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

Erklärung der Abbildungen.

Figur 1: Unterirdischer Stengel des Topinamburs (nat. Gr.) *Nw* Nebenwurzeln, *Nb* Niederblätter, $K_1 - K_5$ Seitentriebe, B_1 erstes Blattpaar an einem Seitentrieb.

Figur 2: Junge Topinamburknolle, Anfang Juli (nat. Gr.). $B_1 - B_5$ Niederblattpaar, $K_2 - K_5$ Seitenknospen der Knolle.

Figur 3: Vergrösserter Querschnitt durch einen unverdickten unterirdischen Seitenspross des Topinamburs (100 : 1). *E* Epidermis, *R* Rinde, *B* Bast, *C* Cambium, *Gf* Gefässe, *p H* primäres Holz, *SS* Stärkescheide, *l* Oelgang, *Ez* Epithelzellen, *Ctc* Cuticula.

Figur 4: Querschnitt durch einen Seitenspross beim Beginn der Verdickung. *R* Rinde, *Bs* Bast, *Cb* Cambium, *Ic* Interfascularcambium, *M1* Mark, *M11* vom Interfascularcambium erzeugte Parenchymanlage, *P11* vom Cambium hervorgebrachte Parenchymanlage, *Gf* Gefässe.

---

56. Barthold Hansteen: Beiträge zur Kenntniss der Eiweissbildung und der Bedingungen der Realisirung dieses Processes im phanerogamen Pflanzenkörper.

(Vorläufige Mittheilung I.)

Eingegangen am 22. November 1896.

Nachdem PFEFFER 1872 und 1876[1]) betont hatte, dass das Asparagin diejenige Wanderungsform der in den Cotyledonen (der Leguminosen-Samen) gespeicherten Eiweissstoffe repräsentire, in welcher diese aus den Cotyledonen in die Achsenorgane der Keimpflanzen hinausströmen, um hier in Verbindung mit disponiblen Kohlenhydraten wieder zu Eiweiss regenerirt zu werden, ist diese bahnbrechende Theorie später in der Litteratur mehrmals discutirt worden. So meinte SCHULZE[2]), dass schon die Thatsache, dass sowohl in ober- als in unterirdischen Pflanzenorganen oft beträchtliche Quantitäten Asparagin neben einem grossen Vorrath von Kohlenhydraten, wie Stärke, Glucose und Rohrzucker, angehäuft zu finden sind, sie hinfällig machen müsste. Zu Gunsten der PFEFFER'schen Ansicht aber trat BORODIN auf, indem er diese von SCHULZE als Einwände gegen PFEFFER benutzten Thatsachen in der Annahme zu erklären suchte, dass von den Kohlenhydraten nur die Glucose bei der Regeneration von Asparagin zu Eiweiss activ ist, weshalb auch, wenn dieser Zucker zu anderen Zwecken bestimmt ist, die Regeneration auch unterdrückt

1) Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. VIII, 1872, und Landwirthschaftliche Jahrbücher 1876.

2) Landwirthschaftliche Jahrbücher 1880.

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

werden oder ganz ausbleiben kann. Dagegen wies BORODIN[1]) die allgemeine Ausbreitung und dann auch die allgemeine physiologische Bedeutung (im PFEFFER'schen Sinne) des Asparagins in den höheren Pflanzen nach. Wenn PFEFFER dem Lichte eine nur indirecte Rolle bei dem in Rede stehenden Regenerationsprocess zuschrieb, behauptete OSCAR MÜLLER[2]) eine directe solche, indem er sagt: „Der Assimilationsprocess als solcher, der status nascendi der Kohlenhydrate, führt die Verwendung des Asparagins zur Protoplasmabildung in der Pflanze herbei.“ Dass dieser MÜLLER'sche Satz indessen ganz und gar unhaltbar ist, beweisen nicht allein die neuerdings publicirten Versuche KINOSHITA's[3]), in denen die Eiweissbildung aus Asparagin auch im Dunkeln realisirt wurde, sondern auch diejenigen vorliegender Arbeit.

