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

Vitamin C im Bestäubungstropfen von *Taxus*

Von

Friedl WEBER

Mit 1 Textfigur

(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Graz)

Zur Zeit der Vollblüte von *Taxus baccata* erscheint an den weiblichen Blüten ein kleines Tröpfchen auf der nach unten gerichteten Mikropyle. Dieser Tropfen dient als Pollenfänger für die vom Winde von männlichen Stöcken herangewehten Pollenkörner. Er wird daher als Pollinations- oder Bestäubungstropfen bezeichnet.

Über die chemische Zusammensetzung des Bestäubungstropfens liegen bereits einige Angaben vor (vergl. SCHUMANN 1904, PILGER 1926). FUJII (1903) vermutet Anwesenheit eines reduzierenden Zuckers auf Grund der Reduktion der Fehlingschen Lösung. Der Tropfen rötet Lackmuspapier; dies wird von FUJII auf den Gehalt von Apfelsäure zurückgeführt. Die Flüssigkeit reduziert sehr stark Silbernitratlösung, sogar in schwach saurem Zustande und in der Kälte. Ameisensäure kann dafür nach FUJII nicht verantwortlich gemacht werden, da sie Silbernitratlösung in saurem Zustande und in der Kälte nur langsam reduziert. FUJII kommt auf Grund einer Reihe von Reaktionen zu dem Schlusse, daß die fragliche Substanz im organischen Reich ziemlich verbreitet sein müsse und ihre Bedeutung in der Physiologie des Pflanzenkörpers nicht gering sein könne. Die eigentliche chemische Natur der stark reduzierenden Substanz sei aber noch unbekannt.

Heute, nachdem, dreißig Jahre später, durch SZENT GYÖRGYI die Identität der Hexuronsäure mit dem nunmehr Ascorbinsäure genannten Vitamin C erwiesen wurde (SVIRBELY, a. SZENT-GYÖRGYI 1932, 1933) und seitdem die weite Verbreitung dieser durch ihr hohes Reduktionsvermögen ausgezeichneten Substanz bekannt geworden ist, liegt die Vermutung nahe, daß der Bestäubungstropfen von *Taxus* Vitamin C enthält.

In dieser Vermutung wird man dadurch bestärkt, daß *Taxus* sowie andere Koniferen (in den Blättern) Ascorbinsäure in relativ großer Menge enthält (NEUBAUER 1939).

Dazu kommt, daß Vitamin C von Pflanzen in Sekreten ausgeschieden werden kann. WEBER hat dies für den *Drosera* Tentakel-Schleim (1938, 1940) sowie für den Nektar von *Fritillaria imperialis* (1942) gezeigt.

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

Es wurde nun versucht, ob sich für die Vermutung, daß der Bestäubungstropfen Vitamin C enthält, Argumente erbringen lassen. Biologische Teste an Tieren, die eine eindeutige Entscheidung bringen könnten, lassen sich bei der Kleinheit des Tropfens, der im Maximum einen Durchmesser von etwa 1 mm besitzt, wohl nicht durchführen. Auch für die Modifikation der Titrationsmethode TILLMANNS' wie sie von GLICK (1937) für das Arbeiten mit geringen Substanzmengen verwendet wurde, genügen die winzigen Tröpfchen kaum. Es bleibt also nur die Tüpfelmethode (WEBER 1939, 1940a) und die mikroskopisch anwendbare GIROUDsche Reaktion (GIROUD 1938).

Werden Ende des Winters Zweige einer weiblichen Eibe warm gestellt, so treten in einigen Tagen an den Blüten die Bestäubungstropfen auf. Wird der Bestäubungstropfen durch Kontakt auf einen Objektträger gebracht und GIROUDsches Reagens (stark saure Silbernitratlösung) zugesetzt, so erfolgt innerhalb einiger Minuten intensive Schwärzung und zwar auch im Dunkeln. Bei Durchführung der GIROUDschen Reaktion unter Lichtausschluß kommt ihr ein hoher Grad von Spezifität zu.

