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

3 Paar Laubblätter tragen, von denen die untersten oft nur dreizählig sind[1]). Diese seitlichen Blütenstände (II. Ordnung) können dasselbe Spiel wiederholen. Doch erhebt sich in solchem Falle fast immer nur aus der Achsel eines Blattes des obersten Paares ein weiterer Blütenstand (III. Ordnung). Dieser bleibt entweder schwächlich, oder er übergipfelt den verkümmernden seitlichen Blütenstand II. Ordnung, dem er entspringt, und wächst wie dessen Partner kräftig aus, so dass erscheinbar mit diesem das Blütenstandspaar II. Ordnung bildet.

Die Blütenstände sind einfache Trauben, die doldenartig gestaucht erscheinen. Während die beiden untersten Seitenblüten, mit dem letzten Blattpaar abwechselnd, noch annähernd in gleicher Höhe opponiert stehen, nehmen die oberen Blüten, die von jenen meist durch ein etwas grösseres Spatium getrennt sind, spiralige Stellung an. Eine feststehende Divergenz konnte ich nicht ermitteln. Jede Einzelblüte entspringt aus der Achsel eines sehr früh abfallenden Stützblattes. Bleibend sind zwei oberhalb der Mitte des Blütenstieles in etwa gleicher Höhe sich gegenüberstehende Vorblätter, deren Achselprodukte aber nicht mehr zur Ausbildung kommen, so dass jede Blüte der Infloreszenz von *Spathodea* als ein verarmtes Dichasium aufgefasst werden kann.

Victoria (Kamerun), Juli 1905.

---

64. O. Treboux: Organische Säuren als Kohlenstoffquelle bei Algen.

Eingegangen am 17. November 1905.

Für Bakterien und Pilze haben sich verschiedene organische Säuren als in vielen Fällen brauchbare, mitunter vorzügliche Kohlenstoffquellen erwiesen. Anders liegen die Verhältnisse in bezug auf die autotrophe Pflanze. Die mit letzterer in dieser Hinsicht angestellten Versuche führten meist zu negativen oder jedenfalls zu keinen unzweideutigen Resultaten. Dies trug neben anderen Erfahrungen dazu bei, die in der Zelle wohl stets anzutreffenden organischen Säuren ihrer Hauptmenge nach als Produkte eines schon fortgeschrittenen, abbauenden Stoffwechsels aufzufassen. Ihnen käme,

1) Normalerweise sind die Laubblätter vier- bis fünfjochig.

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

falls man sie als Produkte einer gewissermassen unvollständigen Oxydation betrachtet, noch einige Bedeutung als Energiequelle, aber kaum als Baumaterial für die grüne Pflanze zu. Dagegen liess sich ihre Bedeutung in der Verwendung für mannigfache andere Zwecke finden, wie Regulation der Reaktion und des Turgors, Versorgung der Crassulaceen mit Kohlensäure usw.

Die hier zu besprechenden Versuche mögen zeigen, dass den organischen Säuren für die direkte Ernährung auch der chlorophyllführenden Pflanze immerhin eine gewisse Bedeutung nicht ganz abzusprechen ist. Wenigstens gilt dies zunächst für die Kohlenstoffversorgung einiger Algen. Ähnliches konnte ich aber auch bei Moosen feststellen, worüber ich später Näheres mitzuteilen gedenke.

Hierzu muss sogleich bemerkt werden, dass LOEW, BOKORNY[1]) und HARTLEB in ihren Untersuchungen über die Brauchbarkeit verschiedener organischer Substanzen zur Stärkebildung bzw. Ernährung bei Algen schon eine Reihe von organischen Säuren erwähnt haben. Jedoch sind in bezug auf die Beweiskraft der Versuche schon wiederholt Zweifel ausgesprochen worden, so dass ich auf weitere Einwände nicht einzugehen brauche. Dass nun unter den vielen, den verschiedensten Körperklassen angehörenden Stoffen, wie Formaldehyd, Methylal, Methylalkohol, Phenol u. a., deren angebliche Brauchbarkeit zur Stärkebildung ich bisher nicht bestätigen konnte, auch organische Säuren genannt werden, kann für mich nicht weiter ins Gewicht fallen.

