

Linzer biol. Beitr.	7/3	393-402	31.10.1975
---------------------	-----	---------	------------

DIE ENTWICKLUNG DES ENDOSPERMS VON  
MELAMPYRUM CRISTATUM UND M. BIHARIENSE

von Franz SPETA, Linz

Das auffälligste an den Melampyrum-Samen ist das stets vorhandene Elaiosom, das aus dem Endosperm hervorgeht. Sehr bald schon wurde beobachtet, daß die Samen von Ameisen getragen werden, was man vorerst durch die Ähnlichkeit der Samen mit den Kokons von Ameisenpuppen zu erklären versuchte. Erst SERNANDER fand heraus, daß das ölhältige Anhängsel die Ursache der Ameisenverbreitung ist. Leider sprach er das Elaiosom fälschlich als eine Bildung der Chalaza an, obwohl schon vor ihm die Entwicklungsgeschichte der Samen einiger Melampyrum-Arten im wesentlichsten richtig beschrieben worden war (TULASNE; TSCHIRCH; SCHLOTTERBECK) und daher die Herkunft des Anhängsels bekannt gewesen wäre. Auch SCHMID ließ keinen Zweifel an der Endospermnatur des Anhängsels, was aber HEINRICHER, MORTON, ULBRICH und LEWINA nicht hinderte, die Ansicht SERNANDERS zu übernehmen. NETOLITZKY führte als Elaiosom nur das "zerschlitzte, kappenförmige Integument" an, das tatsächlich nur die Hülle des Endospermanhängsels, also einen geringen Teil des Elaiosoms, bildet. Erst in neuerer Zeit wurde die Embryologie einiger Melampyrum-Arten wieder aufgegriffen und unter verschiedenen Gesichtspunkten † weit aufgeklärt (AREKAL; TIAGI; ERBRICH; HARTL; GREIHUBER). Mit BRESINSKYS Angaben fand nun endlich auch die richtige Deutung der Herkunft (nicht der Embryologie!) des Elaiosoms in die Elaiosomenliteratur Eingang.

Sieht man von Veröffentlichungen über Chromosomenzahlen ab (Lit. bei FEDOROV; SPETA 1971), so haben bisher nur ERBRICH, SPETA 1972 und GREILHUBER Angaben über die karyologischen Verhältnisse des Endosperms gemacht.

#### Material und Methode

*M. cristatum* stammt vom Maurer Berg bei Rodaun (Wien, 23. Bezirk, Österreich), *M. bihariense* aus dem Gartschintal und von der Zinne bei Kronstadt (Rumänien); *M. nemorosum* aus der Umgebung von Steyr (Oberösterreich).

Die Fixierung erfolgte meist in Carnoyschem Gemisch, in einigen Fällen auch in Glutaraldehyd. Nach Erwärmung in Karminessigsäure (= KE) wurden Quetschpräparate hergestellt. Nach Fixierung in Glutaraldehyd wurde kalt mit KE gefärbt. Zur Anfertigung von Mikrotomschnitten wurde nach den üblichen Vorbehandlungen in Paraffin eingeschlossen. Die Schnitte wurden mit Safranin gefärbt.

#### Untersuchungsergebnisse und Diskussion

In der zweikarpelligen Kapsel sind meist 4 Samenanlagen vorhanden, die unitemisch und tenuinuzellat sind.

Im Stadium des fertig entwickelten Embryosackes nimmt die Hälfte der Größe der ganzen Samenanlage der chalazale Teil ein. Der reife Embryosack ist mehr minder zylindrisch und zeigt schon vor der Befruchtung 6 - 8 schlauchförmige Fortsätze am mikropylaren Ende, die ins Integument hineingewachsen sind. Dies gibt dem durch Quetschen vom übrigen Gewebe befreiten Embryosack ein Hydra-ähnliches Aussehen (Abb. 1a). Die Fortsätze sind aber beileibe nicht alle gleich lang. Vor allem zeigt der auf der Raphenseite zum Funikulus wachsende Arm schon eine beachtliche Länge. Schließlich ist es auch er, der bis zur Samenreife als Teil des Mikropylarhaustoriums erhalten bleibt. Alle Arme zeigen aber der ganzen Länge nach kleine, dünne Auswüch-

