©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Notizen über Vitamin C in der Pflanze

Von

Mohamed Rida MEDAWARA (Alexandria)

Mit 3 Textfiguren

Aus dem Pflanzenphysiologischen Institute der Universität Graz

Obwohl die Literatur über das Vorkommen des Vitamin C in der Pflanze außerordentlich in die Breite gegangen ist, hat die Vertiefung unserer Kenntnis über den Wirkungsmechanismus der Ascorbinsäure und ihre Bedeutung für die Pflanze keine entsprechenden Fortschritte gemacht. Manche Forscher schreiben der Ascorbinsäure auch für die Pflanze lebenswichtige Funktionen zu, andere halten sie für ein Nebenprodukt des pflanzlichen Stoffwechsels.

Den primären Entstehungsort des Vitamin C stellen möglicherweise die Chloroplasten dar, doch ist auch diese Frage noch äußerst kontrovers (PEKAREK 1938, MOLDMANN 1939, BUKATSCH 1939, 1940, MIRIMANOFF 1938, 1939, ABERG 1946). Jedenfalls ist das Vitamin C in der Pflanzenzelle wenigstens zum großen Teil im Zellsaft, also in der Vacuole, enthalten. MIRIMANOFF (1940) äußert sich in diesem Sinne: „Des essais de localisation cytologique montrent que l'acide ascorbique est vraisemblablement un élément du systéme vacuolaire." Die zentrale Zellsaftvakuole ist vielfach ein Ablagerungsplatz, in dem Produkte, die vorübergehend oder dauernd aus dem pflanzlichen Stoffwechsel ausgeschaltet werden sollen, sich anhäufen. Dies könnte auch für die Ascorbinsäure Geltung haben, dabei entsteht allerdings die Frage, ob dieses Abschieben in die Vakuole eine definitive Elimination bedeutet oder eine nur zeitliche Ausschaltung. Im letzteren Falle ist die in der Vakuole deponierte Substanz als Reservestoff zu bezeichnen, der im Bedarfsfalle wieder herangezogen wird. Bekannte Fälle und zwar gerade solche von besonders reichlicher Anhäufung von Vitamin C in Früchten sind wohl in diesem Sinne nicht zu verstehen. So enthalten die Hagebutten bis zu 600 mg% und mehr Ascorbinsäure, ja *Rosa Moyesii* nach BUKATSCH 1942 sogar 1200 mg%, die *Hippophae*-Beeren über 1000 mg% (HÖRMANN 1941 a, b).

Bei der beschränkten Möglichkeit der Stoffausscheidung nach außen, wie sie den Landpflanzen im allgemeinen zur Verfügung steht, gelangen auch definitive Eliminationsprodukte in den Vakuolen zur Ablagerung. Für die Auffassung, daß die Ascorbinsäure in der Pflanze in manchen Fällen als Ausscheidungsstoff anzusehen sei, könnte die schon erwähnte Akkumulation in reifen Früchten angeführt werden (vgl. DISCHENDORFER 1937). Dies schließt natürlich nicht aus, daß das Vitamin C der Früchte für die Tiere, die sie verzehren und dabei der Samenverbreitung dienen können, ernährungsphysiologisch von Wichtigkeit ist.

Auch die von BUKATSCH 1943 a auf Grund von Vitaminbestimmungen an Liliifloren vertretene Ansicht, daß der Vitamin-C-Reichtum als Verwandtschaftsmerkmal gewertet werden kann, spricht nicht für eine fundamentale

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

generelle Bedeutung dieser Substanz für das Leben der Pflanze, sondern eher dafür, das die Ascorbinsäure als Nebenprodukt eines für bestimmte Ordnungen charakteristischen Stoffwechsels in diesen reichlicher als in anderen gebildet wird. Auch die in zahllosen Einzeluntersuchungen sich immer wieder ergebende Tatsache, daß der Gehalt an Vitamin C bei verschiedenen Pflanzen und in verschiedenen Organen ein und derselben Pflanze ganz außerordentliche Unterschiede aufweisen kann, wird am ehesten verständlich, wenn man die Ascorbinsäure, dort wo sie von der Pflanze überreichlich gebildet wird, als Abfallstoff auffaßt. Auch der menschliche Organismus scheidet ja das Vitamin C aus, wenn es ihm zu reichlich zugeführt wird.

In diesem Zusammenhange ist es beachtenswert, daß auch für die Pflanze Fälle von Ausscheidung des Vitamin C bekannt geworden sind. Nach PFEIFFER 1940 scheiden Wurzeln Ascorbinsäure in die Kulturflüssigkeit aus, und es ist wohl möglich, daß eine solche Ausscheidung durch die Wurzeln auch im Boden stattfindet. Wasserpflanzen (Algen), bei denen eine Exkretion nach außen leichter möglich sein dürfte, weisen, so weit bekannt, im allgemeinen relativ wenig Vitamin C auf (LUNDE & LIE 1938, SIMEON & WILLIAMS 1937). Eine Ausscheidung von Vitamin C erfolgt ferner durch die Tentakel des *Drosera*-Blattes (WEBER 1939) ferner im Pollinationstropfen von *Taxus* (WEBER 1949) sowie in den „Honiggruben" der Blüte von *Fritillaria imperialis* (WEBER 1942) [1].

Wenn also einerseits manche Argumente dafür angeführt werden können, daß das Vitamin C in der Pflanze ein Stoffwechselprodukt darstellt, das, wenn es reichlich produziert wird, entweder nach innen, in die Vakuole oder nach außen ausgeschieden werden kann, so wird andererseits aber doch in dem so generellen Vorkommen der Ascorbinsäure ein Hinweis dafür erblickt, daß dieses Vitamin auch in der Pflanze funktionell an einem grundlegenden Lebensprozeß beteiligt sein dürfte. In diesem Sinne äußert sich GIROUD 1938, wenn er sagt: „La présence générale de l'acide ascorbique dans les cellules végétales révèle que ce corps joue un rôle générale dans leur activité tout comme dans la cellule animale." Rein statistische Aufnahmen des Ascorbinsäure-Niveaus der Pflanze genügen offenbar nicht, um eine gesicherte Einsicht in die Funktion dieses Wirkstoffes für das Leben der Pflanze zu gewinnen. Es müssen über die statistischen Aufnahmen hinaus, wie sehr diese auch vom Standpunkt der praktischen Ernährungslehre von Wichtigkeit sein mögen, mit bestimmten Fragestellungen Beobachtungen und Versuche über den Vitamin-C-Gehalt der Pflanzen, seinen natürlichen Wandel und seine Beeinflussung durch Außenfaktoren, durchgeführt werden.

Solche Studien werden seit einigen Jahren am Pflanzenphysiologischen Institute ausgeführt. Es wurde darüber schon in mehreren Veröffentlichungen Mitteilungen gemacht (Lit. bis 1940 bei WEBER 1940 a). In den Rahmen dieser Vitamin-C-Studien fügen sich auch die eigenen Untersuchungen ein, über die im folgenden berichtet wird. Die Arbeit wurde in den Jahren 1943—46 durchgeführt, zu einer Zeit, in der die ausländische Literatur nicht zugänglich war.

Die Vitamin-C-Bestimmungen erfolgen nach der Methode von TILLMANS.

---

[1]) Dazu kommt noch, daß die Ascorbinsäure offenbar nicht selten durch den Prozeß der cuticularen Exkretion eliminiert wird (WASIUTA 1949).

