© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

58. W. Detmer: Der Eiweisszerfall in der Pflanze bei Abwesenheit des freien Sauerstoffs.

Eingegangen am 1. September 1892.

Bereits im Jahre 1880 äusserte ich[1]) die auf wohl überlegten theoretischen Erwägungen fussende Ansicht, dass sowohl der normalen als auch der intramolekularen Athmung der Zellen eine Dissociation der physiologischen Elemente oder lebendigen Eiweissmoleküle des Protoplasmas vorausgehe. Dieser Eiweisszerfall ist die fundamentalste Lebenserscheinung überhaupt; sie liegt im Wesen des Lebens tief begründet und hat ihre Ursache in dem labilen Charakter der lebendigen Eiweissmoleküle selbst. Wir haben uns vorzustellen, dass sich die Atome derselben in einem Zustande lebhafter intramolekularer Bewegung befinden. Diese Bewegung führt in Folge der Energie, mit der sie stattfindet, zu einer Zertrümmerung (Explosion) der lebendigen Eiweissmoleküle, und als Producte derselben resultiren, wie ich in meinem citirten Buche sowie in meinem Lehrbuche der Pflanzenphysiologie (1883) näher ausführte, stickstoffhaltige Körper (in den Pflanzenzellen zumal Säureamide und Amidosäuren) und stickstofffreie Atomgruppen. Diese letzteren stellen das für die Zwecke der Athmung verwerthbare Material dar. Bei Sauerstoffzutritt erfahren die stickstofffreien Dissociationsproducte im nascirenden Zustande eine Oxydation; bei Sauerstoffmangel zerfallen sie sofort weiter in Kohlensäure, Alkohol etc. Der normalen, sowie der inneren Athmung geht also der Zerfall der physiologischen Elemente voraus[2]).

Es ist das Verdienst Palladin's[3]) die Frage nach dem Zerfall der physiologischen Elemente des Protoplasmas bei Abwesenheit des freien Sauerstoffs zuerst experimentell behandelt zu haben. Er gelangte bei seinen Untersuchungen in der That zu Resultaten, die in mancher Beziehung geeignet sind, die Richtigkeit der von mir schon

1) Vergl. Detmer, Vergleichende Physiologie des Keimungsprocesses der Samen. Jena 1880, S. 214.

2) Nach Diakonow, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. IV, S. 6, soll die Kohlensäure, welche bei intramolekularer Athmung producirt wird, nicht von der Spaltung der Eiweissmoleküle herstammen, eine Ansicht, die aber keine genügende Begründung durch die Experimente des genannten Beobachters findet.

3) Vergl. Palladin, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, B. VI. S. 205 und 296.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

