

jugendlichen rechten Sprosses, des noch jüngeren Endteiles des linken Sprosses und des ausgewachsenen unteren Teiles des linken Hauptsprosses deutlich zeigt.

Campanula digenea, hybr. nov. (= *C. barbata* L. \times *glomerata* L.)

Caulis erectus, posterius \pm curvatus et ramosus. Folia ad basin paullum vel nusquam rosulata, ovata vel lanceolata, glabra vel parce, imprimis ad marginem et in nervis pilosa. Alabastra erecta, non pedunculata; flores denique pedunculis recurvatis dependentes. Corolla violaceo-coerulea; tubus cum laciniis elongatus; lacinae acutae et paullum recurvatae, dense imprimis intus pilosae. Granula pollinis plerumque sterilia.

Fundort: Zwischen *C. barbata* L. auf kurzen Wiesen in der „Greiten“ bei Trins im Gschnitztale, Tirol, 1200 m, August 1920.

Über das Wachstum von *Raphanus*-Keimlingen im kohlenstofffreien Raume.

Von Elly Fürth †.

(Aus der Biologischen Versuchsanstalt der Akademie der Wissenschaften in Wien, Botanische Abteilung.)¹⁾

Anlässlich seiner Untersuchungen über Etiollement fand Godlewski²⁾, daß im Lichte in kohlenstofffreier Atmosphäre gezogene *Raphanus*-Pflänzchen, „welche also nicht assimilieren, von ganz normalem Habitus“ seien und „mit den etiollierten Pflänzchen gar keine Ähnlichkeit“ haben. Er zieht daraus den Schluß, weder die Überverlängerung der Stengel noch die Verkümmernng der Kotyledonen in der Dunkelheit seien eine Folge der verhinderten Assimilation.

Da sich die Versuche Godlewskis fast ausschließlich auf den Vergleich etiollierter Pflanzen mit in kohlenstofffreier Atmosphäre erwachsenen beschränken, unternahm ich es, die erwähnte Arbeit dahin zu ergänzen, daß ich einen Vergleich zwischen Pflanzen in gewöhnlicher und in kohlenstofffreier Atmosphäre im Lichte anstellte. Meine Methode

¹⁾ Ein Auszug dieser Arbeit erschien unter dem Titel: „Mitteilungen aus der Biologischen Versuchsanstalt der Akademie der Wissenschaften in Wien, Botanische Abteilung“, Vorstand L. Portheim, Nr. 60, „Über das Wachstum von *Raphanus*-Keimlingen im kohlenstofffreien Raume“ von Elly Fürth † im „Akademischen Anzeiger“ Nr. 7 u. 8, 1921.

²⁾ Godlewski Emil, Zur Kenntnis der Ursachen der Formveränderung etiollierter Pflanzen, Botanische Zeitung, 1879, S. 89.

war der von Godlewski angewendeten ähnlich; auch das Versuchsmaterial, Keimlinge von *Raphanus sativus*, war dasselbe.

Der nahezu kohlenstofffreie Raum¹⁾ wurde bei den Lichtkulturen dadurch hergestellt, daß in eine Porzellan- oder Glasschale Kalilauge von hoher Konzentration eingefüllt und darüber ein Glassturz gestülpt wurde. Unter jedem Sturz wurde ein Töpfchen mit 10 Keimlingen aufgestellt, und zwar so, daß eine Schädigung durch die Kalilauge ausgeschlossen war. Ganz analog war die Anlage der Kontrollversuche mit gewöhnlicher Luft; die Schale enthielt statt Kalilauge Wasser. Die normalen und die CO_2 frei gezogenen Keimlinge befanden sich in bezug auf die Vegetationsbedingungen unter möglichst gleichen Verhältnissen²⁾. Für die zusammengehörigen normalen und CO_2 freien Kulturen wurden möglichst gleich große und gleich kräftige Keimlinge ausgewählt. Gemessen wurden: das Hypokotyl, vom Beginn des Versuches an, ungefähr vom dritten Tage an die Kotyledonen und Kotyledonarstiele und, sobald sie sich zu entwickeln begannen, die Laubblättchen. Im ganzen führte ich meine Messungen an 24 Versuchsreihen mit je 10 normal und 10 CO_2 frei gezogenen Pflänzchen durch. Die Versuchsdauer war eine verschiedene. Im allgemeinen wurden die Versuche bis zum Zugrundegehen der Kotyledonen fortgeführt, also je nach den Vegetationsverhältnissen 4—14 Tage.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabellen zusammengestellt.

