

Ascorbinsäure-Gehalt und Atmungsintensität

Von

Franz BUKATSCH

(Aus dem Botanischen Institut der Universität München)

Mit 1 Abbildung

Eingelangt am 7. November 1951

a) Der Vitamin C-Gehalt von Blättern der Nord- und Südflanke von Laubbäumen

Anlässlich der Untersuchung von Gymnospermen stellte ich 1943 erstmalig starke Unterschiede im Vitamin C (= V. C)-Gehalt bei Blättern der Nord- und Südflanke desselben Baumes fest. Inzwischen wurden diese Befunde auch von anderer Seite bestätigt (SEYBOLD u. MEHNER, 1948). Nun erschien es wünschenswert, die Untersuchung auch bei Laubbäumen auf breite Basis zu stellen. Wir hatten bisher mit unserer Methode an unseren Versuchspflanzen stets nur geringe Mengen Dehydroascorbinsäure feststellen können (unter 10% der Gesamt-reduktion), so daß wir auf eine gesonderte Bestimmung der oxydierten Form des V. C verzichten zu können glaubten; die ausführlichen Versuche obengenannter Autoren erbrachten aber mit einer etwas abgeänderten Methode nach EMERIE u. van EEKELEN erhebliche Mengen Dehydroascorbinsäure. Da uns diese Befunde aber durch Verluste während der Aufarbeitung bedingt erscheinen, ließ ich von verschiedenen Mitarbeitern (MOSER, LEDERLE, HAGEN, DORSCH) diese methodisch außerordentlich wichtige Frage durch Parallelbestimmungen am gleichen Material nach beiden Methoden möglichst klären. Pflanzen mit geringem V. C-Oxydasengehalt geben nach beiden Methoden praktisch gleiche Werte, wie am Beispiel der Blätter von Gartenkresse (*Lepidium sativum*) aus Versuchen von E. MOSER erwiesen sei (Tab. 1):

Tabelle 1

	Methode	A. S.	D. A. S.	V. C gesamt
Probe 1	Seybold-Mehner eigene M.	67	4	71
		66	3	69
Probe 2	Seybold-Mehner eigene M.	75	2	76
		75	1	77

Vitamingehalt junger Kresseblätter in mg/100 g Frischgew.

A. S. = direkt reduzierende Ascorbinsäure.

D. A. S. = Dehydroascorbinsäure.

Bei oxydasenhaltigen Pflanzen ergaben sich dann bedeutende Abweichungen, wenn nicht das möglichst wenig vorzerkleinerte Material raschestens in 20 % iger Metaphosphorsäure zerrieben wird und erst nachher durch Wasserzusatz die Verdünnung auf 2% Metaphosphorsäure erfolgt. Nach dieser unserer Vorschrift werden durch die starke, eiweißfällende Säure die Oxydasen weitgehend ausgeschaltet. Ein weiterer wesentlicher Unterschied liegt darin, daß wir nach Schwefelwasserstoffeinleitung und Vertreiben desselben aus der mit Schlammkreide abgestumpften Lösung mit Metaphosphorsäure wieder auf p_H -2 ansäuern und nur die augenblickliche, d. h. innerhalb von 2—3 Sek. erfolgende Reduktion des Tillmans Indikators als für V. C spezifisch ansehen. Nachdem wir schon früher auf die Bedeutung dieses Umstandes hingewiesen haben, veröffentlichten 1943 LAUERSEN und ORTH ausführliche photometrische Untersuchungen über V. C-Bestimmungen mit dem Tillmans Indikator, die klar erweisen, daß im Gegensatz zu einer großen Zahl störender Begleitstoffe die Ascorbinsäure durch Momentanreduktion des Farbstoffes ausgezeichnet ist. Wenn man aber, wie dies noch meist geschieht, 30 Sekunden als Entfärbedauer festsetzt, bekommt man leicht zu hohe Werte, diese Gefahr ist gerade nach H_2S -Behandlung besonders groß, da hier bekanntlich die Titrationen anscheinend durch Neubildung vitaminfremder Störstoffe, häufig zum sogen. „Ziehen“ neigen. Dieser Fragenkomplex wird von uns weiterverfolgt und wir hoffen bald darüber ausführlich berichten zu können.

