

BETRACHTUNGEN ÜBER DAS GYNÖZEUM UND DIE KEIMUNG DER SAMEN BEI DER GATTUNG LIMNOCHARIS

GABRIELA ȘERBĂNESCU-JITARIU

Aus unseren Untersuchungen über die Gattung *Limnocharis* geht hervor, dass das Gynözeum aus 14 freien Karpellen besteht (in unserem Falle) — also apokarp ist; was die Keimung anbelangt, so wird festgestellt, dass diese unipolar ist und ungefähr drei Wochen nach der Aussaat beginnt.

Da für die Ordnung Helobiae kein einheitliches Klassifikationssystem aufgestellt worden ist, halten wir es für nutzbringend unsere Untersuchungen zwecks Auffindung und Präzisierung neuer morphologischer Merkmale des Gynözeums fortzusetzen, und so einen wesentlichen Beitrag zum Aufbau einer phylogenetischen Klassifikation der Pflanzen zu liefern.

Zu diesem Zweck haben wir uns vorgenommen in den Kreis unserer Betrachtungen auch solche Vertreter dieser Ordnung einzubeziehen, die nicht zu unserer einheimischen Flora gehören.

In vorliegender Arbeit bringen wir die Ergebnisse unserer Untersuchungen über die Verhältnisse zwischen den Karpellen des Gynözeums von *Limnocharis emarginata* Humb. & Bonpl. (= *Limnocharis flava* (L.) Buchenau).

Im Fachschrifttum findet man im allgemeinen die Angabe, dass dieses Gynözeum 15—20 Karpelle besitzt (3, 4, 6, 8, 13, 14).

Dagegen spricht *Eichler* (7) von 12—20, während nach *Baillon* (2) ihre Zahl ∞ beträgt.

Die Mehrzahl der Autoren geben an, dass die Fruchtblätter wirtelig, im allgemeinen deutlich vereinzelt, spitz oder zusammengedrückt und einfächerig sind.

Einige Forscher vertreten die Ansicht, dass jedes Karpell zahlreiche kampylotrope Samenanlagen mit parietaler Plazentation aufweist (2, 3, 8, 13), während andere (4, 12) feststellen, dass jedes Karpell einen Griffel und eine Narbe besitzt und zahlreiche anatrophe, zweischalige Samenanlagen in der Fruchtknotenöhhlung vorhanden sind.

Buchenau (4) nimmt an, dass das Gynözeum von *Limnocharis* die älteste Form der *Butomaceae* darstellt, da es zahlreiche freie Karpelle aufweist, die demselben Wirtel angehören. Auf Grund der phylogenetischen Daten wird gezeigt, dass das Gynözeum aus zwei gegeneinander versetzten Wirteln besteht, wobei der Äussere vor den Kelchblättern steht; aus diesen Wirteln sind dann durch Reduktion die sechszähligen Gynözea der anderen Gattungen entstanden.

E. Eber (6) behauptet, dass Achse und Fruchtblätter bis zum Ende der Entwicklung der Blütenachse wachsen, deren Wachstum dann aufhört, während die freien Karpelle die Blütenachse ein wenig überragen. Sie erwähnt gleichfalls, dass auf diese Weise ein „falsches zönokarpes Gynözeum“ entsteht, dessen Karpelle nicht miteinander verwachsen, sondern nur durch das Blütenachsengewebe vereint sind. Sie weist noch darauf hin, dass nach *Troll* bei *Limnocharis* die Karpelle ursprünglich nicht verwachsen sind, sondern durch das Achsengewebe zusammengehalten werden, während die äusseren Karpelle frei sind. Daraus folgt, dass *Limnocharis* ein „falsch zönokarpes“ Gynözeum besitzt. Die durch die Befruchtung entstehenden balgartigen Früchtchen entsprechen im allgemeinen zahlenmässig den Karpellen des Gynözeums.

Buchenau (4) beschreibt die Früchtchen als gewirtelt, fast zusammenhängend, seitlich zusammengedrückt, halbkreisförmig, rückseitig gefurcht und nach innen aufspringend. Annähernd ebenso lautet die Beschreibung von *Kunth* (13), der das Vorhandensein von 15—20 Früchtchen in einer kugeligen Frucht erwähnt.