In seinen Versuchen arbeitete KINOSHITA mit etiolirten, asparaginreichen Keimlingen von Sojabohnen, die, nachdem sie, um eine weitere Zufuhr von Amiden und Kohlenhydraten zu verhindern, der Cotyledonen beraubt waren, in je 1procentige Lösungen von Methylalkohol resp. Glycerin gesetzt wurden. Selbst im Dunkeln war so bei den Versuchspflanzen viel Eiweiss auf Kosten des in dem Keimling enthaltenen Asparagins gebildet, was bei den Controllpflanzen nicht der Fall war.

Bei der benutzten Methode waren also Wurzeln, die normal in fester Erde hauptsächlich mit anorganischen Stoffen zu arbeiten angepasst sind, einer relativ starken Lösung organischer Körper ausgesetzt. Da sich thatsächlich aber hierdurch leicht Störungen im normalen Stoffwechsel einstellen und damit im Zusammenhang auch fehlerhafte Resultate zu riskiren sind, wurden in vorliegender Arbeit theils solche Pflanzen als Objecte benutzt, deren Wurzeln mit dem Aufnehmen organischer Stoffe in relativ starker Lösung aus einem flüssigen Aussenmedium vertraut sind; und nicht allein in dieser Richtung ergab sich die Wasserpflanze *Lemna minor* (L.) als ein sehr günstiges Object, sondern auch deshalb, weil ihre Kleinheit es erlaubte, sie in Gläsern zu cultiviren, worin die zu benutzenden organischen Lösungen, ganz wie bei bacteriologischen Arbeiten, während der Versuchszeit völlig steril gehalten werden konnten. Ausserdem ist sie eine grüne, höher stehende Pflanze. Theils wurden solche Landpflanzen benutzt, wie Keimlinge von *Vicia Faba*; hier wurden die angewandten organischen Lösungen aber nicht durch die Wurzeln, sondern in völlig steriler Weise durch einen für den Zweck besonders construirten Apparat, der an dem Keimstengel an der Stelle der Cotyledonen befestigt wurde, zugeleitet, während die Wurzeln nur mit gelösten anorganischen Stoffen in Berührung kamen.

1) Botanische Zeitung 1878.
2) Landwirthschaftliche Versuchsstationen, Bd. XXXIII, 1887.
3) College of Agriculture, Bulletin 2, 1895. Tokio.

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

Während KINOSHITA nur den einen bei dem Regenerationsprocess thätigen Factor, die Kohlenhydrate zuleitete, während die anderen, die Amide, in den Versuchspflanzen selbst durch stetige Eiweissspaltungen gebildet wurden, wurden hier die beiden Factoren auf einmal oder fractionirter Weise in die Pflanzen künstlich eingeführt, welcher Methode nichts im Wege war, da ja hauptsächlich sowohl Zuckerarten, als verschiedene Amide, wie Asparagin, Kreatin, Leucin, Glykokoll, Harnstoff etc. in der grünen Pflanze als solche ohne vorausgehende Spaltungen oder moleculare Umlagerungen aufgenommen werden können.

Da die Versuche mit *Vicia Faba*, wie auch diejenigen über den Einfluss des Chlornatriums und Chlorkaliums auf die Eiweissbildung in der Pflanze noch nicht zu Ende gebracht sind, werden diese bei einer späteren Gelegenheit mitzutheilen sein, während die vorliegende Mittheilung sich nur auf die mit *Lemna* angestellten und abgeschlossenen Versuche bezieht.

Ohne hier näher auf die eingehaltenen Versuchs-Cautelen einzugehen, soll hier nur auf Folgendes aufmerksam gemacht werden.

