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

Phyton (Austria)	**Vol. 28**	Fasc. 2	249–259	15. 12. 1988

Aus dem Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Graz

Zwei verschiedene Zellkerneinschlüsse in den Drüsenhaaren von *Scutellaria altissima* L.

Von

Irmtraud THALER und Manfred GAILHOFER

mit 7 Abbildungen

Eingelangt am 25. Oktober 1987

Key words: *Scutellaria altissima*, gland hairs, nuclear inclusions, lamellae, tubules.

Summary

THALER I. & GAILHOFER M. 1988. Two different nuclear inclusions in gland hairs of *Scutellaria altissima* L. – Phyton (Austria) 28 (2): 249–259, with 7 figures. – German with English summary.

Two kinds of nuclear inclusions have been found in gland hairs of *Scutellaria altissima:* lamellae (breath 12 nm) and tubules (∅ 45 nm). Tubules of the same kind occur in the cytoplasm. They consist of globular particles and contain an electron dense filament in the channel. Successful digestion of tubules with pepsin indicates their proteinaceous nature.

Zusammenfassung

THALER I. & GAILHOFER M. 1988. Zwei verschiedene Zellkerneinschlüsse in den Drüsenhaaren von *Scutellaria altissima* L. – Phyton (Austria) 28 (2): 249–259, mit 7 Abbildungen. – Deutsch mit englischer Zusammenfassung.

In den Drüsenhaaren von *Scutellaria altissima* wurden zweierlei Kerneinschlüsse gefunden: Lamellen mit einer Breite von 12 nm und Tubuli mit einem Durchmesser von 45 nm. Gleichartige Tubuli kommen auch im Cytoplasma vor. Sie bestehen aus globulären Untereinheiten und enthalten im Kanal ein elektronendichtes Filament. Die Tubuli werden mit Pepsin abgebaut und bestehen daher aus Eiweiß.

---

*) Prof. Dr. I. THALER, Doz. Dr. M. GAILHOFER, Institut für Pflanzenphysiologie der Karl-Franzens-Universität Graz, Schubertstraße 51, A-8010 Graz (Austria)

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

1. Einleitung

Die Familien der *Tubiflorae* bilden in den Zellkernen bestimmter Gewebe amorphe oder kristalline Einschlüsse aus (Zusammenfassungen bei THALER 1966, SPETA 1972, 1979). Die Kristalle können aus Lamellen, Tubuli und Filamenten aufgebaut sein (WERGIN & al. 1970). In besonders stoffwechselaktiven Zellen, wie in Drüsenhaaren und Nektarien einiger *Scrophulariaceae* und *Lamiaceae*, bestehen die Einschlüsse aus Stapeln von Lamellen; so z. B. die Einschlüsse in den Drüsenhaaren von *Pinguicula bakeriana, Lathraea squamaria, Salvia glutinosa,* der einzellreihigen Haare von *Melampyrum nemorosum* und der Nektarien von *Catalpa bungei* (SCHNEPF 1960, 1964, 1971, AMELUNXEN & GIELE 1968, HEINRICH 1972). Auch die Zellkerneinschlüsse der Drüsenhaare von *Eremophila fraseri (Myoporaceae)* sind nach der Abbildung zu schließen ebenfalls aus Lamellen aufgebaut (DELL & MCCOMB 1977). Die Dicke der Lamellen ist bei den einzelnen Arten unterschiedlich, sie wird mit 5,5 bis 12,5 nm angegeben. *Scutellaria altissima* zeigt in bestimmten Geweben des Blattes auffallend dilatiertes, mit filamentartigen Strukturen erfülltes ER, Einschlüsse im Cytoplasma und auch in Zellkernen (THALER & GAILHOFER 1985).

In der vorliegenden Arbeit werden Lamellen und Tubuli beschrieben, die gemeinsam in den Zellkernen kurzgestielter und langgestielter Drüsenhaare von *Scutellaria altissima* vorkommen. Ein histochemischer Abbau wird mit Pepsin versucht. Eine weitere Arbeit berichtet über die Feinstruktur dieser Drüsenhaare.

2. Material und Methode

Scutellaria altissima L. *(Lamiaceae)* vom Leechwald und Schloßberg (Graz) und vom Botanischen Garten Wien wurde untersucht. Handschnitte der Blätter, des Sprosses und des Kelches wurden mit 3%igem Glutardialdehyd in 0,06 M Phosphatpuffer (pH 7,1) und anschließend mit 1%igem OsO_4 in Veronalacetatpuffer (pH 7,1) fixiert. Die Schnitte wurden in Äthanol entwässert und in Polarbed oder im Medium nach Spurr eingebettet. Die Ultradünnschnitte wurden mit Uranylacetat und Bleicitrat kontrastiert und im Siemens Elmiskop I A oder im Philips CM 10 untersucht. Cytochemischer Eiweißnachweis (vgl. MONNERON & BERNHARD 1966, GIESE 1971). Schnittbänder wurden mittels Kunststoffschlingen 30 Minuten bei 37° C auf 10%igem H_2O_2 flottiert und nach gründlichem Waschen mit Aqua dest.

