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

Aneurin in BELTschen Körperchen

Von

Hans LIEB und Friedl WEBER

Mit 2 Textfiguren

Aus dem mediz.-chemischen und dem pflanzenphysiolog. Institut der Univ. Graz

Eingelangt am 6. Februar 1949

In den BELTschen Körperchen (abgekürzt BK) von *Acacia spadicigera*, die der Ameise *Pseudomyrma arboris sanctae* als Nahrung dienen, wurde ein relativ hoher Gehalt an einer reduzierenden Substanz, vermutlich Vitamin C nachgewiesen (WEBER 1943). Während die Fiederblättchen, an denen die BK sitzen, davon 171 mg% des Frischgewichtes enthalten, ergab die Bestimmung im „Ameisenbrötchen" 234 mg%. Es wurde die Vermutung geäußert, die in den Futterkörpern enthaltene Ascorbinsäure könnte für die Ernährung der Ameisen von Bedeutung sein. Von diesem Gesichtspunkte aus lag die Annahme nahe, daß mit den BK den Ameisen auch andere Vitamine geboten werden. Der folgende Bericht behandelt diese Frage hinsichtlich des Vitamin B_1.

Bei der Kleinheit der BK und der geringen Zahl der Pflanzen, die zur Verfügung standen, kam der biologische Test an den üblichen Versuchstieren nicht in Betracht. Zur qualitativen Bestimmung wurde daher zunächst der Test mit *Phycomyces blakesleeanus* nach SCHOPFER (1934) versucht. Zuerst wurde *Phycomyces* im hängenden Tropfen in feuchter Kammer kultiviert und zwar einerseits in aneurinfreier Nährlösung (auf 200 ccm dest. Wasser: Dextrose 9.2 g, KH_2PO_4 0.3 g, $MgSO_4$ 0.19 g, Asparagin 0.2 g) und andererseits in derselben Nährlösung mit Zugabe von Brei aus BK. Dann wurde der Pilz in Lösungen im Erlenmeyerkolben gezogen. Schon die Keimung der Pilzsporen war in der Lösung mit Breizusatz wesentlich gefördert, und der Pilz entwickelte sich weiter in der Nährlösung mit BK-Substanz auf das Üppigste, in der Kontroll-Lösung aber nur äußerst dürftig (Fig. 1).

Aus diesen orientierenden Versuchen geht schon hervor, daß die Futterkörper (möglicherweise neben anderen stimulierenden Faktoren) Aneurin enthalten. Zur quantitativen Bestimmung des Vitamin B_1 wurde eine chemische Methode verwendet, deren Eignung sich im medizinisch-chemischen Institute in zahlreichen Versuchen erwiesen hat. Es ist dies die zuerst von JANSEN (1936) für die quantitative Bestimmung des Aneurin verwendete Thiochrom-Methode [1]).

---

[1]) Die Messungen wurden von Frau Dr. H. PUXKANDL ausgeführt.

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

Aneurin läßt sich in stark alkalischer Lösung mit Kaliumferricyanid als Oxydationsmittel in Thiochrom überführen, welches im Ultraviolettlicht eine starke, blaue Fluoreszenz zeigt. Da die Intensität der Fluoreszenz der Menge proportional ist, wird dadurch die fluorometrische Konzentrationsbestimmung des Aneurin möglich. Die Messung der Fluoreszenz erfolgte unter Verwendung der Hanauer-Analysen-Quarzlampe mit dem Pulfrich-Stufenphotometer in der Einrichtung nach FICKENTSCHER. Statt einer Vergleichslösung wurde das Fluoreszenz-Standardplättchen BB (Blau-Standard) der Firma ZEISS (Jena) verwendet. Die Justierung des Apparates wurde nach der von der Firma ZEISS herausgegebenen Anleitung zum Gebrauch des Pulfrich- Stufen-