Sämmtliche *Lemna*-Culturen wurden steril angesetzt, und nur diejenigen, die sich auch wärend der ganzen Versuchszeit steril hielten, wurden benutzt, diejenigen aber, in denen sich Bacterien, Spaltpilze u. s. w. bemerklich machten, sofort aus den Versuchsreihen ausgeschlossen. Als Culturgläser kamen 10 *cm* hohe, 3 *cm* breite Reagensgläser zur Anwendung, in welche nicht allein ein bestimmtes Quantum Lösung, sondern auch eine bestimmte und überall gleiche Anzahl möglichst gleichartig entwickelter *Lemna*-Pflanzen eingebracht wurde. Auf diese Weise stand jeder Pflanze ein überall gleiches Quantum Lösung zur Verfügung; und um die Aufnahme der gelösten Körper zu erleichtern, wurden die Culturen auf einem nicht zitterfreien Tische aufgestellt. Vor dem Einbringen in die Culturflüssigkeit waren die zu benutzenden Objecte durch 3—4tägigen Aufenthalt im Dunkeln ganz stärkefrei gemacht worden, wie auch — wohl zu bemerken — die Culturen sämmtlicher *Lemna*-Versuche durch Ueberstülpen von Dunkelkästchen dauernd der Finsterniss ausgesetzt wurden.

In den Culturflüssigkeiten wurden theils neben Traubenzucker, theils neben Rohrzucker Amide wie Asparagin, Harnstoff, Glykokoll, Leucin, Alanin oder Kreatin benutzt; ausserdem noch neben Traubenzucker andere N-haltige Körper, wie Kalium- und Natriumnitrat, salzsaures oder schwefelsaures Ammoniak. Sämmtliche benutzten Stoffe waren garantirt chemisch rein, und als Lösungsmittel kam Leitungswasser, das aussergewöhnlich reich an anorganischen Bestandtheilen war, zur Anwendung.

Bei einer Temperatur von ca. 20° C. werden während 24—48 Stunden vorher stärkefreie *Lemna*-Pflanzen in selbst relativ schwachen Trauben-

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

und Rohrzuckerlösungen so stärkereich, dass bei Behandlung mit alkoholischer Jodlösung die ganze Pflanze sich tief schwarzblau färbt. Und in derselben Zeit nehmen z. B. in einer 1procentigen Asparaginlösung die Pflanzen so viel Asparagin in sich auf, dass dieser Stoff in den Zellen mikrochemisch leicht nachweisbar wird.

Liegt nun die Sache so, dass, wenn z. B. Asparagin und Traubenzucker in einer Zelle an einander stossen, ein Zusammengreifen dieser Körper unter Bildung von Eiweissstoffen stattfindet, dann muss in einer Cultur, wo Asparagin gleichzeitig mit Traubenzucker in die Zelle aufgenommen wird, nur wenig oder gar keine Stärke gebildet werden, indem hier der Traubenzucker in grossen Massen zu anderen Zwecken verbraucht wird als hauptsächlich zur Stärkebildung, so wie dies in reinen Traubenzuckerculturen geschieht. Auf der anderen Seite aber müssen Pflanzen aus jenen Culturen im Gegensatz zu Pflanzen, die nur mit Traubenzucker gefüttert sind, auch eine reichliche Eiweissbildung zu erkennen geben.

Diese Verhältnisse wurden den *Lemna*-Versuchen zu Grunde gelegt.

In den Traubenzucker-Asparagin-Versuchen wurden den einzelnen Culturen wechselnde Gewichtsmengen dieser Körper derart zugefügt, dass dem Traubenzuckergehalt gegenüber die Asparaginmenge eine absolut oder relativ steigende war. Während die Controllpflanzen, denen nur Traubenzucker zur Verfügung gestanden hatte, nach Verlauf der Versuchszeit so grosse Stärkemassen gebildet hatten, dass sie bei Jodbehandlung sich tief schwarzblau färbten, kam bei gleichzeitigem Aufnehmen von Asparagin eine beträchtliche Abnahme in der Stärkebildung zum Vorschein, und zwar so, dass, wenn in der Culturflüssigkeit sich annähernd gleiche Gewichtsmengen Asparagin und Traubenzucker befanden, in derselben Zeit nur Spuren von Stärke gebildet wurden.

Dass hier doch Traubenzucker und Asparagin gleichzeitig in die Zellen aufgenommen worden war, ergab die plasmolytische Methode. Da der Traubenzucker sich zudem in den Zellen mikrochemisch nachweisen liess, das Asparagin aber nicht oder jedenfalls in schwachem Masse, müsste der letztere Körper unmittelbar nach der Ankunft in der Zelle eine Umwandlung erfahren haben, die seinen directen Nachweis unmöglich machte oder erschwerte. Da nun die vorgenommenen Eiweissreactionen alle unzweideutig ergaben, dass bei diesen Culturen im Gegensatz zu den Controllculturen, eine sehr reichliche Eiweissbildung stattgefunden hatte, so muss also diese Umwandlung darin bestanden haben, dass das Asparagin in Verbindung mit dem grössten Theile des Traubenzuckers[1]) zu Eiweiss regenerirt worden war.