Hinsichtlich der durch den Wind verbreiteten Samen wird angegeben, dass diese im Wasser keimen. Sie sind aufrecht, klein und leicht, zylindrisch gerade oder leicht gebogen, rundlich zugespitzt am oberen Ende und stielartig verjüngt am unteren Ende. Die Samenschale ist hart und stachelig; sie besteht aus zweierlei Geweben, einem äusseren, zweischichtigen, welches aus den Integumenten hervorgeht und einem inneren, vielschichtigen, das dem Nucellusgewebe entstammt (4, 8).

Was die Keimung anbelangt, so verfügen wir über Angaben demzufolge der Embryo gerade oder leicht gebogen ist (2, 4, 9, 12, 13) und an seinem unteren Ende eine sehr kurze, stumpf kegelförmige Wurzelanlage aufweist, die ihre Fortsetzung in dem ebenfalls kurzen, zylindrischen Hypokotyl findet, welches allmählich in das Keimblatt übergeht. Die Knospe befindet sich an der Stelle wo das Hypokotyl in das Keimblatt übergeht und wird scheidenförmig von dem Keimblattgrund umschlossen. Es wird ebenfalls betont, dass die Knospe eine seitliche Lage einnimmt.

Unsere eigenen Beobachtungen, welche den Zweck verfolgten einerseits die Verhältnisse der Karpelle zueinander und andererseits die Verhältnisse zwischen Karpellen und Blütenachse aufzuklären, wurden an sukzessiven Querschnitten durch das Gynözeum, ausgehend von dessen Basis, gemacht.

Bei den Studien haben wir uns konservierten Materials bedient und zwar stammt das Material für die Gynözeumsschnitte vom Hort. Berg.

(F.A.A.), während die Keimung an Material aus dem Allgemeinen Herbarium von Cluj, nr. 120243 (*Limnocharis Plumeri* Rüh *emarginata* H.B.) und an solchem vom Jardin botanique de l'Université de la ville Besançon-France (*Limnocharis emarginata* Humb. & Bonpl.) studiert wurde.

Die Schnitte wurden mittels Mikrotom angefertigt, während die Dauerpräparate nach den bekannten Methoden der mikroskopischen Technik hergestellt und mit Hämatoxylin nach Ehrlich angefärbt wurden. Die Zeichnungen sind am Mikroskop mit Hilfe eines Zeiss'schen Zeichenprismas ausgeführt worden.

Die untersuchten Blütenstiele wiesen im Querschnitt eine angenähert dreieckige Form auf und besitzen ein die Luft leitendes Parenchym (Aërenchym), welches von einer Epidermis begrenzt wird, die aus fünfseitigen Zellen mit dünnen, schwach kutinisierten Wänden aufgebaut ist. In dem Achsenparenchym, das durch sehr grosse Interzellularräume ausgezeichnet ist, befinden sich — zentral gelegen — sechs regelmässig angeordnete Leitbündel, wobei jeweils ein grosses mit einem kleinen abwechselt. Ausserdem treten im Parenchym noch andere Gefässbündel zerstreut auf, was die Ataktostelie anzeigt, die in der umfangreichen Gruppe der Monocotyledonatae in Erscheinung tritt (Tafel I, Abb. 1, 2).

Auf einem höheren Niveau stellt man in den Querschnitten fest, dass die einzelnen Gefässbündel zu einem Ring verschmelzen, von dem aus Verzweigungen zu den Blütenelementen hingehen (Tafel I, Abb. 3).

Indem man nun die aufeinander folgenden Schnitte in Richtung auf die Spitze miteinander vergleicht, stellt man an der Peripherie die Existenz einer Epidermis fest, die aus einer einzigen Reihe kleiner Zellen besteht; diese sind kleiner als die übrigen Zellen des Parenchymgewebes. Diese Epidermiszellen haben nichtverdickte Wände, sind fast alle mehr oder weniger isodiametrisch und besitzen eine schwach kutinisierte Aussenwand. Unter der Epidermis befindet sich das Rindengewebe mit kleinen Interzellularen.