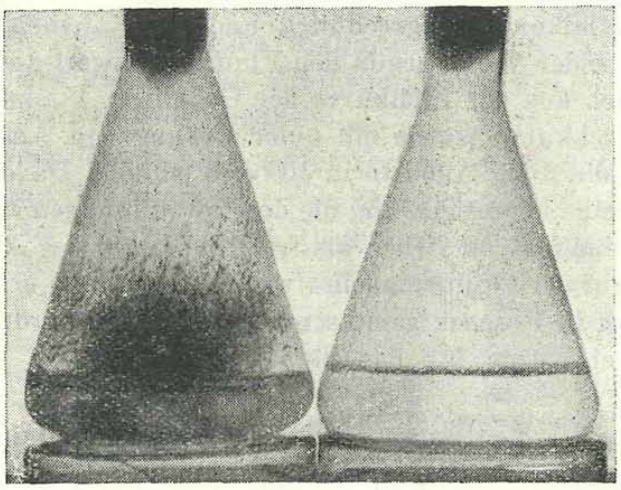

Fig. 1. Links: Pilzkultur in Nährlösung (33 g) mit Zusatz von BELTschen Körperchen (20 Stück). Rechts: Kontrolle in Aneurin-freier Nährlösung.

photometers zu Fluoreszenzmessungen (Mess. 430 g/II, Mess. 41-530-1) vorgenommen.

Ausführung der Bestimmung:

Die von den Fiederblättchen abgetrennten BELTschen Körperchen wurden mit Seesand zerrieben, diese Masse mit 10 ccm 1%iger Salzsäure kurz aufgekocht und eine halbe Stunde auf dem siedenden Wasserbade weiter erhitzt. Nach dem Abkühlen und Zentrifugieren wurden 4 ccm der Lösung für die eigentliche Bestimmung verwendet. Diese wurden mit 1 ccm 30%iger Natronlauge und hierauf sogleich mit 0.3 ccm einer 1%igen Lösung von Kaliumferricyanid versetzt, zwei Minuten bei Zimmertemperatur stehen gelassen und das entstandene Thiochrom mit 13 ccm Isobutylalkohol ausgeschüttelt, wobei dieses praktisch quantitativ in den Alkohol übergeht. Nach Abtrennung der wäßrigen Phase

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

im Scheidetrichter wurde die alkoholische Lösung mit wasserfreiem Natriumsulfat versetzt und bis zur Klärung stehen gelassen, worauf die fluorometrische Messung gegen das Standardplättchen BB unter Verwendung einer 2 cm-Küvette (ohne Filter) vorgenommen wurde. Von dem auf diese Weise erhaltenen Wert wurde der Blindwert abgezogen. Dieser setzt sich aus der geringen Eigenfluoreszenz des Isobutylalkohols und der Nebenfluoreszenz zusammen, die je nach dem Untersuchungsmaterial verschieden stark ist. Im vorliegenden Falle ergab sich für die Nebenfluoreszenz ein sehr niedriger Wert, weshalb die Reinigungsmethode nach H. ROTH nicht angewendet wurde. Die Bestimmung des Blindwertes wurde in genau der gleichen Weise, jedoch ohne Zusatz von Kaliumferricyanid vorgenommen. Es wurden also 4 ccm der wäßrigen Lösung mit 1 ccm 30%iger Natronlauge versetzt, darauf mit 13 ccm Isobutylalkohol ausgeschüttelt und mit Natriumsulfat geklärt. Die Differenz beider Werte ergibt den Fluoreszenzwert des Thiochroms. Daraus läßt sich aus der Eichkurve der Gehalt an Vitamin B_1 in γ ermitteln. Die Eichkurve wurde mit einer Lösung von Aneurindichlorid aufgenommen, die 2 mg Aneurin in 100 ccm enthielt. Davon wurde eine Verdünnungsreihe hergestellt und die den Verdünnungen entsprechenden Mengen an Vitamin B_1 in γ (ber. als freie Base) auf der Abszissenachse aufgetragen. Auf der Ordinatenachse wurde der jeweils ermittelte Lichtabsorptionswert in Prozent, gemessen gegen das Standardplättchen, aufgetragen. Dabei wurde für das Standardplättchen der Wert 100 angenommen.