---

1) Nur ein Bruchtheil des Zuckers war ja hier zur Stärkebildung benutzt, während die direct in den Zellen nachweisbaren Zuckermengen relativ klein waren.

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

Auch durch auf andere Weise angestellte Versuche, die in der Originalarbeit zu besprechen sein werden, ergaben sich genau dieselben Resultate, die sich also so ausdrücken lassen:

Trifft in einer *Lemna*-Zelle Asparagin mit Traubenzucker zusammen, so findet ein Zusammengreifen dieser Körper statt, dessen Product die Bildung von Eiweissstoffen ist. Und diese Eiweissbildung verläuft unter gewöhnlichen Umständen selbst in tiefster Finsterniss so energisch, dass nur ein Bruchtheil des sich in der Zelle befindlichen Zuckers zur Deponirung von Stärke verwerthet werden kann.

In den Rohrzucker-Asparagin-Versuchen kam der Rohrzucker theils in denselben Gewichtsverhältnissen wie die Traubenzuckermengen in den Traubenzucker-Asparagin-Versuchen, theils, da ja der Rohrzucker weniger osmotisch wirksam ist als Traubenzucker, in damit isotonischen Mengen zur Anwendung. Es war ja denkbar, dass der grössere oder kleinere osmotische Druck in den Zellen irgend einen Einfluss auf den Verlauf einer eventuell stattfindenden Eiweissregeneration ausüben könnte.

Gleichgültig aber, ob die zur Verfügung stehenden Rohrzucker- und Asparaginmengen relativ gross oder klein waren, ob die osmotische Druckhöhe in den Zellen grösser oder kleiner ausfiel, in allen Fällen liess sich nach der Versuchszeit keine realisirte Eiweissbildung bemerken; denn in sämmtlichen Culturen waren die in derselben Zeit gebildeten Stärkemengen gleich gross, wie auch die Eiweissreactionen überall mit der gleichen Stärke hervortraten. Und damit in Uebereinstimmung ergaben auch die mikrochemischen Reactionen wie hier Asparagin im reichlichen Masse unverändert und inactiv in den Zellen neben dem als solchen, jedenfalls als nicht reducirenden Zucker, aufgenommenen Rohrzucker angehäuft worden war. Mit anderen Worten: In einer und derselben *Lemna*-Zelle können Rohrzucker und Asparagin — jedenfalls in Finsterniss — sich neben einander reichlich anhäufen, ohne dass ein merkbares Zusammengreifen dieser Körper im Dienste der Eiweissregeneration stattfindet. Und da dies wohl kaum als ein für die *Lemna*-Zelle specifischer Fall betrachtet werden kann, so erklärt sich auch, warum oft, wie z. B. in jungen Kartoffelpflanzen, Asparagin und Rohrzucker reichlich neben einander zu finden sind.

Die Traubenzucker-Harnstoff-Versuche, in welchen der Harnstoffgehalt einer constanten Traubenzuckermenge gegenüber eine variable war, ergaben alle in evidenter Weise, dass der Harnstoff in Verbindung mit Traubenzucker in hohem Grade zur Eiweissbildung geeignet ist, ja noch mehr hierzu geeignet, als das Asparagin.

Die intensivste Eiweissbildung war erfolgt bei einer Harnstoffmenge von 1 pCt. im Culturmedium, und da hier in den Zellen ein os-

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

motischer Druck, der 0,50 aeq. KNO_3 gleichkam, bestand, kann also ein relativ sehr hoher Druck keinen herabsetzenden Einfluss auf diesen Process ausüben.