Bringt man einen Bestäubungstropfen auf eine in einer Petrischale erhärtete Gelatineschichte, die durch Zusatz von Dichlorphenol-Indophenol violett gefärbt ist, so tritt unter dem Tropfen sofort Entfärbung ein. Durch Ausbreitung der reduzierenden Substanz in der Gelatine entsteht dann um den aufgesetzten Bestäubungstropfen herum ein entfärbter Hof, dessen Durchmesser den des Tropfens um mehr als das Doppelte überschreitet. Daraus läßt sich wohl auf einen reichen Gehalt des Tropfens an der reduzierenden Substanz schließen. Dafür spricht weiterhin, daß der Tüpfelversuch mit der Kakothelin-Platte ebenfalls positiv ausfällt. Das Kakothelin wird schwerer reduziert (Farbumschlag von gelb in violett) und ein positiver Ausfall der Probe erfolgte bei den bisherigen Versuchen mit dieser Methode nur dann, wenn der geprüfte Saft reich an Ascorbinsäure war (WEBER 1939).

Der hohe Gehalt des Pollinationstropfens an reduzierender Substanz ist deshalb besonders auffallend, weil Guttationstropfen, mit denen man den Bestäubungstropfen vergleichen kann, so weit bekannt (WEBER 1939) keine reduzierende Wirkung zeigen. Die Eigenart des Pollinationstropfens läßt die Frage auftauchen, ob er lediglich als Auffangsmechanismus (als gouttelet collectrice) zu funktionieren habe oder ob ihm auch noch andere biologische Bedeutung zukommt.

Man könnte vermuten, daß die auffallenden chemischen Eigenschaften des Pollinationstropfens für die Keimung des Pollens eine Bedeutung haben und daß der Tropfen also nicht nur als Auffang- und Sammelmechanismus eine Rolle spielt. Die Keimung des *Taxus*-Pollens wird eingeleitet durch eine starke Quellung der Intine, wodurch die Exine gesprengt und abgeworfen wird. (SCHRÖTER 1908). Es wäre möglich,

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

daß die saure Reaktion des Bestäubungstropfens die Quellung der Intine fördert. Daß der Tropfen blaues Lackmuspapier rötet, hat u. a. bereits FUJII (1903) festgestellt. Heute kann man mit Hilfe von Indikatorpapieren den pH-Bereich enger umgrenzen. Es zeigt sich, daß der pH-Wert des Tropfens häufig bei 5 liegt, die Reaktion also ziemlich stark sauer ist. Die Angabe von HEGI (1906), daß die Flüssigkeit „schwach sauer" reagiert, gibt also wohl keine ganz richtige Vorstellung. KÜHLWEIN, der bereits 1937 den pH-Wert des Pollinations-Tropfens von *Taxus* kolorimetrisch bestimmt hat, gibt ihn allerdings mit 6,5 bis 6,6 an. Dieser Wert liegt demnach wesentlich höher und es scheint so, daß starke Schwankungen in der Wasserstoffionenkonzentration vorkommen. Es bleibt die Frage offen, ob der pH-Wert allein durch den Gehalt an Ascorbinsäure bedingt ist, oder ob auch noch andere Säuren vorhanden sind.

BRANDSCHEIDT (1940) hat die Keimung und weitere Pollenschlauchentwicklung bei *Taxus* eingehend studiert: „Unter günstigen Kulturbedingungen beginnt bereits am 2. oder 3. Tag die erste Kernteilung." Es wäre möglich, daß die Ascorbinsäure als Wuchsstoff für die Entwicklung des Pollenschlauches wichtig ist (vergl. BRANDSCHEIDT 1939). Das Pollenkorn selbst erfährt im GIROUDschen Reagens keine deutliche Schwärzung, enthält also keine Ascorbinsäure.

Über die Stelle, an der der Pollinationstropfen ausgeschieden wird, bestehen verschiedene Vermutungen. SCHUMANN (1904) sagt darüber: „Der Tropfen wird in der Nähe der Mikropyle ausgeschieden." Nach TISON (1910) kann dies nicht der Fall sein, die Abscheidung soll vielmehr vom Gipfel des Nucellus aus erfolgen. Der Versuch, eine Entscheidung in dieser Frage durch die Anwendung des histochemischen GIROUDschen Reagens zu erzielen, führte zu keinem Erfolg. Sowohl der Nucellus als auch die Integumente geben in gleicher Weise eine äußerst intensive Schwärzung durch die saure Silbernitratlösung. Beide Gewebe sind demnach besonders reich an der reduzierenden Substanz.

