

15. W. Detmer: Beiträge zur Kenntniss des Stoffwechsels keimender Kartoffelknollen.

Eingegangen am 16. Februar 1893.

Die Wachstumserscheinungen, welche zumal die ersten Internodien der Triebe keimender Kartoffelknollen unter dem Einfluss verschiedener äusserer Bedingungen erkennen lassen, sind in der That sehr merkwürdige, und sie sind deshalb auch von verschiedenen Botanikern (SCHACHT, SACHS, C. KRAUS, VÖCHTING)¹⁾ näher untersucht worden. Ich fand dann ferner²⁾, dass in trockener Luft bei Lichtzutritt gekeimte Kartoffelknollen gar keine oder nur Spuren von Glykose³⁾ führen, während die in trockener Luft im Dunkeln gekeimten Knollen sehr reich daran sind.

Diese Beobachtung gab den Ausgangspunkt für die folgenden Untersuchungen über den Stoffwechsel der bei Lichtzutritt und im Dunkeln keimenden Kartoffelknollen. Sie wurden von Herrn ZIEGENBEIN durchgeführt und derselbe wird an anderer Stelle in einiger Zeit eingehend über die gewonnenen Resultate berichten.

Als Beobachtungsmaterial fanden roth- und weisschalige Kartoffeln, namentlich die letzteren, Verwendung. Die Versuche begannen gegen Ende Januar. Die möglichst gleichartig entwickelten ruhenden Knollen wurden wie folgt behandelt:

Experimente mit weissen Kartoffeln:

- I. Die Knollen gelangten in einen Pappkasten, der mit einer mit schwarzem Papier überklebten Glasplatte zugedeckt war. Keimung im Dunkeln und in trockener Luft.
- II. Die Knollen gelangten in einen Pappkasten, der mit einer Glasplatte zugedeckt war. Keimung bei Lichtzutritt und in trockener Luft.

1) Vergl. VÖCHTING, *Bibliotheca Botanica*, 1887, Heft 4.

2) Vergl. DETMER, *Pflanzenphysiol. Untersuchungen über Fermentbildung und fermentative Prozesse*, Jena 1884, S. 34.

3) Die Untersuchungen von MÜLLER-THURGAU haben gelehrt, dass die Kartoffelknollen neben Glykose Rohrzucker enthalten. Ueber die Natur des direct reducirend wirkenden Zuckers sind wir noch nicht genau unterrichtet. Im Folgenden ist allein auf diesen direct reducirend wirkenden Zucker, der Maltose oder Glucose sein kann oder ein Gemisch beider darstellt, Rücksicht genommen worden, da er in erster Linie physiologisch activ ist. Der Zucker wurde stets als Glucose (Traubenzucker) in Rechnung gestellt.

III. Die Knollen gelangten auf feuchten Sand, der auch feucht erhalten wurde, unter einen Zinklechrecipienten¹⁾. Keimung im Dunkeln und in feuchter Luft.

IV. Ebenso wie bei III, aber unter eine grosse Glasglocke gebracht. Keimung bei Lichtzutritt und in feuchter Luft.

Sämmtliche Apparate standen neben einander an dem nach Norden gerichteten Fenster eines im Winter geheizten grossen Raumes.

Die sich allmählich entwickelnden Triebe der Knollen von II und IV zeigten den bekannten gedrungenen Bau. Sie waren natürlich grün, sehr kurz und mit Schuppenblättern besetzt. Die Triebe der Knollen von I und III erreichten eine weit beträchtlichere Länge wie diejenigen von II und IV. Reichliche Wurzelentwicklung erfolgte nur in feuchter Luft (III und IV). Die Wurzeln drangen in den feuchten Sand ein.

Nach etwa viermonatlicher Keimung gelangten die Knollen, ohne die Triebe von ihnen zu entfernen, zur Untersuchung. Sie wurden auf ihren Trockensubstanzgehalt, Diastase- und Zuckergehalt, auf ihren Gehalt an Gesamtstickstoff, sowie Eiweissstickstoff und endlich auch auf ihre Athmungsenergie geprüft. Auf die Methoden der Untersuchung will ich hier nicht näher eingehen. Sie sind sehr sorgfältig nach verschiedenen Richtungen hin auf ihre Zuverlässigkeit geprüft worden, und Näheres wird in der ausführlichen Mittheilung Erwähnung finden.

Bei Beginn der Experimente besaßen natürlich sämmtliche Knollen nahezu den nämlichen Trockensubstanzgehalt. Nach etwa viermonatlicher Keimung gestaltete sich derselbe wie folgt:

I.	40,53 pCt.
II.	27,66 „
III.	23,20 „
IV.	23,26 „

Die Verdunstung der in trockener Luft verweilenden Knollen von I und II war selbstverständlich lebhafter, als diejenige der Knollen von III und IV. Daher der höhere Trockensubstanzgehalt der ersteren. Besonders reichlich musste die Wasserabgabe der Knollen von I ausfallen, weil diese relativ lange Triebe gebildet hatten, welche ziemlich stark transpirirten.