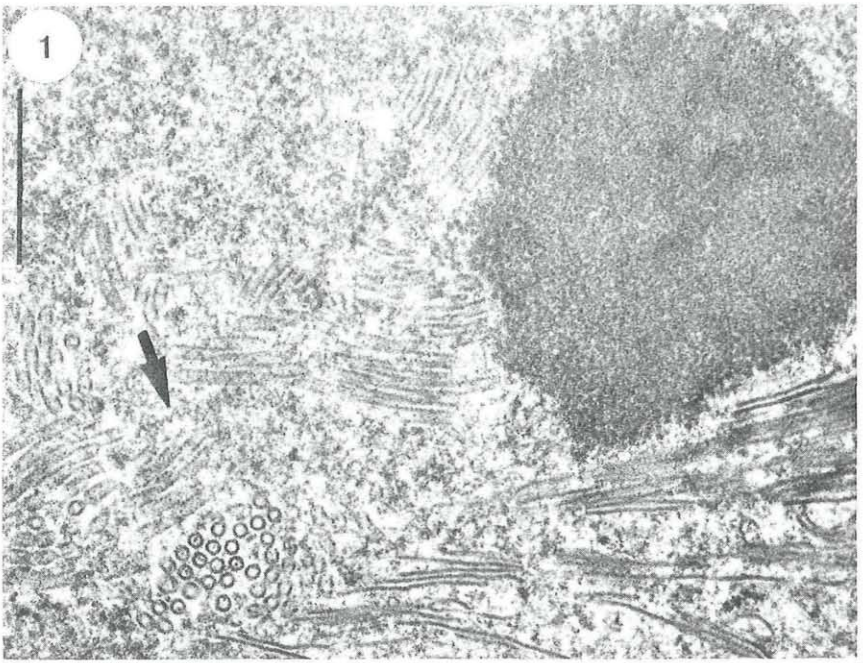
Abb. 1–7. *Scutellaria altissima,* sekretführende Zellen der kurzgestielten Drüsenhaare. Maßstrecken = 0,5 µm.

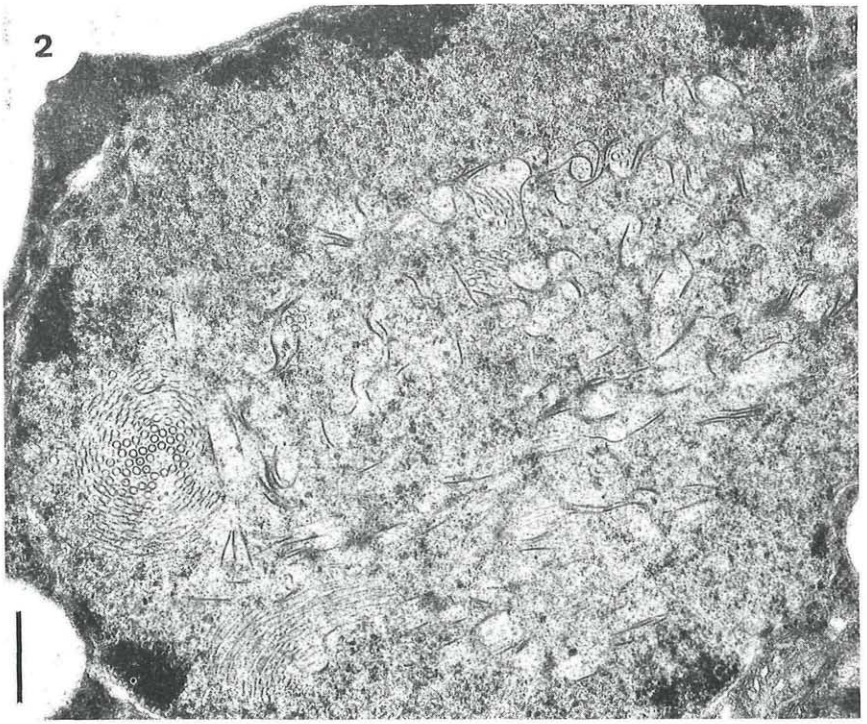
Abb. 1–5, 7. Ausschnitte aus Zellkernen.

Abb. 1. Nucleolus, schräg- und quergetroffene Lamellen und Tubuli, schraubige Strukturen (Pfeil).

Abb. 2. Schleifenartige Lamellen umgeben wenige Tubuli.