vor mehr als 10 Jahren über die Grundphänomene des pflanzlichen Stoffwechsels geltend gemachten Ansichten zu erweitern. PALLADIN experimentirte mit Weizenkeimlingen. Er bestimmte den Gehalt des Untersuchungsmaterials an Eiweissstickstoff bei Beginn der Versuche und wiederholte diese Ermittelungen, nachdem die Pflanzen kürzere oder längere Zeit im sauerstofffreien Raum verweilt hatten. Unter solchen Umständen liess sich in der That ein Eiweisszerfall constatiren. Den Versuchen PALLADIN's gegenüber lassen sich aber gewisse Bedenken geltend machen. Junge Weizenpflanzen sind kein sehr geeignetes Material für derartige Experimente, wie solche zur Entscheidung unserer Frage erforderlich erscheinen. Weit wichtiger ist indessen die Frage, ob PALLADIN's Objecte denn wirklich in einem völlig sauerstofffreien Raum verweilten. Die Pflanzen gelangten in einen unten durch Quecksilber abgesperrten Glascylinder. Mit Hilfe einer Pipette wurden dann Kalilauge und Pyrogallussäure eingeführt. Es fehlen Angaben darüber, ob diese letztere den Sauerstoff zumal bei den Experimenten von kürzerer Dauer völlig absorbirte, und mit welcher Geschwindigkeit dies stattfand. Wurden die Versuche über längere Zeiträume ausgedehnt (einige Tage), so haben die Untersuchungsobjecte sicher längere Zeit im reinen Stickstoffgas verweilt, aber gerade bei diesen Versuchen fehlen wieder Notizen über den Zustand der Pflanzen nach der Exposition in sauerstofffreier Atmosphäre. Ich weiss aus vielfältiger Erfahrung, dass die Lebensenergie der Pflanzen sehr bedeutend geschwächt wird, wenn dieselben über eine gewisse Zeit hinaus dem Einflusse des freien Sauerstoffs entzogen werden. Diese Schädigung tritt freilich je nach den äusseren Umständen, der Natur der Pflanze sowie ihrem Entwickelungsstadium bald schneller, bald langsamer hervor. Manche säurereichen Laubblätter werden schon durch 24stündiges Verweilen in reinem Wasserstoff getödtet; sie erscheinen dann gebräunt, indem der saure Zellsaft in Folge eingetretener Zerstörung der Molekularstructur des Protoplasmas zersetzend auf den Farbstoff der Chlorophyllkörper einwirken konnte. Gequollene Weizenkörner (Weizenkeimlinge prüfte ich nicht) bewahren hingegen ihre Keimfähigkeit einige Tage lang in Contact mit Wasserstoffgas.

Einige Tage alte Lupinenkeimlinge sind noch lebendig, wenn sie 24 Stunden lang in einer Wasserstoffatmosphäre verweilten. Bleiben sie 48 Stunden lang mit dem Gase in Berührung, so sterben bereits die Untersuchungsobjecte ab, und es machen sich Fäulnisserscheinungen in auffallender Weise geltend.

Auch bei seinen weiteren Arbeiten über den Eiweisszerfall in der Pflanze bei Abwesenheit des freien Sauerstoffs hat PALLADIN die Schädigungen, welche die Zellen bei länger dauerndem Verweilen im sauerstofffreien Raum erfahren, nicht hinreichend beachtet. Er stellte sich die Aufgabe, die Producte des Eiweissumsatzes, die sich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

unter verschiedenen Umständen in den Zellen bilden, ihrer Qualität und Quantität nach näher zu bestimmen und kommt zu dem Schlusse dass in Weizenkeimlingen im Dunkeln und bei Luftzutritt wesentlich nur Asparagin aus dem Eiweiss entsteht, während der Eiweisszerfall bei Sauerstoffabwesenheit andere Producte, nämlich zumal Tyrosin und Leucin liefern soll. Das unter gewöhnlichen Umständen auftretende Asparagin sieht PALLADIN nicht als ein Dissociationsproduct, sondern als ein Oxydationsproduct der Eiweissstoffe an, ohne indessen diese Auffassung irgendwie zu begründen. Wir wissen, dass unter anderen die nächsten Derivate des Asparagins, nämlich Asparaginsäure und und Ammoniak, bei der Spaltung der Eiweissstoffe durch Säuren entstehen, während die Asparaginbildung durch Oxydation des Eiweiss bis jetzt nicht experimentell bewiesen ist[1]). Zu dem hat CLAUSEN[2]) die Production reichlicherer Mengen von Säureamiden in Lupinenkeimlingen, die in einem sauerstofffreien Raum verweilten, direct constatirt. CLAUSEN verfuhr bei seinen auf meine Veranlassung angestellten Experimenten derartig, dass er Lupinenkeimlinge in einen Glaskolben brachte, denselben dann mit ausgekochtem Wasser anfüllte, mit der Mündung in Quecksilber tauchte, um darauf das Wasser durch reinen Wasserstoff zu verdrängen. Endlich wurde noch mit Hilfe einer gebogenen Pipette in das Kolbenrohr über das Quecksilber etwas Kalilauge, die Pyrogallussäure gelöst enthielt, geschichtet. Die Keimlinge verweilten nur 24 Stunden lang in der Wasserstoffatmosphäre, und sie erwiesen sich, wie besondere Versuche ergaben, nach dieser Zeit noch als lebendig. Die Untersuchungen lehrten, dass in den Zellen der Keimlinge bei Sauerstoffabwesenheit ein Eiweisszerfall und Bildung von Säureamiden, sowie Amidosäuren stattgefunden hatte. Will man aber sehr kritisch sein, so kann man doch noch einige Bedenken gegen die Untersuchungsmethode CLAUSEN's erheben. Sehr eingehende Untersuchungen des Herrn AMM, die alsbald ausführlich publicirt werden sollen, und über deren Resultate ich[3]) schon einiges mittheilte, lehrten nämlich die Schwierigkeit näher kennen, mit welcher es verbunden ist, die Luft aus den Intercellularen der Pflanzen völlig durch andere Gase zu verdrängen. Freilich ist von vornherein bei der Beurtheilung der Ergebnisse der Experimente CLAUSEN's zu erkennen, dass höchstens etwas andere Zahlenwerthe erhalten, nicht aber der Sinn seiner Schlussfolgerungen verändert worden wäre, wenn die Erfahrungen AMM's Beachtung gefunden hätten. Da es sich indessen um die Beantwortung einer principiell höchst wichtigen Frage handelt, so erschien eine nochmalige Inangriffnahme derselben doch geboten. Die Experimente führte

