

Kleinere Arbeiten des pflanzenphysiologischen Institutes der Wiener Universität.

X.

Ueber das Vorkommen und die Entstehung von Etiolin und Chlorophyll in der Kartoffel.

Von Professor Wiesner.

Es ist eine lange bekannte Thatsache, dass Kartoffeln ergrünen, wenn sie durch längere Zeit dem Tageslichte ausgesetzt werden. Das grüne Pigment, welches sich hierbei bildet, ist zweifellos Chlorophyll, denn das weingeistige Extrakt der am Lichte grün gewordenen Kartoffeln fluorescirt mit rothem Lichte, zeigt das Absorptionsspektrum des normalen Chlorophylls und wird im starkbrechenden Lichte viel langsamer als im schwachbrechenden bei Luftzutritt zerstört.

Ueber die morphologischen Verhältnisse des in ergrüneten Kartoffeln auftretenden Chlorophylls wurden früher schon gelegentlich einzelne Beobachtungen gemacht, über welche ich, ehe ich meine eigenen Wahrnehmungen hierüber darlege, zunächst kurz berichten werde.

H. v. Mohl¹⁾ führt an, dass beim Ergrünen der Kartoffeln die Stärkekörnchen derselben sich mit grünen, scharf begrenzten Hüllen umgeben.

Hingegen sagte später Schacht²⁾, dass unterhalb der Schale von am Lichte gelegenen Kartoffeln sich formloses Chlorophyll bildet.

Böhm kam in seinen Arbeiten über das Chlorophyll mehrfach auf die Erscheinung des Ergrünes der Kartoffeln zu sprechen. Er theilt mit³⁾, dass sowohl frische als alte Knollen am Lichte ergrünen, dass in den unter dem Periderm gelegenen Zellen das Körnchen führende Protoplasma ergrünt, in den tieferen Schichten aber die Stärkekörnchen sich mit grünen Hüllen umkleiden, welche durch Alkohol farblos werden. Wir sehen also in Böhm's Beobachtungsergebnissen die Wahrnehmungen v. Mohl's und Schacht's vereinigt, denn was der letztere Forscher als formloses Chlorophyll bezeichnet, ist eben nichts anderes als ergrüntes, formloses Protoplasma.

In einer Anmerkung derselben Abhandlung bemerkt Böhm, dass in angeschnittenen, mit Gummilösung überstrichenen und mit Glasplatten überdeckten Kartoffeln nach mehrmonatlicher Einwirkung des Lichtes alle Stärkekörnchen ergrünt erscheinen.

In derselben Abhandlung⁴⁾ beschreibt Böhm noch eine andere Entstehungsweise des Chlorophylls in der Kartoffelknolle. Er drückt

¹⁾ Vegetabilische Zelle (R. Wagner's Handwörterbuch) p. 204.

²⁾ Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen I. p. 64.

³⁾ Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissensch. Bd. 32. p. 192.

⁴⁾ l. c. p. 504.

sich hierüber etwa folgendermassen aus: Unmittelbar unter dem Periderm der Kartoffel liegt eine Schichte von Zellen, in deren Inhalt Körnchen auftreten, „deren chemische Natur gleichgiltig scheint“, welche sich zu einer Körnermasse vereinigen, die schliesslich von Chlorophyll umhüllt wird.

Einige Jahre später¹⁾ bespricht Böhm den Unterschied im Entstehen des Chlorophylls der Kartoffelknolle und der Bildung dieses Körpers in Chlorophyllkörnern. Während hier ein „Chlorophor“ nachweislich sei, fehle dasselbe in den chlorophyllbildenden Zellen der Kartoffelknollen. Unter Chlorophor verstand Böhm die nichtgrüne Grundlage des Chlorophylls, dasjenige, was zu derselben Zeit von Sachs²⁾ als Leukophyll bezeichnet wurde. Nach unserer heutigen Auffassung ist unter Böhm's Chlorophor die protoplasmatische Grundlage des Chlorophyllkorns (oder allgemein gesagt der Chlorophyllkörper) tingirt durch Xanthophyll (einschliesslich Etiolin) zu verstehen. Da nun dieser letztere Körper durch Schwefelsäure spahngrün bis blau wird, und Böhm in seiner Abhandlung ausdrücklich sagt, dass Kartoffelknollen mit Schwefelsäure behandelt nicht spahngrün werden, so wäre aus seinen Mittheilungen zu entnehmen, dass Xanthophyll in der Kartoffel nicht vorkommt.