Hatte es sich gezeigt, dass Asparagin mit Rohrzucker gar nicht zur Eiweissbildung führt, so verhält sich in dieser Richtung der Harnstoff ganz verschieden. Denn eine ebenso energische Eiweissbildung fand immer durch Harnstoff - Rohrzucker statt, wie durch Harnstoff-Traubenzucker.[1]) Auch dadurch erscheint der Harnstoff günstiger zur Regeneration, weil es gleichgültig ist, ob Traubenzucker oder Rohrzucker augenblicklich zur Disposition in der Zelle steht.

Ein ferneres Beispiel dafür, dass verschiedene Amide bezüglich der Eiweissbildung sich verschiedenen Zuckersorten gegenüber auch verschieden verhalten können,[2]) ergaben die Versuche mit Glykokoll. Denn während dieses Amid in Verbindung mit Traubenzucker nicht — jedenfalls in keinem merkbaren Masse — zu Eiweiss regenerirt wurde, trat ein solcher Process augenblicklich ein, sobald Rohrzucker zur Verfügung stand.

Andere Amide, deren Verhalten den zwei genannten Zuckerarten gegenüber in den Bereich der Untersuchung gezogen wurden, waren, wie früher erwähnt, Leucin, Kreatin und Alanin. Asparaginsäure wurde zwar in einzelnen Versuchen benutzt, da sie aber selbst in ganz schwachen Concentrationen einen schädlichen Einfluss auf die *Lemna*-Zellen auszuüben schien, sollen die damit erhaltenen Resultate nicht beachtet werden. Dasselbe gilt auch für Tyrosin-Zuckerculturen, in denen (bei einem Tyrosin-Gehalte = 0,03 pCt.) besonders die Wurzelspitzen der *Lemna*-Pflanzen sich tief grauschwarz färbten, ohne dass jedoch die Protoplasmastructur der Zellen zerstört wurde.

Was die Versuche mit Leucin, Kreatin und Alanin anbelangt, so wurden diese Amide als solche nebst Trauben- resp. Rohrzucker in die Zellen aufgenommen, niemals konnte aber eine eingetretene Eiweissbildung bemerkt werden,[3]) weder in Verbindung mit der einen, noch mit der anderen Zuckerart. Dies Resultat schliesst aber nicht aus, dass Amide wie die letzteren unter speciellen Umständen (die nicht in den Versuchspflanzen zugegen waren) in den Zellen doch mit Zucker zur Eiweissbildung zusammengreifen können. Denn dass in den

1) Hier sei bemerkt, dass die Harnstoff-Zucker-Objecte, auch sowohl makro- wie mikroskopische, ein weit gesunderes und kräftigeres Aussehen gewährten, als die Controllobjecte, denen nur Zucker zur Verfügung stand. Der Rohrzucker war als solcher in die Zellen aufgenommen.

2) 1878 sprach Borodin (Botan. Ztg. d. Jahres S. 829) eine Vermuthung in dieser Richtung aus.

3) Das Leucin kann zwar bei *Lemna* als Material für Stärkebildung dienen, aber nur in schwachem Grade, wozu noch kommt, dass nur relativ niedrige Concentrationen davon berührt werden.

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

Zellen obwaltende Verhältnisse, wie z. B. die Gegenwart gewisser Mengen von Chlorkalium und Chlornatrium, wirklich einen Einfluss auf die Eiweissregeneration auszuüben vermögen, das werden später zu erwähnende Versuche zeigen.

In den Versuchen mit *Lemna minor* als Versuchsobject wurden noch, wie erwähnt, andere N-haltige Körper, wie salzsaures- und schwefelsaures Ammoniak, Kalium- und Natriumnitrat in ihrer Beziehung zur Eiweissregeneration in Verbindung mit Traubenzucker näher geprüft.[1]) In den Ammonium- und Natriumnitrat-Culturen kamen bei einem constanten Zuckergehalt von 2 pCt. die Salze in einer Stärke von 0,02—0,25 pCt. zur Anwendung. In den Kaliumnitrat-Culturen dagegen wurde das Kaliumnitrat in Gewichtsmengen von 0,02, 0,25, 0,51, 1,01 oder 1,52 pCt. benutzt. Ueberstieg die Stärke 0,25 pCt., so wurden den Culturen, in welchen sich die Versuchsobjecte befanden. die abgewogenen Salzmengen successive durch Pergamentpapier zugeführt.