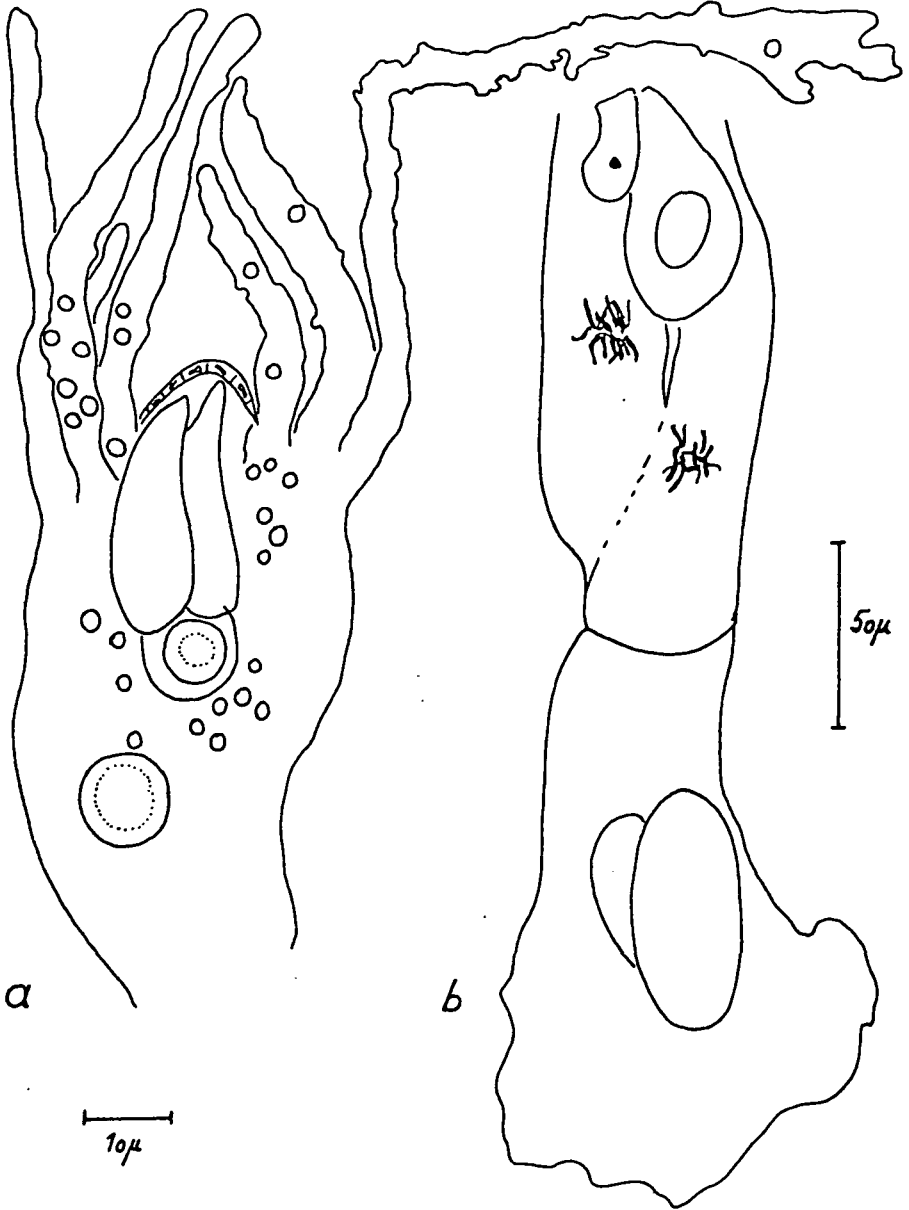