Die Ergebnisse der Bestimmungen der Versuchsreihe a und b stimmen gut überein.

a)	43 mg BELTsche Körperchen enthielten	0,32γ B_1
	1 g BELTsche Körperchen enthielt demnach	7,5 γ B_1
b)	21 mg BELTsche Körperchen enthielten	0,16γ B_1
	1 g BELTsche Körperchen enthielt demnach	7,6 γ B_1

In gleicher Weise wurden die Blätter ohne BELTsche Körperchen untersucht und zu diesem Zweck ebenfalls mit Seesand sorgfältig verrieben. Das Ergebnis war:

a)	1,043 g frische Blätter enthielten	1,6 γ bzw. 1,75γ B_1
	1 g frische Blätter enthielt demnach	1,5 γ bzw. 1,6 γ B_1
b)	1,3635 g frische Blätter enthielten	2,0 γ bzw. 2,2 γ B_1
	1 g frische Blätter enthielt demnach	1,48γ bzw. 1,60γ B_1

Nach dem im Vorstehenden beschriebenen Verfahren wird die Co-Carboxylase nicht erfaßt, da das daraus entstehende Oxydationsprodukt nicht mit Isobutylalkohol ausgeschüttelt werden kann.

Die Bestimmungen mit der Thiochrom-Methode haben demnach ergeben:

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

In den BK ist Aneurin in relativ großer Menge enthalten. (Vergleichsweise sei verzeichnet, daß für Weizenvollkornbrot pro g 3,10 γ Aneurin angegeben wird. Das „Ameisenbrot" enthält also von diesem Vitamin mehr als das Doppelte des für die menschliche Ernährung hergestellten Vollkornbrotes und etwa das 15fache des gewöhnlichen Weißbrotes.) Besonders auffallend erscheint es, daß in den BK etwa fünfmal so viel Vitamin B_1 vorkommt wie in den Fiederblättchen, deren Anhangsgebilde sie sind.

Mit der Ermittlung, daß die BK Aneurin enthalten, von dem angenommen werden darf, daß es auch für die Ameisen ein lebenswichtiges Vitamin darstellt, soll keineswegs zu der Myrmekophilie-Hypothese Stellung genommen werden, nach welcher es als eine Anpassung an die „Symbiose" zwischen Pflanze und Tier aufzufassen sei, daß die Ameisenpflanzen ihren Gästen und Beschützern „Kost und Logis" bieten. (Vgl. RETTIG 1904). Es sei lediglich festgestellt, daß die Ameisen mit den BK nicht nur eine kalorienreiche Nahrung (Fett, Kohlehydrat, Eiweiß) sondern auch Wirkstoffe aufnehmen.

Physiologisch läßt sich die Anreicherung von Nahrungsstoffen und Vitaminen in den BK gegenüber den Fiederblättchen noch nicht recht verstehen. Es sei nur auf zwei Deutungsmöglichkeiten hingewiesen. Während die Blättchen fettes Öl so gut wie nicht aufweisen, ist das Parenchym der BK (abgesehen vom zentralen Teil) vollgepfropft mit kugeligen Ölmassen, zwischen denen sich Stärkekörner befinden. Der Eiweißreichtum wird am besten durch die Millonsche Reaktion aufgezeigt. Die BK bieten demnach ein mikroskopisches Bild, wie es sonst nur in typischen Reservestofforganen etwa der Samen zu finden ist. In Hinblick auf diesen nahrhaften Zellinhalt und den relativen Vitamin-Reichtum kann man die BK noch vergleichen mit den als Caruncula bezeichneten Samenanhängseln (WEBER 1941, 1943, WASIUTA 1949, LIEB, UMRATH, WEBER 1949). Für die Caruncula läßt sich ein Zusammenhang vermuten zwischen dem Reichtum an Nähr- und Wirkstoffen einerseits und der Polyploidie des Gewebes. Die auffallend großen Zellen der Elaiosomen sind nämlich durch Endomitose polyploid geworden (SZEMES 1943, GEITLER 1944, 1948). Für die BK von *Acacia sphaerocephala* gibt JOKL (1917) an, daß die Parenchymzellen gegenüber den Zellen der Blatt-Lamina bis auf das Fünffache vergrößert sind. (Bei *Acacia spadicigera* ist der Größenunterschied nicht so bedeutend: Fig. 2). Dabei werden die Zellen mehrkernig. — „Es sind entweder wenige große oder viele kleine Kerne in einer Zelle enthalten, doch kommt es auch vor, daß in ein und derselben Zelle sehr große und sehr kleine Kerne nebeneinanderliegen." JOKL hat bis zu zehn Kerne in einer Zelle gezählt. Die Autorin ist der Ansicht, die Vielkernigkeit entstehe durch Amitose. Heute, nachdem der Vorgang der Endomitose und