Da sich hier als Resultat ergab, dass in Verbindung mit Traubenzucker Ammoniaksalze, wie die genannten, eine ebenso energisch verlaufende Eiweissbildung wie das Asparagin veranlassen, das Kalium- und Natriumnitrat aber eine jedenfalls relativ schwache, so lässt sich also sagen: Sowohl Chlorammonium als Ammoniumsulphat können bei *Lemna* und dann wohl auch bei den meisten anderen höheren Pflanzen das Asparagin in seiner Thätigkeit mit Traubenzucker im Dienste der Eiweissregenertion völlig substituiren. Dies vermögen die genannten Nitrate aber nicht.

Werden *Lemna*-Pflanzen, die durch 24—28stündigen Aufenthalt in einer mässig concentrirten Traubenzuckerlösung gleichartig stärkereich gemacht worden sind, in gewöhnliches Leitungswasser übergeführt und so hingesetzt, dass ihnen die Gelegenheit durch eigene assimilatorische Thätigkeit weitere Stärkemengen zu bilden völlig entzogen ist, so werden die Pflanzen dazu gezwungen, um ihre Ernährungsbedürfnisse zu befriedigen, bald die in ihren Zellen angehäufte Stärke anzugreifen.

Die Stärke wandelt sich dann mittelbar oder unmittelbar in einen Kupferoxyd direct reducirenden Zucker, d. h. Glucose, um, und da es nach dem BERTHOLLET'schen Princip der Massenwirkung, das sich auch in dem physiologischen Stoffumsatz geltend macht[2]), einleuchtend

---

1) Rohrzucker kam hier nicht zur Anwendung, weil dieser Zucker in gemeinschaftlicher Lösung mit den genannten Salzen leicht invertirt werden konnte, wodurch sich leicht fehlerhafte Resultate ergeben würden.

2) cfr. W. PFEFFER, Physiologie Bd. I, 1882, S. 913; Osmotische Untersuchungen 1877, S. 163; Untersuchungen aus d. bot. Institut in Tübingen 1886, Bd. II, S. 293, ferner B. HANSTEEN: Ueber die Ursachen der Entleerung der Reservestoffe aus Samen. Flora 1894, Ergänzungsband, S. 425.

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

ist, dass der schnellere Verbrauch des gebildeten Umwandlungsproductes der Glucose auch von einem in einer gegebenen Zeit grösseren Stärkeverlust begleitet ist, hätte man auf diese Weise die Mittel in den Händen, ein Mass für die relative Kraft und Geschwindigkeit, womit die verschiedenen Amide oder verschiedenen N-haltigen Körper in Verbindung mit Glucose Eiweiss zu bilden vermögen.

Versuche, die demnach so angestellt wurden, dass möglichst gleich stark entwickelte *Lemna*-Pflanzen, nachdem sie in der oben angedeuteten Weise gleichartig stärkereich gemacht worden waren, theils in Leitungswasser allein (Controllculturen), theils in solchem Wasser, dem Harnstoff, Asparagin, Chlorammonium, Ammoniumsulphat, Kalium- oder Natriumnitrat zugefügt war, übergeführt wurden, ergaben alle, dass Harnstoff, Chlorammonium und Ammoniumsulphat mit Glucose in derselben Zeit eine energischere Bildung von Eiweiss hervorrufen als das Asparagin, und dass die genannten Nitrate sich auch hier wenig activ oder neutral verhalten. Denn nach dem Verlaufe der Versuchszeit war der Stärkeverlust in den Nitratculturen ebenso verschwindend klein als in den Controllculturen, viel stärker war er beim Asparaginzusatz, am stärksten aber doch in den Harnstoff- und Ammoniakculturen, wo die angehäufte Stärke ungefähr bis zu den letzten Spuren verbraucht worden war. Hier traten auch die Eiweissreactionen am stärksten hervor.