In ruhenden Kartoffelknollen ist, wie ich schon früher fand, Diastase nicht nachzuweisen, wenn man den Saft oder Extract mit wenig Stärkekleister versetzt und nach einigen Stunden unter Beachtung der erforderlichen Vorsichtsmassregeln mit Hülfe von Jodlösung auf Dextrinbildung prüft. Gekeimte Kartoffelknollen enthalten aber Diastase in geringer Menge. Der Fermentgehalt der Knollen von I, II und III war, soweit sich ermitteln liess, der nämliche; die Knollen von IV

1) Die Knollen wurden hier senkrecht aufgestellt und mit ihrer morphologischen Basis etwas in den feuchten Sand eingedrückt.

(Keimung im Licht und in feuchter Luft) enthielten aber unzweifelhaft mehr Ferment als die übrigen Untersuchungsobjecte.

In der folgenden Tabelle sind nun die Resultate der Zucker- (Traubenzucker) sowie Stickstoffbestimmungen und die Ergebnisse der Athmungsversuche mitgetheilt. Sämmtliche Angaben beziehen sich auf die gekeimten Knollen. Die Zahlen stellen Mittelwerthe aus mehreren Einzelbeobachtungen dar.

	I.	II.	III.	IV.
Gewicht von 10 frischen Knollen Gramm	404	550	645	685
Trockensubstanz in 10 Knollen ..	163,7	152,1	149,6	159,3
Zucker in 10 frischen Knollen . ..	1,15	0,02	2,36	5,17
Gesammt-N in 10 frischen Knollen ..	1,86	1,76	1,74	1,84
Eiweiss-N in 10 frischen Knollen ..	1,29	1,10	0,99	1,11
Athmung von 10 frischen Knollen. Milli- gramm CO ₂ p. Stunde und bei 20° C.	7,18	13,15	9,10	16,61
Kohlensäureproduction auf 100 g Trocken- substanz bezogen	4,39	8,63	6,08	10,42

Die ruhenden, ungekeimten Kartoffeln (10 Stück = 590 g) gaben bei Beginn der Versuche pro Stunde und 20° C. 0,0101 mg CO₂ aus. 590 g enthielten 1,94 g Zucker. Bemerkt sei noch, dass auch mit rothen Kartoffeln experimentirt wurde. Ich verzichte hier auf eine genauere Zusammenstellung der Resultate und erwähne nur, dass auch hier die bei Lichtzutritt in trockener Luft gekeimten Untersuchungsobjecte lebhafter athmeten, als die im Dunkeln und in trockener Luft zur Entwicklung gelangten. Der Zuckergehalt der ersteren war etwa fünfmal geringer als derjenige der letzteren.

Die in der vorstehenden Tabelle aufgeführten Werthe sind untereinander vergleichbar, denn in allen Fällen diente ein Material von nahezu der gleichen Beschaffenheit (10 ungekeimte Kartoffelknollen) zum Ausgangspunkt der Untersuchung.

Es fällt vor allem auf, dass die in trockener Luft gekeimten Dunkelknollen I in Uebereinstimmung mit meinen früheren Angaben weit mehr Zucker enthalten, als die entsprechenden Lichtknollen II. In feuchter Athmosphäre gestaltet sich hiergegen der Zuckergehalt der Lichtknollen IV grösser als derjenige der Dunkelknollen III.

Ferner sehen wir, dass die Lichtknollen II und IV mehr Kohlensäure im Athmungsprocess erzeugen, als die Dunkelknollen I und III. Man könnte nun geneigt sein, diese Erscheinung ausschliesslich wie

folgt zu erklären. Nach MÜLLER-THURGAU's Untersuchungen wächst die Athmungsgrösse der Kartoffelknollen mit ihrem Zuckergehalt, und da die Lichtknollen IV erheblich zuckerreicher sind als die Dunkelknollen III, so scheint damit die lebhaftere Athmung der ersteren erklärt zu sein. Die energischere Kohlensäureproduction der Lichtknollen II den Dunkelknollen I gegenüber könnte aber mit dem höheren Wassergehalt der ersteren in Zusammenhang gebracht werden. Ich leugne nicht, dass Zuckergehalt und Wasserreichtum der Knollen von Einfluss auf die Athmungsprocesse derselben sind; indessen meiner Meinung nach reicht die Berücksichtigung dieser Momente nicht hin, um die Steigerung der Athmung in Folge der Lichtwirkung bei den Knollen II und IV zu erklären. Es haben nämlich auch die Knollen von II (Lichtknollen in trockener Luft) weit mehr Kohlensäure producirt, als die Knollen von III (Dunkelknollen in feuchter Luft), trotzdem sie wasserärmer und viel zuckerärmer als die letzteren waren. Die Differenzen in den Athmungsprocessen der Knollen von II und III sind bei Weitem viel zu erheblich, als dass sie auf ein individuell verschiedenartiges Verhalten der Untersuchungsobjecte zurückgeführt werden könnten¹⁾ und von Beobachtungsfehlern kann hier in Anbetracht der Genauigkeit der Methode gar keine Rede sein.²⁾ Wir müssen demnach schliessen, dass die gesteigerte Athmung der Knollen von II und IV freilich nicht allein, aber doch in wesentlicher Weise durch Lichteinfluss bedingt worden ist.