Bei strenger Einhaltung unserer Vorschrift (1942, 1943) sind nicht nur die Schwankungen der unmittelbaren Reduktionswerte benachbart entnommener Proben desselben Baumes in der Regel kleiner als 10%, sondern auch die nach H_2S -Behandlung ermittelten Zunahmen der Reduktion bleiben unter dieser Größe. In 20 von 130 von E. MOSER (1950) untersuchten Fällen betrug der D. A. S.-Wert 10 mg% oder mehr, aber selbst da machte er meist viel weniger als $\frac{1}{10}$ des Gesamt-V. C-Gehaltes aus; bei 63 Fällen, also rund der Hälfte der Versuchspflanzen, wurden nur Spuren Dehydroascorbinsäure gefunden (vgl. die folgenden Tabellen 2 und 3).

Nachdem wir also die Fragen der Aufarbeitung und Bestimmungsmethoden hinreichend geklärt hatten, wurden nun im Verlauf von 2 Vegetationsperioden die Blätter der Nord- und Südflanken verschiedener Laubhölzer des Münchener Botanischen Gartens auf ihren V. C-Gehalt regelmäßig untersucht¹⁾. In Tabelle 3 sind die Mittelwerte aus je

¹⁾ Fr. l. Dipl.-Apoth. Dr. E. MOSER untersuchte auf meine Anregung Jahresgänge im V. C-Gehalt; ihre Ergebnisse sind hier teilweise mitverwendet.

4—5 in zweiwöchigen Abständen durchgeführten Bestimmungen während der Monate Juli und August 1950 zusammengestellt. Alle Bäume

Tabelle 2

(Juli und August 1949. N = Nordflanke, S = Südflanke)

	I	II	Abweichg. in %
<i>Aesculus hippocastanum</i> (N)	180	170	5,6
<i>Ulmus laevis</i> (N)	181	172	4,4
<i>Cornus alba</i> (S)	340	305	10,3
<i>Acer insigne</i> (N)	193	180	6,7
<i>Acer insigne</i> (S)	222	204	8,2
<i>Tilia japonica</i> (S)	225	221	1,8
<i>Salix alba</i> (N)	171	162	5,3
<i>Cornus mas</i> (N)	223	210	5,8
<i>Ulmus Dippeliana</i> (N)	109	109	—

Ascorbinsäurewerte zweier benachbart entnommener Proben in mg/100 g Blattfrischgewicht.

standen frei, von anderen unbeschattet; die Probenentnahme erfolgte nord- und südseitig in 1,5—2 m Höhe am äußeren Kronenrand. Die Gesamt V. C-Werte liegen nur unwesentlich höher als die Ergebnisse der direkten Titration; demnach ist der normalerweise in frischen

Tabelle 3

Pflanze	A. S. (dir. Red.)		V. C (nach H ₂ S—Beh.)		V. C — Verhältn. S/N
	N	S	N	S	
<i>Ulmus laevis</i>	188	230	192	249	1,3
<i>Ulmus Dippeliana</i>	121	131	124	135	1,09
<i>Aesculus hippocastanum</i>	130	170	133	176	1,32
<i>Cornus mas</i>	228	298	228	301	1,32
<i>Cornus alba</i>	270	309	282	314	1,12
<i>Sambucus nigra</i>	286	356	286	359	1,26
<i>Corylus avellana</i>	302	305	306	314	1,04
<i>Betula pendula</i>	268	310	270	315	1,17
<i>Alnus viridis</i>	177	215	182	216	1,19
<i>Acer insigne</i>	113	233	116	240	2,07
<i>Salix alba</i>	175	179	178	186	1,05
<i>Tilia japonica</i>	199	234	202	239	1,18
<i>Fraginus oxycarpa</i>	153	160	158	165	1,04

Vitamingehalte von Blättern der N- und S-Flanke verschiedener Laubbölder (in mg/100 g Frischgew.).

Blättern enthaltene Dehydroascorbinsäureanteil gering. (In blattferneren Teilen, Sproßachse, Zweigen, Stamm nimmt allerdings der D. A. S.-Anteil zu.)

Deutlich höhere V. C-Gehalte der Südflanke lassen sich vielfach erkennen: um 30% und mehr bei *Aesculus hippocastanum*, *Cornus mas* und *Ulmus laevis* (die Streubreiten im V. C-Gehalt dieser Pflanzen liegen — entspr. Tabelle 2 — nicht höher als 4—6%).

Alnus viridis, *Tilia japonica*, *Sambucus nigra*, *Betula pendula*, *Cornus alba* weisen südseitig 10—26% mehr V. C in den Blättern auf. Die auffallend hohen an *Acer insigne* 1950 festgestellten Unterschiede können nicht als Zufallsergebnis gewertet werden, da jeder Zahl 5 Einzelwerte zugrundeliegen.