In nächster Beziehung zu unserer Frage steht der Befund ZUMSTEIN's[2]), dass *Euglena gracilis* Klebs sehr gut mit Zitronensäure als alleiniger Kohlenstoffquelle gedeiht. Es liegt hier nämlich ein Fall von Ernährung eines chlorophyllführenden, auch zu rein autotropher Lebensweise befähigten Organismus mit organischer Säure vor, ein Fall, der, nebenbei bemerkt, als solcher in den Lehrbüchern nicht die ihm gebührende Erwähnung gefunden hat.

Um den einwandfreien Beweis zu erbringen, dass der dargebotene Stoff für sich allein und als solcher den Kohlenstoffbedarf der Pflanze zu decken imstande ist, müssen die Versuche folgenden zwei Anforderungen genügen: Ausschluss von Mikroorganismen und der Kohlensäureassimilation.

Wie es bei Gegenwart fremder Organismen durch Umsetzungen und durch ausgeschiedene Stoffwechselprodukte zu Täuschungen kommen kann, darüber brauche ich wohl keine Worte zu verlieren.

---

1) TH. BOKORNY, Biol. Centralbl. 1897, Bd. 17. Hier die Zusammenstellung der Resultate und zum Teil der Literatur, in betreffs der Versuchsanstellung sind aber die Arbeiten selbst einzusehen.

2) H. ZUMSTEIN, Jahrb. für wiss. Botanik, 1899, Bd. 34.

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

Trotzdem wird die Notwendigkeit der Reinkultur nicht immer genügend berücksichtigt.

In betreff des Ausschlusses der Kohlensäureassimilation ist grössere Vorsicht geboten. Die Ausschaltung der Assimilation am Lichte durch Unterhaltung einer kohlensäurefreien Atmosphäre kann unter gewöhnlichen Bedingungen infolge der Atmung schon keine vollständige sein. Nach dem, was über den Zerfall organischer Säuren und den Gaswechsel bei Crassulaceen am Lichte bekannt geworden ist, ist es aber vollends ausgeschlossen, durch Lichtversuche den strengen Beweis zu führen, dass die dargebotene organische Säure (auch in Form von Aminosäuren) als solche assimilierbar geworden ist. (Vergl. dazu die Versuchsanstellung bei BOKORNY). Massgebend können hier nur die Dunkelversuche, natürlich nur bei positivem Resultate, sein. Zu solchen Versuchen sind die Algen im Vergleich zu den chlorophyllführenden Pflanzen anderer Klassen gerade das günstigste Objekt. Die Entziehung des Lichtes ist für dieselben meist nur von geringer, in vielen Fällen ohne jegliche Wirkung auf das gesamte Gedeihen, wenn nur für eine passende Kohlenstoffnahrung gesorgt ist. Die Angaben BOKORNY's, dass für die Assimilation auch verschiedener anderer Substanzen Lichtzutritt erforderlich ist, sind nach meinen Erfahrungen ebenfalls auf Nebenumstände zurückzuführen.

Mit Rücksicht auf das Gesagte wurden alle Kulturen bei gänzlichem Lichtabschluss und unter Erfüllung der Methoden der Reinkultur ausgeführt. Die Versuche wurden auf folgende 40 Arten ausgedehnt: *Microthamnion Kützingianum* Naeg., *Stigeoclonium tenue* var. *irregularis* (Kütz.) Rabenh., *Stigeoclonium* sp., *Conferva bombycina* (Ag.), Wille, *Bumilleria sicula* Borzì, *Bumilleria exilis* Klebs, *Hormidium flaccidum* Kütz., *Hormidium nitens* Menegh., *Westella botryoides* (West.) de Wildem., *Scenedesmus acutus* Meyen, *Scenedesmus obtusus* Meyen, *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb., *Coelastrum microporum* Naeg., *Raphidium polymorphum* Fresen., *Raphidium Braunii* Naeg., *Raphidium minutum* Naeg., *Kirchneriella lunaris* (Schmidle) Moeb., *Stichococcus bacillaris* Naeg., *Stichococcus minor* Naeg., *Stichococcus mirabilis* Lagerheim, *Stichococcus?*, *Pleurococcus vulgaris* Menegh., *Chlorella vulgaris* Beij , *Chlorella protothecoides* Krüger, *Chlorella* sp., *Chlorothecium saccharophilum* Krüger, *Protococcus botryoides* (Kütz.) Kirchner, *Chlorococcum humicola* Rabenh., *Parmelia parietina* Gonidien, *Botrydiopsis minor* n. sp. Schmidle, *Mesocarpus* sp., *Cosmarium* sp., *Chlamydomonas* sp. I, *Chlamydomonas* sp. II, *Haematococcus pluvialis* Flot., *Euglena viridis* Ehrenb., *Navicula exilissima* Grun., *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm., Diatomee sp., *Polycoccus punctiformis* Kütz. (aus *Peltigera*).