Ich gehe nun zu meinen eigenen Beobachtungen über.

Zuerst will ich auf die Frage, ob in Kartoffelknollen, welche dem Lichte entzogen wurden, sich Xanthophyll (einschliesslich Etiolin) bildet auf Grund meiner Erfahrungen antworten. Diese Frage scheint mir nicht müssig, denn überall dort, wo bis jetzt das Entstehen des Chlorophylls genauer verfolgt wurde, fand man, dass, wenn die betreffenden ergrünungsfähigen Pflanzen oder Pflanzentheile im Dunkeln gezogen werden, Etiolinkörner (allgemein müsste man sagen: Etiolinkörper) an Stelle der Chlorophyllkörner (allgem. Chlorophyllkörper) entstehen, welche am Lichte zu ergrünen befähigt sind, und dass als Begleiter des Chlorophylls stets Xanthophyll auftritt.

Es ist bekanntlich Streitfrage, ob das Etiolin und das Xanthophyll, wie Pringsheim³⁾ behauptet, zwei verschiedene Farbstoffe sind, oder ob man es hier mit einem und demselben Körper zu thun habe, was von G. Kraus⁴⁾ als sichergestellt angenommen wird. Auf diese Streitfrage will ich hier nicht eingehen. In den Löslichkeitsverhältnissen und in den Reaktionen unterscheiden sich Etiolin und Xanthophyll nicht, im spektroskopischen Verhalten ergeben sich, wenn Pringsheim's Auffassung die richtige sein sollte, höchstens geringe Unterschiede. Im Nachfolgenden nenne ich den gelben vor der Entstehung des Chlorophylls auftretenden Farbstoff Etiolin, den gelben Farbstoff, welcher als Begleiter des Chlorophylls auftritt, aber Xanthophyll.

Wenn man frische Kartoffeln mit Alkohol, oder noch besser mit

¹⁾ Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. 37, p. 474.

²⁾ Lotos, 1859, p. 6 ff.

³⁾ Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1874.

⁴⁾ Chlorophyllfarbstoffe, 1872.

Aether auszieht, so bekommt man, wenn nicht gerade zu den Versuchen sog. gefärbte (nämlich durch Anthokyan tingirte) Varietäten gewählt wurden, gelbliche klare Extrakte. Engt man dieselben im Wasserbade stark ein, so erzielt man lebhaft gelb gefärbte Flüssigkeiten, welche spektroskopisch untersucht das Etiolinspektrum darbieten und mit Schwefelsäure oder mit Salzsäure — letztere ist bei dieser Reaktion, wie wohl allgemein bekannt, verlässlicher — versetzt, fast augenblicklich grünlich werden. Schon diese Merkmale lassen annehmen, dass hier Etiolin enthalten ist.

Diese Annahme wird zur Gewissheit, wenn man die Kartoffeln bei einer Temperatur von 12—18° C. im Dunkeln aufbewahrt. Sie nehmen nun einen sehr lebhaften gelben Farbenton an, geben mit Alkohol goldgelbe Extrakte, welche in allen Eigenthümlichkeiten mit Etiolinlösungen übereinstimmen. Mit Salzsäure werden die Lösungen blaugrün. Ziehe ich mit Aether aus, setze Salzsäure zum Extrakte und schüttele das Gemenge, so färbt sich die Salzsäureschichte blaugrün bis indigblau, fluorescirt aber nicht. Diese Reaktion charakterisirt aber, wie ich gefunden habe, das Etiolin auf das schärfste. Als weitere Bestätigung, dass das weingeistige Extrakt der Kartoffel Etiolin enthält, führe ich an, dass die Lösung sich in Betreff des Zusammenhanges zwischen Brechbarkeit der Lichtstrahlen und Zerstörung durch Oxydation umgekehrt wie eine Chlorophylllösung verhält. Letztere wird bekanntlich durch die schwachbrechende Hälfte des Sonnenspektrums rascher als durch die starkbrechende zerstört, während eine Xanthophylllösung, wie ich früher zeigte¹⁾, gerade durch die Strahlen der stärker brechenden Hälfte des Sonnenspektrums schneller als durch die Strahlen der anderen Hälfte entfärbt wird.

