

Erklärung der Abbildungen.

Vergrößerung bei allen Figuren ca. 250.

Fig. 1. *Mimulus moschatus* Dougl. Blattstück. Die auf der Epidermis liegenden Mesophyllzellen enthalten nadel- und plättchenförmige Krystalle von Carotin (Xanthophyll).

Der Krystall *x* rechts unten stark vergrößert. Bezüglich der Buchstaben-erklärung vergl. den Text S. 22.

„ 2. *Polygonum tinctorium* L. Blattstück. Epidermis mit darauf liegendem Mesophyll. Das letztere mit vielen Carotin(Xanthophyll)-Krystallen in Form von büschelartig aggregirten Nadeln.

„ 3. *Mercurialis annua* L. Blattstück. Wellig contourirte Epidermiszellen, darauf Mesophyllzellen mit Carotin(Xanthophyll)-Krystallen.

„ 4. *Triticum vulgare*. Etiolirtes Blattstück. Die Mesophyllzellen mit tafelförmigen Carotin(Etiolin)-Krystallen.

„ 5. *Hordeum vulgare*. Etiolirtes Blattstück. Die Mesophyllzellen mit Etiolin-(Carotin)-Krystallen. In den Spaltöffnungen gleichfalls Krystalle.

„ 6. Isolirte Krystalle von Carotin (Xanthophyll) aus den Blättern von *Viola odorata*. Sie erscheinen tafelförmig und hellorange *a*, wenn man sie von der Fläche betrachtet, hingegen linienförmig und braunorange *b*, wenn man sie von der Kante sieht.

„ 7. Carotin-Schuppen und Nadeln aus *Oscillaria leptotricha* Kützing nach Behandlung mit Eisessig.

„ 8. *Eloë*-Blatt mit verschieden geformten Carotin(Xanthophyll)-Krystallen.

Die in den Fig. 1—6 und in Fig. 8 dargestellten Gewebe waren sämmtlich der „Kalimethode“ unterworfen worden.

5. F. Czapek: Ueber die sauren Eigenschaften der Wurzelabscheidungen.

(Vorläufige Mittheilung).

Eingegangen am 16. Januar 1896.

Die Meinung der meisten Physiologen und Agriculturchemiker geht dahin, dass die höheren Pflanzen den Gewinn an Mineralstoffen, welchen sie aus ungelösten Bodenbestandtheilen ziehen, nicht allein der seitens der Wurzeln producirt Kohlensäure verdanken, welche die Lösung verschiedener Mineralsalze unterstützt, sondern dass ausserdem eine Ausscheidung nicht flüchtiger Säure durch die Pflanzenwurzeln stattfindet, welcher eine wesentliche Bedeutung bezüglich der Aufschliessung unlöslicher Verbindungen des Bodens zukommt. Die be-

kanntesten experimentellen Erfahrungen, auf welche sich diese Ansicht stützt, sind der zuerst von BECQUEREL¹⁾ angestellte Versuch, welcher zeigt, dass verschiedene Pflanzenwurzeln ihnen angepresstes feuchtes blaues Lakmuspapier bleibend zu röthen vermögen; andererseits die auf LIEBIG's²⁾ Beobachtungen an Kalkgeschieben im Freien sich gründende Entdeckung SACHS'³⁾, dass Maiswurzeln an Marmor- und Dolomitplatten binnen kurzer Zeit ihren Verlauf durch eingätzte Linien markiren. Ein Versuch, die ausgeschiedene Säure chemisch zu bestimmen, wurde bereits von BECQUEREL unternommen, welcher sie als Essigsäure aussprach. Dieser Meinung folgten späterhin auch OUDEMANS und RAUWENHOFF⁴⁾, sowie LIEBIG⁵⁾, während die meisten anderen Forscher sich derselben nicht anschlossen. BOUSSINGAULT⁶⁾ sprach die Vermuthung aus, es handle sich um Milchsäure. Nach meinen eigenen Untersuchungen kam ich zur Ueberzeugung, dass es sich um eine dieser beiden Säuren gewiss nicht handeln kann.