©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

weiterbehandelt mit 0,5%igem Pepsin (Boehringer, Mannheim), gelöst in 0,1 M Cysteinchlorid, End-pH 2,2. Die Inkubationszeit betrug 2 bis 4 Stunden bei 37° C. Als Kontrolle diente ein Ansatz ohne Enzym. Kontrastiert wurde mit Uranylacetat und Bleicitrat.

3. Ergebnisse

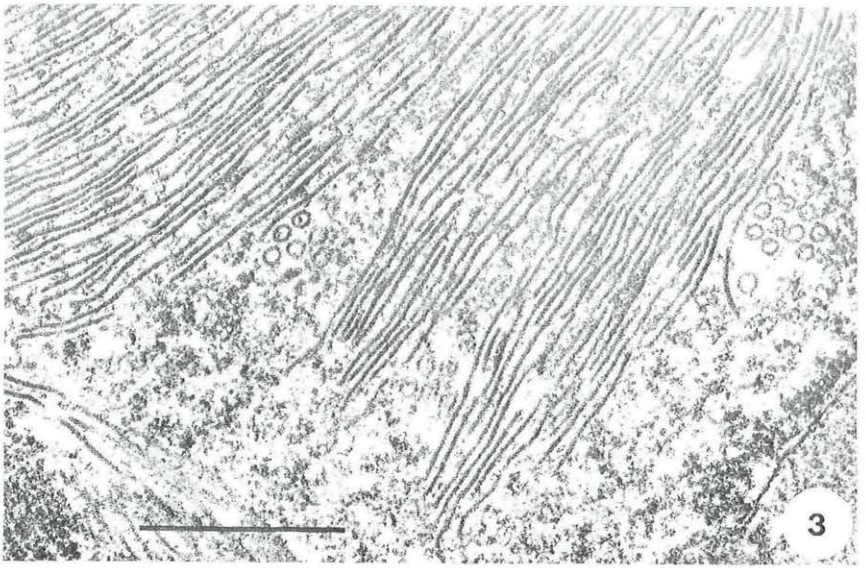
Die Epidermis der Blätter und des Kelches von *Sc. altissima* besitzen kurz- und langgestielte Drüsenhaare, Drüsenschuppen und Gliederhaare. Alle Abbildungen in dieser Arbeit stammen von kurzgestielten Drüsenhaaren. Sie bestehen aus einer in der Epidermis liegenden Fuß-, einer Stielzelle und ein bis vier sekretführenden Köpfchenzellen. Die Drüsenschuppen besitzen acht bis sechzehn Köpfchenzellen und sind auch in der Ultrastruktur leicht von den Drüsenhaaren zu unterscheiden. Im Ultradünnschnitt sind die meist runden Zellkerne vom rauhen ER umgeben, das oft mit der Kernhülle verbunden ist. Der perinucleare Raum kann an einer oder an zwei Stellen aufgetrieben sein und enthält eine granuläre Substanz. Das meiste Chromatin liegt der Kernhülle an. Schnitte durch den Kern sind bis zu 60% von Lamellen und Tubuli erfüllt. Beide Einschlüsse verändern nicht die Gestalt des Zellkernes und liegen nie an der Kernmembran. Auch der Zellkern der Stielzelle verfügt über die gleichen Einschlüsse, in dem der Basalzelle fehlen sie. Die Sekretzellen der langgestielten Drüsenhaare zeigen ebenfalls Lamellen und Tubuli. In denen der Drüsenschuppen wurden nur Tubuli, in den Papillen nur schleifenartige Lamellen beobachtet.

