

## ANGABEN ZUR ANATOMIE DER NEKTARIEN DER CENTAUREAE

S. GULYÁS und J. PESTI

Botanisches Institut der József Attila Universität, Szeged  
(Eingegangen am 25. Juli 1966)

In den letzten Jahrzehnten wurde die Strukturuntersuchung der Nektarien von höheren Pflanzen wieder in Vordergrund gestellt. Auf Grund der Gewebestruktur der Drüsen sind die physiologischen Ergebnisse bezüglich der Quantität und Qualität der Nektarsekretion leicht zu erklären. Wenn wir den Aufbau der Nektardrüsen der Arten binnen der Genera kennen, dann können wir die Produktionen der Nektarien dieser Arte viel genauer und gründlicher unterscheiden, als wenn wir nur die auf Nektaruntersuchungen beruhenden physiologischen Unterschiede beachten würden.

Die *Centaurea*-Arten werden – als gute Honig-Pflanzen – von mehreren Verfassern, wie z. B. BEUTLER (1930), PELLETT (1947), KULIEV (1952), NAGY (1955), NYÁRÁDI (1958), KOLTAY (1959), GULYÁS (1964) oft erwähnt. Es ist aber nicht bekannt, dass welche Art und Varietas eine grössere Nektardrüse hat, welche Drüsenstruktur zur Produktion von grösserer Menge zuckerreicher Nektar am meisten geeignet ist, und was für eine Korrelation zwischen Struktur und Produktion entsteht.

In der *Centaurea* Genus kommen zwei Nektarientypen vor. Der eine befindet sich binnen der Blüte auf der äusseren Seite der Involucren (extraflorale oder circumflorale Nektarien). Der andere ist in den Blumen am Fuss des Griffels (Florale, Stylusnektarien). Die Struktur der floralen Nektarien kennen wir nur bei einigen Sorten aus der Beschreibung von FREY (1955). Deswegen haben wir im vergangenen Jahr die morfologische und anatomische Untersuchung des Nektariums bei 10 Sorten und 2 Varietas der *Centaureae* durchgeführt.

### Material und Methode

Die untersuchten 10 Sorten und 2 Varietas wurden teils aus dem Botanischen Garten der Universität Szeged, teils aus der Umgebung von Szeged gesammelt. Zu den Untersuchungen wurden gut entwickelte Blütenkörbe (10–10 Exemplare) bzw. Blumen (50–50 Exemplare) gewählt.

Die Grösse der aus den Blumen auspräparierten Nektardrüsen wurde gleichgemessen. Die Messung wurde mit Hilfe eines in das Cytoplastocular gestellte Ocularmikrometers durchgeführt. Nach der Feststellung der Grösse (Länge + Breite) wurde das Material bis zur anatomischen Bearbeitung wegen Fixieren in 50% Etylalkohol gesetzt. Es wurde eine Celloidin-Einbettung angewendet. Statt der traditionellen Einbettungsmethode mit Paraffin haben wir die Einbettung in Celloidin gewählt, denn es so schneller geht und das Material gut sichtbar ist. Beim Schnitt dieser kleinen (0,3–1,2 mm) Drüsen ist ein durchsichtiger Stoff, wie der Celloidin – besonders bei der Einstellung der Schnittflächen – sehr günstig. Am Ende der

Schnittfertigung nach der Celloidin-Extraktion wurde auch der Zellinhalt entfernt. So wurde die Bündelversorgtheit bzw. Interventions, die Verhältnis der Drüsenzellen und die Anordnung der Stomen auch gut sichtbar. Aus diesem Zweck haben wir — vom Stoff abhängig — 5—10 Minuten lang eine Na-Hypocloritlösung von 25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, dann ein Waschen mit Destwasser, später mit Etalcohol von 30<sup>0</sup>/<sub>0</sub> und mit Essigsäure von 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub> angewendet. Die Schnitten wurden mit Haematoxilin chrisoidin Doppelfärbung gefärbt. Die Holz- und Bastelemente der Drüsenbündel wurden auf Grund der verschiedenen Färbung so noch leichter absonderbar. Nach Färbung wurden die Schnitte in Kanadabalsam fixiert. Die Durchschnittswerte der Epidermiszellen der Nektardrüsen und Stomeschliesszellen wurden durch die Verwendung von je 50 Drüsen festgestellt.