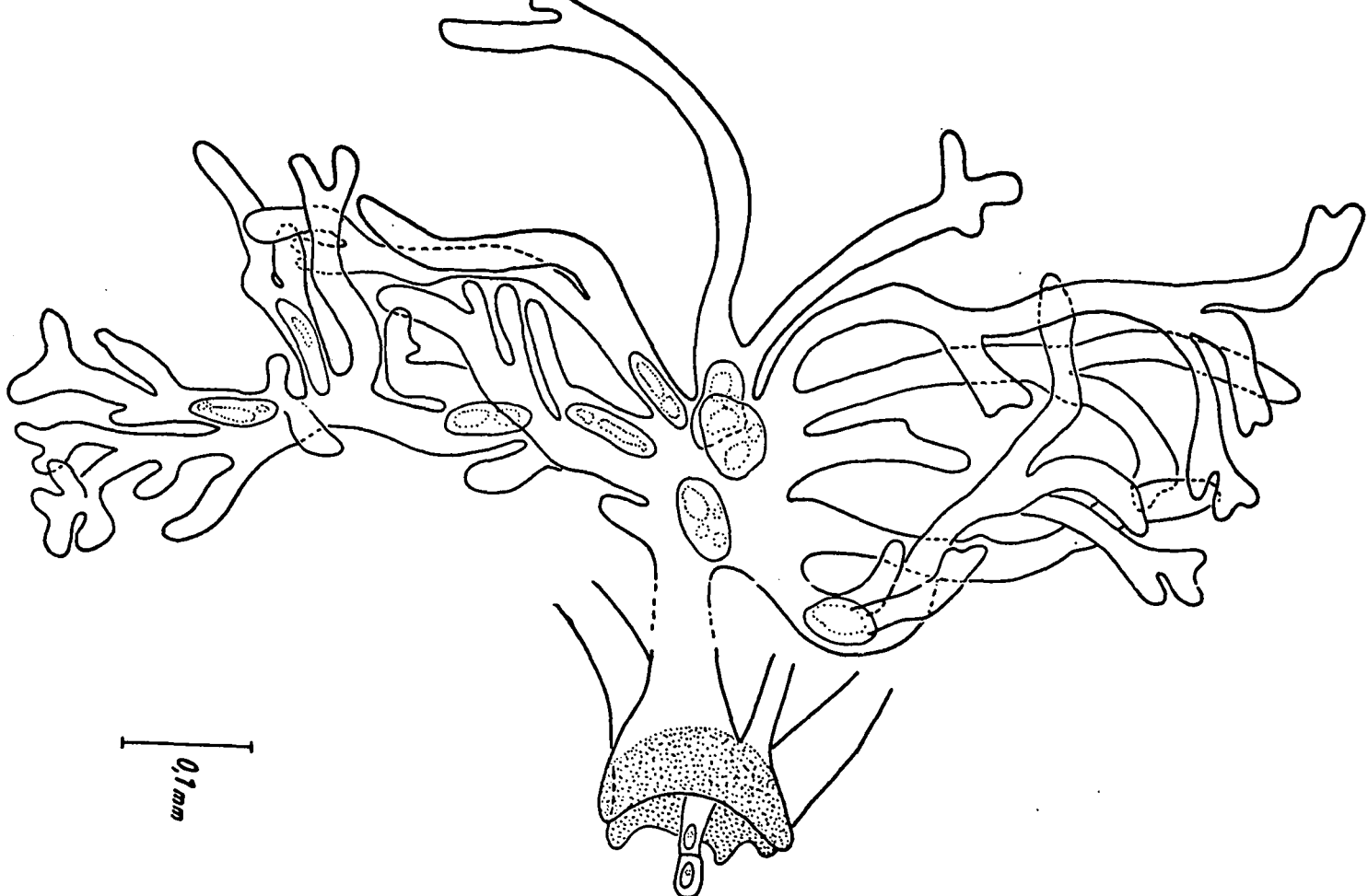