Unterschiede unter 10%, wie bei *Corylus avellana*, *Salix alba* u. *Fraxinus oxycarpa*, wollen wir in Anbetracht der möglichen Streubreite (vgl. Tab. 2) nicht als kennzeichnend hinstellen.

Im Jahresdurchschnitt wiesen die untersuchten Laubhölzer V. C-Gehalte von 100—300 mg% auf; die Cornaceen können mit 220 bis 270 mg% als gute, die Betulaceen mit rund 200—350 als sehr gute Vitaminträger angesprochen werden. Der hohe V. C-Gehalt der Rosaceen ist bekannt; wir konnten bei gelegentlichen Untersuchungen an baumförmigen Rosaceen, wie *Malus purpurea* und *Crataegus monogyna*, ebenfalls Werte von über 300 mg% in den Blättern finden. Die Juglandaceen nehmen unter den Laubbäumen eine Sonderstellung ein: drei untersuchte Vertreter der Familie (*J. regia* mit 395 mg%, *J. fallax* mit 630 und *J. Sieboldiana* mit 655 mg%) lassen an Vitamin C-Gehalt die anderen Laubbäume weit hinter sich. Die hohen Reduktionswerte von Nußbaumblättern waren schon mehrfach aufgefallen; neuerdings befaßten sich STADELMANN u. MIRIMANOFF (1950) mit der Frage nach ihrer Ursache. Auch wir fragten uns, wieweit reduzierende Begleitstoffe ohne Vitamincharakter beteiligt sein können. In erster Linie kommt hier das Hydrojuglon in Frage, das sich aus den Blättern und dem Pericarp von *Juglans regia* gewinnen läßt (MOLISCH, 1921). Die Ergebnisse über den Einfluß dieses Stoffes auf die Tillmans-Titration gehen auseinander: KUHN u. SCHÄFER (1929) fanden nur geringe Wirkung (unter 10%), BREINLICH stellte 1942 fest, daß etwa 15% des Titrationswertes von Nußblättern Juglon und Gerbstoffen zuzuschreiben seien. STADELMANN u. MIRIMANOFF (l. c.) machen Hydrojuglon für $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{3}$ des Reduktionswertes verantwortlich. SEYBOLD und MEHNER nehmen auf Hydrojuglon in der eingangs erwähnten Arbeit keine Rücksicht und finden rund 900 mg% V. C in Nußblättern.

Um die Gerbstoffe auszuschalten, wandten wir die von mir 1942 beschriebene Hautpulvermethode an; die Reaktion mit Fe-Salzen wurde

darauflin negativ, die Titrationswerte sanken aber kaum merklich. Nach Ausschüttelung mit peroxydfreiem Äther sank die Reduktion um durchschnittlich 6% (4,8—7,5%). Frl. Dr. E. MOSER isolierte im Mai 1950 aus Blättern kristallisiertes Juglon, dieses wurde in alkohol. Lösung unter HPO_3 -Zusatz im Schwefelwasserstoffstrom zur Farblosigkeit reduziert. Nach Entfernen des Schwefelwasserstoffs ergab sich ein Reduktionswert von rund 10% des Gesamtwertes; somit kann geschlossen werden, daß die hohen V.C-Gehalte nach der chem. Bestimmungsmethode bei Nußblättern tatsächlich reell sind. In weiterem Gegensatz zu den übrigen Laubbäumen, die im Jahreslauf ein $\pm$ breites sommerliches V.C-Maximum aufweisen, zeigten die von uns untersuchten *Juglans*arten einen steilen Gipfel Mitte Juli (die Höchstwerte f. *J. fallax* betrugen nordseitig 860, südseitig 1000 mg%).

b) Vitamin C-Gehalt und Atmungsintensität

MEDAWARA beschrieb 1950 eine deutliche Lichtabhängigkeit des V.C-Gehaltes an der Fichte: die Nadeln der Gipfelregion in 20 m Höhe wiesen im Mittel 401 mg%, die Blätter in 2 m Höhe dagegen nur 273 mg% V.C auf. Besonders interessant sind auch die Vermutungen, die dieser Autor bezüglich eines Zusammenhanges zwischen V.C-Spiegel und Atmungsgröße auf Grund seiner Versuche an verletztem Kartoffel- und Zwiebelgewebe ausspricht (S. 200): „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 Vitaminzunahme den primären Vorgang darstellt.“