Um aber ein sicheres Urtheil über die Art der vorhandenen Säure zu gewinnen, erschien es geboten, planmässig zu untersuchen, welche Substanzen überhaupt seitens der Wurzeln ausgeschieden werden, und dann erst beide erwähnten Methoden näher in's Auge zu fassen. Die letzteren betreffend war es übrigens von vornherein unentschieden, ob für beide Erscheinungen dieselbe Substanz verantwortlich zu machen sei, oder ob vielmehr der lakmusröthende und corrosiv wirksame Körper verschiedener Natur sei. Der Verlauf der angestellten Versuche entschied für die letztere Möglichkeit.

Behufs analytischer Untersuchungen der Wurzelausscheidungen wurden in passenden Keimvorrichtungen Culturen verschiedener Pflanzen angelegt, deren Wurzeln in sehr wenig Flüssigkeit eintauchten. Die Culturflüssigkeit wurde nach einigen Tagen abgenommen, filtrirt, auf das Volumen von wenigen Tropfen eingengt und die concentrirte Lösung mikrochemisch auf Basen und Säuren geprüft. In anderen Fällen lagen die Wurzeln feuchtem, aschefreiem (extrahirtem) Filterpapier an, und nach mehreren Tagen wurden die Berührungsstellen herausgeschnitten, mit heissem Wasser ausgezogen und das eingengte wässrige Extract mikrochemisch unter Vergleichung mit nicht be-

1) BECQUEREL, *Annales der Pharmacie*, Bd. VIII (1833), S. 104, und *Archives de Botanique réd. sous la direction de M. A. J. GUILLEMIN*. Tome I, Paris 1833, p. 385.

2) J. v. LIEBIG, *Annalen der Chemie und Pharm.*, Bd. 105 (1858), S. 139, sowie *Chem. Briefe* S. 273.

3) J. SACHS, *Bot. Zeit.* 1860, S. 117; *Experimentalphysiologie* (1865), S. 188.

4) OUDEMANS en RAUWENHOFF, *Linnaea* Bd. 30 (1859/60), S. 213.

5) LIEBIG, *Die Chemie in ihrer Anwendung u. s. w.* 7. Aufl. (1862), Bd. II, S. 7.

6) J. B. BOUSSINGAULT, *Die Landwirthschaft in ihren Beziehungen zur Chemie*. Deutsch von Dr. N. GRAEGER. 2. Aufl., Halle 1851. Bd. I, S. 24.

rührten Stellen desselben Papiere untersucht. Bei Prüfung auf flüchtige oder beim Erhitzen zersetzliche Substanzen unterblieb die Extraction in der Wärme, und die Proben wurden mit den kleinen Papierstückchen direct unter gleichzeitiger Controlluntersuchung vorgenommen. Andere Cautelen machte natürlich die Rücksichtnahme auf Stoffe nöthig, welche aus abgestorbenen Zellresten stammen konnten. Darauf will ich hier nicht weiter eingehen. Von anorganischen Basen wird Kali regelmässig ausgeschieden, Magnesia ist sehr oft nachweisbar, Kalk aber ist nur bei wenigen untersuchten Pflanzen mikrochemisch in den Wurzelausscheidungen constatirbar. Die Untersuchung auf Säure ergab häufiges Vorkommen geringer Mengen von Chlorid und regelmässige Gegenwart, mitunter relativ sehr reichlich, von Phosphat, welches nachweislich als primäres Kaliumphosphat zugegen ist. Das letztere bedingt in der Regel die saure Reaction der Ausscheidungen. Von organischen Säuren ist Ameisensäure häufig zu constatiren, jedoch kaum jemals als freie Säure, sondern, soweit untersucht, als Kaliumformiat. Oxalsäure als primäres Kalisalz fand sich bisher nur in den stark sauren Ausscheidungen der Wurzeln von *Hyacinthus orientalis*. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass weitere Untersuchungen ein Vorkommen der Oxalsäure auch noch anderwärts in Wurzelausscheidungen ergeben.