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

seine Häufigkeit durch GEITLER (1941) bekannt geworden ist, dürfte eine erneute karyologische Untersuchung dieses Falles von Interesse sein. JOKL vermutet eine Relation zwischen dem Inhaltsreichtum der Zellen und der Vergrößerung der Kernmasse: „Je größer und inhaltsreicher die Zelle, desto größer ist meist der Kern. Manchmal tritt an Stelle

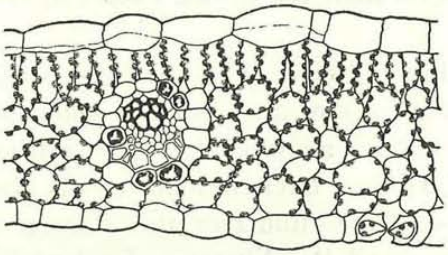

Fig. 2 a.

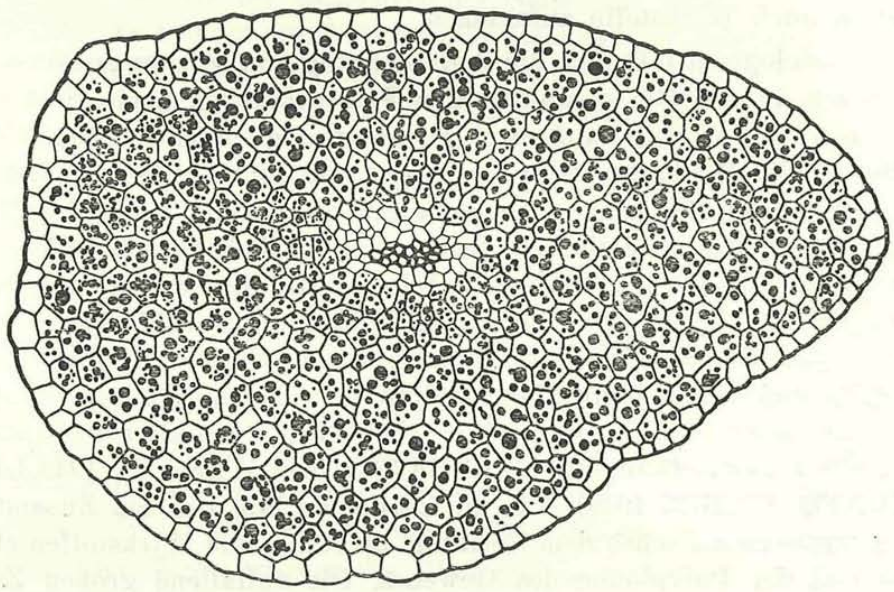

Fig. 2 b.

Fig. 2. a Querschnitt durch ein Fiederblättchen von *Acacia spadicigera*. b Querschnitt durch ein BELTsches Körperchen, Öltropfen schwarz.

der Vergrößerung eine Vermehrung der Kernzahl, wie dies bei den BELTschen Körperchen der Fall ist." Was hier ganz allgemein für den Nährstoffreichtum der BK erwogen wurde, kann im Speziellen auch für Zunahme des Vitamingehaltes gelten. Es ist bekannt, daß der Vitamin-C-Gehalt durch Colchizinierung polyploid gewordener Pflanzen verdoppelt sein kann (SCHWANITZ 1940).