Die von uns an Nadel- und Laubhölzern festgestellten Unterschiede im Ascorbinsäurespiegel je nach Exposition bei ein und derselben Pflanze boten nun den Anreiz, die Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen V.C-Gehalt und Atmungsintensität weiterzuführen. Größere V.C-Unterschiede, als sie oben beschrieben wurden, waren dadurch zu erwarten, daß südseitig am Kronenrand, nordseitig aber im lichtarmen Inneren der Krone die Blattentnahme erfolgte; tatsächlich werden dann, wie die folg. Tabelle 4 erweist, die Differenzen noch deutlicher. Allerdings darf bei Atmungsbestimmungen dabei der Umstand nicht übersehen werden, daß noch andere Faktoren, vor allem der unterschiedliche anatomische Bau der Sonnen- und Schattenblätter (Zahl der Stomata, Mesophyllentwicklung, Interzellularvolumen u. dgl. (WYLIE, 1951) die Stärke des Gaswechsels mitbestimmen können. Neben vergleichenden Atmungsbestimmungen an solchen Sonnen- und Schattenblättern wurden deshalb auch V.C-Fütterungsversuche benachbarter Blätter vorgenommen.

Methode der Atmungsbestimmung

Ein durch Natronkalk kohlendioxidfreier Luftstrom wurde nach Passieren eines Rezipienten, in dem sich die Versuchszweige verdunkelt befanden, in ein Absorptionsrohr mit Barytlauge geleitet. Durch anschließende Rücktitration mit eingestellter Säure konnte die CO_2 -Entwicklung der Blätter errechnet werden. Die ganze Apparatur wurde doppelt, und zwar streng symmetrisch aufgebaut, so daß gleichzeitig von der gleichen Pflanze Nord- und Südweige im Versuch standen. Da sich aus den oben erwähnten Bauunterschiede zwischen Sonnen- und Schattenblättern die Blattflächen als Bezugsgrößen schlecht eigneten, wurden die Atmungswerte auf das Blattfrischgewicht berechnet. Die Ergebnisse der abschließenden V. C-Bestimmung wurden auch wie üblich auf das Frischgewicht bezogen.

Besondere Sorgfalt wurde auf tunlichste Herabsetzung der Fehlermöglichkeiten bei der CO_2 -Titration verwendet: bei allen Handhabungen vom Füllen des Absorptionsrohres bis zum Abschluß der Rücktitration mit Oxalsäure wurde die Einwirkung der Luftkohensäure folgendermaßen weitestgehend ausgeschaltet:

1. Füllung und Entleerung der Absorptionsrohre erfolgte ohne Zutritt CO_2 -haltiger Außenluft.

2. Die Titrationskolben waren verschließbar und mit CO_2 -freier Luft gefüllt; von der Abfüllung aus dem Absorptionsrohr bis zum Ende der Titration konnte Außenluft praktisch nicht an die Lauge gelangen.

Zur Erreichung dieses Zweckes wurden die zur Titration verwendeten Weithalslerlenmeyerkolben (100 ccm) durch einen Gummistopfen mit doppelter Bohrung verschlossen, in dem 2 ungleich weite Glasrohrstücke mit Schlauchansätzen und Federquetschhahn befestigt waren. Nach Einleitung CO_2 -freier Luft wurden die Kölbchen mit dem Quetschhahn verschlossen. War der Atmungsversuch beendet, wurde das Kölbchen mit dem weiteren Schlauchansatz über das Abflußrohr (a) des Absorptionsgefäßes geschoben (vgl. Abb. 1) und der Inhalt des Absorptionsrohres mittels Handgebläses (h) hineingedrückt. Die Titration mit n/44 Oxalsäure erfolgte aus einer Bürette (V), deren verlängertes dünnes Abflußrohr (b) ähnlich wie beim Absorptionsgefäß (A) durch die weite Bohrung des Stopfens ragte. Da während Füllung und Titration Luft aus dem Kölbcheninneren durch das engere Röhrchen des Kolbenverschlusses entweicht, kann während all dieser Vorgänge keine Außenluft eindringen und die Bestimmung stören. Als Indikator diente Phenolphthalein.