In diesem Gewebe unterscheidet man hie und da Drüsengänge, die im Querschnitt keisrund, oval oder länglich erscheinen und untereinander durch schräge oder Quergänge vernetzt sind. Auf das Rindenparenchym folgt der Zentralzylinder, der durch die Anwesenheit der Leitbündel gekennzeichnet ist. Zwischen Rinde und Zentralzylinder zeichnet sich weder eine Endodermis noch ein Perizykel deutlich ab. Im parenchym des Zentralzylinders bemerkt man grosse Interzellularräume in der Nachbarschaft des Rindengewebes. Das Leitgewebe innerhalb des Zentralzylinders besteht aus radiär angeordneten Gefässbündeln, welche die verschiedenen Blütenbestandteile versorgen (Tafel I, Abb. 4).

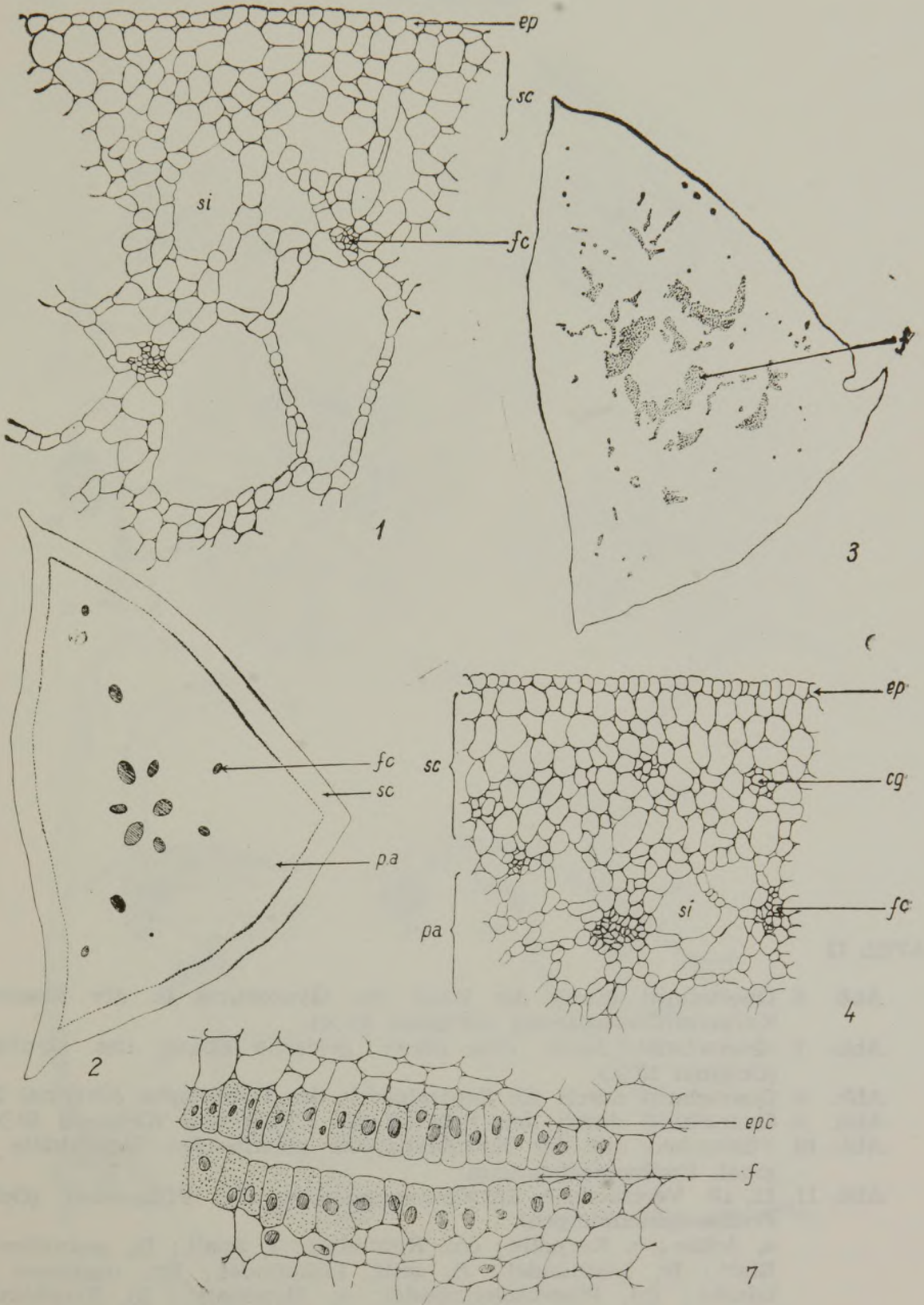
In den in Richtung Spitze folgenden Schnitten, durch die Basis des Gynözeums, verzweigen sich die Gefässbündel radiär nach den Stellen hin, wo die Karpelle zu erscheinen beginnen und bilden deren Äderung; zum Teil erfüllen sie dann auch die Rolle von Plazentärgefässbündeln. Die Fruchtblätter sind an dem Auftreten radiärer Spalten erkennbar (Tafel II, Abb. 5).