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

I. Ascorbinsäure-Gehalt und Verletzung.

Verletzungen können, wenn die davon betroffene Pflanze die Fähigkeit zur Reaktion auf den Wundreiz besitzt, eine Steigerung der Lebensaktivität zur Folge haben. „Wiederholt wurde die Ansicht vertreten, daß diejenigen Zellen und Gewebe besonders reich an Vitamin C sind, die eine gesteigerte Stoffwechselaktivität bekunden. Dabei werden unter Aktivität verschiedene Äußerungen der Zelltätigkeit verstanden, wie Photosynthese, Wachstum, Sekretion, Enzym- und Hormon-Bildung. Assimilierende Blätter, keimende Samen, austreibende Knospen, Wurzelspitzen, der obere Teil der Koleoptile, reifende Früchte werden reich, oder doch wenigstens relativ reich an Vitamin C gefunden.“ WEBER 1940. Aus der neuesten Literatur lassen sich noch weitere Beispiele anführen, die zu Gunsten dieser Ansicht sprechen: Vitamin-C-Reichtum gefütterter *Drosera*-Tentakel (WEBER 1940 b), Blattorgane anderer Insektivoren (BUKATSCH 1942), Honiggruben von *Fritillaria imperialis* (WEBER 1942), Spadix von *Sauromatum* (WEBER 1949 b), Appendix von *Amorphophallus* (KELLERMANN 1949). Es war daher von Interesse, ob mit der traumatogenen Aktivitätssteigerung ebenfalls eine Änderung (Erhöhung) im Ascorbinsäure-Gehalt verbunden ist. Aufgabe der folgenden Versuche war es, zu prüfen, ob der Vitamin-C-Gehalt der Pflanze im Zuge der Reaktion auf Verletzung erhöht wird und ob somit auch in diesem Falle die Vermutung von REID 1937 zutrifft, daß "the organs with the highest ascorbic acid content in the plant are those which have the greatest activity".

Es wurden drei recht verschiedene Versuchsobjekte gewählt: die Stammknolle der Kartoffel, die Küchenzwiebel und die Apfelfrucht. Diese Objekte sind nicht nur morphologisch verschieden, sondern auch in ihren physiologischen Eigenschaften, die in Hinblick auf die hier auftauchenden Fragen besonders in Betracht kommen. Die Kartoffel ist ein Speicherorgan für Stärke und hat die Fähigkeit, auf Verletzung mit intensiver Wundkorkbildung zu reagieren. Die Küchenzwiebel enthält als Kohlehydratreservestoff wasserlöslichen Zucker, jedoch keine Stärke, die Bildung von Wundkork dürfte weniger intensiv sein als bei der Kartoffel. Das Apfelfruchtfleisch enthält ebenfalls Mono- und Disaccharide, die Fähigkeit, Wundkork zu bilden, fehlt der reifen Apfelfrucht aber vollkommen.

1. Versuche mit Kartoffeln.

Kartoffel-Knollen gleicher Beschaffenheit wurden in je vier tunlichst gleich große Teile zerschnitten und das Gewicht der Teilstücke unmittelbar darauf bestimmt. Von je einem Viertel wurde der Ascorbinsäuregehalt sogleich bestimmt, die anderen Teilstücke wurden in zugedeckten Glasschalen aufbewahrt, vor starkem Licht geschützt, weil

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

direktes Sonnenlicht die Wundkorkbildung der Kartoffel hemmt (PRIESTLEY 1923). In Abständen von 2 bis 3 Tagen erfolgte dann an den geschnittenen Kartoffelstücken die weitere Vitamin-C-Bestimmung. Die Werte werden auf das Frischgewicht der Stücke zu Beginn des Versuches bezogen (a) oder auf das Frischgewicht des Bestimmungstages (b).

Tag der Untersuchung	Vitamin C Gehalt in mg %			
a) 10. XII. 1943	3,7	3,5	2,2	7
13. XII. 1943	3	4,8	15	7,6
15. XII. 1943	3	2,7	3,8	4,7
17. XII. 1943	8	19	19	8
b) 10. XII. 1943	3,7	3,5	2,2	7
13. XII. 1943	3	5	16,7	8
15. XII. 1943	5	2,8	3,9	5,6
17. XII. 1945	10	22,8	24	10

Als übereinstimmendes Ergebnis zeigen alle Versuche das Maximum des Ascorbinsäure-Gehaltes am 7. Tag nach Anbringung der Schnittverletzung. Die Steigerung des Vitaminwertes ist sehr beträchtlich, beträgt sie doch bis zum Zehnfachen des ursprünglichen Wertes. Beachtenswert ist das Ergebnis, das auch im Kurvenverlauf (Fig. 1) deutlich zum Ausdruck kommt, daß der Anstieg des Vitamin-C-Wertes keineswegs gleichmäßig erfolgt. Die Kurve weist vielmehr zwei stark ausgeprägte Maxima auf, das erste am 3., das zweite am 7. Tage nach erfolgter Verletzung. Dazwischen liegt ein recht steiles Absinken der Kurve.

Weitere Versuche müßten zeigen, ob die Vitamin-Zunahme in den geschnittenen Kartoffelstücken in allen Teilen gleichmäßig erfolgt oder nicht. Es liegen Angaben vor, daß die Rindenschicht der intakten Kartoffel besonders reich an Ascorbinsäure sei (MATHOT 1945, WASIUTA 1949, LAMPITT, BAKER, PARKINSON 1945). Wenn dies zutrifft, dann dürfte die Steigerung des Ascorbinsäure-Gehaltes auch bei den angeschnittenen Kartoffeln in der neu gebildeten Phellogenschicht besonders intensiv sein. Da diese Schicht mengenmäßig gegenüber dem Inneren der Kartoffel natürlich stark zurücktritt, ist es möglich, daß die traumatogene Anhäufung an Ascorbinsäure in der Rindenschicht der verletzten Kartoffel den für das gesamte Stück gefundenen Wert des Zehnfachen noch wesentlich übersteigt.

2. Versuche mit Küchenzwiebeln.

Zu den Versuchen wurden möglichst gleichartige Küchenzwiebeln verwendet. Die Anordnung der Versuche war dieselbe wie bei den Experimenten mit den Kartoffeln. Der Vitamin-C-Gehalt wurde bezogen

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

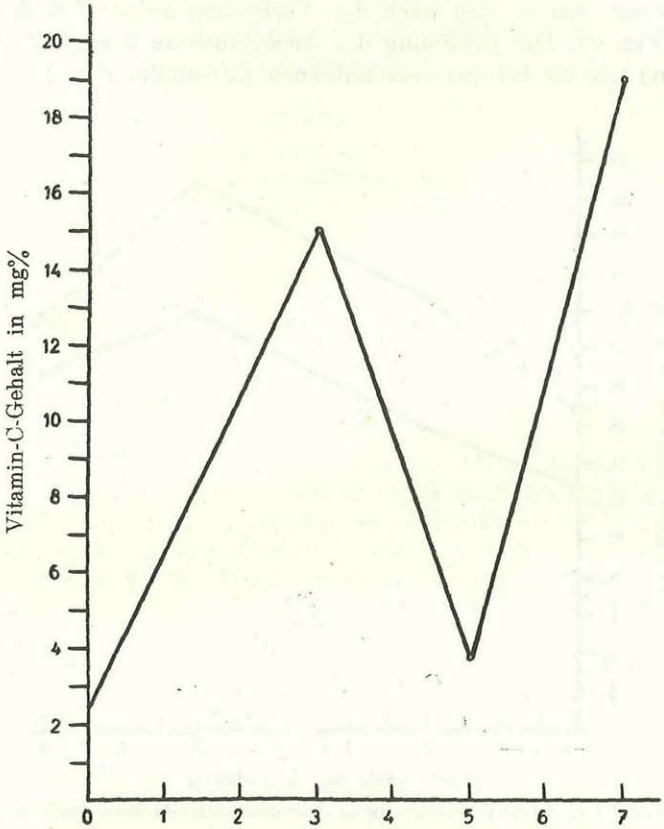

Fig. 1. *Solanum tuberosum* (Kartoffel) Ascorbinsäure-Gehalt nach Verletzung.

a) auf das Frischgewicht am Beginn des Versuches, b) auf das Frischgewicht am jeweiligen Bestimmungstag.

Tag der Untersuchung	Vitamin-C-Gehalt in mg%			
	a		b	
15. III. 1944	13	17	13	17
17. III. 1944	16	23	17	23
20. III. 1944	22	29	23	32
22. III. 1944	19	22	20	25

Die verletzten Küchenzwiebeln zeigen also ein gleichmäßiges Ansteigen des Vitamin-C-Wertes im Verlauf der ersten fünf Tage nach der

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Verwundung. Am 6. Tag nach der Verletzung senkt sich die Kurve wieder (Fig. 2). Die Erhöhung der Ascorbinsäure-Menge ist nicht so weitgehend wie die bei den zerschnittenen Kartoffeln. Fig. 2.