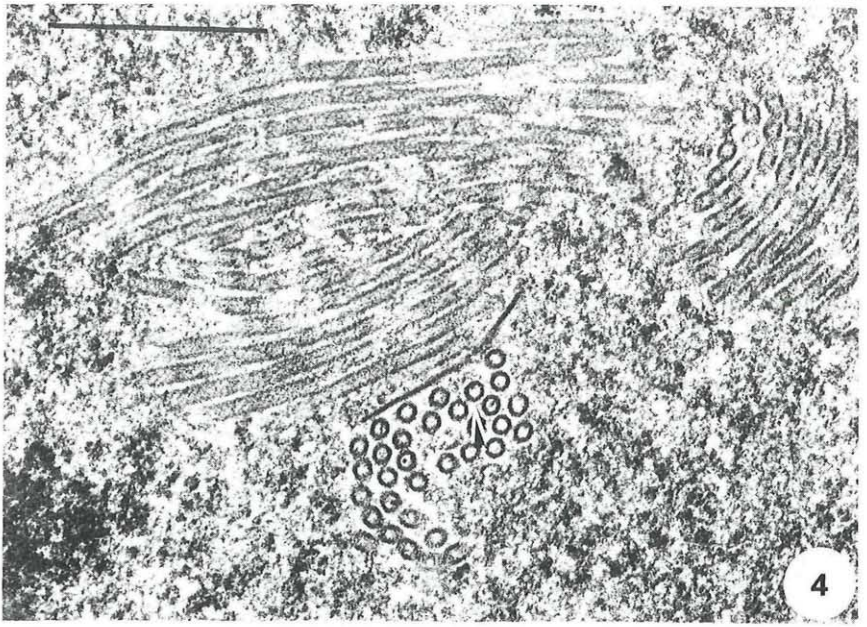
Alle bisher untersuchten Drüsenhaare von Pflanzen verschiedener Fundorte von Graz und dem Botanischen Garten Wien zeigten diese Einschlüsse, gleichgültig, ob die Drüsenhaare vom Blatt, Sproß oder Kelch stammten. Junge Drüsenhaare, deren Köpfchen noch einzellig ist, besitzen noch keine Einschlüsse. Diese wurden erst nach den Teilungen beobachtet. Vor und während der Sekretion findet man mehr oder weniger parallelliegende Lamellen und mehrere Tubulibündel, die in ein und demselben Schnitt längs-, schräg- oder quergetroffen vorliegen. Daneben sind auch schraubige Strukturen sichtbar (Abb. 1). Meist sind beide Einschlüsse voneinander getrennt. Lamellen sind entweder am Rande der Tubulibündel zu beobachten oder sie umgeben schleifenartig ein transparentes Areal, in dem einige Tubuli liegen (Abb. 2). Ein direkter Kontakt zwischen Tubuluswand und Lamelle wurde nur äußerst selten gesehen. Nach der Sekretion sind meist nur mehr Tubuli vorhanden. Der Nucleolus ist in allen Entwick-

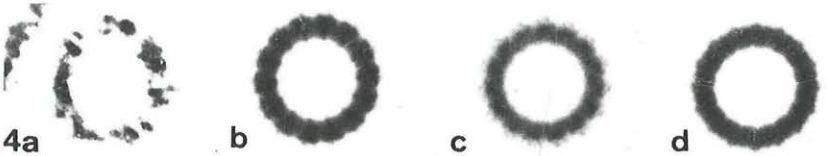
---

Abb. 3. Lamellen im Querschnitt, dazwischen einzelne quergetroffene Tubuli.
Abb. 4. Tubuli zeigen im Schräg- und Längsschnitt eine gekreuzte Struktur; Tubuluswand ist aus Punktreihen aufgebaut. Zwischen Längs- und Querschnitten liegt eine geknickte Lamelle. Ein quergetroffener Tubulus (Pfeil) wurde dem Markham-Test unterworfen. Abb. 4a–d. a: n = 0, b: n = 14, c: n = 15, d: n = 16.

©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

lungsstadien der Drüsenhaare zu beobachten und erscheint in seiner Größe nicht wesentlich verändert. Lamellen und Tubuli können unmittelbar am Nucleolus liegen (Abb. 1). Manchmal ist auch ein Abstand zwischen Einschluß und Nucleolus zu sehen. Sind viele Lamellen in einem Zellkern vorhanden, so liegen sie in verschieden großen Abständen (16–64 nm) parallel zueinander. In diesem Stadium sind nur wenige Tubuli in einem auffallend elektronenhellen Bereich ausgebildet (Abb. 3). Die Dicke einer Lamelle beträgt ca. 12 nm, ihre Länge ist unterschiedlich und kann bis zu 1 μm betragen. Der Flächenschnitt der Lamelle zeigt keine scharfe Begrenzung und ebenso wie der Querschnitt keine Substruktur. Die Tubulibündel, die in großer Zahl in einem späteren Entwicklungsstadium auftreten, bestehen aus einigen bis zu 100 Tubuli. Eine Überkreuzung dieser Bündel ist oft zu beobachten. Die einzelnen Tubuli sind meist leicht gebogen und können auch eine Länge bis ca. 1 μm besitzen. Im Längenschnitt des Tubulus ist eine deutliche gekreuzte Struktur zu sehen und die Kanten bestehen aus Granula (Abb. 4). Der Durchmesser der Tubuli, gemessen am Querschnitt, beträgt ca. 45 nm, ihr Abstand voneinander 16–22 nm. Im Kanal des Tubulus ist meist ein locker geschraubtes Filament sichtbar (Abb. 5); dieses ist im Querschnitt als kontrastreicher Punkt im Inneren des Kanals sichtbar. Auch die von der Kreisform abweichenden Tubulus-Querschnitte (42 × 72 nm) zeigen nur ein Filament. Verhältnismäßig selten treten offene Tubuli auf; es können auch zwei Filamente von einer nicht geschlossenen, etwas eingestülpten Tubuluswand umgeben sein. Die Dicke der Tubuluswand beträgt ca. 12 nm und entspricht der Dicke der Lamellen. Die Tubuluswand ist aus mehreren Untereinheiten aufgebaut. Die Untersuchung mit der Rotationsmethode nach MARKHAM & al. 1963 läßt 15 Untereinheiten erkennen (Abb. 4a–d).

