Olga Borsos

Anatomisch-histochemische Untersuchung der Knollen der Wildorchideen Ungarns

Die histochemische Erforschung der Pflanzen ist vom Gesichtspunkt der modernen Systematik sehr wichtig, da sie sich der Chemotaxonomie direkt anschließen. Die systematische Determination zahlreicher Orchideentaxa ist in vielen Fällen nur mit Hilfe dieser Methoden möglich. Mit der Untersuchung der Gewebestruktur der einzelnen Organe der Orchideen haben sich schon zu Beginn des Jahrhunderts viele Forscher befaßt. Fast gleichzeitig mit diesen Forschungen wurden auf die Bestimmung und Erschließung der sog. chemischen Inhaltsstoffe sich beziehende Untersuchungen begonnen. Bekanntlich bilden die Knollen einiger Orchideen unter dem Namen „Salep tuber" einen Drogenstoff (FISCHER 1952, MARTINDALE 1972, BERGER 1960). HEGNAUER hat in seiner 1963 erschienenen Arbeit „Chemotaxonomie der Pflanzen" im **2.** Band (Monocotyledones) die chemischen Inhaltsstoffe der Orchideen zusammengefaßt und auch die diesbezügliche Literatur aufgelistet.

Da das Vorhandensein und die Lokalisation der verschiedenen chemischen Inhaltsstoffe in den Organen und Geweben der Orchideen ein wichtiges systematisches Merkmal ist, habe ich selbst mit den anatomisch-strukturellen Untersuchungen der wild wachsenden Orchideentaxa Ungarns gleichzeitig den Nachweis einiger chemischer Inhaltstoffe begonnen. Von diesen neuesten Forschungsergebnissen möchte ich jetzt über die Gewebestruktur der Knollen und über die Untersuchung des sich in den Geweben ansammelnden Reserveschleimes und der Stärkestoffe sowie über ihre systematische Auswertung je Taxon berichten. Da unser Land an Wildorchideen nicht allzu reich ist und die vorhandenen Taxa geschützte Pflanzen sind, stieß das Einsammeln der Knollen von ihrem ursprünglichen Standort auf Schwierigkeiten. Ich konnte von dem zu untersuchenden Taxon eines jeden im Blühen befindlichen Individuums bloß eine Knolle einholen. So habe ich bei den Taxa mit Zwillingsknollen die im vorigen Jahr entwickelten sog. alten und die in diesem Jahr entwickelten, neuen Knollen gleichzeitig vorgefunden. Folgende Arten wurden untersucht:

Orchis coriophora	*D. incarnata*
O. laxiflora ssp. *palustris*	*Anacamptis pyramidalis*
O. mascula ssp. *signifera*	*Coeloglossum viride*
O. militaris	*Cephalanthera damasonium*
O. morio	*C. longifolia*
O. pallens	*Gymnadenia odoratissima*
O. purpurea	*G. conopea*
O. tridentata	*Leucorchis albida*
Dactylorhiza fuchsii	*Epipactis palustris*
D. maculata	*Platanthera bifolia*

Wie aus der Aufzählung hervorgeht, habe ich zur Untersuchung unterschiedliche Knollentypen ausgewählt: so den einfachen, den sich verzweigenden, den sich fingerförmig verzweigenden Typ sowie den mit Rhizom.

Aus den zu untersuchenden Knollen stellten wir per Handschnitt Querschnitte her. Zum Nachweis der Schleimstoffe haben wir die Präparate mit Toluidinblau gefärbt. Der Stärkegehalt wurde mit Zugabe von Kaliumjodid untersucht. Wir haben Messungen bezüglich der Maße der Idioblasten durchgeführt, ferner zur Feststellung ihres quantitativen Erscheinens die auf die Fläche von 1 mm^2 fallenden Idioblasten zusammengezählt. Viskosität-Messungen – die in der Phytochemie am meisten zu Nachweisen der Schleimstoffe gereichen – konnten wir leider nicht anwenden, weil wir dazu eine Menge von Knollen hätten sammeln müssen.

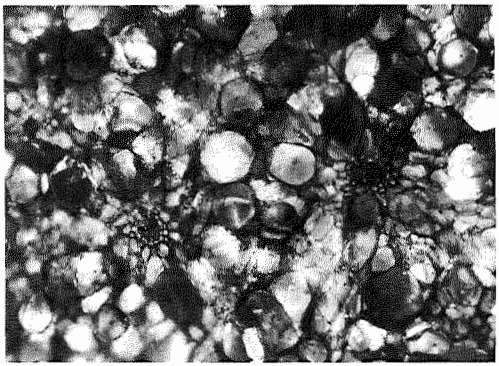


Abb. 1: „Polystelestruktur" der Knollen von *Dactylorhiza incarnata* (Querschnitt).