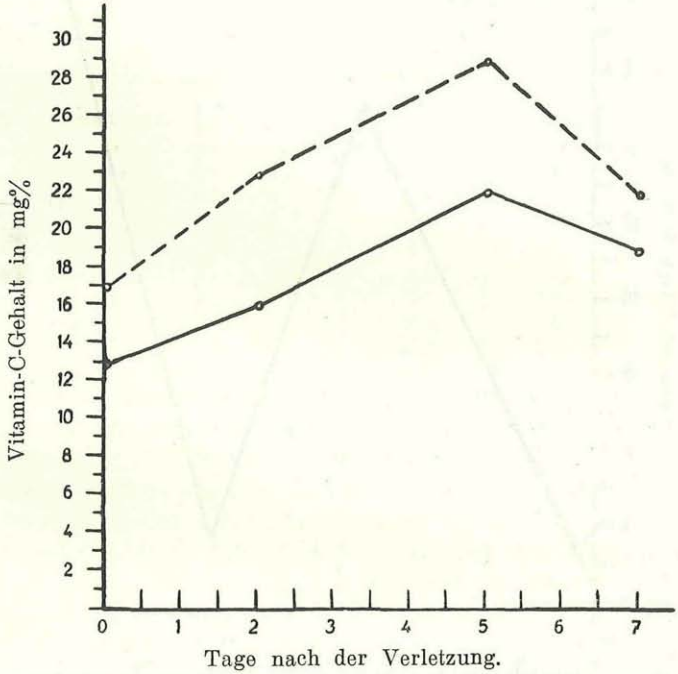

Fig. 2. *Allium Cepa* (Zwiebelschuppen) Ascorbinsäure-Gehalt nach Verletzung.

3. Versuche mit Äpfeln.

Die Versuche wurden mit Äpfeln der Sorte Maschanzker durchgeführt. Die Äpfel waren schon längere Zeit gelagert, hatten jedoch durchwegs ein vollkommen frisches Aussehen. Die Versuchsanordnung war die gleiche wie in den vorhergehenden Abschnitten.

Tag der Untersuchung	Vitamin-C-Gehalt in mg%			
	a		b	
28. I. 1944	11,9	12	11,9	12
31. I. 1944	8,7	9,8	9	10
2. II. 1944	7,7	9	8	9,6
4. II. 1944	7	7,9	7	8,5

Wie obige Tabelle und Fig. 3 zeigen, findet in den verletzten Äpfeln keine Vermehrung des Vitamin-C-Gehaltes statt, im Gegenteil erfolgt

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

eine kontinuierliche und nicht unbeträchtliche Senkung. Damit steht die Apfelfrucht in ihrem Verhalten in ausgesprochenem Gegensatz zu den Kartoffeln und auch den Zwiebeln.

4. Besprechung der Ergebnisse.

Bei Erörterung der Ergebnisse muß zunächst berücksichtigt werden, daß sich die drei verschiedenen pflanzlichen Objekte durchaus nicht gleich verhalten. Während in der Kartoffel und Zwiebel nach Verletzung eine Zunahme des Ascorbinsäuregehaltes erfolgt, nimmt dieser im verletzten Apfel ab. Doch auch die beiden ersteren Pflanzen reagieren nicht in ganz gleicher Weise. Die Kurve, die den Vitamin-C-Gehalt nach Verletzung darstellt, ist bei der Kartoffel zweigipflig, die beiden Maxima fallen auf den 3. bzw. 7. Tag, während bei der Küchenzwiebel nur ein Maximum zu verzeichnen ist und zwar am 5. Tag.

Es liegt nahe, den Unterschied im Verhalten von Kartoffel und Zwiebel einerseits und Apfel andererseits darin zu suchen, daß das Fruchtfleisch des reifen und schon lange lagernden Apfels aus Zellen besteht, deren Lebensaktivität schon stark vermindert und zu keiner Wundreaktion mehr befähigt ist. Dies äußert sich vor allem darin, daß der reife Apfel die Fähigkeit, Wundkork, das heißt, ein sekundäres Meristem zu bilden, nicht mehr besitzt, während die Kartoffel in kurzer Zeit Wundkork bildet. Es ist möglich, daß die Steigerung des Vitamin-C-Gehaltes in Beziehung steht zu der mit der Wundkorkbildung verbundenen Erhöhung der Zellaktivität.

Die Wundkorkbildung ist aber keineswegs die einzige Reaktion der Kartoffelknolle auf die Verwundung. Es ist schon lange bekannt, daß viele Pflanzen auf Verwundung hin mit einer Steigerung der Atmungsintensität reagieren (BÖHM 1887, STICH 1891, RICHARDS 1896, SMIRNOFF 1903, DOROFJEFF 1908). Besonders für die Kartoffel liegen darüber ziemlich eingehende Angaben vor. Ob die hohe Atmungsintensität der zerschnittenen Kartoffel, wie BÖHM meint, nicht die Folge des erleichterten Eindringens des Sauerstoffes in das Gewebe ist oder ob, wie JOHNSTONE 1925 behauptet, die Atmungssteigerung bei Verwundung der Hauptsache nach auf Freilegung der Wundfläche und den dadurch erleichterten Gasaustausch zurückzuführen ist, bleibt für die hier zu erörternde Frage belanglos. Die Atmungssteigerung ist jedenfalls eine gesicherte Tatsache [1]).

Nun sind verschiedene Fälle bekannt wonach intensiv atmende Pflanzenteile relativ reich an Vitamin C sind. Keimende Samen, austreibende Winterknospen atmen stark, ihre Ascorbinsäurewerte sind dabei im Ansteigen (WEBER 1940 c). Am auffallendsten ist der hohe Gehalt an antiskorbutischem Vitamin in dem sich durch intensive Atmung stark erwärmenden Spadix von *Sauromatum* (WEBER 1949) und von *Amorphophallus* (KELLERMANN 1949). Nach MÜLLER-THURGAU 1885 steigt am Ende der Ruheperiode der Kartoffel die Atmungsintensität der Knolle an; es ist nun bemerkenswert, daß die Kartoffel während der winterlichen Lagerung zwar einen beträchtlichen Verlust an Ascorbinsäure erleidet, beim Austreiben aber der Gehalt an diesem

---

[1]) Weitere Angaben über Atmungssteigerung nach Verletzung bei SAID and SNISNINY 1947.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Vitamin wieder zunimmt. Die Annahme ist jedenfalls nicht von der Hand zu weisen, daß die Steigerung der Atmung und des Vitamin-C-Gehaltes in Relation miteinander stehen. Dabei bleibt die Frage zu entscheiden, ob die Atmungssteigerung oder die Vitaminzunahme den primären Vorgang darstellt. STRATSCHNITZKI und RUBIN 1936 haben gezeigt, daß Kohlblätter, die mit Ascorbinsäurelösung infiltriert wurden, intensiver atmen als die unbehandelten Kontrollen. BERSIN 1939 sieht darin einen Beweis für die wichtige Rolle des Redoxkatalysators Vitamin C bei der Atmung. Nach SMIRNOFF 1903 erreicht bei der Zwiebel die Wundreaktion (Atmungssteigerung) am 4. Tag nach der Verletzung das Maximum; dieser Zeitpunkt fällt mit dem Höhepunkt des Vitamin-C-Gehaltes, wie er in obigen Versuchen ermittelt wurde, annähernd zusammen. Sollte dem reifen Apfel die Befähigung zu traumatogener Atmungssteigerung fehlen, so würde das Ausbleiben einer Erhöhung des Ascorbinsäuregehaltes im Sinne der Annahme einer Relation zwischen Atmung und Vitamin-C-Niveau verständlich sein. Allerdings scheint nicht jede Atmungssteigerung mit vermehrter Ascorbinsäureproduktion verknüpft zu sein. Nach KOSTYTSCHEW 1931 ist die Atmung von Samen, die in angegorener Glukoselösung keimen, gewaltig erhöht. WASIUTA 1949 hat dies bei Versuchen mit Weizenkeimlingen bestätigen können, eine parallel gehende Steigerung des Vitamin-C Gehaltes konnte dabei nicht beobachtet werden.

