, welche sich zwischen der gewölbten

Seite des Schildchens und der Aleuronschicht befanden, fast nur corrodirte Stärkekörner (siehe Fig. 1.) Wie die beigegebene Zeichnung angiebt, zeigen die entsprechenden Schnitte der nur in Wasser gewesenen Maiskörner in den Endospermzellen vollständig intacte Stärkekörner, welche die bekannte polyedrische Form besitzen (s. Fig. 2) und pflastersteinartig dicht nebeneinander liegen, während sich jene in ihrem Verbande mehr gelockert und auch mehr abgerundet haben.

Nach diesen Untersuchungen besteht wohl kaum noch ein Zweifel darüber, dass das Diastaseferment vom Schildchen, und zwar von den Pallisadenzellen desselben, ausgeschieden wird und dann in das Gewebe des Endosperms eindringt.

Dass die Aleuronschicht für die Diastasebildung in Betracht kommt, ist für die ersten Stadien der Keimung ausgeschlossen. Eine Abgabe von Ferment an die darunter liegenden Zellen ist erst möglich, wenn sich die inneren Endospermzellen zum grössten Theil entleert haben; erst dann enthalten die Aleuronzellen genügende Mengen von Diastase. Indessen kann dies nur eine untergeordnete Bedeutung haben; denn bekanntermassen nimmt die Entleerung der Endospermzellen am Schildchen ihren Anfang und schreitet von hier aus durch das Endosperm nach aussen.

Bei den Dikotyledonen ist der Vorgang zum Theil ein anderer. Wie ich in einer grösseren Arbeit zeigen werde, sondert bei den Papilionaceen weder die Plumula noch das Würzelchen irgend eine Spur von Diastase aus. Die Bildung derselben erfolgt an der Insertion der Cotyledonen und schreitet allmählich durch das Gewebe nach dem anderen Ende derselben hin. Bei der Entleerung der Keimblätter wandert auch die Diastase aus¹⁾.

Vorliegende Arbeit, die nur eine vorläufige Mittheilung sein soll, wurde im botanischen Institut der Universität Berlin gemacht. Für die mir zur Verfügung gestellten reichlichen Mittel sage ich Herrn Prof. SCHWENDENER meinen herzlichsten Dank.

1) Einen Versuch, der die Möglichkeit einer Wanderung zeigt, erwähne ich hier: Eine Anzahl Keimpflanzen (*Zea*, *Phaseolus*) werden 1 cm über den Keimblättern abgeschnitten. Von der Hälfte der Pflanzen werden auch die Keimblätter selbst entfernt. Beide Partien bringt man alsdann getrennt in Stärkekleister. Nach einiger Zeit lassen diejenigen Pflanzen mit Cotyledonen Diastase austreten; die anderen, deren Cotyledonen entfernt waren, geben nur Spuren des Fermentes ab.

Berlin, Botanisches Institut der Universität.

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. Schnitt aus dem mittleren Endosperm zwischen Schildchen und Aleuronschicht von einem Maiskorn, welches 3 Wochen in einer gereinigten und öfter erneuerten Diastaselösung lag.
- Fig. 2. Schnitt aus einer ähnlichen Stelle des Endosperms von einem Maiskorn, welches sich ebensolange in Wasser befand.

Fig. 1.

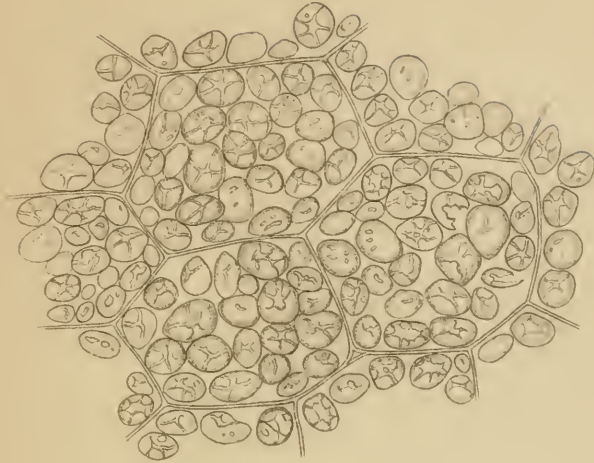
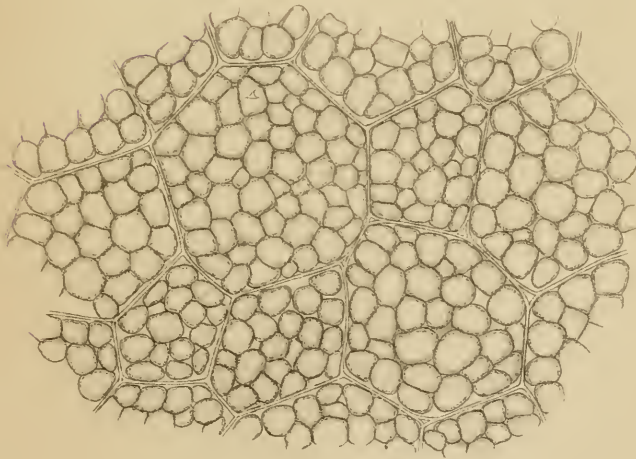


Fig. 2.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Grüss(Grüß) J.

Artikel/Article: [Ueber den Eintritt von Diastase in das Endosperm. 286-292](#)