Es kann also wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Kartoffel Etiolin enthält.

Die Etiolinmenge ist in frischen Kartoffeln eine relativ geringe. Werden die Knollen im Dunkeln bei niederer Temperatur (7—8°) aufbewahrt, so tritt keine merkliche Vermehrung des Etiolins ein, wohl aber, wie schon angedeutet, bei höherer Temperatur (deutlich bei 12—18°), wie man sich durch folgenden Versuch überzeugen kann.

Nimmt man frische Kartoffeln, schält dieselben und bestimmt von einem gewogenen Quantum derselben die Trockensubstanz, während ein anderes gewogenes Quantum desselben mit Alkohol so lange behandelt wird, bis alles Etiolin ausgezogen wurde, und geht in derselben Weise mit Kartoffeln zu Werke, welche durch 10—15 Tage im Finstern bei 12—18° C. aufbewahrt wurden, so bekommt man, indem man die erhaltenen Etiolinlösungen auf gleiche Färbung durch Zusatz von Alkohol bringt, Flüssigkeitsvolumina, welche, auf gleiche Trockensubstanz reduziert, dem Etiolingehalt der frischen und der im Dunkeln in der Wärme aufbewahrt gewesenen proportionirt

¹⁾ Ueber die Beziehungen des Lichtes zum Chlorophyll. Sitzungsber. der k. Akad. d. Wissenschaften. Bd. 59. Aprilheft.

sind. Auf diese Weise wurde festgestellt, dass der Etiolingehalt von in der Wärme im Dunkeln aufbewahrten Kartoffeln um 30—150% sich vermehrt.

In den Zellen der Kartoffel ist der Nachweis des Etiolins schwieriger. Bei reichlichem Gehalt an Etiolin erscheint das Protoplasma der Parenchymzelle gelblich gefärbt. Doch ist die Menge des Etiolins in der Kartoffel stets eine so geringe, dass man direkt in der Zelle durch Salzsäure dessen Gegenwart nicht konstatiren kann. Nach unseren Erfahrungen, denen zufolge das Etiolin stets nur als Begleiter des Protoplasma in der Zelle auftritt, ist aber wohl kaum zu bezweifeln, dass es auch in den Zellen der Kartoffeln nur an dieses gebunden vorkommt.

Lässt man Kartoffeln bei einer Temperatur von 15—18° C. im diffusen Tageslichte liegen, so erkennt man zuerst, dass das innere Gewebe derselben sich lebhafter gelb färbt. Nach einigen Tagen beginnt die Grünfärbung, die, makroskopisch betrachtet, am stärksten sich unter der Schale einstellt. Wartet man, bis die Grünfärbung lebhaft hervortritt, und extrahirt man nun die grün gewordenen Partien mit Weingeist, so bekommt man ein grünliches Extrakt, aus welchem sich durch Benzol Chlorophyll ausschüttelein lässt, während im Weingeist Xanthophyll zurückbleibt.

Ich gelange nun zu meinen Beobachtungen über Vorkommen und Entstehung des Chlorophylls in der Kartoffel.

Während das Ergrünen der Kartoffel im diffusen Lichte eine Woche und länger auf sich warten lässt, kann man die Grünfärbung an Knollen, die während des Tages durch einige Stunden der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt waren, schon nach 1—3 Tagen konstatiren. Bei Kartoffeln, welche bloss dem diffusen Tageslichte ausgesetzt waren, konnte ich nach Ablauf von 1—2 Monaten das Chlorophyll bloss 3—5 Mm. tief in's Innere der Gewebe hinein verfolgen. An stark besonnt gewesenen Knollen bildet sich das Chlorophyll aber noch in tieferen Schichten, so viel ich gesehen habe, selbst noch 1 Ctm. unter der Schale. Diess lässt wohl annehmen, dass eine bestimmte geringste Helligkeit zum Ergrünen der Kartoffel erforderlich ist.