Ich muss hier, um jedes Missverständniss auszuschliessen, betonen, dass sich die Knollen bei der Ausführung sämtlicher Athmungsversuche in einem völlig verdunkelten Respirationsgefäss befanden. Somit muss das Licht in den Knollen II und IV, während dieselben bei der Keimung beleuchtet waren, Zustände inducirt haben, die auch im Dunkeln nachträglich erhalten blieben, und die gesteigerte Kohlensäureproduction eben herbeiführten.

Ueber die Art und Weise, in der das Licht seine bezeichnete Wirkung geltend macht, sind vor der Hand nur hypothetische Andeutungen möglich. Ich stelle mir vor, dass das Licht die Dissociation der lebendigen Eiweissmolecüle des Protoplasmas befördert, so dass in der Zeiteinheit bei Lichtzutritt eine erheblichere Quantität stickstofffreier und der Athmung anheimfallender Zersetzungsproducte als im Dunkeln entsteht. Wenn trotzdem die Menge der in den Knollen vorhandenen Eiweissstoffe bei Lichtzutritt nicht oder nicht wesentlich abgenommen hat (vergl. die Tabelle), so rührt dies von der Anwesenheit

1) Verschiedene Experimente, auf die ich hier nicht näher eingehe, lehren bestimmt, dass diese Schlussfolgerung unanfechtbar ist.

2) So z. B. ergaben 4 Versuche folgende Resultate, die mit den Knollen von II durchgeführt wurden: 13,40, 13,20, 13,00 mg CO₂ p. Std. und 26,10 mg CO₂ in 2 Std. Mittel 13,15 mg CO₂ p. Std.

des Zuckers her, der im Stande ist, die stickstoffhaltigen Dissociationsproducte der lebendigen Eiweissmolecüle in dem Masse, wie sie entstehen, der Hauptsache nach immer wieder zu Eiweiss zu regeneriren. In der That ist auch in den Lichtknollen von II weit mehr Zucker verbraucht worden, als in den Dunkelknollen von I, während der hohe Zuckergehalt der Lichtknollen von IV der Mitwirkung eines Nebenumstandes sein Zustandekommen verdankt. Wir erwähnten nämlich bereits oben, dass diese Untersuchungsobjecte deutlich diastase-reicher als alle übrigen waren.

Das Licht wirkt auf keimende Kartoffelknollen in mancher Hinsicht ähnlich ein, wie eine Temperatur, die höher liegt als das Temperaturoptimum für das Wachstum, aber niedriger als das Temperaturoptimum für die Athmung.¹⁾ Eine solche Temperatur setzt die Wachstumsgrösse der Zellen herab, steigert aber die Kohlensäureproduction im Athmungsprocess. In ähnlicher Weise werden keimende Kartoffelknollen ebenfalls durch das Licht beeinflusst.

Jena, im Februar 1893.

16. K. Schumann: Spross- und Blütenentwicklung von Paris und Trillium.

Mit Tafel X.

Eingegangen am 24. Februar 1893.

Wie die Sprosse aller nur einigermassen durch eine Besonderheit ausgezeichneten Pflanzengruppen unseres Vaterlandes, so ist auch die so auffallende Einbeere der Gegenstand gründlicher Untersuchungen unserer Morphologen gewesen, und alle Einzelheiten, die der Betrachtung mit blossem Auge oder mit Hilfe der Lupe sich zugänglich zeigten, sind bestimmt, richtig erkannt und beschrieben worden. Der erste, welcher die Sprossverkettung der Grundaxe, allerdings nur flüchtig und nicht eben glücklich berührte, war IRMISCH²⁾, der bei Gelegenheit der Dar-

1) Temperaturen von 35° C. sind z. B. in vielen Fällen schon höher als das Temperaturoptimum für das Wachstum, aber niedriger als das Temperaturoptimum für die Athmung. Letzteres liegt oft bei 40—45° C. Vergl. DETMER, diese Berichte, Bd. X, Heft 8.

2) IRMISCH, Morphologie monocotylicher Knollen- und Zwiebelgewächse. Berlin 1850, p. 180.

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): Detmer Wilhelm

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntniss des Stoffwechsels keimender Kartoffelknollen. 149-153](#)