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

Phyton (Austria)	Vol. 20	Fasc. 3—4	325—331	30. 9. 1980

Aus dem Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Graz

Lebende Holzfasern in den Gelenken von *Mimosa pudica* und *Neptunia plena*

Von

Gudrun STEINER *)

Mit 7 Abbildungen (3 Tafeln)

Eingelangt am 11. Januar 1980

Key words: *Mimosa pudica*, *Neptunia plena*, pulvini, living wood fibres, asymetrical pits.

Summary

Living wood fibres formed in the motor organs of *Mimosa pudica* und *Neptunia plena*

The pulvini of both *Mimosa pudica* and *Neptunia plena* are furnished with living wood fibres situated in the inmost part of each pulvinus. Starch, the peculiar characteristic of living fibres, were not to be found in plants sampled in summer, whereas they were present in autumn. In *Neptunia* the pit cavities in the walls of adjacent cells are formed asymmetrically. It is suggested they become asymmetrical by a pressure perpendicularly to the cell axis bending the wall on its weakest points.

Zusammenfassung

Alle Gelenke von *Mimosa pudica* und *Neptunia plena* sind mit lebenden Holzfasern ausgestattet, die sich im Zentrum befinden. Stärke, ein besonderes Merkmal lebender Fasern, war bei im Sommer fixierten Pflanzen nicht zu finden, wohl aber bei Pflanzen, die im Herbst fixiert worden waren. Bei *Neptunia* sind die Tüpfelkanäle nicht symmetrisch ausgebildet. Es wird angenommen, daß die Asymmetrie durch einen Druck senkrecht zur Zellachse zustandekommt, durch den die Zellwand an ihren schwächsten Stellen verbogen wird.

Einleitung

Nach der International Association of Wood Anatomists (IAWA) 1965: 75 ist die Holzfaser „eine axial langgestreckte, meist dickwandige Zelle mit

*) Gudrun STEINER, Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Graz, Schubertstraße 51, A-8010 Graz (Austria).

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

einfachen Tüpfeln; gewöhnlich deutlich länger als die Kambialinitialen, soweit deren Länge aus der Länge der Gefäßglieder und Parenchymstränge hervorgeht (Holzfaser — Faser, Holz-)". Die Holzfasern unterscheiden sich demnach von den Tracheiden und Fasertracheiden durch das Merkmal der Tüpfelform. Während bei Tracheiden und Fasertracheiden Hoftüpfel auftreten, besitzen die Holzfasern einfache Tüpfel.

Wie bereits SANIO 1863 beschreibt, können Holzfasern gefächert sein. Heute werden diese als „septierte" Fasern bezeichnet (ESAU 1977).

Die Fasern können gerade, gebogen, gekrümmt und gegabelt sein. Die Tüpfel sind einfach und häufig spaltenförmig, wobei die Öffnung schief, von links unten nach rechts oben verläuft. Die Tüpfelkanäle sind durchwegs unverzweigt (WOLKINGER 1969).

Im sekundären Holzkörper vieler Bäume und Sträucher kommen Holzfasern mit lebendem Zellinhalt vor. Eine ausführliche Darstellung der Morphologie und systematischen Verbreitung der lebenden Holzfaser ist bei WOLKINGER 1969, 1970, 1971 zu finden.

HARTIG 1851 hat in Holzfasern von *Acer pseudoplatanus* und *Robinia pseudoacacia* Stärke nachgewiesen. Als besonderes Merkmal der lebenden Holzfasern wird von WOLKINGER 1969 deren großer Reichtum an Stärke hervorgehoben. COCKERHAM 1930 untersuchte den jahreszeitlichen Stärkeumbau im Holz von *Acer pseudoplatanus* und fand zwei Maxima und zwei Minima. Der höchste Gehalt an Stärke konnte zur Zeit des Blattfalles im August—September und in den Monaten Feber—März nachgewiesen werden. Ende Oktober und April bis Mai wiesen die Holzfasern den niedrigsten Stärkegehalt auf. Zu Beginn der Kambiumaktivität im Frühjahr schien die Stärkeauflösung ziemlich vollständig zu sein.