### Ergebnisse

Es wurden die Nektardrüsen der folgenden Arten und Varietas untersucht:

1. *Centaurea alpina* L.
2. *Centaurea axillaris* Willd.
3. *Centaurea cyanus* L.
4. *Centaurea cyanus* L. cv. Fl. Pl. *azurea*
5. *Centaurea cyanus* L. Fl. Pl. *carminea*
6. *Centaurea indurata* Janka.
7. *Centaurea jacea* L.
8. *Centaurea montana* L.
9. *Centaurea nigra* L.
10. *Centaurea pannonica* (Heuff.) Simk.
11. *Centaurea sadleriana* Janka.
12. *Centaurea solstitialis* L.

Der unterste Teil des Stylus ist in den Blumen der oben erwähnten Arten von den Nektarien über dem Kornhaus Rohr- oder Trichterförmigumgeben (automorph Stylusnektarien, [Abb. 1]. Diese zeigen im Durchschnitt beinahe

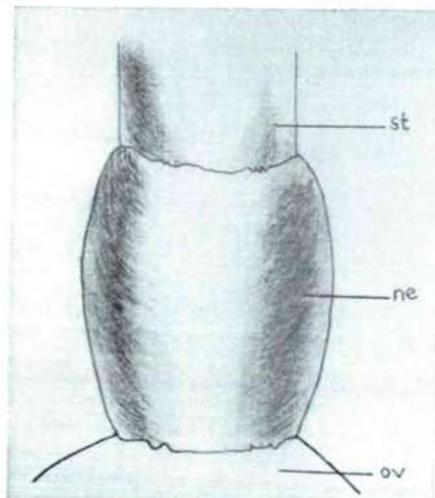


Abb. 1. *C. cyanus* nektarium st=Stylus, ne=Nektarium, ov=Ovarium.

eine regelmässige Ringform (Abb. 2). Die Farbe dieser Nektardrüsen ist in der Knospe und am Anfang des Blühens grünweiss. Später ein-zwei Tage nach der Ausblühung folgt eine dunkelgelbe Färbung. In den Blumen vor der Verblühung sind orangegelbe oder orangerote Drüsen zu beobachten. Bei den Drüsen der verschiedenen Arten wurde (zum Illustrieren der verschiedenen Grösse) die Summe der Drüsenlänge und Breite als Grund genommen. Die Durchschnittswertsumme der beiden wurde auf Säulendiagramm dargestellt (Abb. 3). In der Grösse der Drüsen kann man bei den verschiedenen Arten kleineren-grösseren Unterschied

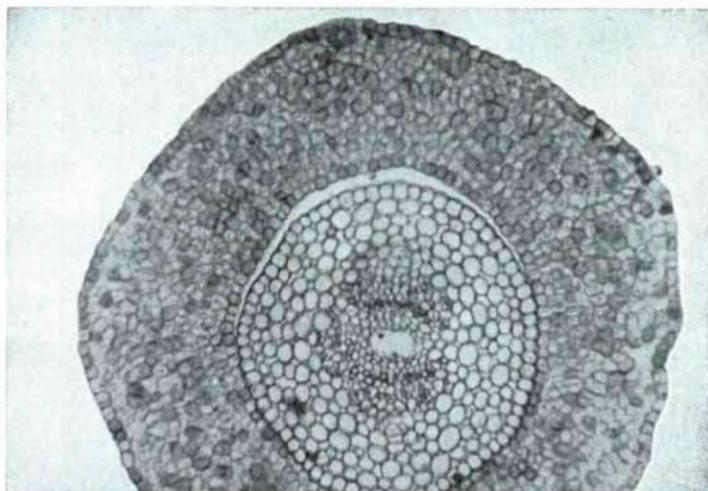


Abb. 2. Nektariumquerschnitt von *C. montana*. Vergrösserung 150 $\times$ .

feststellen. So. z. B. kann man bei den Drüsen von *Centaurea cyanus* Fl. pl. *azurea* und *C. montana* einen fast dreifältigen Unterschied in der Grösse beobachten. Dementgegen ist binnen einer Art kein so grosser Unterschied – z. B. zwischen *Centaurea cyanus* und Varietas – festzustellen. Im Allgemeinen schwänkt die Drüsengrösse zwischen 0,6–1,8 mm. Bei den meisten Sorten sind aber nur Grössen von 0,6 bis 0,9 mm zu beobachten. Die Nektarien von *Centaurea alpina*, *C. axillaris*, *C. solstitialis* und *C. montana* die grössten.