Nach Abschluß meiner Untersuchungen wurde mir eine Abhandlung von LVOFF, GUZEWITSCH, PANTELEJEFF 1945 bekannt, die für die eben erörterte Frage wichtig ist. In dieser Arbeit werden wesentliche Stützen für die Anschauung erbracht, daß zwischen Ascorbinsäuregehalt der Pflanzen und Atmungsintensität eine enge Beziehung besteht. U. a. werden an verletzten Pflanzen Vitamin-C- und Atmungsbestimmungen durchgeführt. Das eine Versuchsobjekt waren Blätter von *Aspidistra*, an denen feine Nadelstiche angebracht wurden, das andere die Zwiebel von *Allium cepa*, die — ebenso wie in unseren Versuchen — in Sektoren zerschnitten wurde. Es ergab sich in beiden Fällen parallel gehend mit der Steigerung der Atmung eine Zunahme des Vitamin-C-Gehaltes, sie ging bei *Aspidistra* bis zum zweifachen, bei der Zwiebel bis zum dreifachen des Gehaltes der Kontrollen. Die Übereinstimmung der Ergebnisse der eigenen Versuche mit denen der eingehenden Untersuchung von LVOFF und Mitarbeitern ist sehr befriedigend. In der Arbeit von LVOFF wird auf eine Untersuchung von KARMANOWA 1936 hingewiesen, nach der in zerkleinerten keimenden Erbsen die Zunahme des Vitamingehaltes gegenüber den unverletzten Erbsen wesentlich stimuliert wird. LVOFF erwähnt in diesem Zusammenhang auch noch zwei weitere Arbeiten: Nach GUTHRIE 1937 ist in Kartoffelscheiben der Vitamin-C-Gehalt höher als in der intakten Kartoffel. Auch in einer Abhandlung von PROKOSCHEW 1942 finden sich Angaben über parallel gehende Steigerungen der Atmungsintensität und Vitaminproduktion zerschnittener Kartoffel.

II. Vitamin C in *Picea*-Blättern verschiedener Stammhöhe.

Der Vitamin-C-Gehalt von Koniferen-Blättern ist auffallend hoch. So finden wir bei KELLERMANN 1944 für *Taxus*-Nadeln 343 mg%

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

angegeben, bei HÖRMANN 1941 a 100 bis 354 mg%, für *Picea* 174 bis 329 mg% (KELLERMANN 1944), für *Larix europaea* 190 mg% (BUKATSCH 1943). Auffallend sind die starken Schwankungen im Vitamin-C-Gehalt der Koniferen-Nadeln, die in allen Wertangaben aufscheinen. Es fragt sich, worauf diese Unterschiede zurückgehen.

Man könnte an jahreszeitliche Unterschiede denken (Nadeln im Sommer und Winter), an Altersunterschiede (ein- und mehrjährige Nadeln), an Einflüsse der jeweils herrschenden Witterung. Eine bemerkenswerte Relation hat BUKATSCH 1943 aufgedeckt, indem er zeigen konnte, daß sich mit großer Regelmäßigkeit die Blätter der Südflanke der Nadelhölzer als ganz wesentlich reicher an Ascorbinsäure erweisen als die Blätter der Nordseite desselben Baumes.

Noch keine Angaben scheinen bisher darüber vorzuliegen, ob gleichalte Nadeln je nach ihrer Insertionshöhe, also in verschiedener Stammhöhe, Unterschiede im Vitamin-C-Gehalt zeigen. An frisch gefällten Fichten ergab sich eine günstige Gelegenheit, diese letztere Frage einer Prüfung zu unterziehen.

Die Gipfeltriebe hoher Fichten sind mit Nadeln besetzt, die sich durch ihren gedrungenen Habitus sehr wesentlich von den Nadeln der unteren Äste unterscheiden. Da die Gipfelnadeln dem vollen Lichte exponiert sind, kann man sie auch als Sonnenblätter bezeichnen, die Nadeln der unteren Äste aber als Schattenblätter. Die zur Untersuchung herangezogenen Gipfelnadeln stammten aus einer Höhe von etwa 20 m über dem Boden, die Schattenblätter aus einer Höhe von zirka 2 m. Die Fichten standen in einem mitteldichten Mischwald, die Gipfelblätter unter freier Lichtexposition, die Schattenblätter unter stark eingeschränktem Lichtgenuß. Das Datum der Nadel-Entnahme und Untersuchung war der 15. Mai. Die Untersuchung bezog sich auf vor-(zwei)-jährige Nadeln.

Picea excelsa
Vitamin C in mg%

Gipfel-Nadeln	Basis-Nadeln
410	290
422	305
371	233
Mittel: 401	Mittel: 273

Die Bestimmungen haben demnach ergeben, daß die Gipfelnadeln beträchtlich mehr Ascorbinsäure enthalten als die Basisnadeln.

Es fragt sich, worauf dieser Unterschied zurückgeht. Der höhere Gehalt der Gipfelblätter könnte auf ihre intensivere Belichtung zurückzuführen sein. Dies würde mit dem Befund von BUKATSCH 1943 übereinstimmen, wonach die Nadeln an der Südseite der Bäume mehr Ascorbinsäure enthalten. Gegen eine direkte Relation zwischen Belichtung (Photosynthese) und Vitamin-C-Bestand führt BUKATSCH aber an, daß der Chlorophyllgehalt der Südnadeln meist geringer ist als der der Nordnadeln, während die Südnadeln Vitamin C reicher sind. Der anatomische Vergleich von Querschnitten der Gipfel- und

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Basisnadeln ergibt, daß in den Gipfelnadeln das Assimilationsgewebe besonders mächtig entwickelt ist und daß der Unterschied im Durchmesser der Nadeln von Basis und Gipfel in erster Linie auf die reichlichere Entwicklung des Chlorenchyms der Gipfelnadeln zurückgeht, diese werden also eine größere Zahl von Chloroplasten aufzuweisen haben. Da ein Teil der Ascorbinsäure an die Chloroplasten gebunden sein dürfte, so erklärt sich vielleicht die Differenz im Ascorbinsäuregehalt aus dem Unterschied im anatomischen Bau der Gipfel- und Basisnadeln.

LVOFF, auf dessen Arbeit im vorhergehenden Abschnitt hingewiesen wurde, hat an krautigen Gewächsen und an jungen Pappeln den Vitamin-C-Gehalt aufeinanderfolgender aber gleichzeitig vorhandener Blätter bestimmt. Er findet einen deutlichen Gradienten und zwar nimmt die Ascorbinsäure von den Basis- zu den Spitzenblättern zu. Ferner wurde ein Gradient der Atmungsintensität der Blätter in der gleichen Richtung festgestellt. Demnach ist die Atmung abhängig von dem Niveau, in dem die Blätter am Stamm inseriert sind. Dieses interessante Ergebnis ist allerdings nicht direkt zu vergleichen mit dem unserer Bestimmungen; es handelt sich bei den von uns untersuchten *Picea*-Nadeln um gleich alte Blätter, bei den Versuchspflanzen von LVOFF aber um sich nacheinander am Sproß entwickelnde Blätter.

III. Ascorbinsäure-Gehalt verdunkelter Pflanzen.

MOLDTMANN 1939 äußert sich über den Zusammenhang zwischen Ascorbinsäure und Licht in folgender Weise: „Bisher ist verschiedentlich schon die Frage aufgeworfen worden, in welcher Beziehung die Ascorbinsäuresynthese der Pflanzen zum Licht steht. Meist wurden nur die natürlichen Bedingungen geprüft, von denen die Pflanze im Freien abhängig ist.“ MOLDTMANN untersucht nun experimentell „wie groß die Menge der Ascorbinsäure in Blättern bei verringerter Lichteinwirkung bzw. Dunkelheit und bei zusätzlicher Belichtung ist“. Er fand eine bei verschiedenen Pflanzen sich verschieden stark auswirkende Verringerung des Vitamin-C-Gehaltes bei Verdunklung.