Ziehen wir jetzt in Betracht, dass sämmtliche erwähnten *Lemna*-Versuche der Finsterniss ausgesetzt waren, so ergiebt sich nicht allein das Unzutreffende in dem MÜLLER'schen Satz: dass Eiweissbildung aus Asparagin nur im Lichte erfolgen kann, sondern vielmehr, dass das Licht auf die Eiweissbildung überhaupt gar keinen directen — oder in jedem Falle nur einen eingeschränkteren — Einfluss ausübe.

In der Litteratur liegen zahlreiche Beobachtungen vor, die alle deutlich darauf hinweisen, dass Chlornatrium, in gewissen Concentrationen im Nährsubstrate zugegen, auf irgend eine Weise mehr oder weniger tief in das Spiel des pflanzlichen Stoffwechsels eingreifen müsse. So wird behauptet, dass bestimmte Gewichtsmengen — die Grösse dieser bis zu einem gewissen Grade verschieden für verschiedene Pflanzen — dieses Chlorids bei grünen, höheren Pflanzen nicht allein einen hemmenden Einfluss auf den Keimungsprocess ausüben, sondern auch solche Abnormitäten wie Wachsthumsretardationen, abnorme Gewebebildung oder endlich Minima und Maxima in der Stärkebildung assimilirender Pflanzen hervorrufen. Dass diese Phänomene in einer specifischen Wirkung des Chlornatriums ihren Grund haben, schien unzweifelhaft, die Natur und Beschaffenheit dieser Wirkung aber hat man bisher nicht entdecken können.

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

Auf mehrere Versuche gestützt, die theils schon abgeschlossen sind (diejenigen mit *Lemna*), theils noch gegenwärtig weiter fortgeführt werden (diejenigen mit anderen höheren Pflanzen, wie z. B. *Vicia Faba, Pisum sativum*), und die näher in der Originalarbeit zu erwähnen sind, darf ich aber hier aussprechen, dass aller Wahrscheinlichkeit nach diese Wirkung und die daraus entspringenden Abnormitäten im Wachsthum, in der Gewebe- und Stärkebildung ganz oder hauptsächlich darin begründet sind, dass das Chlornatrium, wie auch das Chlorkalium, in einer gewissen Beziehung zu der Eiweissbildung aus Amiden und Kohlenhydraten stehe. Und zwar ist diese Beziehung entweder derart, dass, wenn in einer zu solcher Thätigkeit fähigen Zelle, in welcher Harnstoff oder Asparagin neben Glucose zugegen ist, sich auch gleichzeitig bestimmte Mengen der betreffenden Salze befinden, so treten diese so als ein Schutz für die Glucose auf, dass ein Zusammengreifen der Amide mit dieser Zuckerart zur Bildung von Eiweisstoffen nicht oder jedenfalls in abnorm geringem Masse stattfindet, dass aber demgemäss die Glucose in der Zelle als solche angehäuft oder als Stärke neben dem Harnstoff oder dem Asparagin deponirt wird; oder sie ist derart, dass das umgekehrte Verhältniss, nämlich eine abnorme Beschleunigung der Eiweissbildung auf Kosten der disponiblen Kohlenhydrate resp. der Stärkebildung eintritt, wenn sich in der Zelle die genannten Chloride in anderen, ebenfalls bestimmten Mengen befinden. In beiden Fällen aber müssen sich abnorme Ernährungsverhältnisse innerhalb des Pflanzenkörpers geltend machen, denn im ersteren Falle ist bei Armuth an Eiweissstoffen Ueberfluss von Kohlenhydraten, im zweiten Falle dagegen bei Armuth an Kohlenhydraten Ueberfluss an Eiweissstoffen. Und dass sich als nothwendige Folge hiervon bald Abnormitäten im Wachsthum u. s. w. herausstellen müssen, ist leicht ersichtlich. Wenn aber höhere, grüne Pflanzen bei einem z. B. 0,075 procentigen Chloridgehalt im Nährmedium normal gedeihen und sich entwickeln, so ist es einleuchtend, dass in diesem Falle das Chlornatrium oder das Chlorkalium einen normalen, gleichmässigen Gang der Eiweissbildung zulassen oder hervorrufen müssen. Die in Rede stehende Wirkung ist demnach wahrscheinlich solcher Natur, dass die genannten Chloride derart einen regulirenden Reiz auf das arbeitende Protoplasma ausüben, dass dies — der in der Zelle enthaltenen Chloridmenge gemäss — bald zur Bildung von Stärke und Eiweiss im normalen Masse geneigt wird, bald aber zur abnorm intensiven Eiweissbildung auf Kosten der disponiblen Kohlenhydrate, oder endlich umgekehrt zur Stärkebildung auf Kosten der Eiweissbildung. In dieser Weise lässt sich also dem Chlorkalium und Chlornatrium eine Art regulatorische Thätigkeit im pflanzlichen Stoffwechsel beilegen, worin ja nichts Wunderbareres ist, als darin, dass z. B. anorganische Körper wie Zink, Mangan, Kobalt u. s. w.