In den darauf folgenden Querschnitten, gegen den Blütenapex hin, beginnen dann — in unserem Fall — 14 getrennte Karpelle durch die

TAFEL I

- Abb. 1. Ausschnitt mit Zellstruktur aus einem Querschnitt durch den Blütenstiel (Original 100 X).
- Abb. 2. Querschnitt durch den Blütenstiel (Original 13 X).
- Abb. 3. Querschnitt durch den Blütenstielscheitel (Original 13 X).
- Abb. 4. Ausschnitt mit Zellstruktur, aus vorherigem Querschnitt (Original 100 X).
- Abb. 7. Ausschnitt mit Zellstruktur aus einem Querschnitt durch das Gynözeum, auf der Höhe der interkarpellären Spalten (Original 300 X).
- cg, Drüsengang; ep, Epidermis; epc, Epidermis des Karpells; f, Spalt; fc, Leitbündel; pa, Aërenchym; sc, Rinde; si, Interzellularraum.

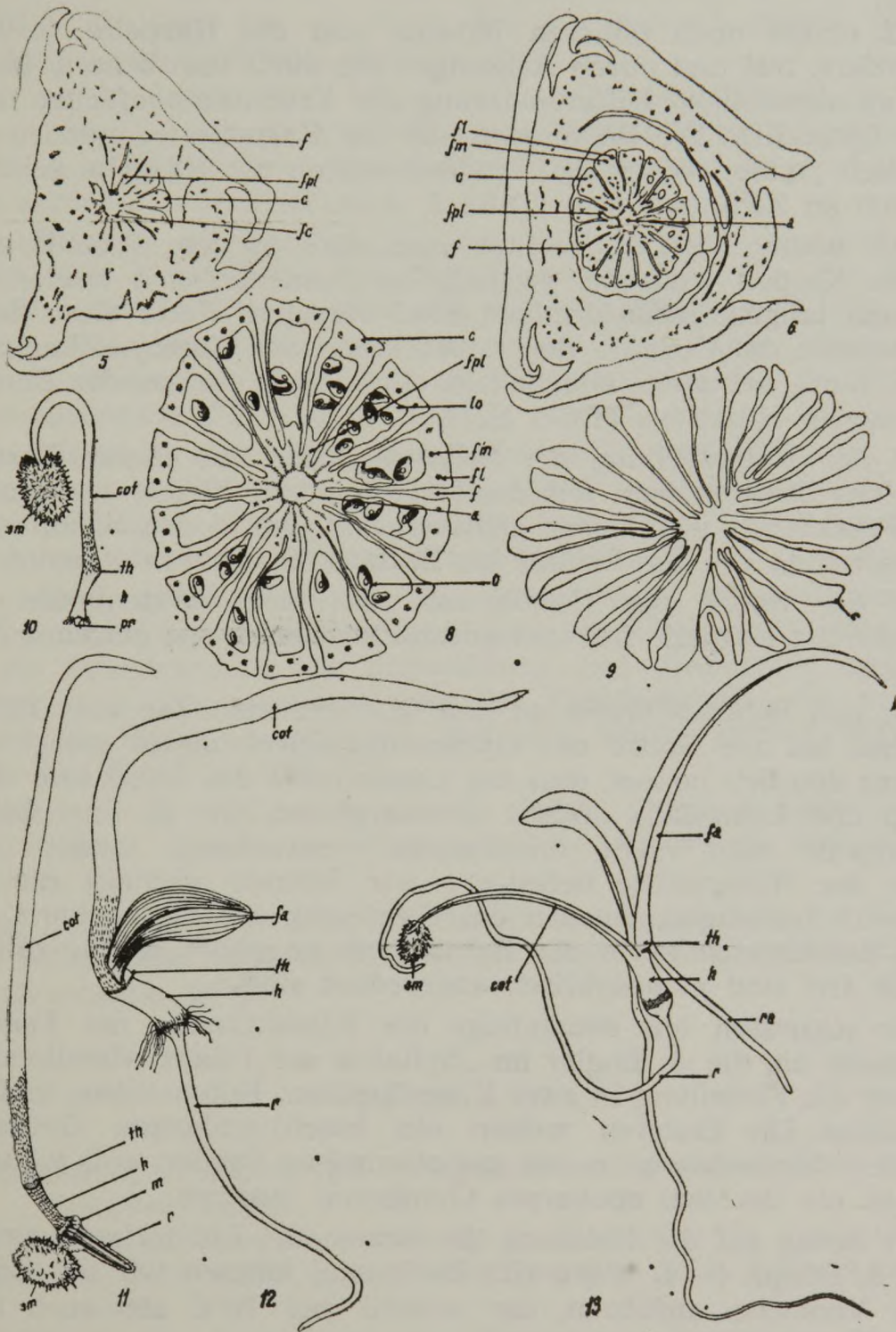
Tafel I



TAFEL II

- Abb. 5. Querschnitt durch die Basis des Gynözeums in der Ebene der Karpelldifferenzierung (Original 13 X).
- Abb. 6. Querschnitt durch eine höher gelegene Ebene des Gynözeums (Original 13 X).
- Abb. 8. Querschnitt durch die Zentralpartie des Gynözeums (Original 20 X).
- Abb. 9. Querschnitt durch den Scheitel des Gynözeums (Original 50 X).
- Abb. 10. Pflänzchen mit der Keimblattspitze anhaftenden Samenhülle (Original, Freihandzeichnung).
- Abb. 11, 12, 13. Verschiedene Entwicklungsstadien der Pflänzchen (Original Freihandzeichnungen).