Abbildung 1: Melampyrum cristatum; a) gequetschter Embryosack zur Zeit der Befruchtung mit abgehobener Nuzelluskappe, 2 Synergiden, 1 Eizelle und 1 Polkern; b) junges Endosperm. Die Kerne der unvollständig getrennten mikropylaren Kammer sind in Teilung; das Chalazahaustorium enthält 2 bereits endopolyploide Kerne.



395 a

Abbildung 2: Verzweigung des Hauptastes des Mikropylarhaustoriums von M. cristatum. Der lange,

se, die sicherlich haustorielle Funktion haben. Der längste Arm ist bedeutend plasmareicher als die übrigen, die ihr Wachstum in der Folge bald einstellen. Eine Verzweigung der Arme wie ERBRICH sie für Melampyrum pratense abbildet, konnte ich bei M. cristatum und M. bihariense weder vor noch nach der Befruchtung feststellen. Der Embryosack sowie seine Arme sind dicht mit Stärkekörnern erfüllt. An seiner Spitze sitzen 2 Synergiden, die bald zugrunde gehen, und die Eizelle. Die Polkerne verschmelzen nicht, nur der größere mikropylarwärts gelegene wird befruchtet. Dies hat zur Folge, daß das Endosperm zunächst diploid ist, was anhand von Zählungen vieler Metaphaseplatten auch bestätigt werden konnte. Die diploide Chromosomenzahl von  $2n = 18$  wurde im Endosperm von M. cristatum, M. bihariense (SPETA 1971) und M. nemorosum gefunden.

Das Endosperm ist von Anfang an zellulär. Der primäre Endospermkern teilt sich und es bildet sich eine kleine mikropylare und eine weitaus größere chalazale Kammer. Nach einer weiteren simultanen Kernteilung in beiden Kammern wird nur in der mikropylaren eine unvollständige Längswand angelegt (Abb.1b). In der chalazalen Kammer wird keine Wand mehr eingezogen, sie bleibt 2-kernig und kann schon als Chalazahaustorium angesprochen werden. Einer weiteren Kernteilung in der mikropylaren Kammer folgt die Bildung einer Querwand, welche das eigentliche Endosperm von dem nun zweikernigen Mikropylarhaustorium trennt. Neuerliche Teilungen der Kerne im Mikropylarhaustorium führen bei M. cristatum mindestens zu 8 Kernen, in halbreifen Samen konnte ich bis zu 12 eindeutig feststellen. - Daß die Zahl der Kerne im Mikropylarhaustorium mehr als 4 beträgt, wurde für andere Melampyrum-Arten schon berichtet (BALICKA-IWANOWSKA; SCHMID; AREKAL; TIAGI). Nur ERBRICH gibt für M. pratense eindeutig 16 Kerne an. - Ob bei M. cristatum und M. bihariense ebenfalls 16 gebildet werden können, konnte nicht geklärt werden. Jedenfalls müssen diese Teilungen