Unsere Versuche, die wir mit Sojabohnen-Pflanzen ausführten, bestätigen die Ergebnisse von MOLDTMANN. Die im Freiland kultivierten Soja-Pflanzen wurden durch einen Dunklsturz verschieden lang vom Licht abgeschlossen. Nach Beendigung der Dunkelzeit wurden einzelne Blätter abgenommen und der Vitamin-Gehalt bestimmt.

Soja (*Glycine hispida*)-Blätter
Vitamin C in mg%

Tag der Untersuchung	Vorausgehende Verdunklung in Stunden	Verdunkelte Blätter	Nicht verdunkelte Blätter
12. VI. 1944	8	203	280
16. VI. 1944	24	215	280
23. VI. 1944	18	195	280
26. VI. 1944	5	241	319
10. VII. 1944	48	100	202
12. VII. 1944	48	110	217

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die Sojabohnen (Blätter) zeigen also in Übereinstimmung mit anderen Pflanzen (MOLDTMANN) eine deutliche Verminderung ihres Ascorbinsäuregehaltes nach vorhergehender Verdunklung. Die Vitamin-C-Werte der verdunkelten Blätter liegen besonders dann beträchtlich unter denen der normal belichteten Pflanzen, wenn die Verdunklungsperiode sich über eine längere Zeitdauer (48 Stunden) erstreckt. Ob der Verlust an Vitamin C bei Verdunklung grüner Pflanzen auf Abwanderung, Verbrauch oder Zerstörung (reversibler oder irreversibler Oxydation) beruht, ist ungeklärt. MOLDTMANN hält eine Ableitung nicht für wahrscheinlich.

Demgegenüber fand ABERG 1946, daß die Abnahme des Vitamin-C-Gehaltes verdunkelter Blätter verlangsamt wird, wenn die Blätter vom Stamm abgetrennt werden.

IV. Ascorbinsäure-Gehalt reifender Samen.

Der Ascorbinsäure-Gehalt keimender Samen wurde schon wiederholt an verschiedenen Pflanzen eingehend untersucht (BISWAS und DAS 1937, MOLDTMANN 1939, WAI und Mitarbeiter 1947). Es hat sich dabei stets ein beträchtlicher Anstieg der in den keimenden Samen enthaltenen Vitamin-C-Menge ergeben.

Dagegen fehlen bisher Angaben darüber, in wiefern sich der Ascorbinsäuregehalt im Verlauf des Reifungsprozesses der Samen ändert. Da die Reifung der Samen, physiologisch betrachtet, in Stoffwechselvorgängen beruht, die gerade im entgegengesetzten Sinne verlaufen als die Keimung und da vollkommen ausgereifte, lufttrockende Samen im allgemeinen so gut wie Vitamin-C frei sind, so ist anzunehmen, daß die Ascorbinsäure mit fortschreitender Reifung in den Samen abnimmt. Über den Verlauf der Vitamin-Abnahme geben folgende Versuche mit *Pisum sativum* Aufschluß.

Die Erbsen (Sorte „Auslese-Konservenkönigin") wurde Ende März im Freiland angebaut. 10 Wochen nach der Aussaat wurde mit der Untersuchung der reifenden Samen begonnen. Die *Pisum*-Pflanzen waren zu diesem Zeitpunkt durchschnittlich 120 cm hoch, die Hülsen entsprechend der Aufblühfolge ungleich reif, die Samen demgemäß in der Größe sehr verschieden. Die Vitamin-Bestimmungen wurden in Zeitabständen von 6 bis 10 Tagen ausgeführt. Folgende Tabelle enthält die Vitamin-C-Werte der Versuchsserie a und b.

Pisum sativum-Samen

Tag der Untersuchung	Vitamin C Gehalt in mg% des Frischgewichtes	
	a	b
13. VI. 1943	121,7	127,9
23. VI. 1943	77	86
25. VI. 1943	86	85
30. VI. 1943	74,8	76
6. VII. 1943	56,5	64
16. VII. 1943	47,8	47
21. VII. 1943	28	—

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die in obiger Tabelle wiedergegebenen Vitamin-C-Werte sowie die kurvenmäßige Darstellung (Fig. 3) lassen erkennen, daß mit zunehmendem Reifegrad der Samen eine ziemlich gleichmäßige und in der Gesamtheit weitgehende Abnahme des Vitamin-C-Gehaltes erfolgt. Während in jungen grünen Erbsen ein Vitamin-C-Gehalt von ca. 125 mg% ermittelt wurde, war der Vitamin-Wert bei den großen ausgereiften Samen (ungefähr ein Monat später) auf etwa 30 mg% abgesunken. Die Angabe von HEINZE und Mitarbeiter 1947, daß von frischen Erbsen-Proben

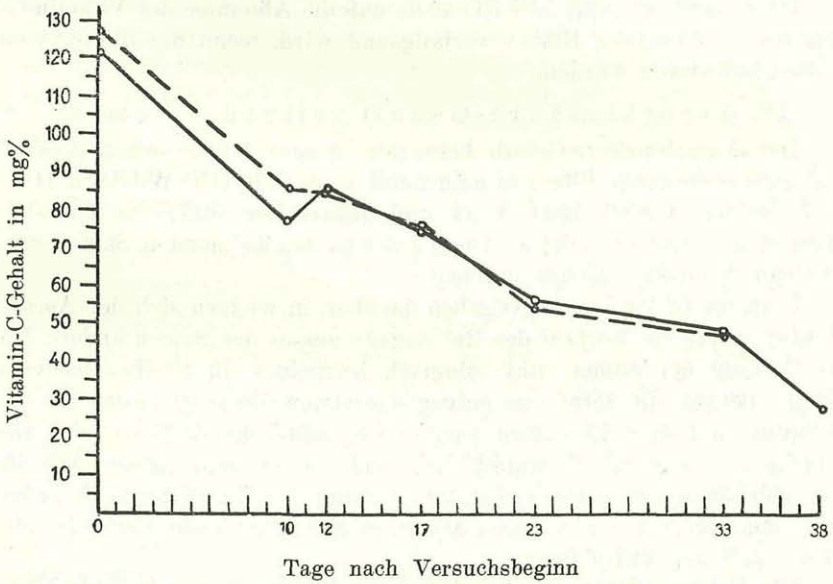

Fig. 3. *Pisum sativum.* Reifende Samen, Ascorbinsäure-Gehalt.

die kleinen Samen "the highest ascorbic acid content" aufweisen, dürfte damit im Zusammenhang stehen, daß diese wohl noch nicht voll ausgereift waren.

Mit welchen anderen Veränderungen und physiologischen Prozessen, die sich beim Reifungsprozeß abspielen, die Vitamin-C-Abnahme Hand in Hand geht, bleibt zu untersuchen. Wie aus den Studien von APPLEMAN 1918 hervorgeht, wird bei der Samenreifung die Intensität der Atmung nach und nach schwächer und erreicht zur Zeit des völligen Lufttrockenwerdens der Samen einen minimalen Wert. Es ist möglich, daß zwischen dem Abfall der Atmungsintensität und der Abnahme des Vitamin-C-Gehaltes im Verlaufe des Reifungsprozesses der Samen eine Beziehung besteht.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

V. Ascorbinsäure in Spinatblättern zu verschiedener Jahreszeit.

In der Praxis des Gemüsebaues wird Spinat zu verschiedenen Jahreszeiten angebaut und auch geerntet. Es wurde die Frage aufgeworfen, zu welcher Jahreszeit die Spinatblätter den höchsten Vitamin-C-Gehalt aufweisen. Zu den Versuchen wurde durchwegs einheitliches Saatgut der Spinat-Sorte „Matador" verwendet. Die Aussaat erfolgte in 14tägigen Abständen vom April bis November 1943 im Versuchsgarten des Pflanzenphysiologischen Institutes. Die zahlreichen ermittelten Werte sollen nicht in extenso mitgeteilt werden.