In den Bewegungsorganen von *M. pudica* sind von FLEURAT-LESSARD & BONNEMAIN 1978 lebende Holzfasern nachgewiesen worden. Sie sind lebend, solange die Bewegungsorgane, also primäres, sekundäres und tertiäres Gelenk funktionsfähig sind. Diese Fasern sind wie alle Holzfasern durch dicke lignifizierte Wände mit zahlreichen einfachen Tüpfeln gekennzeichnet. Sie enthalten einen spindelförmigen Kern, ein reduziertes Vakuom, längliche Plastiden, Mitochondrien, Dictyosomen mit zahlreichen Vesikeln und ein ER mit erweiterten Zisternen und Ribosomenanhäufungen. Von den Autoren wird hervorgehoben, daß die Plastiden, im Gegensatz zu lebenden Holzfasern anderer Pflanzen, keine Stärke aufweisen. Ob dies ein charakteristisches Merkmal von *M. pudica* ist, oder ob die Plastiden der Holzfasern nur zu gewissen Jahreszeiten Stärke ausbilden, sollte festgestellt werden. Auch *N. plena* sollte auf das Vorhandensein von lebenden Fasern untersucht werden.

Material und Methode

Mimosa pudica L. und *Neptunia plena* (L.) BENTH in HOOK. wurden im Gewächshaus kultiviert. Etwa 1 mm³ große Stücke der Gelenke wurden

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

mit 3%igem phosphatgepufferten Glutardialdehyd vorfixiert, im Puffer gewaschen, zwei Stunden mit 2%igem Osmiumtetroxid in Veronal-Acetatpuffer nachfixiert, in Äthanol entwässert und über Propylenoxid in Epon eingebettet. Die mit den Reichert OmU2 hergestellten Ultradünnschnitte wurden mit Uranylacetat und Bleicitrat kontrastiert und im Siemens Elmiskop IA untersucht.

Ergebnisse

Die lebenden Holzfasern von *M. pudica* sind überwiegend gerade oder leicht gebogen, stets unseptiert und ausschließlich auf die Bewegungsorgane beschränkt, wo sie vor allem im Zentrum zu finden sind. Auch bei *N. plena* treten sie ebenfalls ausschließlich in den Bewegungsorganen auf, sind aber etwas stärker gekrümmt als die von *M. pudica*. Die lebenden Fasern sind bei beiden Pflanzen ca. 400 μm lang. Auffallend ist die Mächtigkeit ihrer Zellwände; sie sind durch einfache Tüpfel durchbrochen, die schlitzförmig ausgebildet sind und schräg zur Längsachse der Zelle liegen (Abb. 1a, b).

Die Tüpfelkanäle beider Pflanzen sind stets unverzweigt. In den Wänden der Holzfasern von *N. plena* sind die Tüpfelkanäle benachbarter Zellen nicht symmetrisch ausgebildet. Einem weitlumigen Tüpfelkanal der einen Zelle liegt jeweils ein englumiger Tüpfelkanal der benachbarten Zellen gegenüber (Abb. 2). Manchmal scheinen die Tüpfelkanäle deformiert zu sein. In mehreren Präparaten erscheint der Tüpfelkanal äußerst eng (Abb. 3).

In den Tüpfelfeldern von *M. pudica* und *N. plena* sind die Plasmodesmen einfach oder verzweigt und besitzen einen Desmotubulus.

Die lebenden Holzfasern besitzen einen langgestreckten, spindelförmigen Kern. Bei *N. plena* konnte neben dem Nucleolus manchmal ein SAT-body beobachtet werden. Bei *M. pudica* besitzt das ER der Zellen, die kein dichtes Cytoplasma mehr aufweisen, in den der Zellwand, bzw. den Tüpfelfeldern benachbarten Bereichen zahlreiche erweiterte Zisternen, die von Ribosomen besetzt sind (Abb. 6a, b). Bei *N. plena* sind diese nicht nur auf den zellwandnahen Bereich beschränkt, sondern im gesamten Cytoplasma verstreut zu finden. Die Mitochondrien beider Pflanzen sind durch häufig erweiterte Cristae gekennzeichnet und die Ribosomen sind zu Polysomen vereinigt. Die Dictyosomen scheiden Vesikel von unterschiedlicher Größe ab, von denen manche durch ihren dunklen Inhalt auffallen.