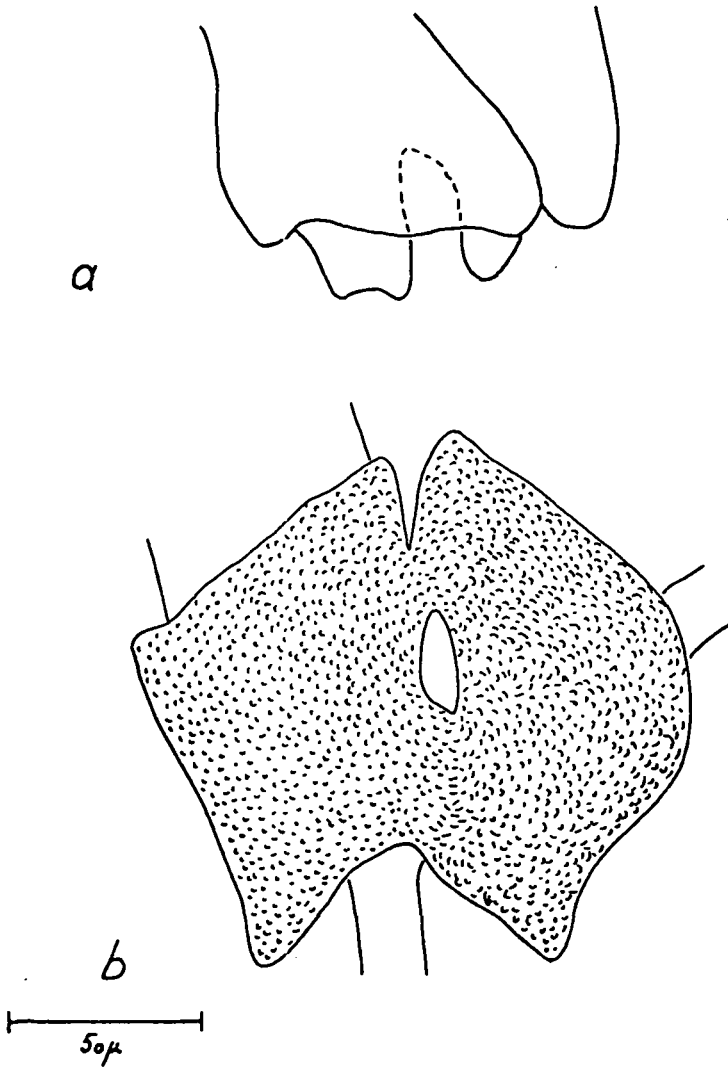


Abbildung 4: Melampyrum cristatum. Basis des voll entwickelten Mikrophyllarhaustoriums; a) seitlich, b) von unten gesehen.

sehr früh erfolgen, da bald endomitotisch vergrößerte Kerne auftreten. Teilungsstadien konnten leider keine angetroffen werden, sodaß ungeklärt bleibt, ob die Teilungen simultan ablaufen oder nicht.

Der große Arm des Mikropylarhaustoriums wächst mit dem Integument und Endosperm in die Länge und dringt bald in den Funikulus ein, wo er sich nach kurzer Aufbauchung sehr stark verzweigt (Abb.2) und meist auch an der Unterseite des Funikulus an die Oberfläche tritt. Er enthält mehrere bis zu 64-ploide Kerne (Abb.3).

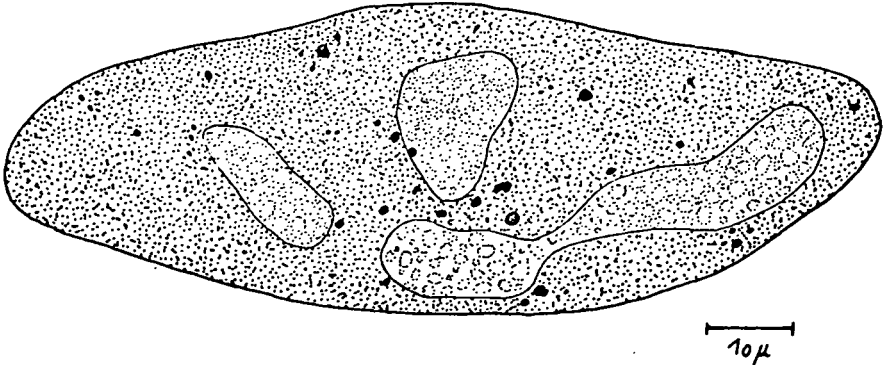


Abbildung 3: 32-ploider Kern aus dem Mikropylarhaustorium von Melampyrum cristatum.