Die Luftförderung für die Versuche erfolgte durch elektromagnetische Pumpen, wie sie zur Aquarienbelüftung verwendet werden (P). Der durch Schraubenquetschhähne (S) geregelte Luftstrom passierte der Reihe nach je einen großen Natronkalkturm (T) zur Entfernung der Kohlensäure, dann den Behälter (B) mit dem Versuchsmaterial und schließlich das Absorptionsgefäß (A). In diesem war zur feinen Verteilung des Gasstromes eine Glasinterplatte (si) eingeschmolzen, zur noch weiteren Verringerung der Blasen-

größe erhielt die Barytlauge noch einen kleinen Butanolzusatz. Als Behälter für die frisch aus dem Freiland gehaltenen, zu ungefährtem Größenabgleich rasch gewogenen und an der Schnittstelle in ein Röhrchen mit Wasser getauchten Zweige dienten innen paraffinierte Blechdosen. Der Deckel wurde mit einem warm aufgetragenen Gemisch von Vaseline, Wachs und

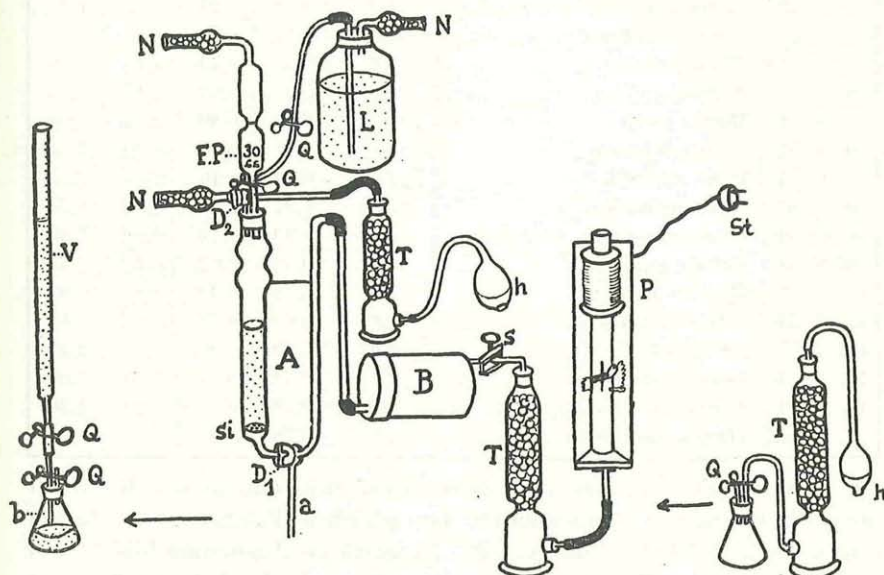


Abb. 1. Schema der Versuchsanordnung zur Atmungsbestimmung. Rechts: CO_2 -freie Kõlbchenfüllung. Mitte: Atmungsapparatur. Links: CO_2 -freie Titration. — A = Absorptionsrohr mit Barytlauge, si = dessen Sinterplatte, a = Abflußrohr. — B = Behälter für das Pflanzenmaterial. — L = Barytlauge-Vorratsflasche. — P = Elektro-Luftpumpe. — V = Bürette mit Oxalsäurelösung, b = deren Ablauf. — T = Natronkalktürme. — St = Stromanschluß. — N = Natronkalkrõhrchen. — FP = Füllpipette. — h = Handgebläse. — $D_1 D_2$ = Dreiweghähne. — Q = Federquetschhähne. — s = Schraubquetschhahn.

Kautschuk („Porometerkitt“) abgedichtet; an der Eintrittsstelle des Zu- und Abflußrohres in die Dose befand sich zur besseren diffusen Verteilung des Gasstromes ein Wattebausch. Während der jeweils einstündigen Versuchszeit blieb die Temperatur im Laboratorium praktisch konstant, sie ist für jede Versuchsreihe in Tabelle 4, welche eine Zusammenstellung der Ergebnisse bringt, vermerkt.

Die Ergebnisse der vergleichenden Atmungs- und V.C.-Gehaltsbestimmungen:

Tag	Objekt	Vers. Temp.	Atmung in mg CO ₂ pro g u. Stde.		V. C — Gehalt in mg pro g.	
		in ° C	N	S	N	S
6. 8. 51	<i>Ulmus laevis</i>	22°	0,11	0,32	1,26	1,68
7. 8. 51	<i>Acer camp.</i>	22°	0,56	0,63	0,91	1,68
7. 8. 51	<i>Pinus cembra</i>	22°	0,15	0,22	1,26	1,30
8. 8. 51	<i>Pinus montana</i>	21°	0,14	0,26		
9. 8. 51	<i>Picea excelsa</i>	19°	0,36	0,43	1,10	1,52
9. 8. 51	<i>Aesculus hipp.</i>	20°	0,58	0,64	1,15	2,10
9. 8. 51	<i>Malus purp.</i>	20°	0,56	0,80	2,74	3,20
9. 8. 51	<i>Taxus baccata</i>	20°	0,21	0,35	1,00	1,52
9. 8. 51	<i>Tilia multifl.</i>	19°	0,42	0,46	1,62	2,20
10. 8. 51	<i>Abies grandis</i>	21°	0,27	0,34	0,95	1,26
10. 8. 51	<i>Chamaecyparis pisifera</i>	21°	0,39	0,41	0,90	1,30
10. 8. 51	<i>Betula papyr.</i>	19°	0,58	0,62	2,15	2,65
11. 8. 51	<i>Hedera helix</i>	20°	0,24	0,39	0,85	0,90
12. 9. 51	<i>Juglans regia</i>	22°	0,69	0,75	3,05	4,10
12. 9. 51	<i>Abies alba</i>	22°	0,29	0,28	1,80	2,40
13. 9. 51	<i>Larix Potam.</i>	22°	0,52	0,64	1,80	3,00
13. 9. 51	<i>Crataegus monogyna</i>	22°	0,79	0,90	3,20	3,30
13. 9. 51	<i>Hippophaë rhamnoides</i>	22°	0,78	0,91		

Aus der Zusammenstellung wird ersichtlich, daß in der Regel die höher V. C-haltigen Sonnenblätter der gleichen Pflanze auch stärker atmen als die Schattenblätter: eine hartnäckige Ausnahme bildete nur *Abies alba*, bei welcher die nordseitigen Nadeln in 3 Versuchsreihen höhere CO₂-Abgabe zeigten als die Süd-Nadeln.

Da jedoch, wie oben erwähnt, noch wesentliche anatomische Unterschiede zwischen Sonnen- und Schattenblättern bestehen, deren Einfluß auf die Atmung wahrscheinlich ist, erscheint der Schluß auf den unmittelbaren Zusammenhang zwischen V. C-Spiegel und Atmungsintensität nicht unbedingt zwingend; aus dem gleichen Grund ist auch keine strenge Proportionalität der beiden Größen zu erwarten. Wir können aber noch auf eine andere Weise dieser Frage näherkommen, und zwar so, daß wir unsere Versuchspflanzen nach mittlerem V. C-Gehalt ordnen und untersuchen, ob hinsichtlich der Atmungsmittelwerte die Reihenfolge erhalten bleibt. Wegen des unterschiedlichen Baues betrachten wir hierbei Laub- und Nadelblätter zweckmäßigerweise getrennt. Abb. 2 zeigt die Zusammenhänge in graphischer Darstellung; hierbei sind die Versuchspflanzen nach fallenden Ascorbinsäurewerten (Mittel aus N und S), die durch eine —. —. — Linie verbunden sind, geordnet, darunter finden sich die Atmungsmittelwerte (aus N und S) als punktierte Linie. Aus dieser Atmungskurve wird nun durch abermalige Mittelbildung ein „idealisierte“ Atmungsgrößenverlauf mit vollen Strichen dargestellt.

So wird auch hier ein Zusammenhang zwischen Atmung und V. C-Spiegel offenbar.

Den Abschluß bilden nun Versuche, die an benachbarten Blättern derselben Pflanze, aber nach teilweiser V. C-Zufuhr, durchgeführt wurden. Hierbei fallen standortbedingte anatomische und physiologische Unterschiede der Blätter weitgehend weg; allerdings war dazu auch ein Objekt notwendig, das ohne unphysiologische Eingriffe (wie Vakuum-infiltration) in kurzer Zeit eine wirksame Ascorbinsäurefütterung gestattet. Dazu konnte kein Holzgewächs verwendet werden; dafür aber schienen abgeschnittene Blätter von Seerosen besonders geeignet, welche