Tabelle I enthält die gefundenen Größen jedes Pflanzenteiles. Es sind verzeichnet: Versuchsdauer, Länge des Hypokotyles am Tage der

1) Ein vollständig CO_2 freier Raum ist nicht herzustellen, schon weil das von der Pflanze bei der Atmung gebildete CO_2 bei Tage wohl gleich wieder verwertet werden kann. Ferner war es bei meinen Versuchen erforderlich, bei den Messungen die Stürze abzunehmen, wodurch neue Mengen von CO_2 eindringen.

2) Bei dieser Versuchsanstellung war der Feuchtigkeitsgehalt unter den beiden Glocken, da zur Herstellung des CO_2 freien Raumes konzentrierte Kalilauge in Verwendung kam, während sich bei den normal kultivierten *Raphanus*-Keimlingen Wasser unter der Glocke befand, nicht der gleiche.

Trotz dieser Verschiedenheit im Wassergehalte der Luft unter den beiden Glocken waren die Versuchsergebnisse für die Zwecke der Untersuchung doch verwertbar.

Die CO_2 frei gezogenen Keimlinge befanden sich, nachdem zur Herstellung eines CO_2 freien Raumes konzentrierte Kalilauge unter dem sie bedeckenden Glassturze ausgegossen worden war, in einer relativ trockenen Atmosphäre.

Obzwar Trockenheit die Entwicklung der pflanzlichen Achsenorgane hemmt, während ein hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft fördernd auf das Längenwachstum dieser Organe wirkt, zeigten, wie aus den Versuchsergebnissen hervorgeht, doch die CO_2 frei kultivierten *Raphanus*-Keimlinge, verglichen mit den normalen Pflänzchen, in feuchten Räume Erscheinungen, welche denen etiolierter Keimlinge ähnlich waren.

Tabelle I.

Nummer des Versuches	Versuchsdauer 1913	Anfangslänge der Pflänzchen (Hypokotyle)		Länge der								Breite der Kotyledonen ¹⁾	
				Hypokotyle		Endknospe, bzw. Blättchen		Kotyledonarstiele ¹⁾		Kotyledonen ¹⁾			
		Normal	CO ₂ frei	Normal	CO ₂ frei	Normal	CO ₂ frei	Normal	CO ₂ frei	Normal	CO ₂ frei	Normal	CO ₂ frei
gezogenen Keimlinge													
1	5.—17. Mai	0.47	0.45	4.12	2.71			3.70	1.52	1.39	0.83	1.90	1.29
2	5.—13. Mai	0.46	0.46	2.62	1.66			2.59	1.30	1.23	0.82	1.59	1.12
3	17.—28. Mai	1.02	1.02	5.53	3.92			3.20	2.03	1.34	1.02	1.60	1.57
4	17.—28. Mai	0.80	0.69	4.47	4.11			2.86	2.20	1.30	1.23	1.33	1.62
5	24.—30. Mai	0.77	0.77	4.19	3.08			2.40	1.40	1.26	0.89	1.47	1.07
6	29. Mai bis 7. Juni	0.67	0.67	3.65	4.43			2.83	2.02	1.20	0.95	1.65	1.25
7	29. Mai bis 7. Juni	0.66	0.67	4.85	4.48			3.20	2.33	1.18	1.05	1.32	1.23
8	7.—16. Juni	0.55	0.55	4.82	4.81			2.88	2.25	1.48	1.17	1.74	1.28
9	7.—16. Juni	0.55	0.56	4.98	5.69			2.22	2.02	1.06	0.82	1.39	1.18
10	18.—27. Juni	0.86	0.86	4.65	4.23	1.25	0.23						
11	18.—27. Juni	0.86	0.86	4.78	3.84	1.25	0.29						
12	18.—27. Juni	0.67	0.67	4.48	4.36	1.35	0.24						
13	10.—14. Juli	0.65	0.65	3.23	2.99								
14	10.—14. Juli	0.60	0.60	3.28	3.30								
15	10.—14. Juli	0.62	0.62	3.47	3.16								
16	25. September bis 2. Oktober	0.58	0.58	5.05	4.19			1.70	1.68	0.87	0.84	1.26	1.27
17	25. September bis 2. Oktober	0.61	0.61	4.30	4.58			2.01	1.32	0.96	0.88	1.31	1.21
18	25. September bis 3. Oktober	0.60	0.60	4.85	4.18			2.32	1.46	1.01	0.79	1.45	1.22
19	25. September bis 9. Oktober	0.68	0.68	5.16	3.97	1.32	0.28	3.13	1.39	1.49	0.70	1.72	0.93
20	26. September bis 9. Oktober	0.63	0.63	5.01	3.95	1.07	0.21	2.44	1.43	1.22	0.80	1.43	1.19
21	3.—15. Okt.	0.67	0.67	5.96	4.37	0.47	0.19	2.39	1.44	1.08	0.81	1.43	1.19
22	3.—15. Okt.	0.76	0.76	4.73	4.21	0.73	0.17	2.76	1.45	1.19	0.86	1.40	1.22
23	3.—15. Okt.	0.90	0.90	4.82	4.55	0.50	0.20	2.34	1.69	1.14	0.89	1.44	1.23
24	8.—17. Okt.	0.65	0.65	3.76	4.13	0.88	0.13	2.36	1.17	1.21	0.81	1.62	1.05
Durchschnitt		0.679	0.674	4.448	3.954	0.980	0.216	2.629	1.672	1.200	0.898	1.503	1.229