Im Cytoplasma der sekretführenden Zellen wurden meist nur ein oder zwei Bündel von Tubuli gefunden. Sie liegen auch hier im elektronentransparenten Areal und unterscheiden sich in Form und Größe nicht von denen im Zellkern (Abb. 6). Sie liegen alternierend in mehr oder weniger gewellten Reihen. Am Rande der Bündel sind Ribosomen und oft etwas dilatiertes ER sichtbar.

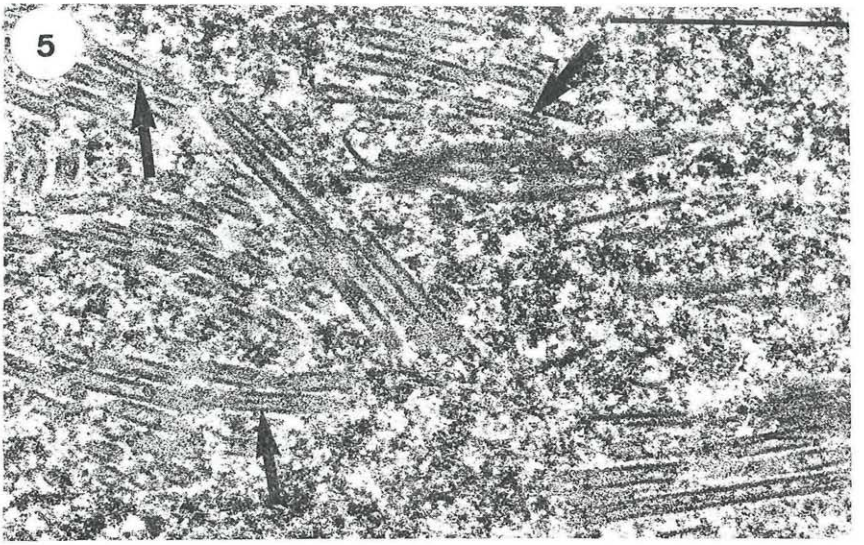
Ein Abbau der Tubuli im Zellkern mit Pepsin ist gelungen (Abb. 7).

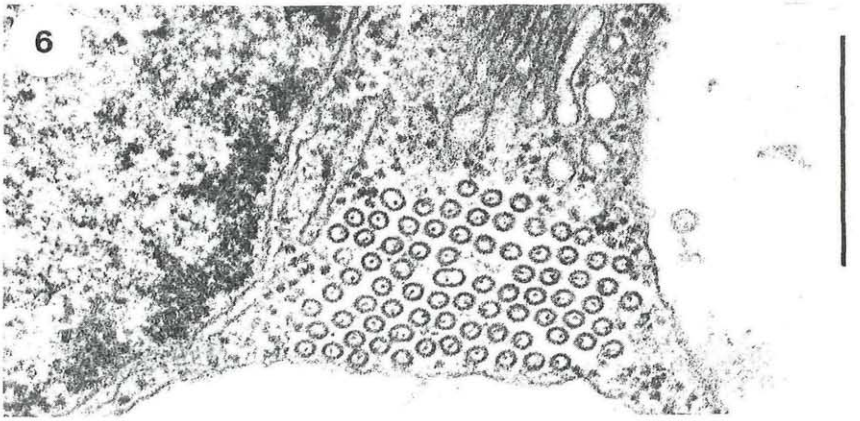
Abb. 5. Im Schrägschnitt deutliche fadenartige Struktur im Inneren der Tubuli sichtbar (Pfeile).

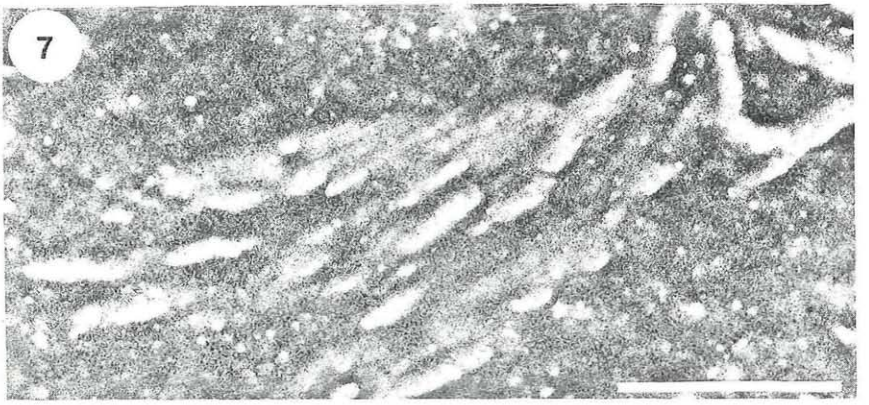
Abb. 6. Quergetroffene Tubuli im Cytoplasma, im Inneren der meisten Tubuli ein Punkt sichtbar.