Die auf ihren Nährwert geprüften Säuren waren folgende: Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Milchsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Oxalsäure, Bernsteinsäure, Äpfelsäure, Weinsäure und

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

Zitronensäure. Andere organische Säuren waren mir leider nicht zugänglich; übrigens sind hier die im Pflanzenreich häufiger vorkommenden vertreten. Da die freien Säuren von unseren Algen nur in praktisch nicht mehr gut anwendbaren Konzentrationen vertragen werden, wurden die Säuren in Form des neutralen Kaliumsalzes verwandt. Die Nährlösung, der sie zugegeben wurden, hatte die Zusammensetzung: $(NH_4)_2SO_4$ 0,033 pCt., K_2HPO_4 0,01 pCt., $MgSO_4 + 7\,H_2O$ 0,0025 pCt., K_2SO_4 0,0025 pCt., $FeSO_4 + 7\,H_2O$ 0,0005 pCt Die Reaktion der vollständigen Nährlösung wurde, wo dies nicht schon der Fall, immer auf eine schwach alkalische bis neutrale gebracht als die allen untersuchten Algen am meisten zusagende. Eine stärkere alkalische Reaktion ist zu vermeiden, da beim Verbrauch der organischen Säure das in Lösung bleibende Kalium (K_2CO_3) die Alkaleszenz schon ganz bedeutend steigert. Die eine gewisse Gegenwirkung hierzu ausübende, physiologisch saure Stickstoffquelle, $(NH_4)_2SO_4$, ist daher der physiologisch alkalischen (KNO_3) vorzuziehen, obgleich sonst die Art der Stickstoffquelle ohne Einfluss auf die Verwertbarkeit der organischen Säure ist. Ausser in Form des Kaliumsalzes wurden die organischen Säuren zum Teil auch in der Form von Aminosäuren verwandt, und zwar Glykokoll, Alanin, Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure und Asparagin. Die zur Ernährung brauchbaren Säuren wurden dann weiter als Ammoniumsalz dargeboten. Aminosäure und Ammoniumsalz sollten als gleichzeitige Kohlenstoff- und Stickstoffquelle dienen, weshalb in diesen Fällen in obiger Nährlösung das $(NH_4)_2SO_4$ fortgelassen wurde.

Wegen der sich ergebenden grossen Zahl der Versuche wurden dieselben zunächst in kleineren Fläschchen mit 10—20 *ccm* der Nährlösung angestellt. Die organische Säure (s. o.) wurde in diesen Vorversuchen in den Konzentrationen von 0,05 und 0,1 pCt. angewandt, welche auch bei der Versuchsdauer von zwei Monaten nicht schädlich wirken. Derartige Versuche genügen schon vollständig, um sich von dem Nährwert der Verbindung zu überzeugen. Bei Beimpfung mit einer Spur des Algenmaterials und bei genügender Reinheit der Nährsalze (Präparate von MERCK) ist in der Kontrollkultur mit blossem Auge gar keine Entwicklung zu bemerken, wogegen die grüne Säurekultur mit aller Deutlichkeit absticht.

Für diejenigen Kombinationen der verschiedenen Säuren und Algen, in denen eine Vermehrung stattgefunden, wurden die Versuche in grösserem Massstabe wiederholt. Das Volumen der Nährlösung betrug 150 und 500 *ccm*, das der benutzten Erlenmeyerkolben $^1/_2$ bezw. $1^1/_2$ *l*. Das Trockengewicht der gebildeten Algenmasse wurde durch Sammeln auf dem Filter und Trocknen bei etwa 105° bestimmt. Bei dem grossen Wassergehalt der Algen entspricht 1 *mg* Trockensubstanz schon einem merklichen Bodensatze der Alge im

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

Kulturkolben. Die Versuche sind in der Tabelle auf S. 438 und 439 zusammengestellt.