¹⁾ In den Versuchen 1—9 wurde von jeder Pflanze nur ein Kotyledo gemessen, u. zw. immer der größere von beiden. — Von Versuch 16 an wurden beide Kotyledonen gemessen und der Durchschnittswert beider angegeben.

Versuchsaufstellung und Größe aller Organe bei Abbruch des Versuches sowohl bei den normalen als auch bei den CO₂ freien Keimlingen. Jede Zahl ist der Durchschnittswert der 10 Pflänzchen eines Versuches.

Die Tabelle lehrt, daß im allgemeinen die Keimlinge im CO₂ freien Raume im Vergleich zu den normalen verkümmert sind, eine Tatsache,

die schon Godlewski¹⁾ erwähnt. Noch eine zweite Erscheinung ist schon in dieser Tabelle zu beobachten. In CO_2 freier Luft verkümmern nämlich nicht alle Pflanzenteile gleich stark. Die Laubblätter²⁾ z. B. sind im Wachstum viel stärker zurückgeblieben als das Hypokotyl und die Kotyledonen. Einige Organe reagieren also mehr, andere weniger auf den Kohlensäureentzug.

Um darüber genaueren Aufschluß zu erlangen, wurde in Tabelle II die Größe jedes einzelnen Pflanzenteiles bei normalen Keimlingen in ein

Tabelle II.

Nummer des Versuches	Verhältnis der				
	Länge der Hypokotyle	Länge der Blätter, bzw. Endknospen	Länge der Kotyledonarstiele	Länge der Kotyledonen	Breite der Kotyledonen
	von normal zu kohlenstofffrei gezogenen Keimlingen				
1	1:0.65		1:0.41	1:0.60	1:0.68
2	0.63		0.50	0.67	0.70
3	0.71		0.63	0.76	0.98
4	0.92		0.77	0.95	1.22
5	0.74		0.58	0.71	0.73
6	1.21		0.71	0.79	0.76
7	0.92		0.73	0.89	0.93
8	1.00		0.78	0.79	0.74
9	1.14		0.91	0.77	0.85
10	0.91	1:0.18			
11	0.80	0.23			
12	0.97	0.18			
13	0.93				
14	1.01				
15	0.91				
16	0.83		0.99	0.97	1.01
17	1.07		0.66	0.92	0.92
18	0.86		0.63	0.78	0.84
19	0.77	0.21	0.44	0.47	0.54
20	0.79	0.20	0.59	0.66	0.83
21	0.73	0.40	0.60	0.75	0.83
22	0.89	0.23	0.53	0.72	0.87
23	0.94	0.40	0.72	0.78	0.85
24	1.10	0.15	0.50	0.67	0.65
Mittelwert der Versuche	1:0.893	1:0.242	1:0.649	1:0.758	1:0.829

Verhältnis gesetzt zu den entsprechenden Teilen CO_2 freier Keimlinge. Die Zahlen entstammen denselben Versuchen wie die der Tabelle I.

¹⁾ Godlewski, a. a. O., S. 89.

²⁾ Bei den sich eben entfaltenden Laubblättchen wurde nur die Länge gemessen. Die Messung erfolgte von der Basis der Blattstiele bis zur Spitze des längsten Blättchens.