Unmittelbar unter dem Periderm also im Phellogen, welches hier eine Mächtigkeit von 2—20 Zelllagen besitzt, habe ich das Chlorophyll nie aufgefunden; wohl aber stets in dem unmittelbar hinter diesem Gewebe liegenden Parenchym. Dieses zeichnet sich durch Reichthum an Protoplasma aus, seine Zellen enthalten noch Zellkerne, sind aber arm an Stärkekörnchen, dafür enthalten sie die bekannten würfelförmigen Krystallotde. Viele dieser Zellen führen nicht ein einziges Stärkekorn, andere enthalten nur einzelne oder wenige relativ kleine Amylumkörner. Bei lebhafterem Ergrünen findet sich das Chlorophyll auch in den tiefer liegenden stärkereichen, aber protoplasma-armen Parenchymschichten ein.

Ich finde, dass das Chlorophyll in folgenden 3 Formen im Parenchym der Kartoffel auftritt:

1. als sog. ungeformtes Chlorophyll, das Protoplasma der Zellen tingirend;

2. als Ueberzug von Stärkekörnchen (sog. falsche Chlorophyllkörner bildend), endlich

3. in Form echter Chlorophyllkörner.

In Betreff der ersten Form habe ich nichts Besonderes anzumerken. In den äussersten Parenchymzellen ist bei stark ergrüntem Kartoffeln häufig das ganze Protoplasma ergrünt, während in den inneren nur einzelne Partien grün gefärbt erscheinen.

Was die zweite Form anbelangt, so finde ich, dass die Stärkekörnchen an sich ungefärbt sind, und die grüne Farbe von einer hyalinen oder häufiger körnigen Schicht von Protoplasma herrührt, die durch das grüne Pigment gefärbt ist. Ich finde es bemerkenswerth, dass an vielen Stärkekörnern schwach lichtbrechende Protoplasmazonen erkennbar werden, an denen sich keine Spur von Grünfärbung nachweisen lässt.

In Bezug auf die zuletzt genannte Form des Vorkommens des Chlorophylls in der Kartoffel erwähne ich, dass dieselbe bis jetzt, so viel mir bekannt, in den Geweben dieser Knollen noch nicht beobachtet wurde. Die echten Chlorophyllkörner fand ich in allen von mir untersuchten am Lichte ergrüntem Kartoffeln auf, am schönsten und reichlichsten an Knollen, welche ich im feuchten Raume unter einer Glaslocke im hellen Tageslichte zog. Sie treten nur in den protoplasmareichen Zellen des unmittelbar an das Phellogen anstossenden Parenchyms auf und unterscheiden sich schon auf den ersten Blick von den unechten durch ihr geringes Lichtbrechungsvermögen. Sie finden sich selten einzeln, meist in Gruppen, oft den Zellkern umgebend, in den Zellen vor. Ihre Form ist rundlich oder elliptisch, viele enthalten eine kleine Vacuole. Der Durchmesser beziehungsweise längste Durchmesser dieser Chlorophyllkörner misst 0.0028 bis 0.0059 Mm. Mit Weingeist behandelt entfärben sie sich; der rückständige Träger des Chlorophyllfarbstoffs wird durch Jodlösung gelb und nicht blau gefärbt; er zeigt ferner die Raspail'sche Eiweissreaktion.

Als ich nach Auffindung der echten Chlorophyllkörner in der Kartoffel dieselben meinem Assistenten, Herrn Karl Mikosch, demonstirte, machte er mich darauf aufmerksam, dass er einige Tage früher in Kartoffeln, gelegentlich der Aufsuchung von Krystalloiden, neben diesen in vielen Zellen schwach lichtbrechende, rundliche, durch Jod sich nicht bläuende Körner gesehen hat. Diese Auffindung hat sich bestätigt, und es stellte sich heraus, dass diese Körnchen nichts anderes als Etiolinkörner sind, welche, gleich den analogen Gebilden in etiolirten Keimlingen, am Lichte zu ergrünen befähigt sind.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische
Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische
Botanische Zeitschrift = Plant Systematics](#)

and Evolution

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: 027

Autor(en)/Author(s): Wiesner Julius Ritter

Artikel/Article: Kleinere Arbeiten des
pflanzenphysiologischen Institutes der
Wiener Universität - Ueber das Vorkommen
und die Entstehung von Etiolin und

Chlorophyll in der Kartoffel. 7-11