Von den 40 Algenarten erwies sich die Hälfte als befähigt, mit organischer Säure ihren Bau- und Betriebsstoffwechsel zu unterhalten. Merkwürdigerweise sind es nicht die durch ihre grössere Kohlenstoffkette dem Zucker näher stehenden Säuren, sondern die so einfach gebaute Essigsäure, die in allen diesen Fällen[1]) verwertet wurde. Hervorzuheben ist, wie niedrig gegenüber den Erfahrungen mit Zuckerarten die optimale Konzentration der Säure für das Wachstum liegt. Die Algen wachsen anfangs, etwa in der ersten Woche, in der 0,25prozentigen Lösung des Kaliumsalzes der Säure regelmässig besser als in der 0,1prozentigen, von der sie allerdings später meist überholt wird. Leider habe ich mit noch schwächeren Lösungen keine vergleichenden Versuche gemacht. Bei 0,5 pCt. findet nur in einzelnen Fällen noch Wachstum statt.

Auf den Nährwert der Säure im Vergleich zu anderen Kohlenstoffquellen will ich an anderer Stelle zurückkommen und hier nur bemerken, dass bei *Chlamydomonas* sp. II die Essigsäure den sonst von grünen Pflanzen bevorzugten Zucker bei weitem übertrifft.

Nur zwei Algen, *Scenedesmus acutus* und *Coelastrum microporum*, gedeihen ausserdem mit milchsauren Salzen, *Stichococcus?* mit Zitronensäure, *Euglena viridis* mit Buttersäure, nicht aber mit Zitronensäure, wie die *Euglena gracilis*. So gab *Euglena viridis* in 150 *ccm* einer 0,05prozentigen Lösung von buttersaurem Kalium nach 59 Tagen 13 *mg* Trockensubstanz, *Stichococcus?* in 500 *ccm* einer 0,01prozentigen Lösung der freien Zitronensäure nach 44 Tagen 12 *mg*.

In den Versuchen mit dem Ammoniumsalz der organischen Säure wuchsen einige Algen kaum schlechter als mit dem Kaliumsalz + schwefelsaurem Ammonium als Stickstoffquelle. Andere Arten leiden augenscheinlich von dem beim Verbrauch der organischen Säure in der Lösung auftretenden überschüssigen Ammoniak. Weit schlechtere Kohlenstoffquellen sind die Säuren in Form von Aminosäuren. Es werden benutzt: Glykokoll von *Scenedesmus acutus*, Alanin von *Scenedesmus acutus* und *Coelastrum microporum*, Leucin von *Stichococcus?*, die genannten Aminosäuren und Asparaginsäure oder Asparagin von *Chlorella protothecoides*. So wurde z. B. gefunden: für *Scenedesmus* in 150 *ccm* einer 0,1prozentigen Lösung von Glykokoll 4 *mg* Trockensubstanz, von Alanin 5 *mg*, für *Chlorella* in 500 *ccm* einer 0,1prozentigen Lösung von Alanin 22 *mg*, von Leucin 26 *mg*.

Interessant ist, dass auch die Verarbeitung von Aminosäuren unter Abspaltung von Ammoniak stattfindet, was sich durch Alkalisch-

1) Für *Stichococcus mirabilis*, *Chlorella* sp. und *Euglena viridis* sind leider Trockengewichtsbestimmungen für die Ernährung mit Essigsäure unterblieben.

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

werden der Nährlösung und Bläuen eines in den Hals des Kolbens gehängten Lackmusstreifens äussert. Vielleicht geht die Verarbeitung von bei der Keimung primär entstehenden Produkten der Eiweissspaltung in analoger Weise von statten (E. SCHULZE); wenigstens bei der Keimung im Dunkeln dürfte die höhere Pflanze häufig infolge eintretenden Mangels an assimilierbaren Kohlenhydraten auf die Verarbeitung der Aminosäuren angewiesen sein.

Gehen wir jetzt noch auf einige Resultate ein, die sich aus unserem Befunde ergeben.