Die erste Rubrik gibt das Verhältnis der Hypokotyle von normalen zu denen von CO_2 -freien Pflänzchen desselben Versuches an, die zweite die der Laubblätter, die dritte die der Kotyledonarstiele usw. Der Dividend 1 entspricht immer einer Dimension der normalen Pflanze, der Divisor der analogen Dimension der CO_2 -frei kultivierten. Je kleiner also der Divisor, desto stärker ist der Pflanzenteil im CO_2 -freien Raume verkümmert.

Vergleicht man nun die einzelnen Rubriken miteinander, so bestätigt es sich, daß die verschiedenen Organe der CO_2 -freien Keimlinge in verschiedenem Grade verkümmern.

Sehr stark zurückgeblieben sind vor allem die Laubblättchen. Während sie bei den normalen Pflanzen schon recht kräftig entwickelt waren, hatten sich bei den im CO_2 -freien Raume gezogenen die Blättchen kaum entwickelt. Ein sehr bedeutender Längenunterschied ist auch bei den Kotyledonarstielen vorhanden. Auch die Kotyledonen sind im CO_2 -freien Raume in beiden Dimensionen zurückgeblieben, und zwar stärker in der Längsrichtung als in der Breite. Das Hypokotyl ist zwar auch verkümmert, aber nicht so stark und nicht mit derselben Konstanz wie die übrigen Glieder. Viermal (Versuch Nr. 6, 9, 17, 24) ist das Hypokotyl bei den CO_2 -freien Pflänzchen sogar länger als bei den normalen. Am stärksten zurückgeblieben sind die Laubblätter, dann die Kotyledonarstiele; darauf folgt die Länge, dann die Breite der Kotyledonen und schließlich das Hypokotyl.

Das Hypokotyl bleibt also weniger im Wachstum zurück als die Assimilationsorgane.

Um nun über diese Erscheinung und speziell über ihre Beziehung zum Etiement noch größere Klarheit zu gewinnen, habe ich es versucht, das Verhältnis der einzelnen Organe zueinander, insbesondere das des Hypokotyls zu den übrigen Pflanzenteilen, für die normalen und für die CO_2 -frei gezogenen Keimlinge zahlenmäßig festzustellen, wie Tabelle III zeigt.

Um die Untersuchung zu vervollständigen, habe ich auch eine Versuchsreihe für etiolierte Keimlinge aufgestellt und auch hier in gleicher Weise das Verhältnis des Hypokotyles zu den anderen Organen bei den etiolierten und den entsprechenden normalen Kontrollpflanzen ausgerechnet. In jeder Vertikalreihe der Tabelle III entspricht der Dividend 1 der Länge des Hypokotyles und der Divisor der Länge des am Kopfe der Rubrik angegebenen Organes.

Die Tabelle zeigt nun, daß bei den CO_2 -frei gezogenen Pflanzen tatsächlich ein stärkeres Wachstum des Hypokotyls im Vergleich zu den Assimilationsorganen stattfindet, wenn auch nicht in so hohem Grade

wie bei den etiolierten Pflanzen. Und zwar ist dies in meinen Versuchen für die Laubblätter ausnahmslos der Fall, für die Kotyledonarstiele in 17 Fällen von 18 (nicht in Versuch 16), für die Länge der Kotyledonen in 13 Fällen von 18 (nicht in Versuch 2, 3, 4, 16, 21). Was das Verhältnis des Hypokotyls zur Breite der Kotyledonen betrifft, so ist zwar

Tabelle III.