1) Vergl. E. SCHULZE, Landwirthschaftliche Jahrbücher, Bd. 21, S. 117 u. 122.
2) Vergl. CLAUSEN, Landwirthschaftliche Jahrbücher, Bd. 19, S. 914.
3) Vergl. DETMER, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, Bd. 10, S. 201.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Herr ZIEGENBEIN in Verbindung mit anderweitigen Untersuchungen über den pflanzlichen Stoffwechsel aus.

Als Untersuchungsmaterial fanden in Sägespähnen bei Lichtabschluss cultivirte Keimlinge von *Lupinus luteus* im Alter von 6 oder 7 Tagen Verwendung. In genau abgewogenen Portionen dieser Keimpflanzen wurde sogleich einmal der Gehalt an Gesammtstickstoff (nach KJELDAHL) und ferner der Gehalt an Eiweissstickstoff (nach STUTZER) bestimmt. Andere Keimlinge wurden zunächst noch 24 Stunden lang bei Luftzutritt oder in einer Atmosphäre reinen Wasserstoffs weiter cultivirt, um sie erst dann zu den angeführten Bestimmungen zu verwerthen. Es sei hier von vornherein bemerkt, dass ein 24 Stunden langes Verweilen der Lupinen in Wasserstoff dieselben, wie wiederholt angestellte Prüfungen ergaben, nicht tödtet. Die aus dem Wasserstoffgas herausgenommenen und normalen Lebensbedingungen ausgesetzten Lupinenpflanzen liessen alsbald (im Verlauf von 16 Stunden) das Auftreten geotropischer Krümmungen erkennen; ihre Chlorophyllkörper ergrünten am Licht, und nur ihre Wurzeln erschienen nicht mehr völlig intact.

Der Apparat, in welchem die Keimlinge in einer Wasserstoffatmosphäre verweilten, hatte eine Capacität von ca. 300 *ccm*. Er bestand aus einer Glaskugel, an deren oberem Theil ein mit Glashahn versehenes, rechtwinklig gebogenes Rohr angeschmolzen war. Nach unten zu verjüngte sich die Kugel in ein weites Glasrohr, durch welches die Keimpflanzen, in Gaze eingewickelt, in den Apparat eingeführt werden konnten. Dieses weite Glasrohr trug noch am unteren Theil ein gebogenes, dünnes Ansatzrohr und tauchte in ein Gefäss mit Quecksilber, über das etwas Wasser geschichtet worden war, ein. Die Mündung des Ansatzrohres befand sich zunächst unter Wasser, mit welchem ein Gefäss, dass in seinem unteren Theile Quecksilber enthielt, angefüllt war.