Der Pollinationstropfen bleibt an der Blüte bis zu zwei Wochen hängen, es besteht demnach reichlich Gelegenheit zu einer Infektion mit Bakterien und Pilzsporen. Da der Bestäubungstropfen Zucker enthält, wäre anzunehmen, daß er für Mikroorganismen als Nährmedium gute Entwicklungsmöglichkeit bietet. Das scheint aber nicht der Fall zu sein, da man die Tropfen im allgemeinen klar, von Mikroorganismen ungetrübt findet. Werden Pollinationstropfen auf einem Deckglas aufgenommen, mit Pollen bestäubt und dann in einer feuchten Kammer im hängenden Tropfen gehalten, so kann man tagelang keinerlei Entwicklung von Mikroorganismen feststellen, erst nach vier oder fünf Tagen sieht man die ersten Pilzhyphen wachsen. In Kontrolltropfen aus Wasser oder einer mit dem Pollinationstropfen isotonischen Zuckerlösung, die mit Pollen belegt werden, entwickelt sich schon nach ein

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

bis zwei Tagen eine reiche Mikroflora aus Bakterien, Hefen und anderen Pilzen. Nach dem Ergebnis dieser Versuche ist anzunehmen, daß der Pollinationstropfen antibiotische Wirkung besitzt. Beim Aufsetzen von Bestäubungstropfen auf eine mit *Bacterium coli* beschickte Agarplatte konnte eine antibiotische Hemmung allerdings nicht beobachtet werden. Es wäre möglich, daß die saure Reaktion des Pollinationstropfens schon bis zu einem gewissen Grad für die im Versuch festgestellte Hemmung der Entwicklung von Mikroorganismen verantwortlich ist, und so der Ascorbinsäure in diesem Sinne eine biologische Bedeutung zukäme.

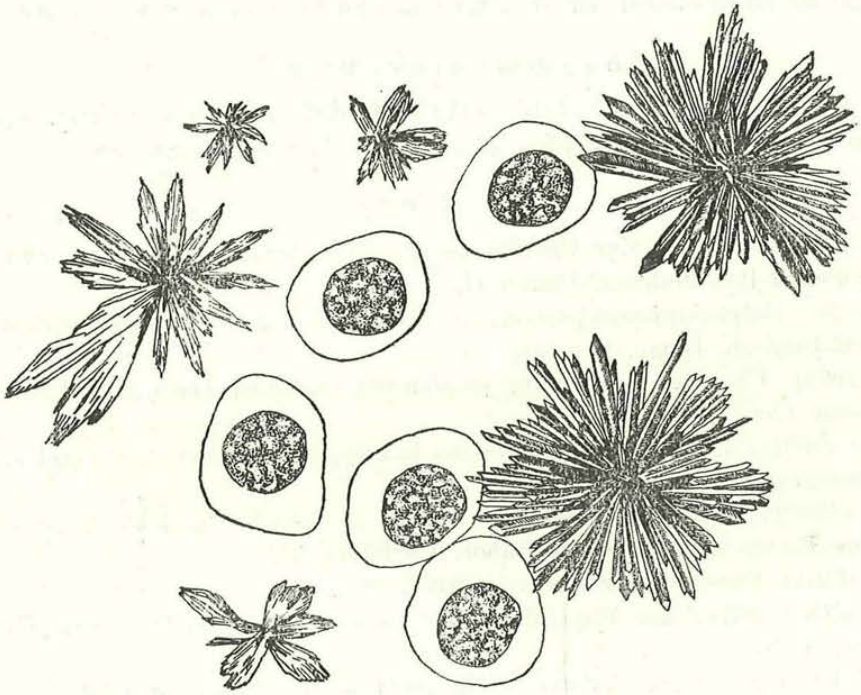

Fig. 1. Kristalle im Pollinationstropfen von *Taxus baccata;* dazwischen Pollenkörner mit gequollener Exine.