Vor allem haben wir einen neuen Beleg dafür, dass auch in ernährungsphysiologischer Hinsicht keine so scharfe Abgrenzung zwischen Pilz und grüner Pflanze besteht, wie vielfach noch vorausgesetzt wird und wie sie auch im Verhalten der Pflanzen zur Ernährung mit organischen Säuren ihren Ausdruck zu finden schien. Ist es eine Menge der verschiedenartigsten organischen Stoffe, die Pilzen als Kohlenstoffquelle dienen kann, so sind dieselben für die chlorophyllführende Pflanze nur zum geringeren Teile als brauchbar befunden worden. Mit dem Bekanntwerden weiterer, für beide Pflanzengruppen gemeinsamer Kohlenstoffquellen wird nun bezeichneter Gegensatz mehr und mehr gemildert.

Aus dem Gedeihen der Alge mit organischer Säure als alleiniger Kohlenstoffquelle kann wohl ohne weiteres angenommen werden, dass diese zum Aufbau aller normalerweise an der Zusammensetzung der Zelle teilnehmenden organischen Substanzen dienen kann. Es handelt sich somit nur um einen speziellen Fall, wenn wir auf die Bildung von Stärke (bei den stärkeführenden Arten) besonders hinweisen. Die Zahl der Stoffe, bei deren Darbietung Chromatophoren Stärke bilden können, ist keine grosse und gehören sämtliche bisher mit einwandfrei positivem Erfolge geprüften entweder zu den mehrwertigen Alkoholen oder den verschiedenen Zuckerarten. Da ein jeder der betreffenden Stoffe sowohl die primäre, als auch die sekundäre Alkoholgruppe enthält, so betrachtete NADSON[1]) die gleichzeitige Anwesenheit dieser im Molekül als Bedingung für die Eignung einer Substanz zur Stärkebildung. Wie es unser Fall dartut, besteht ein solcher Zusammenhang zwischen chemischer Konstitution und Verwendung zur Stärkebildung nicht und kann der Alkohol überhaupt ganz fehlen. Ob die Bildung der Stärke aus der organischen Säure direkt oder erst nach vorausgegangenen Umsetzungen zu anderen Substanzen stattfindet, braucht dabei nicht weiter berührt zu werden, wie ja auch für die anderen stärkegebenden Stoffe die Frage noch offen steht.

---

1) Ausführliches Referat der russischen Arbeit im Bot. Centralbl. 1890, Bd. 42, S. 48—50.

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

Versuche mit essigsaurem Kali in 150 ccm Nährlösung.

Versuchsobjekt	Trockengewicht in Milligramm bei einer Konzentration von				Versuchsdauer in Tagen	Datum
	0,05 pCt.	0,1 pCt.	0,2 pCt	0,4 pCt.		
Chlorella vulgaris Beij..	10	19	20	8	27	12. VIII.—8. IX.
dito	—	13	9	5	13	12. V.—25. V.
dito	—	—	22	—	30	30. IV.—30. V.
Stichococcus bacillaris Naeg. . .	7	11	13	11	27	11. VIII.—7. IX.
dito	—	10	12	10	61	12. V.—12. VII.
dito	—	—	13	—	31	30. IV.—31. V.
Scenedesmus acutus Meyen . . .	8	16	16	2	27	11. VIII.—7. IX.
dito	7	14	—	—	46	11. VI.—27. VII.
dito	—	12	11	1	13	12. V.—25. V.
dito	6	13	—	—	67	21. V.—27. VII.
Scenedesmus obtusus Meyen . . .	12	18	17	12	25	11. VIII.—5. IX.
dito	—	18	16	10	13	12. V.—25. V.
dito	—	—	19	—	31	30. IV.—31. V.
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.	11	13	1	0	27	11. VIII.—7. IX.
dito	7	4	—	—	19	21. V.—10. VI.
Raphidium polymorphum Fresen.	6	7	4	—	32	11. VIII.—12. IX.
Raphidium minutum Naeg. . . .	7	5	$^1/_2$	—	48	3. IX.—21. X.
dito	—	5	—	—	51	21. V.—11. V.
Kirchneriella lunaris (Schmidle) Moeb.	7	11	10	—	45	11. VIII.—25. IX.
Raphidium Braunii Naeg. . . .	12	10	8	0	32	11. VIII.—12. IX.
dito	7	4	—	—	20	21. V.—10. VI.
dito	12	16	—	—	46	11. VI.—27. VII.
Coelastrum microporum Naeg. .	8	14	12	0	37	12. VIII.—18. IX.
dito	7	13	—	—	49	11. VI.—30. VII.
dito	—	—	15	—	41	30. IV.—10. IV.
Westella botryoides (West) de Wildem.	8	5	4	—	45	11. VIII.—25. IX.
dito	—	8	—	—	91	30. IV.—30. VII.
Protococcus botryoides (Kütz.) Kirchn.	2	0	—	—	82	21. V.—11. VIII.
Microthamnion Kützingianum Näg.	3	2	—	—	82	21. V.—11. VIII.
Haematococcus pluvialis Flot.. .	—	6	—	—	67	21. V.—27. VII.
Chlamydomonas sp. I	2	1	—	—	82	21. V.—11. VIII.
Chlamydomonas sp. II	—	10	21	50	24	12. VIII.—5. IX.
dito	4	11	—	47	45	12. VI.—27. VII.
Chlorella protothecoides Krüger .	—	—	5	—	91	30. IV.—30. VII.