Nach Zusammenstellung des Apparates und nachdem, abgesehen von den Keimlingen, auch noch die Einführung eines mit Kalilauge und Pyrogallussäure beschickten Gläschens in denselben stattgefunden hatte, begann das Durchleiten von Wasserstoff durch die Vorrichtung. Das Gas wurde in einem KIPP'schen Apparat aus arsenfreiem Zink und verdünnter Salzsäure entwickelt, durchstrich zur völligen Reinigung Lösungen von Aetzkali, übermangansaurem Kali sowie salpetersaurem Silberoxyd und trat dann in das rechtwinkelig gebogene Glasrohr ein, um aus dem Ansatzrohr unter Wasser wieder zu entweichen. Das zur Verdünnung der Salzsäure verwandte Wasser war vorher ausgekocht worden. Alle Sorgfalt wurde überhaupt der Beseitigung jeder Spur freien Sauerstoffs gewidmet und der Wasserstoffstrom zwei, ja selbst drei Stunden lang durch den Apparat geleitet. Dann wurde der Glashahn geschlossen, die Mündung des gebogenen Ansatzrohres unter

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Quecksilber gebracht und die Vorrichtung 24 Stunden lang im Dunkeln stehen gelassen.

Herr Ziegenbein wird die Resultate seiner Untersuchungen später ausführlich mittheilen; hier sei nur auf die Ergebnisse einzelner Experimente hingewiesen.

Je 10 *g* Lupinenkeimlinge im Alter von 6 bis 7 Tagen enthielten:

a) ursprünglich:

Gesammtstickstoff	0,1276 *g*
N der Eiweissstoffe	0,0623 „
N in anderweitigen Verbindungen .	0,0653 „

b) nach 24stündigem Verweilen in H:

Gesammtstickstoff	0,1270 *g*
N der Eiweissstoffe	0,0474 „
N in anderweitigen Verbindungen .	0,0796 „

Je 10 *g* Lupinenkeimlinge im Alter von 6 Tagen enthielten:

a) ursprünglich:

Gesammtstickstoff	0,1366 *g*
N der Eiweissstoffe	0,0960 „
N in anderweitigen Verbindungen .	0,0406 „

b) nach 24stündigem Verweilen in H:

Gesammtstickstoff	0,1360 *g*
N der Eiweissstoffe	0,0761 „
N in anderweitigen Verbindungen .	0,0599 „

c) nach 24stündigem Verweilen in Luft:

Gesammtstickstoff	0,1382 *g*
N der Eiweissstoffe	0,0721 „
N in anderweitigen Verbindungen .	0,0661 „

In einem anderen Experiment fiel die Quantität des bei Luftzutritt in 24 Stunden zersetzten Eiweiss fast genau ebenso gross aus wie diejenige, welche in derselben Zeit im Wasserstoff in anderweitige Verbindungen (zumal Säureamide und Amidosäuren) übergegangen war.

Es wurde erwähnt, dass durch den beschriebenen Kugelapparat vor völliger Absperrung desselben 2—3 Stunden lang Wasserstoffgas geleitet wurde. Nach meinen Erfahrungen genügt dies Verfahren, um die Luft aus den Intercellularen der Lupinenkeimlinge zu verdrängen. Wir kommen also zu dem Resultat, dass sowohl bei Gegenwart des freien atmosphärischen Sauerstoffs als auch bei Abwesenheit desselben im Protoplasma der lebensthätigen Pflanzenzellen ein Eiweisszerfall, eine Dissociation der physiologischen Elemente erfolgt.

Jena, im August 1892.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Detmer Wilhelm

Artikel/Article: Der Eiweisszerfall in der Pflanze bei Abwesenheit des freien Sauerstoffs 442-446