Nummer des Versuches	Verhältnis der Länge des Hypokotyls zur Länge der						Verhältnis der Länge des Hypokotyls zur Breite der Kotyledonen	
	Blätter, bzw. Endknospe		Kotyledonarstiele		Kotyledonen		Normal	CO_2 frei
	Normal	CO_2 frei	Normal	CO_2 frei	Normal	CO_2 frei		
1			1:0.90	1:0.56	1:0.34	1:0.31	1:0.46	1:0.48
2			0.99	0.78	0.47	0.49	0.61	0.67
3			0.58	0.52	0.24	0.26	0.29	0.40
4			0.64	0.54	0.29	0.30	0.30	0.39
5			0.57	0.45	0.30	0.29	0.35	0.35
6			0.78	0.46	0.33	0.21	0.45	0.28
7			0.66	0.52	0.24	0.23	0.27	0.27
8			0.60	0.47	0.31	0.24	0.36	0.27
9			0.45	0.36	0.21	0.14	0.28	0.21
10	1:0.27	1:0.054						
11	0.26	0.076						
12	0.30	0.055						
16			0.34	0.40	0.17	0.20	0.25	0.30
17			0.47	0.29	0.22	0.19	0.30	0.26
18			0.48	0.35	0.21	0.19	0.30	0.29
19	0.26	0.071	0.61	0.35	0.29	0.18	0.33	0.23
20	0.21	0.053	0.49	0.36	0.24	0.20	0.29	0.30
21	0.08	0.043	0.40	0.33	0.18	0.19	0.24	0.27
22	0.15	0.040	0.58	0.34	0.25	0.20	0.30	0.29
23	0.10	0.044	0.49	0.37	0.23	0.20	0.30	0.27
24	0.23	0.031	0.63	0.28	0.32	0.20	0.43	0.25
Mittelwert des Versuch.	1:0.207	1:0.052	1:0.592	1:0.429	1:0.269	1:0.239	1:0.339	1:0.321
Vergleich von etiolierten und normalen Pflanzen	Normal	Etioliert	Normal	Etioliert	Normal	Etioliert	Normal	Etioliert
	1:0.24	1:0.013	1:0.63	1:0.20	1:0.32	1:0.05	1:0.43	1:0.08
	0.15	0.010	0.48	0.21	0.24	0.06	0.29	0.10
	0.26	0.004	0.59	0.11	0.38	0.04	0.46	0.06
	0.12	0.009	0.50	0.14	0.26	0.04	0.32	0.07
	0.13	0.005	0.56	0.13	0.24	0.03	0.39	0.05
	1:0.18	1:0.008	1:0.552	1:0.158	1:0.288	1:0.044	1:0.378	1:0.072

nur in 9 Fällen von 18 der Divisor für CO_2 frei kleiner als für normal. Aber selbst wenn man von der nicht ganz deutlich zum Ausdruck kommenden Verringerung der Kotyledonenbreite im Vergleich zum Hypokotyl absieht, so ist jedenfalls eine Verkleinerung der Kotyledonarflächen

vorhanden, da ja die Länge der Kotyledonen der CO_2 frei gezogenen Keimlinge zweifellos im allgemeinen dem Hypokotyl gegenüber zurückgeblieben ist.

Bei Kohlensäuremangel verkleinern also tatsächlich die Keimlinge die Assimilationsorgane im Vergleich zu dem Hypokotyl. Von den Organen der CO_2 frei kultivierten Keimlinge zeigen, verglichen mit den gleichen Organen der normalen Pflänzchen, die Hypokotyle die geringste Verkleinerung.

Es resultiert nun aus der geringeren Verkleinerung der Hypokotyle und der stärkeren Verkleinerung der Laubblätter, der Kotyledonarstiele und Kotyledonen eine ähnliche Erscheinung wie die, welche den etiolierten Pflanzen ihr charakteristisches Gepräge gibt; nur tritt sie beim Etiollement natürlich bedeutend stärker auf, wie aus Tabelle III zu ersehen ist. Denn es wirken ja in diesem Falle außer dem CO_2 -Entzug auch noch andere, durch den Lichtmangel veränderte Faktoren in demselben Sinne formbestimmend mit. Daß jedoch nicht allein der unmittelbare Einfluß des Lichtmangels auf das Wachstum einzelner Organe und die gegenseitige Beeinflussung des Wachstums der verdunkelten Organe den Habitus der etiolierten Pflanzen verursacht, wie Godlewski¹⁾ annimmt, geht aus dem eben Gesagten hervor. Daß die wenig oder gar nicht assimilierenden Pflänzchen am Licht in ihrer Gesamtgröße gegenüber den normalen zurückbleiben, ist wohl eine Folge der ungenügenden Ernährung.

Von drei für die Keimpflanze in Betracht kommenden Nährstoffquellen: Reservestoffe, Mineralstoffe und Kohlensäure der Luft, stand letztere den Pflänzchen nur in ganz geringer Menge zur Verfügung. Dies mußte zur Verzweigung führen, wie auch schon Téodoresco²⁾ durch Versuche gezeigt hat. Auch bei Verminderung der den Pflanzen zur Verfügung stehenden Reservestoffe tritt Verzweigung ein, eine Tatsache, die von van Tieghem³⁾, Haberlandt⁴⁾, Marek⁵⁾, Sachs⁶⁾ und Porthem⁷⁾ beobachtet wurde.

1) Godlewski, a. a. O., S. 107.