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

Versuche mit essigsaurem Kali in 500 ccm Nährlösung.

Versuchsobjekt	Trockengewicht in Milligramm bei einer Konzentration von				Versuchsdauer in Tagen	Datum
	0,05 pCt.	0,1 pCt.	0,2 pCt.	0,4 pCt.		
Chlorella vulgaris Beij..	—	—	40	—	43	21. VII—2. IX.
Scenedesmus acutus Meyen . . .	—	—	59	—	43	21. VII.—2. IX.
Scenedesmus obtusus Meyen . . .	—	—	37	—	43	21. VII.—2. IX.
Coelastrum microporum Naeg. .	—	—	35	—	43	21. VII.—2. IX.
Chlamydomonas sp. II	—	—	69	—	36	21. VII.—26. VIII.
Stichococcus bacillaris Naeg. . .	—	43	—	—	42	22. VII.—2. IX.
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.	—	38	—	—	42	22. VII.—2. IX.
Raphidium polymorphum Fresen.	—	24	—	—	53	22. VII.—13. IX.
Raphidium Braunii Naeg. . . .	—	39	—	—	37	7. VIII.—13. IX.
Westella botryoides (West) de Wild.	18	—	—	—	70	12. VIII.—21. X.
Microthamnion Kützingianum Näg.	20	—	—	—	74	12. VIII.—25. X.

Versuche mit essigsaurem Kali in 150 ccm Nährlösung.

Scenedesmus acutus Meyen . . .	5	10	1	0	32	11. VIII.—12. IX.
dito	5	11	—	—	52	21. V.—12. VII.
Coelastrum microporum Naeg. .	6	8	1	0	37	12. VIII.—18. IX.
dito	6	9	—	—	67	21. V.—27. VII.

Versuche mit dem Ammoniumsalz der organischen Säure in der Konzentration von 0,05 pCt.

	Essigs. Amm.	Milchs Amm.	zu 150 ccm	zu 500 ccm	Vers.-Dauer Tage	Datum
Chlorella vulgaris Beij..	„	—	7	—	50	10. VI.—30. VII.
dito	„	—	—	27	40	31. VIII.—10. X.
Scenedesmus obtusus Meyen . . .	„	—	11	—	50	10. VI.—30. VII.
dito	„	—	—	34	40	31. VIII.—10. X.
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb..	„	—	16	—	50	10. VI.—30. VII.
dito	„	—	—	52	51	31. VIII—21. IX.
Stichococcus bacillaris Naeg. . .	„	—	9	—	60	10. VI.—9. VIII.
dito	„	—	—	22	46	25. VIII.—10. IX.
Rhaphidium Braunii Naeg. . . .	„	—	13	—	60	10. VI.—9. VIII.
dito	„	—	—	32	40	31. VIII.—10. X.
Scenedesmus acutus Meyen . . .	„	—	11	—	46	11. VI.—27. VII.
dito	—	„	9	—	59	11. VI.—9. VIII.
dito	—	„	—	18	46	25. VIII.—10. X.
Coelastrum microporum Naeg. .	—	„	9	—	59	11. VI—9. VIII.
dito	—	„	—	30	48	27. VII.—13. IX.

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

Die Tatsache der Stärkebildung aus organischer Säure lässt unter anderem an die Erscheinungen bei Crassulaceen und den sich ähnlich verhaltenden Pflanzen denken. Es wäre nicht unmöglich, dass die bei Belichtung auf Kosten der Säure gebildete organische Substanz (Zucker und Stärke) zu einem Teile direkt aus der Säure und nicht nur aus der durch Zerfall derselben gebildeten Kohlensäure stammt.