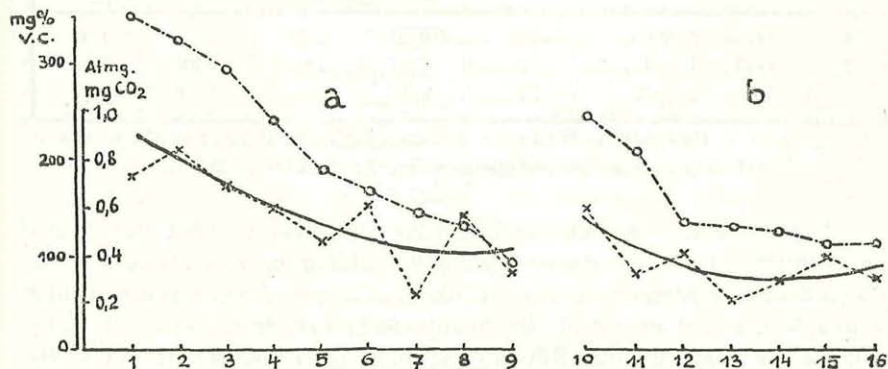


Abb. 2. (Vitamin-C-Gehalt und Atmungsintensität: a) bei Laub-, b) bei Nadelhölzern.) — 1. *Juglans regia*, 2. *Crataegus monogyna*, 3. *Malus purpurea*, 4. *Betula papyrifera*, 5. *Tilia multiflora*, 6. *Aesculus hippocastanum*, 7. *Ulmus laevis*, 8. *Acer campestre*, 9. *Hedera helix*, 10. *Larix Potamini*, 11. *Abies alba*, 12. *Picea excelsa*, 13. *Pinus cembra*, 14. *Taxus baccata*, 15. *Chamaecyparis pisifera*, 16. *Abies grandis*. — Vitamin C: o—o—. Atmung: x---x--- „idealisierte“ Atmungskurve: ———.

auf Lösungen schwimmend, diese durch die Hydropoten der Blattunterseite leicht aufzunehmen vermögen (GRÜSS 1927). Vorversuche bestätigten unsere Erwartungen: Läßt man im Hellen frisch abgeschnittene *Nymphaea*-Blätter in flachen Schalen auf Wasser, bzw. 1‰ Ascorbinsäurelösung schwimmen, erfolgt eine rasche V. C-Aufnahme, die sich von der Belichtung abhängig erweist: sie ist an sonnigen Tagen größer als an trüben. Werden die Blätter ganz untergetaucht, verringert sich die V. C-Aufnahme stark; sie dürfte demnach mit dem Transpirationsstrom zusammenhängen. So zeigte z. B. ein Vorversuch mit *Nymphaea Froebeli*-Blättern nach 24stündiger Einwirkung einer Cebionlösung 1:1000 in dest. Wasser¹⁾: schwimmend 75% Zunahme des V. C-Spie-

¹⁾ Im alkalischen Münchener Leitungswasser treten schon nach wenigen Stunden hohe V. C-Verluste durch Oxydation ein.

gels, submers nur 33% gegenüber der Kontrolle in dest. Wasser. Ausdehnung der Fütterung über 24 Stunden erwies sich wegen Spontanzersetzung des V. C in wässriger Lösung als weniger wirksam (Vers. 1 in der folgenden Tabelle 5).

Tabelle 5

Versuchs Nr.	Wetterlage während d. Dauer der Ein- wirkg. v. 1‰ VC	Atmung in mg CO ₂ /g, Stde.			Ascorbinsäure- gehalt in mg/gFr. Frischgewicht	
		Temp. in °C	ohne V.C-Fütterung	mit V.C-Fütterung	ohne Fütterung	mit Fütterung
1	trüb, 32 Stdn.	23°	0,88	1,02	1,66	1,93
2	trüb, 24 Stdn.	22°	0,67	1,08	1,94	2,55
3	klar, 24 Stdn.	22°	0,70	1,76	1,74	2,94

Atmung und V. C-Gehalt gefütterter und ungefütterter Blätter von *Nymphaea Froebelii* aus dem Seerosenbecken des Bot. Gartens München.

Nicht nur die an sich beträchtliche Atmungsintensität der Nymphaeenblätter geht aus dieser Zusammenstellung hervor, sondern auch die bedeutende Steigerung der CO₂-Abgabe durch Ascorbinsäurezufuhr von außen. Somit erscheint der Schluß wohl berechtigt, daß der V. C-Spiegel die Atmungsintensität mitbestimmt. In Gemeinschaft mit anderen in dieser Richtung weisenden Versuchen (Lit. bei MEDAWARA, 1950) ist so eine Parallele zum tierischen Stoffwechsel aufgezeigt, wo man schon früher auf V. C-Zufuhr gesteigerte Atmung beobachten konnte. Klinische Erfahrungen weisen auf erhöhten V. C-Bedarf zur Überwindung von Krankheitszuständen und bei besonderen Strapazen hin.