2) Téodoresco E. C., Influence de l'acide carbonique sur la forme et la structure des plantes. Revue générale de botanique, XI, 1899, pag. 445.

3) Van Tieghem Ph., Recherches physiologiques sur la germination. Annales des Sciences naturelles, V. Sér., Botanique, T. XVII, 1873, p. 205.

4) Haberlandt Friedrich, Wissenschaftlich-praktische Untersuchungen auf dem Gebiete des Pflanzenbaues. Mitteilungen aus dem landwirtschaftlichen Laboratorium der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien, I. Band, 1875, S. 234.

5) Marek G., Das Saatgut u. dessen Einfluß auf Menge u. Güte der Ernte. 1875, S. 147.

6) Sachs Julius, Physiologische Untersuchungen über die Keimung der Schminkbohne (*Phaseolus multiflorus*). Gesammelte Abhandlungen über Pflanzenphysiologie, Bd. I, 1892, S. 596.

7) Porthem Leopold, Über Formveränderungen durch Ernährungsstörungen bei Keimlingen mit Bezug auf das Etiollement. (1. Mitteilung.) Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturwissenschaftliche Klasse, CXVI, Abt. I, 1907, S. 1359.

Tabelle IV.

Nummer des Versuches	I. Messungsintervall			II. Messungsintervall			III. Messungsintervall			IV. Messungsintervall		
	Dauer	Wachstumsintensität		Dauer	Wachstumsintensität		Dauer	Wachstumsintensität		Dauer	Wachstumsintensität	
		Normal	CO ₂ frei		Normal	CO ₂ frei		Normal	CO ₂ frei		Normal	CO ₂ frei
1	5.—7. Mai	1:1·66	1:1·82	7.—9. Mai	1:2·28	1:2·02	9.—13. Mai	1:2·04	1:1·55	13.—17. Mai	1:1·02	1:1·05
2	5.—9. Mai	2·63	2·18	9.—13. Mai	2·16	1·66	9.—13. Mai	1·17	1·09	23.—28. Mai	1·17	1·09
3	17.—19. Mai	3·26	2·75	19.—21. Mai	1·22	1·17	21.—23. Mai	1·00	1·02			
4	17.—21. Mai	3·84	5·02	21.—26. Mai	1·54	1·17	26.—28. Mai					
5	24.—27. Mai	4·40	3·29	27.—30. Mai	1·24	1·22	31. Mai bis 6. Juni	2·13	1·99	5.—7. Juni	1·11	1·03
6	29.—30. Mai	1·45	2·03	30.—31. Mai	1·58	1·70						
7	29. Mai bis 2. Juni	5·85	6·51	2.—7. Juni	1·11	1·02						
8	7.—9. Juni	4·45	4·57	9.—12. Juni	1·73	1·69	12.—14. Juni	1·04	1·06	14.—16. Juni	1·09	1·07
9	7.—12. Juni	7·97	8·75	12.—16. Juni	1·14	1·16						
16	25.—26. Sept.	1·38	1·40	26.—27. Sept.	1·40	1·44	27. September bis 2. Oktober	8·77	6·79			
17	25.—26. Sept.	1·28	1·23	26.—27. Sept.	1·44	1·48	27. September bis 2. Oktober	7·08	5·85	2.—9. Oktober	1·20	1·07
18	25.—27. Sept.	1·93	1·83	27. September bis 2. Oktober	7·17	7·63						
19	26.—27. Sept.	1·37	1·37	27. September bis 3. Oktober	6·46	5·27	3.—9. Oktober	1·14	1·10			
20	26.—27. Sept.	1·38	1·32	27. September bis 3. Oktober	7·70	6·63						
21	3.—6. Oktob.	3·96	4·19	6.—15. Oktob.	1·82	1·62						
22	3.—6. Oktob.	3·86	3·52	6.—15. Oktob.	2·04	1·63						
23	3.—6. Oktob.	2·57	2·47	6.—15. Oktob.	2·06	1·89						
24	8.—11. Okt.	3·01	4·11	11.—17. Okt.	1·92	1·56						

An den CO_2 frei gezogenen Pflänzchen ist aber nicht nur eine einfache Verzweigung zu beobachten, sondern neben dieser findet auch noch die eben besprochene Veränderung in den Größenverhältnissen der einzelnen Organe zueinander statt. Die Form, welche die Keimlinge infolge dieser Veränderung annehmen, steht — abgesehen von der Gesamtlänge — zwischen der normalen und der etiolierten; freilich ist sie der normalen infolge der Lichtwirkung ähnlicher. Die Änderung des Verhältnisses der einzelnen Organe zueinander kann nur auf die Herabsetzung der Kohlensäureassimilation zurückgeführt werden, da ja die Vegetationsbedingungen für die normal kultivierten Pflanzen und die nicht oder nur wenig assimilierenden Lichtpflanzen nur in diesem einen Punkte nicht übereinstimmen. Bei CO_2 freien Kulturen im Licht wirkt natürlich letzteres dem Einfluß des CO_2 -Mangels auf Streckung der Hypokotyle und Verkleinerung der Assimilationsorgane entgegen.