Ein Interesse kann dann die Frage beanspruchen, ob auch unter normalen Verhältnissen Algen von der Fähigkeit, organische Säuren zu assimilieren, Gebrauch machen. In algolgischen Arbeiten biologischen Inhaltes begegnen wir der häufig wiederkehrenden, mehr oder weniger bestimmt ausgesprochenen Ansicht, dass in den erwähnten Beobachtungen eine Ernährung mit organischen Substanzen vorgelegen habe. In der Tat sind unter anderem Fälle einer auffallend starken Vermehrung von Algen in Abhängigkeit von der Verunreinigung der Wässer durch organische Substanzen und unabhängig von der Witterung häufig genug anzutreffen. Nachdem die Befähigung der Algen zur saprophytischen Ernährung durch Zucker und mehrwertige Alkohole wiederholt dargetan worden war, lag es nahe, hierin die Erklärung zu suchen, wie dies von verschiedenen Seiten geschehen. Es ist aber zu bezweifeln, dass unter natürlichen Bedingungen Stoffe wie Zucker und Glyzerin in genügender Menge auftreten und dass dann die Algen die Konkurrenz mit den Bakterien aufnehmen können. Dagegen liegt in der Verwertung organischer Säuren, den regelmässigen Produkten der Fäulnis und Verwesung, eine Erscheinung vor, von der wir mit mehr Berechtigung voraussetzen können, dass die Alge auch in der Natur von Nutzen sein kann. Dabei kommt eben in Betracht, dass die Algen den Bakterien und Pilzen (sowohl bei saurer als alkalischer Reaktion der Lösung) die Säure mit Erfolg streitig machen können und neben diesen im Dunkeln gedeihen. Dies konnte in gelegentlich infizierten Kulturen, ebenso bei absichtlich unsterilisiert gelassenen schwachen Lösungen beobachtet werden. Eine Illustration zu den Vorgängen in der Natur kann der Algenzüchter nicht selten in seinen Kulturgefässen finden. Bringt man z. B. in dieselben eine grössere Algenmenge, die aus irgend einem Grunde abstirbt, so kommen bei der nun eintretenden Fäulnis zunächst keine Algen auf. Erst nachdem die Bakterien die ihnen leichter zugänglichen organischen Substanzen aufgezehrt haben, die Lösung sozusagen ausgefault ist, tritt schönste Algenvegetation auf, wie sie auch in der besten anorganischen Nährlösung nie in so kurzer Zeit sich bildet. In der Natur freilich braucht es sich dabei nicht immer oder ausschliesslich um eine saprophytische Ernährung zu handeln. Nicht weniger kommt da eine reichlichere Versorgung der Algen mit Stickstoff in Betracht

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

etwa in Form der bei solcher Gelegenheit sich stets bildenden Ammoniumverbindungen, nach meinen Erfahrungen den besten Stickstoffquellen für Algen. Wie gerade an assimilierbaren Stickstoffverbindungen in den Naturwässern ein relativer Mangel vorhanden ist, worauf auch das stark beförderte Gedeihen bei schon geringerer und alleiniger Zugabe einer solchen zum Wasser hinweist, ist zur Genüge bekannt.

Charkow, Botanisches Institut.

---

65. G. Haberlandt: Über die Plasmahaut der Chloroplasten in den Assimilationszellen von Selaginella Martensii Spring.

Mit Tafel XX.

Eingegangen am 21. November 1905.

I.

In den trichterförmigen, epidermalen Assimilationszellen des Laubblattes von *Selaginella Martensii* befindet sich fast ausnahmslos nur je ein grosser, muldenförmiger Chlorophyllkörper, der schon von PRILLIEUX[1]) beobachtet und später von mir[2]) genauer beschrieben worden ist. Derselbe kleidet in der unteren Hälfte der Zelle die Wandungen ringsum vollständig aus und ist in der Mitte, d. i. am Grunde der Zelle am dicksten, während er sich gegen den lappigen oder mit zipfelförmigen Vorsprüngen versehenen Rand zu allmählich auskeilt. Der Zellkern ist regelmässig am Grunde der Mulde dem Chlorophyllkörper aufgelagert. Enthält der letztere Stärkekörner, so treten dieselben zunächst in den dem Zellkern benachbarten Teilen des Chloroplasten auf.