Abb. 7. Ultradünnschnitte mit Pepsin/Cysteinchlorid 160 Min. behandelt. Tubuläre Strukturen sind zum größten Teil aufgelöst.

©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

4. Diskussion

Innerhalb eines Zellkernes können verschieden gestaltete Einschlüsse gleichzeitig auftreten, wie dies z. B. bei den Scrophulariaceen der Fall ist. Form und Zahl der Einschlüsse wurden bei dieser Familie auch taxonomisch verwertet (SPETA & GREILHUBER 1970, SPETA 1979). So zeigen die Zellkerne der Blattepidermis von *Penstemon barbatus* einen amorphen kugeligen Körper und einen Lamellen-Stapel (CARNIEL 1970). Die Einschlüsse in den Zellkernen der Drüsenhaare von *Sc. altissima* bestehen aus Lamellen und Tubuli. In den Drüsenschuppen wurden nur Tubuli beobachtet. Bisher sind in den Haaren zweier Lamiaceen, *Coleus blumei* und *Salvia glutinosa,* nur Lamellen beschrieben worden (WERGIN & al. 1970, SCHNEPF 1971). Von einem direkten Kontakt zwischen Kerneinschluß und Nukleolus wird oft berichtet und manchmal auch von deren umgekehrter Größenbeziehung (SCHNEPF 1960, WERGIN & al. 1970, WEINTRAUB & al. 1971, HESSE 1974). Bei *Sc. altissima* können beide Einschlüsse dem Nukleolus anliegen. Eine starke Abnahme des Nukleolus während der Entwicklung der Kerneinschlüsse wird bei den Kernen der Haare von *Eremophila fraseri* und *Pharbitis nil* beobachtet (DELL & MCCOMB 1977, UNZELMAN & HEALEY 1972). In den Drüsenhaaren von *Sc. altissima* konnte dies nicht festgestellt werden. Nucleolus und Kerneinschlüsse sind noch nach der Sekretion erhalten. In den Haaren von *Eremophila* verschwindet zuerst der Nucleolus und in alternden Haaren findet man auch keine Einschlüsse. Die Kerneinschlüsse der Mesophyllzellen von *Sc. altissima* sind sehr schmal und lang (80–170 nm × 2,5 μm) und sind ca. aus 10 Lamellen aufgebaut (THALER & GAILHOFER 1985). Diese Lamellen sind wie die von *Salvia glutinosa* und die der noch nicht sezernierenden Nektarien von *Catalpa bungei* aus globulären Untereinheiten aufgebaut (SCHNEPF 1971, HEINRICH 1972). Die Lamellen in den Zellkernen der Drüsenhaare von *Sc. altissima* besitzen weder im Quer- noch im Flächenschnitt eine deutliche Substruktur; sie stimmen damit mit den Lamellen der Kelchhaare von *Melampyrum nemorosum* überein (AMELUNXEN & GIELE 1968). Lamellare Kerneinschlüsse (5,5 nm) kommen auch in den harzausscheidenden Drüsenhaaren von *Eremophila fraseri (Myoporaceae)* vor (DELL & MCCOMB 1977). Sie treten wie bei *Sc. altissima* nicht nur in den sezernierenden Zellen, sondern auch im Zellkern der Stielzelle auf.

In den Sekretzellen der Drüsenhaare von *Salvia glutinosa* kommen die Lamellen außer im Kern noch im Cytoplasma vor, hier allerdings selten (SCHNEPF 1971). In den Drüsenhaaren von *Sc. altissima* wurden die Lamellen nie im Cytoplasma beobachtet, wohl aber Tubuli, von gleicher Gestalt wie im Kern.

Hochorganisierte, aus Tubuli (20 nm) bestehende Kristalle kommen in den Epidermen der Fruchtknoten von *Linaria alpina* und *L. vulgaris* vor

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

(DUDEK & HESSE 1980). Sie haben keine strukturelle Ähnlichkeit mit denen von *Sc. altissima*.