In der Länge der Epidermiszellen – die die Nektardrüsen der verschiedenen Arten und Varietas bedecken – kann man nur minimale Unterschiede beobachten (Abb. 4.). Diese Zellen sind der Längerichtung der Drüsen entsprechend verlängert. Die Zellenlänge schwänkt durchschnittlich zwischen 10–20  $\mu$ . Die Epidermiszellen sind überall mit dünner Cuticula bedeckt. Zwischen der Drüsenlänge und Epidermiszellenlänge gibt es keine Korrelation. Längere oder kürzere Epidermiszellen als die durchschnittliche kommen ebenso auf langen, wie auf kurzen Nektarien vor. Zwischen den Epidermiszellen (Abb. 4.) sind auf der äusseren und inneren Seite des Spitzteiles der Nektardrüse Stomen zu finden. Der Nektar kommt durch die Stomen auf die Oberfläche. Die Schliesszellen der Stomen befinden

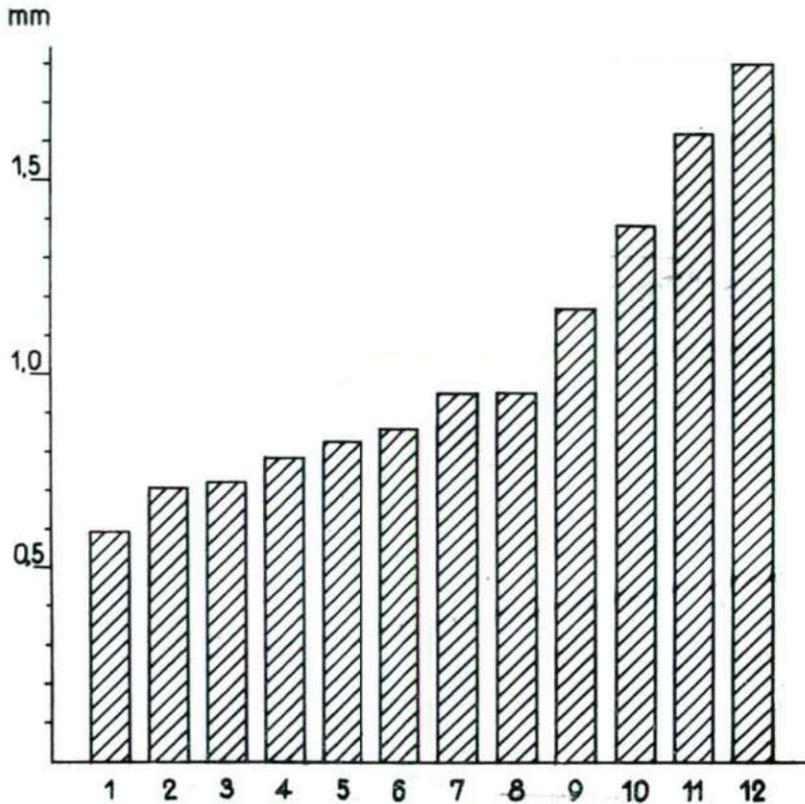


Abb. 3. Die Säulen zeigen die Nektardrüsengrösse der folgenden Arten: 1. *C. solstitialis*, 2. *C. pannonica*, 3. *C. cyanus* Fl. pl. *azurea*, 4. *C. cyanus*, 5. *C. indurata*, 6. *C. cyanus* Fl. pl. *carminea*, 7. *C. jacea*, 8. *C. nigra*, 9. *C. alpina*, 10. *C. axillaris*, 11. *C. sadleriana*, 12. *C. montana*.

sich in gleicher Schicht mit den Epidermisszellen. Neben den einzelnen Stomen sind oft Zwillingsstomen zu beobachten (die Schliesszellwände zwei Nachbarstomen sind zusammengewachsen).

In der Länge der Schliesszellen der Stomen ist ein Unterschied in den einzelnen Arten und auch binnen einer Art zu beobachten (Abb. 4.). Die Länge der Schliesszellen schwänkt (Stomengrösse) zwischen 20–40  $\mu$ . Zwischen der Länge der Schliesszellen und der von Drüsen gibt es keine Korrelation. Auf kleinen Nektarien z. B. bei *C. jacea* ist ebenso grosser Stoma zu beobachten, wie z. B. auf den grossen Nektarien von *C. montana*. Die Länge der Schliesszellen der Stomen ist wahrscheinlich auf Arteigenschaften zurückzuführen.

Das Drüsengewebe der Nektarien hat im allgemeinen dünne Wand und besteht aus polygonalen Zellen. Es ist am meisten zu den Meristemen ähnlich. Zwischen den Zellen ist keine Interzellulare zu finden. Dieses glanduläre Gewebe: a) kommt

nur im spitzigen Teil des Nektariums vor (im oberen Drittel) oder b) füllt das ganze Nektarium aus. Auf diesem Grund kann man die *Centaurea* Arten in zwei Gruppen einteilen.

a) Die Arten mit grossen Nektarium haben glanduläres Gewebe bloss im spitzigen Teils des Nektariums. Unmittelbar unter der Spitzepidermis und über dem Drüsengewebe sind grosse Interzellulare zu finden. Der Nektar häuft sich wahrscheinlich zuerst in diesen auf, und später kommt von da durch die Epidermisstomen auf die Oberfläche.