Für die Pollenkeimung braucht die saure Reaktion oder ein eventuell vorhandenes Antibiotikum keine Hemmung zu bedeuten, jedenfalls keimen u. a. die Pollen von *Galanthus nivalis* im *Taxus*-Pollinationstropfen sehr gut.

Der Pollinationstropfen von *Taxus* enthält eine Substanz, die nach FUJII „viel eher eine Art Gummi als Pflanzenschleim ist". Auf diese Substanz ist wohl das sehr stark ausgeprägte Vermögen des Fadenziehens des Tropfens zurückzuführen. Bringt man die Frontlinse des Objektivs mit dem am Objektträger liegenden Tropfen in Berührung und hebt dann langsam den Tubus, so läßt sich aus dem Tropfen ein Faden ausziehen, der erst bei einer Länge von 36 mm reißt. Dieser hohe Grad von Spinnbarkeit spricht für die Gegenwart von Fadenmolekülen. Dop-

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

pelbrechung, die man auf Grund der Ausrichtung der Fadenmoleküle hätte vermuten können, ließ sich im Faden nicht mit Sicherheit nachweisen.

Wiederholt fanden sich im Pollinationstropfen von *Taxus* Kristalle und zwar entweder als Einzelkristalle oder häufiger zu Drusen vereinigt (Fig. 1). In der Literatur liegen darüber anscheinend keine Angaben vor; dies erklärt sich vielleicht daraus, daß die Kristalldrusen offenbar nicht immer auftreten; unter welchen speziellen Bedingungen sie vorkommen, konnte noch nicht festgestellt werden. Auch die chemische Natur dieser Kristalle ließ sich bisher nicht ermitteln. Auffallend ist die große Ähnlichkeit mit den Kristalldrusen von Ascorbinsäure.

Zusammenfassung

Es werden Argumente dafür erbracht, daß die stark reduzierende Substanz im Pollinationstropfen von *Taxus* Ascorbinsäure ist.

Literatur

BRANSCHEIDT (1930): Zur Physiologie der Pollenkeimung und ihrer experimentellen Beeinflußung. Planta **11.**

— (1940): Befruchtungsphysiologische Untersuchungen an *Taxus baccata* L. Ber. Deutsch. Botan. Ges. **57.**

FUJII (1903): Über den Bestäubungstropfen der Gymnospermen. Ber. Deutsch. Botan. Ges. **21.**

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

GLICK (1937): The quantitative distribution of ascorbic acid in the developing barley embryo. C. r. Labor. Carlsberg **21.**

HEGI (1906): Illustrierte Flora von Mitteleuropa **1.**

KÜHLWEIN (1937): Zur Physiologie der Pollenkeimung. Beih. Botan. Ctrbl. Abt. A. **57.**

NEUBAUER (1939): Das Vitamin C in der Pflanze. Protoplasma **33.**

PILGER, (1926): Taxaceen. ENGLER, Natürl. Pflanzenfamilien. II. Aufl. **13,** Leipzig.

SCHRÖTER (1908): *Taxus baccata.* Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. **1/1.**

SVIRBELY a. SZENT-GYÖRGYI (1932): Hexuronic acid as the antiscorbutic factor. Nature.

— (1933): The chemical nature of Vitamin C. Nature.

TISON (1910): Remarques sur les gouttelets collectrices des ovules des Coniferes. Mem. Soc. Linn. Norm. **24.**

WEBER (1938): Notizen über den *Drosera*-Tentakel-Schleim. Protoplasma **31.**

— (1939): Tüpfelreaktionen zur Orientierung über den Vitamin C-Gehalt der Pflanzen. Protoplasma **33.**

— (1940): Vitamin C-Gehalt gefütterter *Drosera* Blätter. Ber. Deutsch. Botan. Ges. **58.**

— (1940 a): Silbernitratgelatine zur Tüpfelreaktion auf Vitamin C. Jahrb. Univ. Graz.

— (1942): Vitamin C im Nektar von *Fritillaria imperialis.* Protoplasma **36.**

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1948

Band/Volume: 1_1

Autor(en)/Author(s): Weber Friedl

Artikel/Article: Vitamin C im Bestäubungstropfen von Taxus. 42-46