Wie zu erwarten war, ergaben die über die ganze Vegetationsperiode sich erstreckenden Bestimmungen ziemlich weitgehende Unterschiede im Ascorbinsäure-Gehalt. Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, sind doch die Blätter im Wechsel der Jahreszeiten nicht nur verschiedenen Tages- und Nachtlängen ausgesetzt sondern auch großen Unterschieden in der Temperatur und den sonstigen Vegetationsverhältnissen. Wiederholt hat es sich gezeigt, daß bei kurzen oder längeren Schönwetterperioden im Frühjahr und Sommer der Vitamin-C-Wert über 100 mg% (bis etwa 120) anstieg, nach kurzem starken oder länger anhaltendem Regen aber immer unter 100 mg% (bis etwa 66 mg%) absank.

Von besonderem Interesse aber war der Befund, daß die höchsten Werte des Vitamin-C-Gehaltes (150 bis 200 mg%) im November und Dezember bei Temperaturen knapp über Null Grad, ja selbst bei Temperaturen unter Null registriert wurden.

Das Minimum des Vitamin-Vorkommens fällt also bei regnerischem Wetter in den Juni. Dies steht in Übereinstimmung mit den Angaben anderer Autoren (HENKE 1936, KIRCHHEIM 1940), die an verschiedenen Pflanzen eine Verminderung des Vitamin-Gehaltes bei Regen festgestellt haben. Nach den Untersuchungen von WASIUTA 1949 dürfte dies durch die kutikulare Exkretion der Blätter, die auch die Ascorbinsäure erfaßt, verständlich sein.

Die Ursache des spätherbstlichen Ascorbinsäure-Reichtums der Spinatblätter ist unbekannt, man hätte eher, da bei tiefer Temperatur die Atmungsintensität herabgesetzt ist, zu dieser Jahreszeit eine Abnahme an Vitamin C erwartet. Nach ABERG 1946 enthalten Blätter, die bei 15° C wachsen um 30% mehr Vitamin C als die von Pflanzen bei 23° C.

VI. Ascorbinsäure-Gehalt von *Hedera*-Blättern im Winter

Die Lebensaktivität der Blätter immergrüner Pflanzen ist während der kalten Winterperiode stark herabgesetzt. Es wäre naheliegend, im

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Zusammenhang mit der Stoffwechsel-Inaktivierung auch eine Verminderung an Vitamin C in den Pflanzen im Winter im Freien zu vermuten. Dem entgegen finden wir in der Literatur Angaben, die dieser Vorstellung nicht entsprechen. NEUBAUER 1939 hat festgestellt, daß bei der Eibe die „Winternadeln" im März mehr Ascorbinsäure enthalten, als die gleichen Nadeln im Mai. Auch MOLDTMANN 1939 ermittelte für *Taxus*-Blätter ein ausgeprägtes Vitamin-Maximum im März. Am ausführlichsten sind die Untersuchungen von BUKATSCH 1943 über den jahreszeitlichen Verlauf des Ascorbinsäuregehaltes in den Blättern verschiedener Koniferen. Es findet z. B. für *Taxus* das Maximum erst im Mai, für *Picea* im März, für *Pinus* ebenfalls im März. Für nicht nadelförmige Laubblätter liegen anscheinend nur wenige Angaben vor. *Fagus sylvatica* weist das Maximum der Vitamin-C-Kurve anfangs Juli auf (MOLDTMANN 1939). Auch bei KIRCHHEIM 1940 sind einige einschlägige Angaben verzeichnet. KELLERMANN 1944 hat gefunden, daß Licht- und Schattenblätter von *Hedera Helix* im Winter den relativ hohen Wert von 96 bzw. 98 mg% aufweisen.

Die Frage scheint bisher nicht erörtert worden zu sein, ob wintergrüne Blätter, deren Stoffwechsel durch tiefe Wintertemperaturen im Freien herabgesetzt ist, wenn sie ins Gewächshaus unter günstige Temperaturverhältnisse gebracht werden, mit der dabei zu erwartenden Belebung des Stoffwechsels auch eine Erhöhung des Gehaltes an Vitamin C erfahren.

Es wurden Versuche mit Schattenblättern von *Hedera Helix* Ende November 1944 angestellt. Die Freilandtemperaturen schwankten damals zwischen 0° und 10° C. Die der Freilandpflanze entnommenen Blätter wurden im Licht bei Zimmertemperatur mit den Stielen in Wasser unter einem Glassturz bis zu 48 Stunden gehalten. Der Vitamingehalt der Versuchs- und der im Freiland belassenen Kontrollblätter schwankte um etwa 111 mg%. Der Aufenthalt bei Zimmertemperatur hatte keineswegs eine Erhöhung sondern eine sich mit der Versuchsdauer verstärkende Verminderung an Ascorbinsäure zur Folge. Dieses Ergebnis stimmt insofern mit den Beobachtungen an Spinatblättern überein, als auch bei diesen im Spätherbst im Freiland das Maximum an Vitamin C festgestellt wurde.

VII. Ascorbinsäure-Gehalt chlorophyllfreier Blätter.

Über den Ascorbinsäure-Gehalt von Albinos und anderer chlorophylldefekter Pflanzen liegen schon einige Angaben vor. WEBER 1940 hat die Literatur darüber zusammengestellt und eigene Beobachtungen mitgeteilt. 1950 erschien ferner eine Arbeit über *Cephalanthera*-Albinos, worin vermerkt wird, daß die albinotischen Pflanzen, wenn auch im

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Vergleich zu den grünen nur wenig, absolut genommen doch ziemlich viel Ascorbinsäure enthalten (MAIROLD und WEBER). Die Regel ist jedenfalls, daß chlorophylldefekte Blätter oder Blatteile weniger Vitamin C enthalten als grüne. Über eine Ausnahme, die grüne und gelbliche Nadeln von *Picea* betrifft, hat BUKATSCH 1943 berichtet.

Bei der Untersuchung von Albinos oder chlorophyllfreien Blättern ist man in hohem Grad vom Zufall abhängig, der einem das relativ seltene Material in die Hand liefert. Es erscheint daher erwünscht, wenn sich solches Material darbietet, die Untersuchung auf den Vitamin-C-Gehalt durchzuführen.

In einer Roßkastanienallee in der Nähe des Pflanzenphysiologischen Institutes treten seit einigen Jahren an einem Baum regelmäßig einzelne Zweige auf, deren Blätter entweder zur Gänze chlorophyllfrei, weiß, sind oder in einzelnen Teilen kein Chlorophyll ausgebildet haben.

Die Vitamin-C-Bestimmungen an solchen *Aesculus*-Blättern ergaben folgende Werte:

Normale grüne *Aesculus*-Blätter:	100 mg%	Ascorbinsäure
Panaschierte Blätter:	80 mg%	Ascorbinsäure
Weiße Blätter:	59 mg%	Ascoubinsäure

Eine Vitaminbestimmung an einer gelegentlich am Lineck bei Graz aufgefundenen *Daphne Mezereum*-Pflanze mit grünen und weißen Blättern hatte folgendes Ergebnis:

Normal grüne *Daphne*-Blätter:	319 mg%	Ascorbinsäure
Weiße Blätter:	269 mg%	Ascorbinsäure

Es liegen also bei *Aesculus Hippocastanum* und *Daphne Mezereum* wieder der Regel entsprechende Fälle vor, daß chlorophylldefekte Laubblätter weniger Vitamin C führen als normal grüne. Beachtenswert ist aber, daß der Vitamin-C-Wert der nicht grünen Laubblätter auch nicht gerade gering ist. Dabei bleibt die Frage unentschieden, ob die Ascorbinsäure in den nicht grünen Blättern selbst gebildet oder in diese zugeleitet wird.

VIII. Ascorbinsäure-Gehalt bei sauerstoffarmer Keimung

Eine der ersten Fragen, die von botanischer Seite über das Vorkommen und die Bedeutung der Ascorbinsäure in der Pflanze bearbeitet wurde, war die nach dem Zusammenhang dieses Vitamins mit den Wachstumsvorgängen. Der ruhende, lufttrockene Same enthält in der Regel überhaupt keine Ascorbinsäure, der wachsende Keimling aber eine mehr oder weniger große Menge davon. Es muß also im Verlauf des Keimungsvorganges eine Vitaminproduktion in der Pflanze vor sich gehen. Diese Vermutung wurde durch die Untersuchungen zahlreicher

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Forscher bestätigt. Genannt seien in dieser Hinsicht nur die Arbeiten von VIRTANEN 1937, SAASTEMOINEN 1933, v. HAUSEN 1935, EULER & KLUSSMANN 1933, HARRIS & RAY 1933, MOLDTMANN 1939, REID 1937, ABERG 1946, WAI 1947.