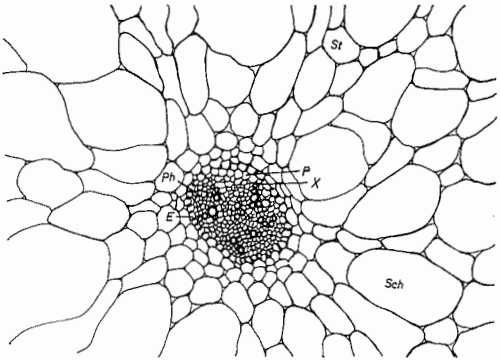
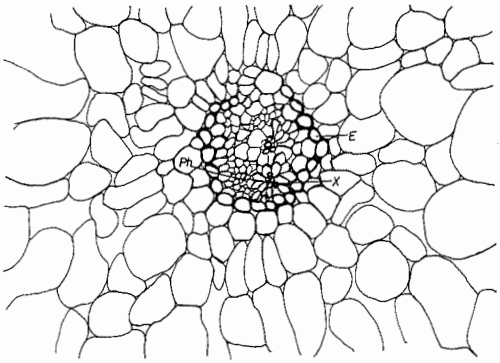


Abb. 2: Querschnitt der Tochterknolle mit einer Stele. St = Stärkezelle; Sch = Schleimzelle; E = die primäre Endodermis mit Caspary-Punkten; P = Perizykel; X = Xylem; Ph = Phloem.

Abb. 3: Querschnitt der Mutterknolle mit einer Stele. E = Die tertiäre Endodermis mit O-förmig verdickter Zellwand; X = Xylem; Ph = Phloem.



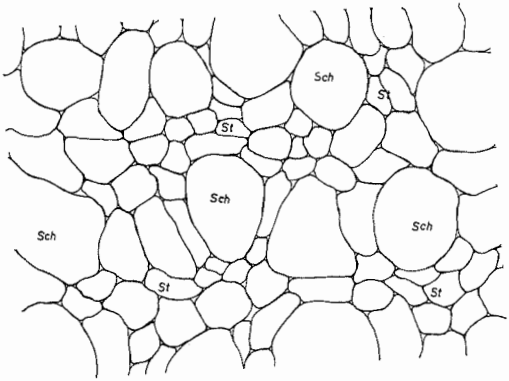


Abb. 4: Querschnitt der Tochterknolle mit Stärke- (St) und Schleimzelle (Sch).

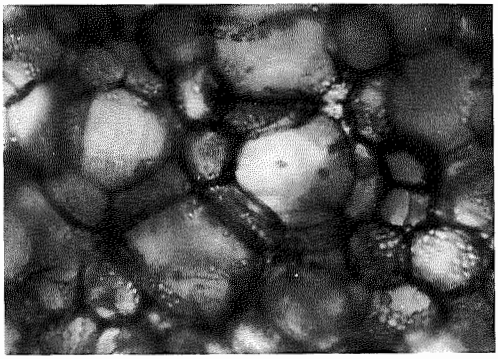
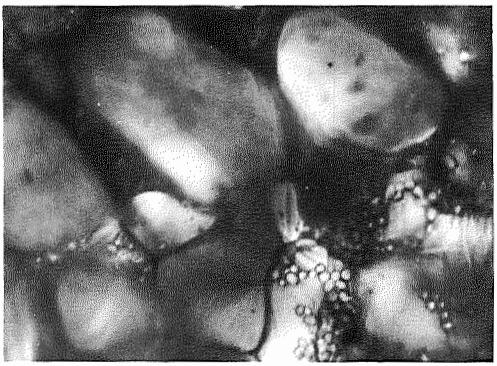


Abb. 5: *Orchis palustris:* Querschnitt der Tochterknolle mit Schleim- und Stärkezellen.

Abb. 6: *Anacamptis pyramidalis:* Querschnitt der Tochterknolle mit „lamellierter" Schleimzelle.



Nun betrachten wir die anatomische Struktur des Knollens, da durch sie die chemischen Inhaltstoffe bestimmt werden.

Die Knollen bedeckt von außen eine Exodermis aus 2–4 Zellenreihen. An der äußeren Zellenreihe sind die äußeren tangentialen Zellenwände stark kutinisiert. Unter der Exodermis ist die Knollenmasse durch das parenchymatische Rinden-Grundgewebe ausgefüllt. In diesem sind in großer Zahl die Schleim- und Stärkezellen enthalten, die ich eingehender später noch besprechen werde, da ein großer Teil meiner Untersuchungen sich auf diese Geweberegion erstreckt hat.