Im Zuge des Wachstumes kommt die Basis des Mikropylarhaustoriums, die deutlich zweilappig ist, stark verdickte, skulpturierte Zellwände besitzt und nur in der Mitte ein Loch für die Proembryozelle ausspart (Abb.4a, b), etwas seitlich zu liegen. Dadurch sieht der reife Same etwas ge-

krümmt aus. Der Hauptarm hinterläßt im Keimlings-Endosperm eine sichtbare Spur, ja er wurde in älterer Zeit sogar als fadenförmige Raphe gedeutet (NEES; ENDLICHER). Vor der Stelle des Austrittes in den Funikulus findet sich der Hauptast mit degenerierten Zellen umgeben, die gehäuft braune Stoffe enthalten (wahrscheinlich Aucubin, das durch seine dunkle Färbung manche Beobachtung erschwert).

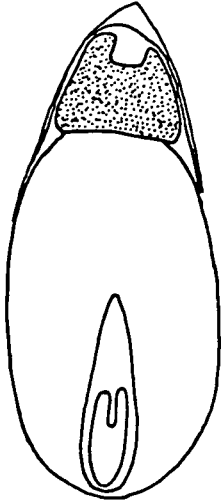


Abb. 5: Reifer Same von *Melampyrum cristatum*, längs. Vergr. ca. 10-fach.

Das eigentliche Endosperm wächst heran und mit ihm vergrößert sich das Chalazahaustorium auf seine maximale Ausdehnung. Dann erst beginnt sich im chalazalen Teil des Endosperms eine Einschnürung zu zeigen; der an das Chalazahaustorium angrenzende Teil des Endosperms ist schon als Elaiosom zu bezeichnen. Seine Zellen umwachsen das Chalazahaustorium basal und beginnen es auch bald zu verdrängen. Die so entstandene napfförmige Eindelung des Elaiosoms bleibt bis zuletzt erhalten (Abb.5) und umschließt auch dann noch Reste des zugrundegegangenen Chalazahaustoriums. In der Zone der Einschnürung bildet sich ein dem Aussehen nach meristemähnliches Gewebe, ein Trenngewebe, das durch die Kleinheit seiner rechteckigen, transversal angeordneten Zellen vom übrigen Endospermgewebe deutlich absticht. Die Zellwände des Endosperms - ausgenommen die äußeren Schichten des Elaiosoms - verdicken sich und sind von Tüpfelkanälen durchsetzt. Nach CURTIS und CANTLON werden sie bei Melampyrum lineare großteils von Holo- und Hemizellulosen aufgebaut, die von Mannosen gebildet werden. Dies dürfte auch für die hier behandelten Arten gelten.



### Zusammenfassung

Da die Polkerne bei *Melampyrum* nie verschmelzen und nur der mikropylare befruchtet wird, ist das Endosperm stets diploid. Nach der Teilung des primären Endospermkernes wird durch Querwandbildung eine kleine mikropylare und eine große chalazale Kammer abgegliedert. Die nächste Kernteilung erfolgt in beiden Zellen simultan, in der mikropylaren wird eine unvollständige, in der chalazalen keine Längswand gebildet. Nach der weiteren Teilung im mikropylaren Teil wird durch eine Querwand das eigentliche Endosperm abgetrennt. Im Mikropylarhaustorium werden bis zu 8 Kerne gefunden, die bald bis zu 64-ploid werden, im Chalazahaustorium bleiben 2 Kerne, die noch höhere Polyploidiegrade erreichen. Das eigentliche Endosperm gliedert am chalazalen Abschnitt ein Elaiosom ab.

### Literaturverzeichnis

- AREKAL, G.D. (1963): Embryological studies in Canadian representatives of the tribe Rhinanthaeae, Scrophulariaceae. *Canad.J.Bot.* 41, 267-302 + 1 Tfl.
- BALICKA-IWANOWSKA, G.P. (1899): Contribution à l'étude du sac embryonnaire chez certains Gamopétales. *Flora* 86, 47-71 + 8 Tfl.
- BRESINSKY, A. (1963): Bau, Entwicklungsgeschichte und Inhaltsstoffe der Elaiosomen. *Biblioth.Bot.* 126.
- CURTIS, E.J.C. und J.E. CANTLON (1966): Cell wall of *Melampyrum lineare* seed: Carbohydrate components. *Science* 151, 580-581 (1966).
- ENDLICHER, S. (1836-40): *Genera plantarum secundum ordines naturales disposita*. Wien.
- ERBRICH, P. (1965): Über Endopolyploidie und Kernstrukturen in Endospermhaustorien. *Österr.Bot.Z.* 112, 197-262.
- FEDOROV, AN. (Editor) (1969): *Chromosome numbers of flowering plants*. Izdatel'stvo Nauka, Leningrad, 9279.