Mit Jod-Jodkalium konnte am frischen Material in den lebenden Holzfasern beider Pflanzen im Herbst Stärke nachgewiesen werden. Diese wird in Chloroplasten gebildet, deren äußere Thylakoidmembranen bei *M. pudica* aufgetrieben sind. Die Ribosomen der Plastiden sind bei *M. pudica* sehr deutlich zu sehen; stets ist am Rand der Plastiden ein Reticulum erkennbar. (Tafel III).

Bei *N. plena* weisen die Plastiden der Pflanzen, die im Herbst untersucht wurden, ein bis mehrere Stärkekörner auf (Abb. 2 und Abb. 4). Immer sind Plastoglobuli vorhanden. Die Ribosomen in den Plastiden treten nicht

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

so stark hervor, wie dies bei *M. pudica* der Fall ist. In den Plastiden dieser Pflanzen konnte kein Reticulum beobachtet werden.

Pflanzen, die bereits im Juli fixiert wurden, besitzen überwiegend stärkefreie Plastiden, die auf beiden Seiten ein Reticulum aufweisen. Die

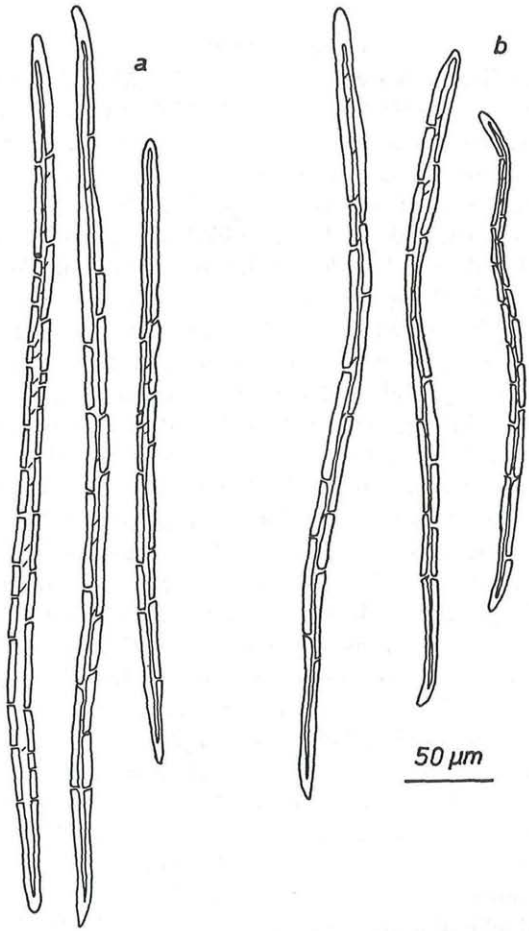


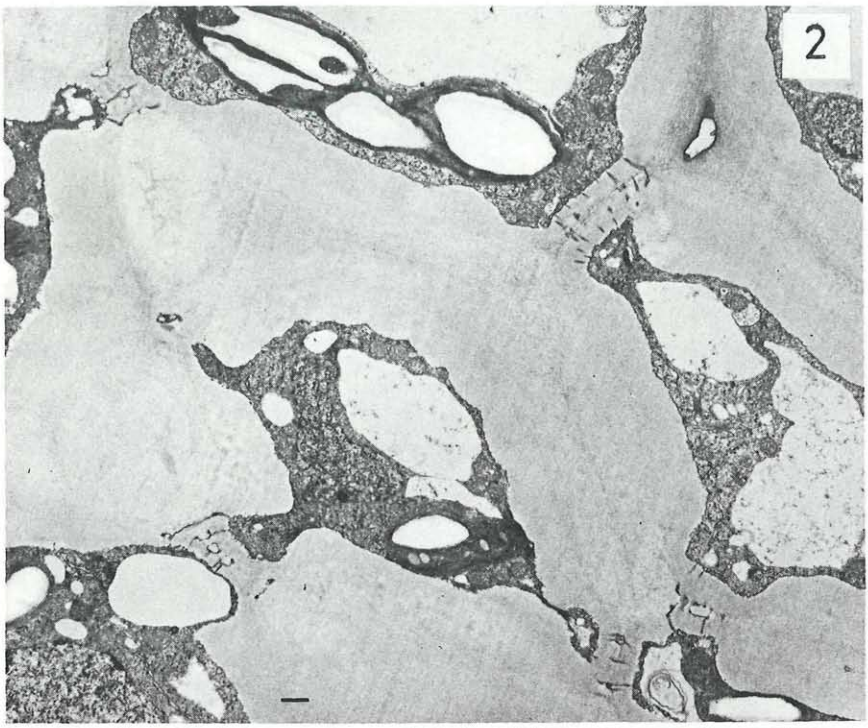
Abb. 1. Lebende Fasern. a = *Mimosa pudica*, b = *Neptunia plena*

Thylakoide können entweder normal entwickelt sein oder der interthylakoidale Raum ist stark erweitert (Abb. 5).

Diskussion

Wolkinger 1969 bezeichnet das reichliche Vorkommen von Stärke als das auffallendste Merkmal der lebenden Holzfasern. Ein Einfluß der

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



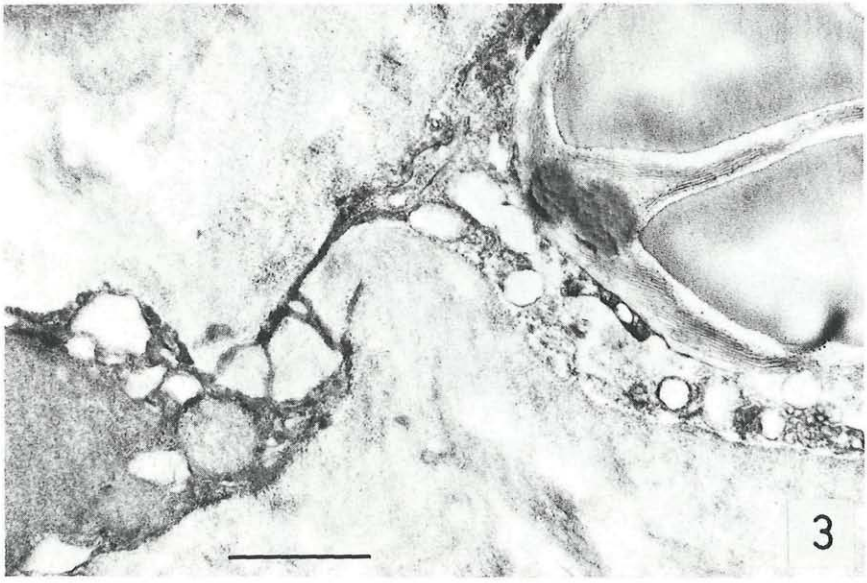
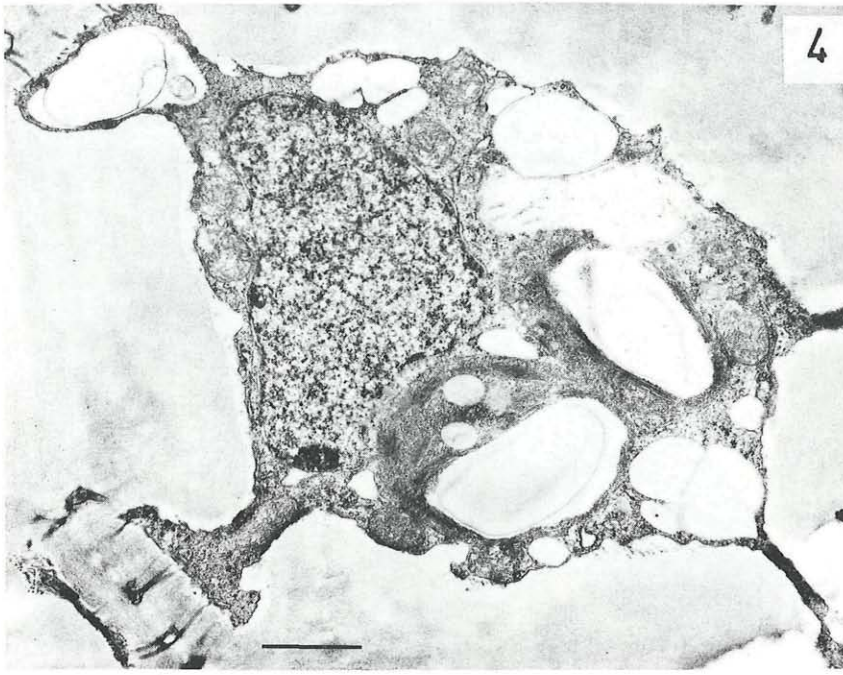