Es scheint also, daß die Verhinderung der Assimilation eine nicht unwichtige Rolle bei der Formbildung mancher etiolierter Pflanzen spielt.

Nicht nur im Verhältnis der Organe zueinander, auch in der zu Beginn der Wachstumsperiode des Hypokotyls vorhandenen größeren Wachstumsintensität als bei den normalen Pflanzen zeigten die CO_2 frei gezogenen Pflänzchen eine Ähnlichkeit mit etiolierten.

Da ich bei meinen Versuchen ein anderes Ziel vor Augen hatte und daher die Messungen für diesen Zweck nicht häufig genug vornahm, konnte ich aus den Längen der Hypokotyle ein nur einigermaßen vollständiges Bild dieser Erscheinung zusammenstellen. In Tabelle IV sind die Wachstumsintensitäten der normalen und der CO_2 freien Hypokotyle in jedem Messungsintervalle angegeben. Aus der Tabelle geht die Tendenz der CO_2 frei kultivierten Keimlinge hervor, in den ersten Tagen längere Hypokotyle auszubilden als die normalen, während sie später zurückbleiben und ihr Wachstum früher einstellen. Übrigens hat schon Téodoresco¹⁾ eine solche beschleunigende Wirkung des Kohlensäuremangels auf das Wachstum von Achsentteilen festgestellt. Seine Versuche, die sich auf Keimlinge mit verschiedenen großen Mengen von Reservesubstanz erstrecken, zeigen alle ein anfänglich stärkeres Wachstum der Achsenorgane bei CO_2 frei gezogenen Pflänzchen, das um so länger andauert, je mehr Reservestoffe die Keimlinge zur Verfügung haben; in späteren Stadien werden sie dann von den normalen überholt. Die nicht assimilierenden Keimlinge brauchen ihre Reservestoffe rascher auf, als die in normaler Luft kultivierten, und stellen daher ihr Wachstum aus Nahrungsmangel früher ein als die letzteren, bei denen der CO_2 -Gehalt der Luft verzögernd auf den Verbrauch der Reservestoffe

¹⁾ Téodoresco, a. a. O., S. 470.

wirkt. Ein ähnliches Resultat erhielt F. Haberlandt¹⁾, als er die Keimung von verstümmelten Getreidekörnern untersuchte. Die eines Teiles der Reservestoffe beraubten Körner keimten früher und wuchsen anfänglich rascher als die normalen, später blieben sie im Wachstum hinter diesen zurück. Auch Portheim²⁾ fand, daß Keimlinge von *Phaseolus vulgaris*, denen er einen Teil der Kotyledonen abgeschnitten hatte, anfänglich ein beschleunigtes Wachstum zeigten; erst in späteren Stadien wurden sie von den normalen Pflanzen überholt.

Es wird also durch Herabsetzung der Ergiebigkeit einer der den Keimlingen zur Verfügung stehenden Nährstoffquellen (Reservestoffe in den Kotyledonen, CO_2 in der Luft) das Wachstum der Achsenorgane anfangs beschleunigt, später bleiben die schlecht ernährten Pflänzchen den besser ernährten gegenüber im Längenwachstum zurück.

Schließlich will ich noch erwähnen, daß auch in bezug auf die Entwicklung des Anthokyanes am Hypokotyl die CO_2 -frei gezogenen Keimlinge zwischen den normalen und den etiolierten standen. Während bei meinen Versuchen die Hypokotyle der normalen Pflänzchen fast immer intensiv rot gefärbt waren, zeigten die CO_2 -frei am Licht kultivierten, besonders in älteren Stadien, eine nur schwache Färbung. Die Hypokotyle etiolierter Keimlinge enthielten in den meisten Fällen gar kein Anthokyan.