Tubuläre Strukturen können auch durch den Einfluß von Viren hervorgerufen werden. Es seien hier nur diejenigen genannt, die eine auffallende Ähnlichkeit mit denen von *Sc. altissima* aufweisen. In den Zellkernen der Phloemzellen eines mosaikkranken Blattes von *Abutilon sellowianum* kommen Zylinder (∅ 80–100 nm) vor, deren Hauptcharakteristikum helikal angeordnete äußere Partikel von 16–18 nm Durchmesser sind (JESKE & al. 1977). Diese wurden isoliert und als *Abutilon*-Mosaik-Virus beschrieben (JESKE & WERZ 1980). Die Tubulibündel, die durch das Olive-latent-Virus 1 in *Nicotiana benthamiana* und *Chenopodium quinoa* hervorgerufen werden, kommen häufiger im Cytoplasma als im Zellkern vor (CASTELLANO & al. 1987). Sie sind leicht gekrümmt, haben einen Durchmesser von 40 nm und zeigen eine gekreuzte Struktur, Größe und Struktur entsprechen den Tubuli von *Sc. altissima*. Die durch das *Petunia*-ringspot-Virus in *Vicia faba* hervorgerufenen Tubuli im Cytoplasma sind 60 nm breit und bestehen aus 10 schraubig angeordneten Untereinheiten; es wird angenommen, daß diese die aktuellen Viruspartikel sind (RUBIO-HUERTOS 1968).

Auch in proteinreichen Zellen wurden öfter tubuläre Einschlüsse im Zellkern und im Cytoplasma angegeben. So z. B. in den Siebelementen verschiedener Pflanzen. Hier handelt es sich entweder um tubuläres P-Protein oder um anders gestaltete Tubuli (Zusammenfassung bei ESAU & THORSCH 1982).

Aggregate von Tubuli kommen im Zellkern und im Cytoplasma der Beltschen Körper des Blattes von *Acacia cornigera* vor (RICKSON 1968). Ein ungewöhnliches System von Tubuli enthalten die eiweißreichen Drüsenhaare von *Phaseolus vulgaris* (STEER & NEWCOMB 1969). In jungen Entwicklungsstadien werden schmale Tubuli (∅ 29 nm) aus dem ER gebildet, später treten an ihre Stelle breite Tubuli (∅ 56–66 nm), die nicht mit dem ER in Verbindung stehen. Abgesehen von ihrer Größe zeigen sie wie die von *Sc. altissima* einen gleichen Aufbau und auch den elektronendichten Faden im Inneren des Tubulus. Eine Verdauung mit Pepsin ist bei ihnen nicht gelungen, während sich die Tubuli von *Sc. altissima* in Pepsin abbauen lassen. Über das Verhalten der Lamellen gegenüber Pepsin kann nichts ausgesagt werden, weil sie in den Kernen der für die Abbauversuche verwendeten Haare nicht vorhanden waren. Bisher wurde nur für wenige Kerneinschlüsse nachgewiesen, daß sie aus Protein bestehen. Die intranuclearen Kristalle von *Dianthus barbatus* (WEINTRAUB & al. 1971) und die dichten Kernkristalle in den Siebröhren von *Echium* und *Amsinckia* (THORSCH & ESAU 1983). Das aggregierte und verstreute P-Protein wurde dagegen von den Enzymen nicht angegriffen. Die Autoren nehmen an, daß die Kompaktheit der Eiweißeinschlüsse beim Abbau durch die Enzyme eine gewisse Rolle spielen.

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

Die Bedeutung der Einschlüsse in den Drüsenhaaren von *Sc. altissima* ist unbekannt. UNZELMAN & HEALEY 1972 nehmen an, daß die intranuklearen polyedrischen Kristalle von *Pharbitis nil* Ansammlungen von Sekretprotein sein könnten. DELL & MCCOMB 1977 halten es nicht für wahrscheinlich, daß die Lamellen von *Eremophila fraseri* mit der Terpenausscheidung in Zusammenhang gebracht werden können. Ob Lamellen und Tubuli von *Sc. altissima* mit der Ausscheidung zusammenhängen oder nicht, läßt sich noch nicht entscheiden. Die Pflanze neigt dazu, in verschiedenen Geweben Eiweißeinschlüsse im Zellkern und Cytoplasma auszubilden, in den Drüsenhaaren sind sie anders gestaltet. Nachdem alle bisher untersuchten Drüsenhaare von verschiedenen Fundorten Lamellen und Tubuli ausbilden, wird nicht angenommen, daß sie virusbedingt sind.

Herrn Ing. G. GRAGGABER danken wir für technische Assistenz.

5. Literatur

AMELUNXEN F. & GIELE T. 1968. Die Struktur der Eiweißkristalle in den Zellkernen von *Melampyrum nemorosum* L. – Z. Pflanzenphysiol. 58: 457–460.

CARNIEL K. 1970. Über die Proteinkristalle in den Zellkernen von *Penstemon barbatus*. – Österr. Bot. Z. 118: 162–170.

CASTELLANO M. A., FRANKO Di A. & MARTELLI G. P. 1987. Electron microscopy of two olive viruses in host tissues. – J. Submicrosc. Cytol. 19: 495–508.

DELL B. & MCCOMB A. J. 1977. Glandular hair formation and resin secretion in *Eremophila fraseri* F. MEULL *(Myoporaceae)*. – Protoplasma 92: 71–86.