Abb. 2. *Neptunia plena*, Querschnitt durch das Gelenk. Lebende Fasern, Tüpfelkanäle nicht asymmetrisch ausgebildet. Maßstab = 1 μm

Abb. 3. *Neptunia plena*, Querschnitt durch das Gelenk, lebende Fasern mit asymmetrisch ausgebildeten Tüpfelkanälen. Maßstab = 1 μm

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

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



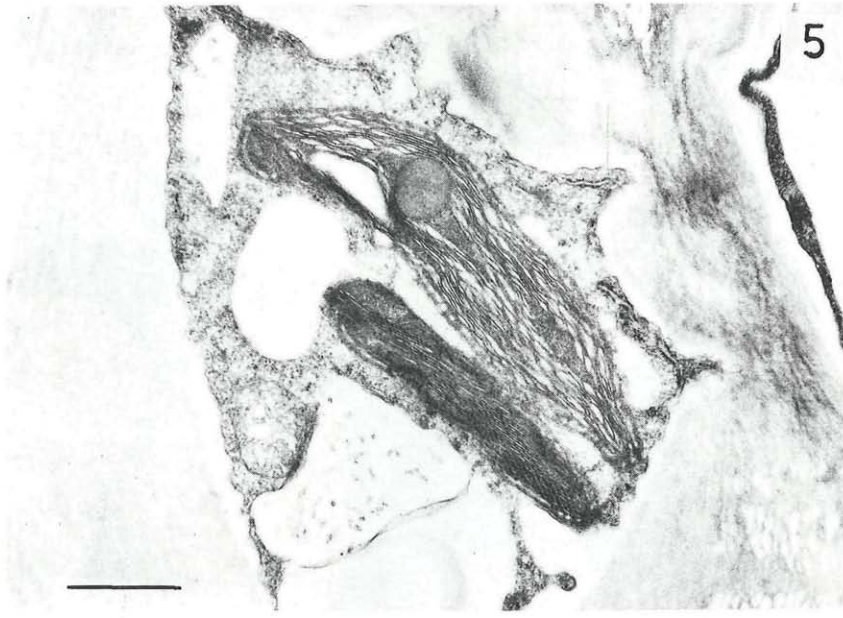


Abb. 4. Lebende Faser aus dem Gelenk von *Neptunia plena*, Pflanze im Herbst fixiert. Plastiden mit Stärke. Maßstab = 1 μm

Abb. 5. *Neptunia plena*, lebende Faser. Pflanze im Sommer fixiert. Plastiden sind stärkefrei, Thylakoide mit „open-" und „closed-conformation". Maßstab = 1 μm