Das Leitbündelsystem besteht aus zerstreuten Stelen, ist von sog. „Polystelenstruktur" (Abb. 1). Literaturangaben weisen darauf hin, daß die *Orchidaceae*-Familie auch solche Gattungen aufweist, wo die Hauptstele von den übrigen Stelen umgeben in der Mitte ist oder sich die vielen Stelen in mehrere Kreise ordnen (SOLEREDER 1930). Größe und Zahl der Stelen ist unterschiedlich (z. B. fand STOJANOW bei *O. morio* in einer Knolle 12–54 Stelen!). Eine jede Stele wird von der Endodermis umgeben, die gleichfalls kortikalen Ursprunges ist. Die primäre Endodermis der jungen Knollen zeigt Caspary-Punkte (Streifen), während bei den alten Knollen die tertiäre Endodermis U- oder O-förmig verdickt ist (z. B. *Orchis coriophora, O. palustris*). Die spezielle Gestaltung der Endodermis ist das Merkmal sowohl der Gattungen, als auch der Arten (Abb. 2, 3).

Innerhalb der Endodermis liegt das Perizykel mit einer einzigen Zellenreihe, dessen über dem Phloem liegender Teil mit dem Altern der Knolle sklerenchymatisch wird. Das Leitbündel selbst ist geschlossen kollateral. Das strahlenförmig angeordnete Xylem besteht aus Tracheen und Tracheiden, das Xylemparenchym fehlt. Die Anzahl der Xylemstrahlen ist unterschiedlich, aber arttypisch, kann im allgemeinen 2–5strahlig (diarche bis pentarche Stelen) sein. Literaturangaben verweisen auch auf einen monarchen Typ, z. B. bei *Chamaeorchis alpina* und *Orchis pallens.* Zwischen den Xylemstrahlen ist das Phloem zu finden, das aus Siebröhren und Geleitzellen besteht. Das Innere der Stele füllt das sog. Stele-Grundgewebe aus, dies kann bei älteren Knollen sklerenchymatisch werden.

Nach diesem Überblick der Anatomie der Knollen gehen wir auf das parenchymatische Rindengewebe ein, das die Hauptmasse der Knollen bildet. Die Schleimzellen sind im allgemeinen groß bzw. größer als die übrigen Zellen, z. B. die Stärkezellen. Ihre Form ist polygonal oder abgerundet, groß, oval (Abb. 4, 5). Nach Anfärben der Präparate mit Toluidinblau wird der Inhalt dieser Zellen violett und erscheint hell-glänzend. Diese Zellen enthalten im allgemeinen zugleich auch Kalziumoxalat-Kristallbündel (Raphiden). Es ist sehr charakteristisch, daß dem Inneren der Knolle zu die Zellen groß sind, viel Schleim und kleine Raphidenbündel enthalten. Der Exodermis zu, deren Zellen kleiner sind, mit wenigerem Schleimgehalt, sind die Raphidenbündel hingegen verhältnismäßig größer. Es gibt Literaturhinweise darauf hin, daß die Raphiden und die Schleimstoffe voneinander unabhängig, nebeneinander in den einzelnen Zellen vorzufinden sind.

Die innere Struktur der von zahlreichen Verfassern untersuchten Schleimzellen ist sehr kompliziert. Aufgrund meiner eigenen Beobachtungen stimme ich der Meinung von A. MEYER und KOHL bei (in SOLEREDER-MEYER 1930), die ich im folgenden wiedergebe.

Im Inneren der Schleimzelle ist das Raphidenbündel in einem zentralen Plasmamosaik aufgehängt. Das zentrale Protoplasma steht durch Plasmafäden mit dem Plasma innerhalb der Zellenwand in Verbindung, das gewöhnlich von unregelmäßiger Anordnung, von sog. lamellierter Erscheinung ist. Diese protoplasmatischen Lamellen verleihen der Zellenwand – im mikroskopischen Schnitt in der Aufsicht – einen pflasterartigen Wandbelag. In den sog. Vakuolen zwischen den „Lamellen" befindet sich der Schleimstoffgehalt (hier ist der Ausdruck Vakuolum nicht gleich mit dem in der Zytologie gebräuchlichen Vakuolum; Abb. 6).

JARETZKY & BERECK (1938) haben *Orchis*-Knollen in allen Entwicklungsstadien untersucht.