Damit, daß der Vitamingehalt bei der Keimung ansteigt, ist aber noch nicht geklärt, mit welchem der zahlreichen Teilvorgänge, die bei der Keimlingsentwicklung ablaufen, die Ascorbinsäure in Beziehung steht. Es ist schon lange bekannt, daß bei der Keimung die Atmungsintensität ansteigt. (Lit. bei PFEFFER 1897, CZAPEK 1921, KOSTYTSCHEW 1926, STILES & LEACH 1936). Man hat daher vielfach vermutet, daß zwischen dieser Atmungsintensivierung und der Vitaminvermehrung ein Zusammenhang besteht. In dieser Hinsicht war es von Interesse, ob der Vitamin-C-Gehalt auch dann ansteigt, wenn die Keimung bei behinderter Atmung unter Sauerstoffmangel vor sich geht.

Als Versuchspflanze wurde die Sojabohne (*Glycine hispida*) gewählt, weil diese als Ölsame einen besonders hohen Bedarf an Sauerstoff bei der Keimung besitzt. Es schien nicht zweckmäßig, die Keimung in Wasserstoff- oder Stickstoffatmosphäre vor sich gehen zu lassen, da sie bei Ölsamen dabei zu rasch zum Stillstand kommt. Die Keimung sollte vielmehr unter sich allmählich steigerndem Sauerstoffmangel verlaufen. Die angequollenen Samen kamen daher in luftdicht verschlossenen Gläsern im Dunkel zur Keimung, die Kontrollen aber unter Luftzutritt. Die Vitaminbestimmung erfolgte am 3. bzw. 5. Tage der Keimung oder erst am 6. und 8. Tag.

Ergebnis: Die bei Sauerstoffmangel keimenden Sojasamen enthielten etwas mehr Ascorbinsäure als die normal aerob keimenden Samen. Der Unterschied ist allerdings recht gering, in einzelnen Fällen ist überhaupt kein Unterschied festzustellen.

Über die Änderung des Atmungsstoffwechsels (CO_2-Ausscheidung), wenn keimende Samen aus der Luft in eine Stickstoffatmosphäre übertragen werden, berichten STILES & LEACH 1936. Über das Verhalten der Fett speichernden Samen haben insbesondere LEACH & DENT 1934 Untersuchungen angestellt. In den Ölsamen erfolgt ein plötzlicher und rapider Abfall der CO_2-Ausscheidung. Es ist überraschend, daß der Vitamin-C-Gehalt dabei nicht wesentlich beeinflußt wird[1]). Es wäre von Interesse zu wissen, ob sich Stärkesamen dabei ebenso verhalten. AHMAD 1946 gibt an, daß, während die Keimlinge anderer Pflanzen im Licht ihren Vitamin-C-Gehalt verdoppeln, dies bei den Sojabohnen nicht der Fall ist. AHMAD meint, dies sei durch den geringen Gehalt der Sojabohnen an Kohlehydraten bedingt.

---

[1]) Nach THORNTON (Lit. bei CROCKER 1948) verursachte eine Anreicherung von CO_2 in der Luft a great fall in ascorbic acid in some fruits and vegetables.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

IX. Ascorbinsäure-Gehalt wurzelknöllchenfreier Leguminosen

Durch die Symbiose mit *Bacillus radicicola* in den Wurzelknöllchen sind die Leguminosen besonders in stickstoffarmen Böden ernährungsphysiologisch im Vorteil gegenüber Pflanzen, die den Luftstickstoff nicht verwerten können. Es wurde untersucht, ob sich Leguminosen, die ohne Wurzelknöllchen gezogen werden, von in Symbiose lebenden Pflanzen in ihrem Vitamin-C-Gehalt unterscheiden.

Zu den Versuchen wurden *Lupinus albus*-Pflanzen verwendet; sie wurden einerseits in gewöhnlicher Gartenerde bzw. mit solcher infiziertem Quarzsand, andererseits in durch Erhitzen auf 120° C sterilisierter Erde oder Sand, aus sterilisierten Samen in drei Versuchsreihen (Mai, Juni, September 1943) gezogen. Fünf Wochen nach der Aussaat wurde der Vitamin-C-Gehalt der Blätter bestimmt. Die steril gehaltenen Pflanzen hatten an den Wurzeln keine Knöllchen, die in nicht sterilem Boden (Sand) wurzelnden Pflanzen mehr oder weniger reichen Knöllchenbesatz an den Wurzeln.

Lupinus albus-Blätter

Tag der Untersuchung	Vitamin-C-Gehalt in mg%	
	Pflanzen ohne Wurzelknöllchen	Kontrollen
30. VI. 1943	213	193
	210	200
6. VII. 1943	137	129
	130	120
13. VII. 1943	153	147
	168	145
21. VII. 1943	163	113
2. VII. 1943	159	156
7. VII. 1943	188	147
13. VII. 1943	179	165
21. VII. 1943	202	177
10. XI. 1943	242	209
12. XI. 1943	245	226
17. XI. 1943	214	200
19. XI. 1943	203	162
24. XI. 1943	231	173
26. XI. 1943	193	182
29. XI. 1943	191	188
1. XII. 1943	215	203
3. XII. 1943	202	168

Die in obiger Tabelle mitgeteilten Zahlen zeigen, daß stets die Blätter der wurzelknöllchenfreien Lupinen mehr Ascorbinsäure enthalten als die der Pflanzen mit Wurzelknöllchen. Die Durchsicht der Wurzeln ließ darüber hinaus deutlich erkennen, daß diejenigen Pflanzen in ihren Blättern am meisten Vitamin C enthielten, die an den Wurzeln am wenigsten Knöllchen aufwiesen.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die Symbiose der Leguminosen mit *Bacillus radicicola* wird heute als der Ausdruck eines fluktuierenden Kampfes zwischen beiden Komponenten aufgefaßt (Lit. bei SCHAEDE 1943), wobei zuerst die Bakterien, später aber die Leguminose als Parasit bezeichnet werden kann. Die Untersuchung über den Vitamin-C-Gehalt der Leguminosen müßte über einen längeren Zeitraum ausgedehnt werden, um sagen zu können, ob nicht etwa die wurzelknöllchentragenden Pflanzen in einem späteren Entwicklungsstadium, wenn sie Nutzen aus der „Symbiose" zu ziehen beginnen, mehr Ascorbinsäure enthalten als die im sterilen Boden gezogenen knöllchenlosen Pflanzen.

Zusammenfassung

1. Nach Verletzung steigt in der Kartoffelknolle der Ascorbinsäure-Gehalt bis auf das zehnfache des ursprünglichen Wertes an, bei der Küchenzwiebel auf das zirka eineinhalbfache, beim reifen Apfel wird durch Verletzung dagegen der Vitamin-C-Gehalt nicht erhöht, er sinkt vielmehr ab.
2. Der Ascorbinsäure-Gehalt von *Picea Abies*-Gipfelnadeln ist beträchtlich höher als der von Basisnadeln.
3. Bei Verdunklung von *Glycine hispida*-Pflanzen verringert sich der Vitamin-C-Gehalt der Blätter.
4. Beim Reifungsprozeß der Samen von *Pisum sativum* findet ein allmählich fortschreitendes Absinken des Gehaltes an Ascorbinsäure statt.
5. Die Blätter von im Freiland gezogenen *Spinacia oleracea*-Pflanzen haben den höchsten Vitamin-C-Gehalt im Spätherbst bei Temperaturen zwischen 0° und 10° C.
6. Der Ascorbinsäure-Gehalt von *Hedera Helix*-Blättern, die im Winter ins Warmhaus gebracht werden, erhöht sich unter den günstigen Vegetationsbedingungen nicht.
7. Der Ascorbinsäure-Gehalt chlorophylldefekter (weißer) Blätter von *Aesculus Hippocastanum* und *Daphne Mezereum* ist wesentlich geringer als der normalgrüner Blätter.
8. Im Ascorbinsäure-Gehalt keimender Samen von *Glycine hispida* ist kein wesentlicher Unterschied, ob die Samen unter aeroben oder anaeroben Bedingungen keimen.
9. Die Blätter von in sterilem Boden wurzelknöllchenfrei gezogener *Lupinus albus*-Pflanzen enthalten mehr Ascorbinsäure als die Blätter der Pflanzen mit Wurzelknöllchen.