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

Die morphologische Natur der BK ist noch ungeklärt. DARWIN (1877) hat sie als „glandular bodies" bezeichnet. Nach der von FABER (SCHIMPER-FABER 1935, pag. 252) vertretenen Ansicht stellen sie nichts anderes als krankhaft veränderte Hydathoden dar, sie werden in dieser Hinsicht mit den Perldrüsen verglichen. Auch NEGER (1913) vertritt diese Ansicht. Andere Autoren (VELENOVSKY 1907) rechnen die BK zu den Emergenzen. GOEBEL (1932) vermutet in den BK modifizierte Vorläuferspitzen. Auch JOKL ist dieser Meinung. [„Am augenfälligsten ist — sagt sie — vor allem der gänzliche Mangel an Chlorophyll." In der Tat sind ja die BK nicht grün wie das Blatt, sondern gelblich gefärbt. Bei Betrachtung von Quer- und Längsschnitten in Fluoreszenzmikroskop (REICHERT) tritt aber deutlich die für das Chlorophyll charakteristische Rotfluoreszenz zu Tage und zwar sind es die kleinen Zellen, die das zentral gelegene Gefäßbündel umgeben, welche rot fluoreszieren.] Da über die Bedeutung der Vorläuferspitzen keine einheitliche Auffassung besteht (RACIBORSKY 1900, GENTNER 1904, 1905, TROLL 1939, KNOLL 1948), so lassen sich daraus über ihre Physiologie keine sicheren Aufschlüsse gewinnen. Jedenfalls sind die BK relativ kurzlebige, peripher gelegene Gebilde. Vitamin C, das in den BK, wie erwähnt, ebenfalls relativ reichlich vorkommt, ist in pflanzlichen Organen häufig im peripheren Gewebe, wie Epidermis, Trichomen, Emergenzen auffallend angereichert (WEBER 1940, KELLERMANN, MAIROLD, WEBER 1943, WASIUTA 1949). WASIUTA weist daher auf die gelegentliche Exkretnatur dieses Vitamins hin. Ob dies auch für Aneurin zutrifft, ist unbekannt [1]). In diesem Zusammenhange ist folgende Äußerung von GOEBEL von Interesse: „Die Futterkörper von *Acacia* unterscheiden sich von anderen Vorläuferspitzen nur durch ihren reichlichen Gehalt an Fett, Eiweiß u. a. Dieser aber ist meiner Ansicht nach nicht aufgetreten, um die Ameisen anzulocken, sondern steht in einer (derzeit freilich näher nicht nachweisbaren) Beziehung zu den Stoffwechselvorgängen bei der Blattentwicklung. Daß sonst als Baustoffe verwertbare Materialien, wie z. B. Zucker, auch als Exkrete auftreten können, ist mir unzweifelhaft. Die Ausnützung dieser Futterkörper durch die Ameisen ist nur eine nachträgliche, nicht eine sozusagen beabsichtigte." Damit ist die Frage der Berechtigung biologisch-teleologischer Deutung angeschnitten. Dazu kann man etwa mit KNOLL (1948) folgendes sagen: „Wenn es auch klar ist, daß man nicht davon sprechen kann, die Pflanze habe ein bestimmtes Organ entwickelt, damit sie diesen oder jenen Nutzen davon habe, so ist doch in vielen Fällen ein gewisser Nutzen vorhanden. Ob dieser Nutzen allerdings für die

[1]) Verwertet werden jedenfalls die in den BK gespeicherten Substanzen von der Pflanze nicht mehr, die BK fallen, wenn sie nicht von den Ameisen gepflückt werden, bald ab.

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

Pflanze lebensnotwendig ist, bleibt immer noch dahingestellt." Für den Fall der BK ist es wohl für die Ameisen, falls sie die Vitamine C und B_1 in ihrer Nahrung überhaupt brauchen, von Vorteil, wenn sie mit der nahrhaften Kost auch die erforderlichen Ergänzungsstoffe erhalten. Ob die kampflustigen Ameisen dem Gastgeber, der Pflanze, „dafür" als Schutztruppe einen Dienst erweisen, ist hier nicht zu erörtern.. Harmlos sind jedenfalls diese Ameisen nicht. UPHOF (1942) sagt darüber: "The ants that inhabit the large thorny stipules of different species of *Acacia* are decidedly of a fierce and savage nature and could be considered dangerous to those coming close to the plants." SCHENK (1914) bezeichnet die Ameisen von *Acacia spadicigera* als „sehr bissig", ihre Bisse schmerzen wie Wespenstiche.

Zusammenfassung

Die BELTschen Körperchen von *Acacia spadicigera* enthalten Aneurin und zwar etwa fünfmal so viel wie die Fiederblättchen. Der Nachweis des Vitamin B_1 wurde qualitativ mit Hilfe des *Phycomyces*-Testes, quantitativ mit der Thiochrom-Methode erbracht. Physiologisch läßt sich ein Zusammenhang vermuten zwischen dem Vitaminreichtum der BK und der Vielkernigkeit bzw. Polyploidie ihrer Zellen. Biologisch betrachtet dürfte das Aneurin der BK für die Ernährung der Schutzameisen von Bedeutung sein.

Literatur

BELT, 1874: The naturalist in Nicaragua.