- a, Achse; c, Karpelle; cot, Keimblatt; f, Spalt; fa, assimilierendes Blatt; fc, Leitbündel; fl, seidl. Leitbündel; fm, medianes Leitbündel; fpl, Plazentaleitbündel; h, Hypokotyl; lo, Fruchtknoten-fach; m, Schleimschicht; o, Samenanlage; pr, Wurzelanlage; r, Wurzel; ra, Adventivwurzel; sm, Samen; th, Hypokotylscheide.

Tafel II



radiären Spalten sich abzuzeichnen. Gleichzeitig mit dem Auftreten der die Karpelle abgrenzenden Spalten ist auch zu erkennen, dass das Achsengewebe nicht zwischen die Karpelle eingeschaltet ist, sondern dass die Karpelle mit der Achse nur durch das unmittelbar benachbarte Gewebe verbunden sind. Jedes Karpell weist peripherisch eine Mittelader und Seitenadern auf, die Plazentarader ist zentral gelegen (Tafel II, Abb. 6).

Auf einem noch höheren Niveau sind die Karpelle vollkommen differenziert, frei und durch Achsengewebe nicht verwachsen. Man kann auch eine allmähliche Differenzierung der Fruchtknotenfächer in jedem Karpell feststellen. Die Begrenzung der die Karpelle trennenden Spalten wird durch grosse, rechteckige Epidermiszellen der Karpelle gebildet, die sehr reich an Zellinhalt sind (Tafel I, Abb. 7).

Noch weiter oben beobachtet man, dass in dem Fruchtknotenfach in jedem Karpell anatrope, zweischalige Samenanlagen erscheinen, die mit einem langen, fadenförmigen Stiel versehen sind: diese Samenanlagen werden im Verlaufe der Entwicklung des Embryos kampylotrop. Bei der Reife enthalten alle Samen einen Embryo von der Form eines geschlossenen Hufeisens (Tafel II, Abb. 8).