Gelegentlich meiner Untersuchungen über die Lichtsinnesorgane der Laubblätter fiel mir auf, dass der muldenförmige Chloroplast auf seiner konkaven Seite, d. i. gegen das Zelllumen zu, von einer ziemlich stark lichtbrechenden, relativ derben Plasmahaut ausgekleidet wird, die anscheinend ganz homogen und beiderseits scharf abgegrenzt ist. Ihre Dicke beträgt im lebenden Zustande etwa 0,3 bis 0,4 μ. Gegen den Zellsaft zu wird sie noch von einer dünnen

1) E. PRILLIEUX, Sur le mouvement de la chlorophylle dans les Sélaginelles, Comptes rendus, T. 78, 1874.

2) G. HABERLANDT, Die Chlorophyllkörper der Selaginellen, Flora 1888.

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

Seite

W. Zopf, Vielkernigkeit grosser Flechtensporen 121
T. Krasnosselsky, Bildung der Atmungsenzyme in verletzten Pflanzen:
Fig. 1 146
Fig. 2 154
E. Tscherniajew, Einfluss der Temperatur auf die Atmung verletzter Pflanzen:
Fig. 1 209
Fig. 2 211
H. Conwentz, Die Fichte im norddeutschen Flachland:
Fig. 1. Harfenfichten 226
Fig. 2. Vom Winde geworfene und wieder aufgerichtete Fichte mit Senkerbildung 227
Fig. 3. Fichten mit stelzenartigen Wurzeln 228
W. Palladin, Ursprung der während der Atmung ausgeschiedenen Kohlensäure 243
W. Wächter, Chemonastische Bewegungen der Blätter von *Callisia repens.* Fig. 1 und 2 380
M. Möbius, Rhaphiden in Epidermiszellen. Schuppenhaar des Fruchtknotens von *Cocos nucifera* 486

Übersicht der Hefte.

Heft 1 (S. 1—60) ausgegeben am 23. Februar 1905.
Heft 2 (S. 61—98) ausgegeben am 23. März 1905.
Heft 3 (S. 99—162) ausgegeben am 27. April 1905.
Heft 4 (S. 163—202) ausgegeben am 25. Mai 1905.
Heft 5 (S. 203—234) ausgegeben am 28. Juni 1905.
Heft 6 (S. 235—256) ausgegeben am 24. Juli 1905.
Heft 7 (S. 257—346) ausgegeben am 24 August 1905.
Heft 8 (S. 347—418) ausgegeben am 22. November 1905.
Heft 9 (S. 419—478) ausgegeben am 28. Dezember 1905.
Heft 10 (S. 479—516) ausgegeben am 24. Januar 1906.
Generalversammlungsheft [S. (1)—(98)] ausgegeben am 23. Mai 1906.

Berichtigungen.

Seite 136 ist unter „Versuch II, 1“ in der letzten Kolumne rechts die Zahl —42,7 zu ersetzen durch 42,9.
„ 137 ist unter „Versuch IV“ in der letzten Kolumne rechts die letzte Zahl 2,96 durch 29,6 zu ersetzen.
„ 312 setze in Zeile 4 der Erklärung von Fig. 1 „auf dem linken Keimblatt“ statt „auf dem rechten Keimblatt“.
Ebenda ist in der Erklärung von Fig. 3 das Wort „tetrarche“ durch „triarche“ zu ersetzen.
„ 390, Zeile 18 von oben lies „Chlorenchymschichten“ statt „Collenchymschichten“.
„ 396, „ 10 von unten lies „16 pCt.“ statt „12 pCt.“
„ 434, „ 11 von oben lies „assimiliert worden“ statt „assimilierbar geworden“.
„ 436, „ 11 von oben lies „0,05“ statt „0,25“.
„ 439, „ 19 von oben lies „milchsaurem Kali“ statt „essigsaurem Kali“.
„ 457 muss in Tabelle 4, Spalte 10. Juli, die zweite Zahl von oben „5“ statt „6“ heissen und auf der gleichen Seite in der Mitte „B. Enkel der weiblichen Pflanzen von 1903“ statt „Kinder“.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1905

Band/Volume: 23

Autor(en)/Author(s): Treboux Octave

Artikel/Article: Organische Säuren als Kohlenstoffquelle bei Algen 432-441