Literatur

ABERG 1946: Effect of light and temperature on the ascorbic acid content of green plants. Lantbrukshögskolans Annaler **13**.

AHMAD 1946: Observations on ascorbic acid. Ann. Biochem. Exper. Med. **6**.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

APPLEMAN 1918: Respiration and catalase activity in sweet corn. American Journ. Botany **5**.

BERSIN 1939: Kurzes Lehrbuch der Enzymologie. 2. Aufl. Leipzig.

BISWAS & DAS 1937: A comparative study of vitamin C in a few germinated oilseeds. Science and Culture **3**.

BÖHM 1887: Über die Respiration der Kartoffel. Bot. Ztg. **45**.

BUKATSCH 1939/40: Über die Rolle der Ascorbinsäure in den Chloroplasten. I. u. II. Planta **30** u. **31**.

— 1942: Bestimmung des Ascorbinsäuregehaltes. Protoplasma **36**.

— 1943: Über den Ascorbinsäuregehalt der Coniferen-Nadeln. Vitamine und Hormone **4**.

— 1943 a: Der Ascorbinsäuregehalt von Laub- und Blumenkronblättern einiger Liliifloren. Protoplasma **37**.

CROCKER 1948: Growth of Plants. New York.

CZAPEK 1921: Biochemie der Pflanzen. 2. Aufl. Jena.

DAVIES, ATKINS & HUDSON 1937: The effect of ascorbic acid on the regeneration and germination of plants. Ann. Bot. N. **1**.

DISCHENDORFER 1937: Über den histochemischen Nachweis von Vitamin C in Pflanzen. Protoplasma **28**.

DOROFJEFF 1908: Beitrag zur Kenntnis der Atmung verletzter Blätter. Ber. deutsch. bot. Ges. **20**.

GIROUD 1938: L'acide ascorbique dans la cellule et les tissus. Protoplasma-Monographien **16**. Berlin.

GUTHRIE 1937: Contrib. Boyse Tompson Institute **9**. Zitiert nach LVOFF.

HAUSEN, v. 1935: Effect of vitamin C on the growth of plants. Suamen Kem. **8**.

HEINZE, HAYDEN & WADE 1947: Vitamin studies of varieties and strains of peas. Plant Physiology **2**.

HENKE 1936: Neue Erkenntnisse über das natürliche Vorkommen des reduzierenden Körpers in pflanzlichen Produkten. Dissertation Frankfurt a. M.

HÖRMANN 1941: Unsere natürlichen Vitamin-C-Spender. München.

— 1941 a: Die Sanddornbeere. München.

JOHNSTONE 1925: Effect of wounding on respiration. Bot. Gaz. **79**.

KARMAHOWA 1936: Zitiert nach LVOFF.

KELLERMANN 1944: Das Vitamin C in der Pflanze. Dissertation Graz.

— 1949: Studien über den Vitamin-C-Gehalt der Pflanzen. Phyton **1**.

KIRCHHEIM 1940: Über die zeitliche und örtliche Verteilung von Vitamin C in höheren Pflanzen. München.

KOSTYTSCHEW 1931: Pflanzenatmung. Berlin.

LAMPITT, BAKER & PARKINSON 1945: Vitamin C content of potatoes. I. Distribution in the potato plant. J. Soc. chem. Indust. London **64**.

LEACH & DENT 1934: Researches on plant respiration. III. Proc. Roy. Soc. London. B/**116**.

LVGOFF, GUZEWITSCH i PANTELEJEW 1945: O funktionalnom snatschenii witamina c dlja rastjenija. On the funktional role of vitamin C in plants. Utschenüje sapiski lgy **75**.

MAIROLD und WEBER 1950: Notiz über *Cephalanthera* Albinos Protoplasma **39**.

MATHOT 1945: Factoren die de variatie van het vitamine C in de plant bepalen. Mededeel. Inst. Onderzoek verwerking van fruit en groenten te Wageningen: Reeks I, No. 15.

©Verlag Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., Horn, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

MIRIMANOFF 1938: A propos de la réaction de Molisch. Rev. gén. Bot. **50**.
— 1939: Remarques sur la réduction du nitrate d'argent au niveau des chloroplastes. Rev. gén. Bot. **51**.
— 1940: Récents traveaux sur l'origine et la localisation de la vitamin C dans les végétaux. Officina Wander, Bern.
MOLDTMANN 1939: Untersuchungen über den Ascorbinsäure-Gehalt der Pflanzen. Planta **30**.
MÜLLER-THURGAU 1885: Beitrag zur Erklärung der Ruheperioden. Landw. Jahrb. **14**.
NEUBAUER 1939: Das Vitamin C in der Pflanze. Protoplasma **33**.
PEKAREK 1938: Die Lokalisation des Silbernitrat-Reductors in den Chloroplasten. Protoplasma **30**.
PFEFFER 1897: Pflanzenphysiologie **1**. Leizig.
PFEIFFER 1940: Ca-Mangel und Vitamin-C-Gehalt von *Vicia Faba*-Keimlingen. Protoplasma **33**.
PRIESTLEY 1923: The healing of wounds in potato tubers. Ann. applied Biol. **10**.
PROKOSCHEN 1942: Biochimija **7**, zitiert nach LVOFF.
REID 1937: Localization of ascorbic acid in the cowpea plant. Amer. J. Bot. **24**.
RICHARDS 1896: The respiration of wounded plants. Ann. Bot. **10**.
SAID & SNISNINY 1947: Respiration and nitrogen metabolism of whole and sliced radish roots. Plant Physiology **22**.
SCHAEDE 1943: Die pflanzlichen Symbiosen. Jena.
SMIRNOFF 1903: Influence des blessures sur la respiration. Rev. gén. Bot. **15**.
STICH 1891: Die Atmung der Pflanzen bei verminderter Sauerstoffspannung und bei Verletzung. Flora **74**.
STILES 1935: Respiration. Bot. Rev. **1**.
STILES & LEACH 1936: Respiration in plants. London.
STRATSCHINSKI & RUBIN 1936: Biochimija. Zit. nach BERSIN.
SUGAWARA 1939: Studies on the formation of ascorbic acid in plants I. Japan. J. Bot. **10**.
VIRTANEN, v. HAUSEN & SAASTEMOINEN 1933: Untersuchung über die Vitaminbildung in den Pflanzen. Biochem. Z. **267**.
WAI & BISHOP 1947: The vitamin content of soy beans as a function of germination time. Plant Physiology **22**.
WASIUTA 1949: Über Vitamin C in der Pflanze. Öst. bot. Z. **96**.
WEBER 1939: Notizen über den *Drosera*-Tentakel-Schleim. Protoplasma **31**.
— 1940: Vitamin-C-Gehalt von Albinos und panaschierten Pflanzen. Protoplasma **35**.
— 1940 a: Silbernitratgelatine zur Tüpfelreaktion auf Vitamin C. Wiss. Jahrb. Univ. Graz 1940.
— 1940 b: Vitamin-C-Gehalt gefütterter Drosera-Blätter. Ber. deutsch. bot. Ges. **58**.
— 1940 c: Frühtreiben und Vitamin-C-Gehalt. Protoplasma **34**.
— 1942: Vitamin C im Nektar von *Fritillaria imperialis*. Protoplasma **36**.
— 1949: Vitamin C im Bestäubungstropfen von *Taxus*. Phyton **1**.
— 1949 b: Vitamin-C-Gehalt des *Sauromatum*-Spadix. Protoplasma **39**.
ZILVA, KIDD & WEST 1938: Ascorbic acid in the metabolisme of the apple fruit. New Phytologist **37**.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1950

Band/Volume: 2_1-3

Autor(en)/Author(s): Medawara Mohamed Rida

Artikel/Article: Notizen über Vitamin C in der Pflanze. 193-212