Bei der Untersuchung der Schnitte durch die oberen Partien des Gynözeums bemerkt man wie die Fächer immer kleiner werden und in jedem Fruchtblatt jene Gänge sichtbar sind, die in den Schnitten durch die Basalregion des Gynözeums im Blütenstiel beobachtet wurden.

An der Spitze des Gynözeums über dem Blütenboden (Achse) erscheinen die Karpelle frei und durch Zwischenräume getrennt. (Tafel II, Abb. 9).

Aus den Beobachtungen an den Querschnitten, die vom Blütenstiel beginnend bis zur Spitze des Gynözeums durch dieses gelegt wurden, geht ganz deutlich hervor, dass bei *Limnocharis* das Gynözeum eindeutig apokarp und keinesfalls „falsch zönokarp“ ist, wie E. Eber behauptet. Die Karpelle sind nicht miteinander verwachsen, sondern nur am Gewebe der Blütenachse befestigt; wir können deshalb die Ansicht Buchenau's bestätigen, wonach das Gynözeum bei *Limnocharis* apokarp ist und der ältesten Form der *Butomaceae* angehört, da die zahlreichen Karpelle frei und monozyklisch angeordnet sind.

Wir schliessen uns demzufolge der Klassifikation der Familie der *Butomaceae* an, die A. Engler im „Syllabus der Pflanzenfamilien“ angibt und zwar die Einteilung in zwei Unterfamilien, *Butomoideae* und *Limnocharitoideae*. Die Ersteren weisen ein brachysynkarpes Gynözeum mit deutlicher Verwachsung in den peripherischen Partien auf, während die Letzteren ein deutlich apokarpes Gynözeum besitzen.

Mit Bezug auf die Keimung der Samen bei *Limnocharis emarginata* Humb. & Bonpl. (= *L. flava* (L.) Buchenau) können wir die Ergebnisse unserer Versuche anführen, die sowohl bei 20°C als auch bei 25°C durchgeführt wurden.

Die Samen wurden in grosse Tiegel aus farblosem Glas gebracht, in denen der natürlichen Umgebung ähnliche Bedingungen geschaffen wurden, die die Keimung begünstigen sollten.

Anfangs schwammen die Samen auf der Wasseroberfläche, um nach 2—3 Tagen allmählich auf die aus gewöhnlichem, gesiebttem Sand bestehende Unterlage zu sinken. Nach ungefähr 6—7 Tagen waren alle Samen auf den Boden gesunken.

Nach weiteren 6—7 Tagen des Verweilens auf der Unterlage begann die Keimung der Samen.

Gewöhnlich verläuft die Keimung unipolar, denn die Organe erscheinen der Reihe nach nur an einem Pol des Samens, dessen Haut auch später noch vom Keimblatt getragen wird.

Zuerst erscheint das Würzelchen mit dem Hypokotyl, die den Basalteil des Samens durchbrechen; es folgt das Keimblatt — in der Einzahl —, welches grün und fadenförmig ist und an der Spitze von der Samenhülle bedeckt wird.

Im Verlaufe der Entwicklung der jungen Pflanze bemerkt man am Basalteil des Keimblattes das Hypokotyl, welches in der Nähe des Würzelchens wulstförmig verbreitert ist und, „Saughaare“ trägt (Tafel II, Abb. 10). Bis zum Erscheinen des ersten Blattes der jungen Pflanze erfüllt das Keimblatt, das reich an Reservestoffen ist, die Rolle eines Ernährungsorgans (Tafel II, Abb. 11).

Am Basalteil des Keimblattes, der stärker entwickelt ist, differenziert sich die Keimblattscheide; aus dieser entspringt das erste Blatt, welches anfangs eiförmig lanzettlich und dann — im Laufe seiner Entwicklung — lanzettlich wird (Tafel II, Abb. 12).

In einem späteren Stadium der Entwicklung entstehen am Knoten der Hypokotylscheide mehrere assimilierende Blätter. Ebendann kommt auch die Primärwurzel zur Entwicklung und gleichzeitig damit differenzieren sich Adventivwurzeln an der Keimblattbasis, die vom Hypokotylteil des Embryos ausgehen und zum ersten grünen Blatt gegenüber sind (Tafel II, Abb. 13).