DUDEK A. & HESSE M. 1980. Tubuläre intranukleare Einschlußkörper bei *Linaria vulgaris*, L. *alpina* (*Scrophulariaceae*) und *Incarvillea variabilis* (*Bignoniaceae*). – Pl. Syst. Evol. 135: 127–135.

ESAU K. & THORSCH J. 1982. Nuclear crystalloids in sieve elements of species of *Echium* (*Boraginaceae*). – J. Cell. Sci. 54: 149–160.

GIESE H. 1971. Strukturanalyse biologischer Totalpräparate mit Hilfe lytischer Enzyme. In: SCHIMMEL G. & VOGELL W., Methodensammlung der Elektronenmikroskopie, 3.2.1.4. – Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart.

HEINRICH G. 1972. Die Feinstruktur der lamellären Einschlußkörper in den Zellkernen des Nektariums von *Catalpa bungei*. – Planta 105: 174–180.

HESSE M. 1974. Lamelläre Einschlußkörper in den Zellkernen von *Rhinanthus serotinus* OBORNY. – Protoplasma 81: 393–397.

JESKE H. & WERZ G. 1980. Ultrastructural and biochemical investigations on the whitefly transmitted Abutilon Mosaic virus (AbMV). – Phytopath. Z. 97: 43–55.

– MENZEL D. & WERZ G. 1977. Electron microscopic studies on intranuclear virus-like inclusions in mosaic-diseased *Abutilon sellowianum* REG. – Phytopath. Z. 89: 289–295.

MARKHAM R., FREY S. & HILLIS G. J. 1963. Methods for the enhancement of image detail and accentuation of structure in electron microscopy. – Virology 20: 88–102.

MONNERON A. & BERNHARD W. 1966. Action de certaines enzymes sur des tissus inclus en Epon. – J. Microscopie 5: 697–714.

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

RICKSON F. R. 1968. Nuclear and cytoplasmic tubules in cortical cells of leaf Beltian bodies. – J. Cell. Biol. 38: 471–474.

RUBIO-HUERTOS M 1968. Further studies on ultrastructure of plants infected with Petunia Ringspot Virus. – Protoplasma 65: 465–476.

SCHNEPF E. 1960. Kernstrukturen bei *Pinguicula*. – Ber. deutsch. Bot. Ges. 73: 243–245.

– 1964. Über die Eiweißkristalloide von *Lathraea*. – Z. Naturforsch. 19b: 344–345.

– 1971. Die Feinstruktur der lamellären Einschlußkörper im Zellkern und im Cytoplasma der Drüsenhaare von *Salvia glutinosa*. – Protoplasma 73: 67–72.

SPETA F. 1972. Über Eiweißkörper in Zellkernen bei Scrophulariaceen; Vorkommen, Form und systematische Bindung. – Österr. Bot. Z. 120: 117–136.

– 1979. Weitere Untersuchungen über Proteinkörper in Zellkernen und ihre taxonomische Bedeutung. – Pl. Syst. Evol. 132: 1–26.

– & GREILHUBER J. 1970. Über das gleichzeitige Vorkommen von zweierlei Eiweißkörpern in den Zellkernen von *Pseudolysimachion spicatum* und einigen anderen Scrophulariaceen. – Österr. Bot. Z. 118: 1–6.

STEER M. W. & NEWCOMB E. H. 1969. Observations on tubules derived from the endplasmic reticulum in leaf glands of *Phaseolus vulgaris*. – Protoplasma 67: 33–50.

THALER I. 1966. Eiweißkristalle in Pflanzenzellen. – In: Protoplasmatologia II B 2b. Wien–New York: Springer-Verlag.

– & GAILHOFER M. 1985. Einschlußkörper in den Zellen von *Scutellaria altissima*. – Phyton (Austria) 25: 309–316.

THORSCH J. & ESAU K. 1983. Nucelar crystalloids in sieve elements of *Boraginaceae:* A protein digestion study. – J. Cell Sci. 64: 37–47.

UNZELMAN J. M. & HEALEY P. L. 1972. Development and histochemistry of nucelar crystals in the secretory trichome of *Pharbitis nil*. – J. Ultrastruct. Res. 39: 301–309.

WEINTRAUB M., RAGETLI H. W. J. & SCHROEDER B. 1971. The protein composition of nuclear crystals in leaf cells. – Amer. J. Bot. 58: 182–190.

WERGIN W. P., GRUBER P. J. & NEWCOMB E. H. 1970. Fine structural investigation of nuclear inclusions in plants. – J. Ultrastruct. Res. 30: 533–557.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Phyton, Annales Rei Botanicae, Horn

Jahr/Year: 1988

Band/Volume: 28_2

Autor(en)/Author(s): Thaler Irmtraud, Gailhofer Manfred Karl

Artikel/Article: Die verschiedenen Zellkerneinschlüsse in den Drüsenhaaren von Scutellaria altissima L. 249-259