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

in gewissen Beziehungen thatsächlich auch eine solche entfalten können.[1])

Bei einem 0,372- bis 0,4procentigen Chlornatrium- oder Chlorkaliumgehalt im Nährsubstrat wurde bei *Lemna minor* der in den Zellen von aussen aufgenommene Traubenzucker oder die in den Zellen aus hier vorhandener Stärke sich bildende Glucose so stark geschützt, dass nicht allein Asparagin, sondern auch der bei der Eiweissregeneration sonst so thätige Harnstoff sich ganz inactiv neben Zucker anhäufte.

Wenn aber bei *Lemna minor* eine Chloridmenge von der eben genannten Stärke genügend ist, um die Eiweissbildung in der besagten Weise zu sistiren oder jedenfalls zu hemmen, so braucht bei anderen höheren Pflanzen durch dieselbe Chloridmenge derselbe Effect nicht erzielt zu werden, was auch voraussichtlich ist, wenn man bedenkt, dass verschiedene Pflanzen dieselbe Chloridconcentration im Nährsubstrat auch in verschiedenem Grade ertragen. In *Vicia-Faba*-Culturen zeigte sich so erst eine 1,25procentige Chlorkaliummenge mit der oben genannten 0,372- bis 0,4procentigen physiologisch äquivalent; denn erst bei Gegenwart einer solchen Menge im Nährmedium ergaben die mikrochemischen Reactionen, dass der aus den Cotyledonen in den Keimstengel hineinströmende Zucker als abnorm grosse Stärkemenge neben ebenso reichlichen Mengen von Asparagin und anderen Amiden, die zudem in den Controllpflanzen nicht zu finden waren, in sämmtlichen Stengelparenchymzellen inactiv deponirt worden war. Und solche Keimlinge stellten auch relativ bald ihr weiteres Wachsthum völlig ein; in ihnen war ja künstlich gewissermassen ein herbstlicher Stoffwechsel hervorgerufen — jener Stoffwechsel, der unter anderem dadurch charakterisirt ist, dass in perennirenden Organen in einer und derselben Zelle Kohlenhydrate und Amide sich friedlich, ohne in Wechselwirkung unter Bildung von Eiweissstoffen zu treten, neben einander anhäufen.

Diese jetzt erwähnten Verhältnisse in Verbindung mit dem Umstand, dass, wie gezeigt, verschiedene Amide sich derart verschiedenen Kohlenhydraten gegenüber verschieden verhalten, dass z. B. Asparagin in Verbindung mit Traubenzucker regenerirt wird, nicht aber in Verbindung mit Rohrzucker, erklären uns nun leicht, warum oft in den Zellen verschiedener Pflanzenorgane Amide neben gelösten Kohlenhydraten in reichlicher Ansammlung zu finden sind, und damit fällt aber auch der schwerste gegen die PFEFFER'sche Theorie gerichtete Einwand.

Landwirthschaftliche Hochschule zu As im November 1896.

---

1) Cfr. RAULIN, Annal. d. scienc. natur., 1869. Sér. V, T. 11, p. 252 f.; ferner W. PFEFFER, PRINGSHEIM's Jahrbücher f. wiss. Botanik, Bd. XXVIII, H. 2, p. 238 flg.

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): Hansteen Barthold

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntniss der Eiweissbildung und der Bedingungen der Realisirung dieses Processes im phanerogamen Pflanzenkörper. 362-371