Über den Zweck der Schleimbildung in den *Orchis*-Knollen kommen die beiden Autoren zu folgendem Schluß:

„Zunächst wäre daran zu denken, daß der Schleim die Aufgabe hat, die Wasserspeicherung im Gewebe zu unterstützen. Es liegt ja in der Natur dieser chemisch und physikalisch eigenartigen Stoffgruppe, Wasser leicht aufzunehmen und hernach festzuhalten, um es im Bedarfsfalle der Pflanze wieder zur Verfügung zu stellen. Das vom Schleim in der *Orchis*-Knolle zurückgehaltene Wasser reicht hin, um ein Austreiben der nicht gebrühten, sondern nur getrockneten Knolle im Apothekerstandgefäß zu ermöglichen. Dieser Wasservorrat ist für die *Orchis*-Arten zweifellos von größter Bedeutung, denn er ermöglicht erst das Austreiben während der Wintermonate, also zu einer Zeit, wo die Wasseraufnahme aus dem kalten oder gar gefrorenen Boden sehr schwer ist. Des weiteren wäre mit der Möglichkeit eines Kälteschutzes durch den Schleim zu rechnen. In den Frühlingsmonaten wird der Schleim restlos verbraucht. Die sehr stark geschrumpften Maimutterknollen enthalten keine Spuren von Schleim mehr. Da die Pflanze in der kalten Jahreszeit nur einen trägen Stoffwechsel hat und mit ihren Energien haushälterisch umgehen muß . . ."

Auch nach meinen Beobachtungen wird in den jungen, sich entwickelnden Knollen in großer Menge Schleimstoff erzeugt. Diese Schleimmenge wird als Reservestoff beim Austreiben der Knospe und der Anlage der neuen Tochterknolle verbraucht. So ist sie in der Mutterknolle bei der völligen Entwicklung des Infloreszenzstieles entweder überhaupt nicht mehr oder nur in sehr geringer Menge vorhanden, in einzelnen Fällen kann der Schleim um die Stelen in einigen Zellen wahrgenommen werden.

Zwischen den Idioblasten befinden sich viel kleinere Zellen. Diese sind die Stärkezellen, die sich mit kaliumjodidhaltiger Joddurchsaugung dunkelblau verfärben (Fig. 4, 5). In der jungen, sich entwickelnden Knolle fehlt die Stärke entweder völlig – da der oberirdische Trieb und das Blatt die aufgespeicherte Stärke im Laufe der Entwicklung verbraucht – oder ist nur in ganz geringer Menge vorhanden. Auch diese Stärke – wie der Schleimstoff – bleibt vor allem in den Zellen um die Leitbündel erhalten. Die alte Knolle (Mutterknolle) zerfällt völlig in ihrer Gewebestruktur.

Literatur:

BERGER, F.: Handbuch der Drogkunde. Bd. V. (Radices) Mandrich Verl., Wien-Bonn-Bern, p. 9–10, 411–418, 1960.

FISCHER, R.: Praktikum der Pharmakognosie. 3. Aufl., Berlin 1952.

FREY-WYSSLING, A.: Die Stoffausscheidung der Höheren Pflanzen. – Berlin 1935.

FUCHS, A. & ZIEGENSPECK, H.: Bau und Form der Wurzeln der einheimischen Orchideen in Hinblick auf ihre Aufgaben. – Bot. Archiv **12,** 1925.

MEYER, A.: Über die Knollen der einheimischen Orchideen. – Archiv Pharmazie **224,** 1886.

MEYER, A.: Über Stärkekörner, welche sich mit Jod rot färben. – Ber. Dtsch. Bot. Ges. **4,** 1886.

MEYER, A.: Untersuchungen über die Stärkekörner. Wesen und Lebensgeschichte der Stärkekörner der höheren Pflanzen. – Jena 1895.

MÖBIUS, M.: Die Farbstoffe der Pflanzen. In: LINSBAUER: Handbuch der Pflanzenanatomie Abt. I. Teil 1. Band III. – Berlin 1927.

MARTINDALE, in: BLACOW, H.: The Extra Pharmacopoeia. – London 1972.

SOLEREDER, H. & MEYER, F. J.: Systematische Anatomie der Monocotyledonen. Heft VI. Scitamineae-Microspermae. – Berlin 1930.

THOMS, H.: Handbuch der praktischen und wissenschaftlichen Pharmazie. Bd. V. – Berlin/Wien 1936.

ZIEGENSPECK, H., in: KIRCHNER, O., LOEW, E. & SCHRÖTER, G.: Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas. Band I. Abt. 4. Orchidaceae. – Stuttgart 1936.

Dr. O. Borsos, Illes u. 25, H-1083 Budapest

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresberichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Wuppertal

Jahr/Year: 1983

Band/Volume: 36

Autor(en)/Author(s): Borsos Olga

Artikel/Article: Anatomisch-histochemische Untersuchung der Knollen der Wildorchideen Ungarns 61-64