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

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

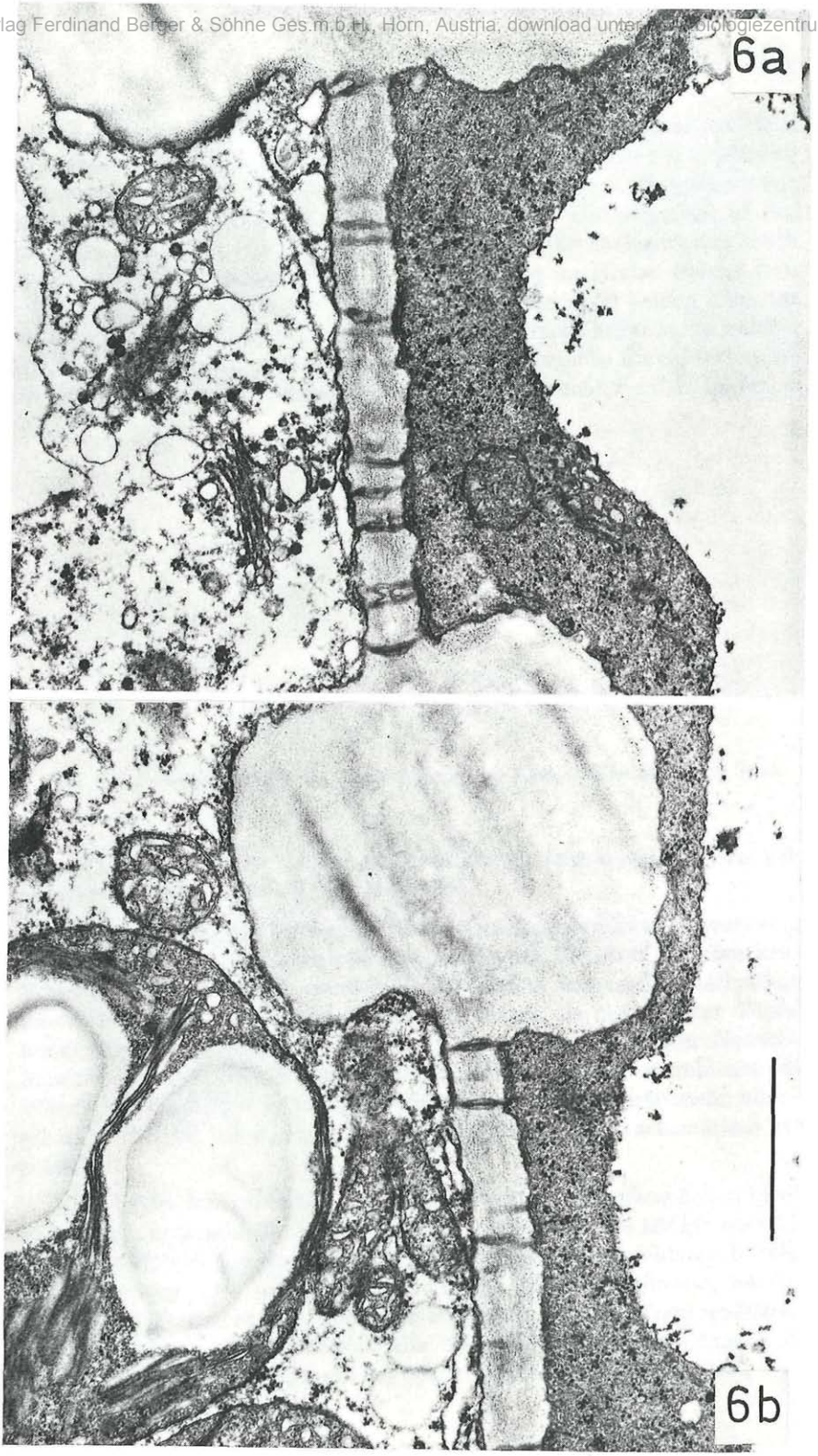


Abb. 6a und 6b (b schließt an a an). *Mimosa pudica*, Querschnitt durch das Gelenk. Plastiden mit Stärke. Maßstab = 1 μm