Die häufigste Ursache der sauren Reaction der Wurzelausscheidungen ist mithin primäres Kaliumphosphat. Primäres Oxalat war bis jetzt nur in einem einzigen Falle sicher zu stellen. Eine freie organische Säure fehlte in nachweisbarer Menge stets.

Mit diesen Befunden stimmt auch die Untersuchung von Lakmuspapier überein, welches von daran angelagerten Wurzeln geröthet wurde. Die Röthung ist nicht für alle Pflanzen gleich intensiv. Sehr stark ist sie bei *Picea excelsa* und *Rumex Acetosa*. Es lässt sich sicherstellen, dass in stark gerötheten Papierstellen viel Kaliumphosphat vorhanden ist. Demnach beruht die bleibende Röthung des Lakmuspapieres durch Pflanzenwurzeln in den meisten untersuchten Fällen auf Ausscheidung von primärem Phosphat; Oxalat ist nur mit einem Befunde vertreten, daher gewiss viel seltener die Ursache der sauren Reaction.

Corrosionsversuche vermögen ebenfalls bis zu einem gewissen Grade zur Aufklärung der Säurewirkung des Wurzelsecretes beizutragen. Das Princip meiner Versuche war, Platten aus verschiedenen unlöslichen und natürlich ungiftigen Verbindungen herzustellen, wobei die Löslichkeitsverhältnisse derselben in Säuren genau bekannt sein mussten, und diese künstlichen Gesteinsplatten auf ihre Fähigkeit corrodirt zu werden zu prüfen. Von der passenden Wahl der Substanz muss auch die Bedeutung des Versuchserfolges abhängen, und es ist verständlich, dass man da bloss durch Ausschliessung zu Resultaten kommt. Die meisten Chancen bot die Anwendung von Aluminiumphosphat. Dasselbe ist

löslich in Salzsäure, Salpetersäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Ameisensäure, Oxalsäure, Bernsteinsäure, Milchsäure, Apfelsäure, Citronen- und Weinsäure. Unlöslich ist es bloss in Kohlensäure, Essigsäure, Propionsäure und Buttersäure. Werden nun aus Aluminiumphosphat hergestellte Platten von Wurzeln nicht corrodirt, so hat man alle freien Säuren bis auf die vier letztgenannten thatsächlich ausgeschlossen. Mit Hülfe eines Zusatzes einer passenden Menge von Gyps lassen sich vollkommen glatte Platten aus beliebigen Substanzen leicht herstellen und dieselben verhalten sich, wie Controllversuche bezüglich der Corrosionserscheinungen ergaben, ganz ähnlich, als ob die Substanz rein ohne Gyps angewendet worden wäre. Platten aus phosphorsaurer Thonerde werden nun wirklich von verschiedenen untersuchten Pflanzenwurzeln nicht angegriffen, und damit hat man die Zahl der möglichen Säuren bis auf wenige eingeschränkt. Ob es sich um Kohlensäure oder die drei genannten Fettsäuren im freien Zustand handelt, kann man weiter mittelst Congoroth entscheiden. Kohlensäure giebt mit diesem Farbstoff nur bräunlichrothe Färbung, die übrigen in Frage stehenden Säuren aber noch in ganz verdünnter Lösung eine dunkelblaue Reaction. Ich liess theils Wurzeln längere Zeit an gefärbten Gypsplatten hinwachsen, welche aus mit concentrirter Congorothlösung angerührtem Gypsmehl verfertigt waren, theils wurden Wurzeln mit Congoroth, welches gänzlich unschädlich ist, durch einige Zeit währendes Eintauchen in die Farbstofflösung intensiv gefärbt und dann im feuchten Raume weiter cultivirt. Was sich an allen diesen Objecten zeigt, ist nur eine braunrothe Verfärbung der Berührungsstellen der Platten bezw. der Wurzeloberfläche; niemals aber sieht man einen blauen Farbenton. Daher können die Corrosionserscheinungen überhaupt nur von Kohlensäure verursacht sein. Mancherseits wurde gegen die Möglichkeit einer Kohlensäurewirkung beim Zustandekommen der Corrosionen der Umstand in's Treffen geführt, dass durch das ausgeschiedene Gas niemals scharf umschriebene Aetzfiguren entstehen könnten. Thatsächlich wird auch keine gasförmige Kohlensäure hierbei in Frage kommen, sondern die lösende Wirkung muss von den mit Kohlensäure gesättigtem Wasser imbibirten Membranen der Wurzelzellen ausgehen, und der Process ist im Wesentlichen derselbe, ob nun Kohlensäure oder eine andere Säure im Imbibitionswasser gelöst ist. Der weitere bisher gegen Kohlensäurewirkung erhobene Einwand, dass durch Wurzelausscheidungen Lakmuspapier bleibend geröthet wird, fällt natürlich mit dem Nachweise, dass diese Röthung durch primäres Phosphat oder seltener Oxalat bedingt ist, hinweg.