SZENT GYÖRGYI, dessen Wirken seit 1928 wir unsere Kenntnisse über das Vitamin C in erster Linie verdanken, hat schon verhältnismäßig früh Vorstellungen entwickelt, die der Ascorbinsäure im Atmungszyklus der Tiere einen bestimmten Platz zuweisen. Die Frage, ob diese auch für das Stoffwechselgeschehen der höheren Pflanze zutreffen und in wie weit hier Zusammenhänge mit Teilvorgängen der Photosynthese bestehen, bleibt noch zu klären. Daß eine ziemlich nahe Verbindung zwischen CO₂-Assimilation und Atmung der grünen Pflanzen vorhanden ist, wurde wiederholt (u. a. auch von mir 1941) vermutet; inzwischen mehren sich die in diese Richtung weisenden experimentellen Befunde. So darf man hoffen, derart die noch recht lückenhaften Kenntnisse über die Rolle der Ascorbinsäure im Pflanzenkörper erweitern und vertiefen zu können.

Zusammenfassung

1. Untersuchungen an Blättern, die der Nord-, bzw. Südseite der Krone verschiedener Laubbäume entstammen, erweitern den von uns

schon früher an Nadelhölzern erhobenen Befund, daß die Blätter der Südflanke vielfach einen höheren Vitamin-C-Spiegel als die der Nordseite aufweisen.

2. Damit erscheint die Möglichkeit gegeben, in vergleichenden V. C- und Atmungsbestimmungen an Sonnen- und Schattenblättern der gleichen Pflanze die Frage zu untersuchen, ob der in der botanischen Literatur erörterte Zusammenhang zwischen Ascorbinsäurespiegel und Atmungsintensität besteht.

3. Für die Atmungsbestimmung wird ein Verfahren beschrieben, die Kohlendioxydabgabe von Blättern und Zweigen maßanalytisch unter möglichster Fernhaltung störender Außenluft zu erfassen.

4. Die damit an N- und S-Blättern erhaltenen Ergebnisse sprechen für einen direkten Zusammenhang zwischen Ascorbinsäuregehalt und CO₂-Produktion; auch der Versuch einer Reihung der Objekte nach V. C-Spiegel und Atmungsgröße weist in diese Richtung.

5. Blätter von Seerosen (*Nymphaea Froebeli*) lassen sich, auf verdünnten Cebionlösungen schwimmend, verhältnismäßig rasch mit V. C anreichern. Solche Blätter zeigen deutlich erhöhte Atmung gegenüber den „ungefütterten“ Kontrollen.

Schrifttum

- BREINLICH J. 1942. Dtsch. Lebensmittelrundschaу 7.
- BUKATSCH F. 1940/41. Über die Rolle der Ascorbinsäure in den Chloroplasten. *Planta* 31.
- 1942. Zur Bestimmung des Ascorbinsäuregehaltes in gerbstoffführenden Pflanzenteilen. *Protoplasma* 36.
- 1943. Über den Ascorbinsäuregehalt der Coniferennadeln. *Vitamine u. Horm.* 4.
- GRÜSS J. 1927. Die Haustorien der Nymphaeaceen. *Ber. dtsch. bot. Ges.* 45.
- LAUERSTEIN F. u. ORTH W. 1943. Die stufenphotometrische Bestimmung der Ascorbinsäure. Experimentelle Beiträge zur Erhöhung der Spezifität des Ascorbinsäurebestimmung. *Vitamine u. Horm.* 4.
- MEDAWARA M. R. 1950. Notizen über Vitamin C in der Pflanze. *Phyton* 2.
- MOLISCH H. 1921. *Mikrochemie der Pflanze*. 3. Aufl. Jena.
- MOSER E. 1950. Vitamin C in Blättern von Laub- und Nadelbäumen. *Diss.* München.
- SEYBOLD A. und MEHNER H. 1948. Über den Gehalt von Vitamin C in Pflanzen. Heidelberg.
- STADELMANN R. und MIRIMANOFF A. 1950. Contribution à la phytochimie du péricarpe de *Juglans regia* L. *Phyton* 2.
- WYLIE B. 1951. Principles of Foliar Organization Shown by Sun-Shade Leaves from Ten Species of Deciduous Dicotyledonous Trees. *Amer. Journ. Bot.* 38.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn](#)

Jahr/Year: 1952

Band/Volume: [4_1_3](#)

Autor(en)/Author(s): Bukatsch Franz

Artikel/Article: [Ascorbinsäure-Gehalt und Atmungsintensität. 35-45](#)