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

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

Jahreszeiten auf den Stärkegehalt wurde von FISCHER 1891, CAMERON 1923, SWARBRICK 1927 und von COCKERHAM 1930 festgestellt. FLEURAT-LESSARD & BONNEMAIN 1978 fanden in den lebenden Holzfasern von *M. pudica* keine Stärke. Im Gegensatz dazu wurde in vorliegender Untersuchung in den lebenden Holzfasern von *M. pudica* im Herbst Stärke nachgewiesen. Auch in den lebenden Holzfasern von *N. plena* konnte im Herbst Stärke festgestellt werden, während die Pflanzen im Sommer (Juli) keinen oder nur einen geringen Gehalt an Stärke aufwiesen. Es ist nicht bekannt, zu welcher Zeit FLEURATLESSARD & BONNEMAIN 1978 ihre Versuche durchführten. Es wäre denkbar, daß die Pflanzen zu einer Zeit untersucht wurden, in der sie

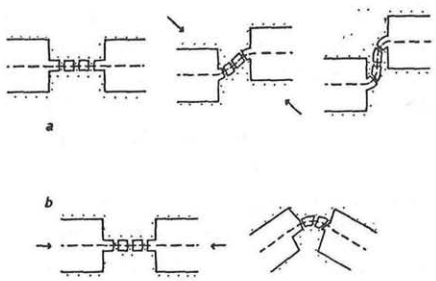


Abb. 7a. Schema zu Abb. 3; 7b = Schema zu Abb. 2. Erklärung im Text

keine Stärke ausbilden. Daher sind stärkefreie lebende Holzfasern kein charakteristisches Merkmal von *M. pudica*.

Die Tüpfelkanäle der lebenden Holzfasern sind durchwegs unverzweigt (vgl. WOLKINGER 1969). Auch bei *M. pudica* und *N. plena* konnten keine Verzweigungen beobachtet werden. Die in Abb. 3 dargestellte Verbindung zweier benachbarter lebender Holzfasern könnte als deformierter Tüpfelkanal angesehen werden. Durch einen Druck, senkrecht zur Zellachse könnte der Tüpfelkanal zusammengedrückt werden, wodurch sich die Wände im Tüpfelfeld falten. Der Tüpfelkanal ist dann nur mehr als ein schmaler Steg zu sehen. Diese Vorstellung ist in Abb. 7a schematisch verdeutlicht.

Die beiden korrespondierenden Tüpfelkanäle bei *N. plena* haben häufig einen stark unterschiedlichen Durchmesser (Abb. 2). Dies könnte ebenfalls durch die Einwirkung eines auf die Zellachse senkrecht gerichteten Druckes erklärt werden. Der mechanisch schwächste Teil der Zellwand, nämlich das Tüpfelfeld, weicht nach oben oder unten aus, und die Wand im Bereich des Tüpfelkanals wird verbogen (Abb. 7b). Dadurch wird das Lumen des einen Tüpfelkanals verengt und das des gegenüberliegenden erweitert.

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

Der hier als Ursache für die Verformung angeführte Druck kann verschiedenen Ursprungs sein:

1. ein Präparationsartefakt
2. ein Druck, der im Verlauf des Dickenwachstums entsteht, und
3. ein Druck der bei den Bewegungen im Blattgelenk auf das Gewebe im Zentrum des Gelenkes ausgeübt wird.

Die erweiterten ER-Zisternen treten nicht nur in den lebenden Fasern von *M. pudica* und *N. plena* auf, sondern auch in den Transferzellen des C-Typs von *N. plena*. Ein erweitertes ER wird von FLEURAT-LESSARD & BONNEMAIN 1978 für die lebenden Holzfasern von *M. pudica* angegeben. ESAU 1975 entdeckte erweiterte ER-Zisternen im sich differenzierenden Xylem von *M. pudica*. In diesen Zisternen sammelt sich fibröses Material. Sie zerfallen, sobald sich der Protoplast der Tracheiden auflöst. Nach ESAU treten diese erweiternden Zisternen auch in den Xylemparenchymzellen auf. Sie kommen demnach in allen lebenden Bestandteilen des Xylems vor. Ein Unterschied zwischen *M. pudica* und *N. plena* ergibt sich hinsichtlich der Lage der erweiterten Zisternen des ER. Während sie bei *M. pudica* offenbar nur im Bereich der Zellwand auftreten, können sie bei *N. plena* im gesamten Cytoplasma vorkommen.