DARWIN, 1877: On the glandular bodies on *Acacia sphaerocephala* und *Cecropia peltata* serving as food for ants. J. Linn. Soc. Bot. **15**.

GEITLER, 1941: Das Wachstum des Zellkerns in tierischen und pflanzlichen Geweben. Ergeb. d. Biol. **18**.

— 1944: Der Bau der Riesenkerne des Elaiosoms von *Corydalis cava*. Chromosoma **2**.

— 1948: Notizen zur endomitotischen Polyploidisierung in Trichocyten und Elaiosomen sowie über Kernstrukturen bei *Gagea lutea*. Chromosoma **3**.

GENTNER, 1904: Über den Bau und die Funktionen der Vorläuferspitze von *Dioscorea macroura*. Ber. Deutsch. Botan. Ges. **22**.

— 1905: Über die Vorläuferspitzen der Monokotylen. Flora **95**.

GOEBEL, 1932: Organographie der Pflanzen. 3. Aufl., III/1, Jena.

JANSEN, 1936: A Chemical Determination of Aneurin (Vitamin B_1) by the Thiochrom Reaction. Rec. trav. chim. Pays-Bas. **55**.

JOKL, 1917: Über die BELTschen Körperchen. Sitzber. Ak. Wiss. Wien. Mathem. naturw. Klasse Abt. I. **126**.

KELLERMANN, MAIROLD, WEBER, 1943: Vitamin-C-Gehalt der *Verbascum*-Futterhaare. Protoplasma **38**.

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

KNOLL, 1947: Bau, Entwicklung und morphologische Bedeutung unifacialer Vorläuferspitzen an Monokotylenblättern. Ö. B. Z. **95**.

LIEB, UMRATH, WEBER, 1949: Aneurin im *Chelidonium* Elaiosom. Ö. B. Z., im Druck.

NEGER, 1913: Biologie der Pflanzen. Stuttgart.

RACIBORSKY, 1900: Über die Vorläuferspitze. Flora **87**.

— 1900: Über myrmecophile Pflanzen. Flora **87**.

RETTIG, 1904: Ameisen-Pflanzen und Pflanzen-Ameisen. Beih. Botan. Centrbl. **17**.

ROTH, 1948: Die chemische Bestimmung des Vitamin B_1 in Nahrungsmitteln und Körperflüssigkeiten. Zeitschr. Vitaminforschung **19**.

SCHENK, 1914: Die myrmekophilen *Acacia*-Arten. Engler, Botanische Jahrb. **50**. Suppl.

SCHIMPER-FABER, 1935: Pflanzengeographie I. 3. Aufl. Jena.

SCHOPFER, 1934: Versuche über die Wirkung von reinem kristallisierten Vitamin B auf *Phycomyces*. Ber. Deutsch. Botan. Ges. **52**.

— 1934: Les vitamines cristallisées B comme hormones de croissance chez un microorganisme (*Phycomyces*). Arch. Mikrobiol. **5**.

SCHWANITZ, 1940: Polyploidie und Pflanzenzüchtung. Naturwissenschaften **28**.

SZEMES, 1943: Zur Entwicklung des Elaiosoms von *Chelidonium majus*. Ö. B. Z. **92**.

TROLL, 1939: Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen. I/2. Berlin.

UPHOF, 1942: Ecological Relations of Plants with Ants and Termites. Botanical Review 8.

VELENOVSKY, 1907: Vergleichende Morphologie der Pflanzen. II. Prag.

WASIUTA, 1949: Über Vitamin C in der Pflanze. Ö. B. Z., im Druck.

WEBER, 1940: Vitamin C-Gehalt gefütterter *Drosera*-Blätter. Ber. Deutsch. Botan. Ges. **58**.

— 1941: Vitamin C-Gehalt der Myrmekochoren-Caruncula. Protoplasma **36**.

— 1942: Vitamin C-Gehalt im Nektar von *Fritillaria imperialis*. Protoplasma **36**.

— 1943: Vitamin C-Gehalt des *Jeffersonia*-Arillus und der BELTschen Körperchen. Protoplasma **38**.

* * *

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1949

Band/Volume: 1_2-4

Autor(en)/Author(s): Lieb Hans, Weber Friedl

Artikel/Article: Aneurin in BELTschen Körperchen. 122-129