Daß die schwächere Anthokyanbildung der CO_2 -frei gezogenen Keimlinge mit dem Mangel an CO_2 oder mit dem geringeren CO_2 -Gehalte der Luft, bzw. der schlechteren Ernährung dieser Pflänzchen zusammenhängt, geht aus den bereits diesbezüglich bekannten Tatsachen hervor³⁾.

Zusammenfassung.

Keimlinge von *Raphanus sativus*, im CO_2 -freien Raume gezogen, verzwergen. Ihre Organe zeigen aber nicht die für Keimlinge gleichen Alters, welche unter denselben Bedingungen, aber in Luft von normalem CO_2 -Gehalte gezogen wurden, geltenden Größenverhältnisse, sondern nehmen eine Stellung zwischen normalen und etiolierten Keimlingen ein, indem die Assimilationsorgane eine stärkere Verkleinerung zeigen

¹⁾ Haberlandt, a. a. O., S. 234.

²⁾ Portheim, a. a. O., S. 1430 u. 1435.

³⁾ Fischer H., Belichtung und Blütenfarbe. „Flora“ oder „Allgemeine botanische Zeitung“, XCVIII, 1908, S. 380.

Katić D., Beitrag zur Kenntnis der Bildung des roten Farbstoffes in vegetativen Organen der Phanerogamen. Halle, 1905.

Küster E., Aufgaben und Ergebnisse der entwicklungsmechanischen Pflanzenanatomie. IV. Anthokyanbildung. Progressus rei botanicae, II., 1908, S. 512.

als die Hypokotyle. Auch was die Wachstumsintensität betrifft, ähneln die CO_2 frei gezogenen Keimlinge den etiolierten; gleich diesen zeigen sie ein anfangs beschleunigtes und später verzögertes Wachstum den normalen gegenüber. Diese Erscheinung des anfänglich beschleunigten Wachstums stimmt mit der schon mehrfach beobachteten Tatsache überein, daß Keimlinge bei herabgesetzter Ernährung überhaupt anfangs rascher wachsen.

Die Bildung von Anthokyan ist bei den CO_2 frei gezogenen Pflänzchen ebenfalls eingeschränkt, so daß sie auch in dieser Beziehung eine Stellung zwischen normalen und etiolierten Keimlingen einnehmen.

Alle diese Tatsachen sprechen, unter Berücksichtigung der von mir angewendeten Versuchsanstellung, dafür, daß der Verhinderung der Assimilation eine nicht unwichtige Rolle beim Zustandekommen der etiolierten Formen mancher Pflanzen zukommt.

Lysimachia punctata L. in Schlesien.

Von Dr. Othmar Kühn (Wien).

Im Jahre 1908 und bei wiederholtem Besuche im Jahre 1916 fand ich in der Umgebung von Zuckmantel die für Österreichisch-Schlesien neue *Lysimachia punctata*. Die starken, blühenden Stauden standen am Rande eines kleinen Gewässers, eines Nebenflusses des Schwarzwassers, im Südwesten der Stadt und auf dem Wege zum schwarzen Teich.

Daß dieser Standort, der sehr leicht zugänglich ist, bei den früheren, genauen Untersuchungen des Gebietes (durch Kolenati, Uechtritz, Braun u. a.) übersehen worden wäre, ist nicht anzunehmen; es ist daher von vornherein ausgeschlossen, daß es sich etwa um einen Reliktstandort einer früher größeren Verbreitung handelt, vielmehr kann er nur vor kurzer Zeit entstanden sein. Bei einer Pflanze, wie *Lysimachia punctata*, die schon an mehreren Orten als Gartenpflanze verwildert ist, läge zunächst auch die Annahme einer Verwilderung nahe. Sorgfältige Erkundigungen ergaben jedoch keinen Anhaltspunkt, daß die Pflanze seit Menschengedenken (und dieser Zeitraum genügt, in Anbetracht der oben erwähnten fleißigen floristischen Erforschung um 1870–80) in Zuckmantel oder Umgebung kultiviert worden wäre. Die nächsten Fundorte liegen in Preußisch-Schlesien: Maiwaldau bei Hirschberg, Buchwalder Park bei Schmiedeberg, Waldrand zwischen Arnsdorf und Annakapelle bei Schmiedeberg, Weidengebüsch an der Neisse bei Nieder-

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: 1921

Band/Volume: [070](#)

Autor(en)/Author(s): Fürth Elly

Artikel/Article: [Über das Wachstum von Raphanus - Keimlingen im kohlenstofffreien Räume. 183-193](#)