Hinsichtlich der Verteilung der Ribosomen stimmen die vorliegenden Beobachtungen mit den Ergebnissen von FLEURAT-LESSARD & BONNEMAIN 1978 überein.

Ein in den Plastiden auftretendes Reticulum konnte sowohl bei *M. pudica*, als auch bei *N. plena* beobachtet werden. Bei *N. plena* trat dieses jedoch nur in den stärkefreien Plastiden auf. Normal entwickelte und aufgetriebene Thylakoide beschrieben VAN STEVENINCK & VAN STEVENINCK 1970 für Transferzell-Chloroplasten von *M. pudica*. Sie unterscheiden Chloroplasten mit „open-" und solche mit „closed-conformation". Sie verstehen unter „open", daß sich die Thylakoidmembranen auseinander bewegen und unter „closed", die Anordnung in üblicher Weise. Sie diskutieren, daß das Auftreten der „open-conformation" ein Fixationsartefakt sein könne. Sie weisen aber gleichzeitig darauf hin, daß dies unwahrscheinlich zu sein scheint, da beide Thylakoidformen in einer Zelle gleichzeitig vorkommen können. In vorliegender Untersuchung konnte das bestätigt werden.

Schrifttum

CAMERON S. H. 1923. Storage of starch in the Pear and Apricot. — Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 9: 98—100.

COCKERHAM G. 1930. Some observations on cambial and seasonal starch in sycomore (*Acer pseudoplatanus*). — Proc. Leeds Philosophical and Literary Soc., Scientific Sect. 2: 64—80.

COMM. of NOMENCLATURE 1964. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. p. 75. — Internat. Assoc. Wood Anatomists (IAWA). — Winterthur.

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

ESAU K. 1975. Dilated endoplasmic reticulum cisternae in differentiating xylem of minor veins of *Mimosa pudica* L. leaf. — Ann. Bot. N. S. 39; 167—174.

— 1977. Anatomy of seed plants. — New York—Santa Barbara—London—Sidney—Toronto.

FISCHER A. 1891. Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. — Jb. wiss. Bot. 22: 73—106.

FLEURAT-LESSARD P. & BONNEMAIN J.-L. 1978. Structural and ultrastructural characteristics of the vascular apparatus of the sensitive plant (*Mimosa pudica* L.). — Protoplasma 94: 127—143.

HARTIG Th. 1851. Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. — Berlin.

SANIO C. 1863. Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers. — Bot. Ztg. 21: 85—91, 93—98, 101—111.

SWARBRICK T. 1927. Studies in the physiology of fruit trees. I. The seasonal starch content and cambial activity in one-to-five-year-old apple branches. — J. Pom. and Hort. Sci. 6: 137—156.

VAN STEVENINCK R. F. M. & VAN STEVENINCK M. E. 1970. Ultrastructures of spezialized parenchyma cells in the leaf blades of the sensitive plant *Mimosa pudica* L. — Austr. J. biol. Sci. 23: 63—70.

WOLKINGER F. 1969. Morphologie und systematische Verbreitung der lebenden Holzfasern bei Sträuchern und Bäumen. I. Zur Morphologie und Zytologie. — Holzforschung 23: 135—144.

— 1970. Morphologie und systematische Verbreitung der lebenden Holzfasern bei Sträuchern und Bäumen. II. Zur Histologie. — Holzforschung 24: 141—151.

— 1971. Morphologie und systematische Verbreitung der lebenden Holzfasern bei Sträuchern und Bäumen. III. Systematische Verbreitung. — Holzforschung 25: 29—30.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: 20_3_4

Autor(en)/Author(s): Steiner Gudrun

Artikel/Article: Lebende Holzfasern in den Gelenken von Mimosa pudica und Neptunia plena. 325-331