- GREILHUBER, J. (1973): Über die Entwicklung des Embryo-sacks von *Melampyrum* und *Parentucellia latifolia* (Scrophulariaceae, Pedicularieae). *Österr.Bot.Z.* 121, 81-97.
- HARTL, D. (1974): *Melampyrum* in HEGI, *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*. Bd.VI/1, Lfg.6.
- HEINRICHER, E. (1909): Die grünen Halbschmarotzer V: *Melampyrum*. *Jahrt.Wiss.Bot.* 46, 273-376 + 6 Tfl.
- LEWINA, P.E. (1951): Sposobij rasprostraneniya plodow i semjan. *Istadatelstvo Moskovskoto Universiteta*.
- MORTON, F. (1912): Die Bedeutung der Ameisen für die Verbreitung der Pflanzensamen. *Mitt.Naturwiss.Vereins Univ.Wien* 7, 77-85, 2, 101-112.
- NEES von ESENBECK, T.F.L. (1837): *Genera plantarum florae Germanicae icoribus et descriptionibus illustrata*, fasc.16, Nr.16, Bonn.
- NETOLITZKY, F. (1926): *Anatomie der Angiospermensamen*. *Handb.Pflanzenanatomie* 10, Borntraeger, Berlin.
- SCHLOTTERBECK, J.C. (1896): *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte pharmakognostisch wichtiger Samen*. *Diss.Bern*.
- SCHLOTTERBECK, J.O. (1897): *Development of some seed coats*. *Bot.Gaz. (Crawfordsville)* 24, 188.
- SCHLOTTERBECK, J.O. (1898): *The development of the seed of Melampyrum pratense and of Croton tiglium*. *Proc. Amer.Assoc.Advancem.Sci.* 46, 275-278.
- SCHMID, E. (1906): *Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Scrophulariaceae*. *Beih.Bot.Centralbl.* 20, 1.Abt., 175-299 + 3 Tfl.
- SERNANDER, R. (1906): *Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmekochoren*. *Kongl.svenska Vetenskap akad. Handl.* 41/7, 1-410.
- SPETA, F. (1971): *Chromosomenzahlen einiger Angiospermen*. *Österr.Bot.Z.* 119, 1-5.
- SPETA, F. (1972): *Entwicklungsgeschichte und Karyologie von Elaiosomen an Samen und Früchten*. *Naturk.Jahrb. Stadt Linz* 18, 9-65 und Tafeln I-X.
- TIAGI, B. (1965): *Development of the seed and fruit in Melampyrum nemorosum L. and M. arvense L.* *Canad.J.Bot.* 43, 1511-1521.

TSCHIRCH (1894): Anatomischer Atlas, tfl.46 (zit.n.Schlott-  
terbeck).

TULASNE, M.L. (1849): Etudes d' embryogénie végétale. Ann.  
Sci.Nat.Bot.12, 1-117 + 7 Tfl.

ULBRICH, E. (1919): Deutsche Myrmekochoren. Leipzig-Berlin.

Adresse des Verfassers: Dr.Franz SPETA

Karl-Renner-Str.4/IX/47

A - 4045 LINZ-Dornach

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Linzer biologische Beiträge](#)

Jahr/Year: 1975

Band/Volume: [0007\\_3](#)

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

Artikel/Article: [Die Entwicklung des Endosperms von \*Melampyrum cristatum\* und \*M. bihariense\*. 393-402](#)