Wenn nun auch durch diese Versuche dargethan erscheint, dass eine directe Ausscheidung einer freien Säure mit Ausnahme von Kohlensäure nicht stattfindet, so ist damit eine indirecte Säurewirkung durch die Secrete der Pflanzenwurzeln nicht ausgeschlossen. Es deutet

vielmehr der Befund ungesättigter saurer Salze im Wurzelsecret auf solche hin. Das primäre Phosphat muss z. B. mit Chloriden der Bodenflüssigkeit kleine Salzsäuremengen bilden, und ein analoger Umsatz ist auch zwischen Oxalat und Chloriden anzunehmen. Diese Verhältnisse soll die ausführliche Arbeit des Weiteren auseinandersetzen.

Auch bezüglich meiner Untersuchungen über die Frage, ob sich Diastase oder ein anderes Ferment in den Wurzelausscheidungen regelmässiger Weise findet, eine Frage, die sich freilich in wesentlich negativem Sinne erledigte, soll hier bloss auf die demnächst in den „Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik“ erscheinende Mittheilung verwiesen werden.

Wien, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität.

6. M. Westermaier: Berichtigung zu meiner Arbeit „Zur Physiologie und Morphologie der Angiospermen-Samenknospe“.

Eingegangen am 17. Januar 1896.

Unter obigem Titel veröffentlichte ich im I. Band, Abth. 2 der „Beiträge zur wissensch. Botanik“ von Prof. FÜNFSTÜCK (Stuttgart) eine Abhandlung, zu welcher ich Nachstehendes zu bemerken habe.

Im I. Theil unter A und B ist die Oleaceen-Samenanlage unrichtig gedeutet. Herr Professor Dr. GÖBEL machte mich gütigst brieflich auf diesen Punkt und auf einige litterarische Erscheinungen aufmerksam, welche ich nicht beachtet habe. Das Verhalten dieser Samenanlagen scheint am nächsten noch dem ähnlich zu sein, wie es HEGELMAIER bei einigen Compositen beschrieben hat (Botan. Zeitung 1889, S. 805). Welchem Entwicklungstypus die fraglichen Fälle angehören, wird indess noch von einer genaueren Untersuchung abhängen. Der „Antipodenzellkörper“ ist hiernach das Nucellusgewebe, welches später im Falle normaler Entwicklung schwindet (ob ganz oder theilweise bleibt fraglich). Im andern Fall (Sterilbleiben der Samenanlage) scheint das Nucellusgewebe im Zustand eines kleinen compacten Zellkörpers zu verharren. Die radial gestreckten Zellen gehören dem mächtig entwickelten Integument an und stellen die von HEGELMAIER als „Endodermis“ bezeichnete Zellschicht dar, welche aus einer bis wenigen Lagen besteht. Klarheit über die dunkeln Punkte: Embryosackbildung, eventuell auch Endosperm-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Czapek Friedrich

Artikel/Article: [Ueber die sauren Eigenschaften der Wurzelausscheidungen 29-33](#)