Nachdem die Pflänzchen sich in freiem Zustand hinreichend entwickelt haben, fassen sie Wurzel in der Unterlage und setzen ihr Wachstum fort.

Die Samenhülle bedeckt manchmal noch lange Zeit die Keimblattspitze, selbst dann wenn das Pflänzchen schon assimilierende Blätter und Adventivwurzeln trägt.

L I T E R A T U R

1. ASCHERSON, P., GRAEBNER, P., *Synopsis der Mitteleurop.-Flora*, Ed. W. Engelmann, Leipzig, 1, 1913.
2. BAILLON, H., *Histoire des plantes*, Ed. L. Hachette et Cie. Paris, 12, 1894.
3. BENTHAM, G., HOOKER, J. D., *Genera Plantarum*, Ed. L. Reeve et Co., London, 3, 1883.
4. BUCHENAU, FR., *Scheuchzeriaceae, Alismataceae, Butomaceae* in A. Engler *Pflanzenreich*, H. 16, Ed. W. Engelmann, Leipzig, 1903.
5. CHADEFAUD, M., EMBERGER, L., *Traité de Botanique*, Ed. Masson & Cie., Paris, 1960.

6. EBER, E., *Karpellbau und Plazentationsverhältnisse in der Reihe der Helobiae*, Flora CXXVII, Jena, 1934.
7. EICHLER, A. W., *Blütendiagramme*, I. Teil, Ed. W. Engelmann, Leipzig, 1875.
8. ENDLICHER, ST., *Genera Plantarum*, I, Ed. Vindobonae, Fr. Beck Univ. Bibliopolam, 1836—1840.
9. ENGLER, A., *Syllabus der Pflanzenfamilien*, II. Band, Ed. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1964.
10. HAYEK, A., *Prodromus Florae Peninsulae Balcanicae*, Band 3, Ed. des Repertoriums, Berlin, 1933.
11. JITARIU, G., *Raportul dintre carpele la Helobiae cu gineceu inferior*, Bul. Acad. R.P.R., tom IV, nr. 3, București, 1952.
12. KIRCHNER, O., LOEW, E., SCHRÖTER, C., *Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas*, Band 1, Abteilung 1, Ed. E. Ulmer, Stuttgart, 1908.
13. KUNTH, C. S., *Enumeratio Plantarum*, 3, Ed. Sumptus J. G. Cottae, Stuttgart und Tübingen, 1841.
14. MICHELI, M., in DE CANDOLLE, A. et C., *Monographia Phanerogamarum*, vol. III, Ed. G. Masson, Paris, 1881.
15. SUGESSENGUTH, K., in HEGI, *Flora von Mitteleuropa*, Bd. 1, Ed. J. F. Lehmann, Wien, 1935.
16. ȘERBĂNESCU-JITARIU, G., *Morfologia gineceului, fructului, biologia diseminării și germinării la Helobiae* (Teză de doctorat), București, 1962.
17. ȘERBĂNESCU-JITARIU, G., *Zur Brachysynkarpie bei Butomus umbellatus L.*, Revue roumaine de Biologie, série de Botanique, Tome 9, nr. 4, Ed. de l'Acad. de la R.P.R., 1964.
18. ȘERBĂNESCU-JITARIU, G., *Prezența canalelor glandulare la reprezentanți ai familiei Alismataceae*, Natura, seria Biologie, nr. 5, București, 1966.
19. ȘERBĂNESCU-JITARIU, G., *Considérations sur le gynécée et le fruit de Scheuchzeria palustris L.*, Revue roumaine de Biologie, série Botanique, Tome 11, nr. 6, Ed. de l'Acad. de la R.S.R., 1966.

CONSIDERAȚIUNI ASUPRA GINECEULUI ȘI GERMINĂRII SEMINȚELOR LA GENUL LIMNOCHARIS

Rezumat

Din observațiile noastre privind genul *Limnocharis*, reiese că gineceul este alcătuit din carpele libere (14) (în cazul nostru), deci apocarp, iar privitor la germinare, se subliniază că aceasta este unipolară și are loc la un interval de timp de aproximativ trei săptămîni de la diseminare.