Im Nektarium in die Richtung des Basis – unter dem glandulären Gewebe – verlieren die Zellen stufenweise die polygonale Form. Sie werden immer mehr abgerundet und ihr Durchmesser nimmt immer zu. Zwischen diesen grösseren, abgerundeten Zellen erscheinen schon kleine Interzellulare. Auf Grund des Nektariums ist ein lockeres Parenchyma-Gewebe zu beobachten. So eine Struktur zeigen die Nektarien z. B. von *C. montana*, *C. sadleriana*, *C. axillaris* und *C. alpina*.

b) In die andere Gruppe gehören diese Arten, bei denen das ganze Nektarium von beinahe gleichgrossen glandulären Zellen ausgefüllt wird. Bei diesem Typ sind Interzellulare nur unter dem Spitzepidermis zu beobachten. Hierher gehören die Nektarien von *C. cyanus*, *C. cyanus* Fl. Pl. *azurea*, *C. cyanus* Fl. Pl. *carminea*, *C. pannonica*, *C. nigra*, *C. jacea*, *C. solstitialis* und *C. indurata*.

Es ist eine im allgemeinen angenommene Tatsache, nach FREY (1955), HELDER (1958), MAURIZIO (1960), usw., dass bei den Nektarien die Inervation, die Anwesenheit oder Abwesenheit der Bündel auf die Nektarproduktion einen

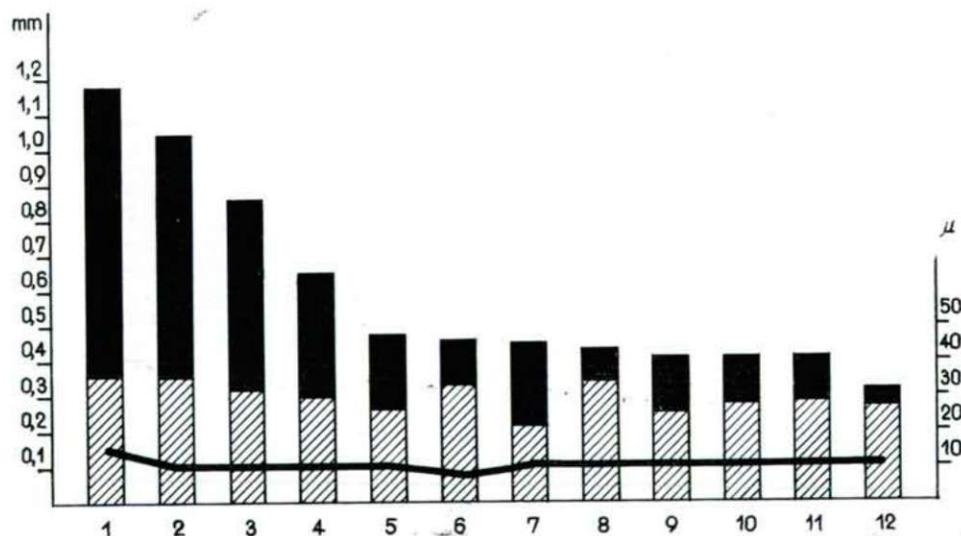


Abb. 4. Die schwarzen Säulen zeigen die Länge der Nektarien, die weissen Säulen die Länge der Schliesszellen von Stomen, die waagerechte Linie die Länge der Epidermiszellen. 1. *C. montana*, 2. *C. sadleriana*, 3. *C. axillaris*, 4. *C. alpina*, 5. *C. nigra*, 6. *C. cyanus*, 7. *C. cyanus* Fl. pl. *carminea*, 8. *C. jacea*, 9. *C. solstitialis*, 10. *C. cyanus* Fl. pl. *azurea*, 11. *C. indurata*, 12. *C. pannonica*.

entscheidenden Einfluss ausübt. Deshalb wurde diese Frage auch von uns sorgfältig untersucht. Aus dem Gesichtspunkt der Bündelversorgung können die *Centaurea* Arten in 3 Gruppen gegliedert werden:

a) In die erste Gruppe haben wir diese Arten gereiht, in deren Nektarien keine typische Gefäßbündel zu beobachten sind. Solche sind die Nektarien von z. B. *C. pannonica*, *C. indurata*, *C. cyanus* und die Varietas, *C. solstitialis*, *C. jacea* und *C. nigra*. Aus dem Gesichtspunkt der Produktion sind diese auf die

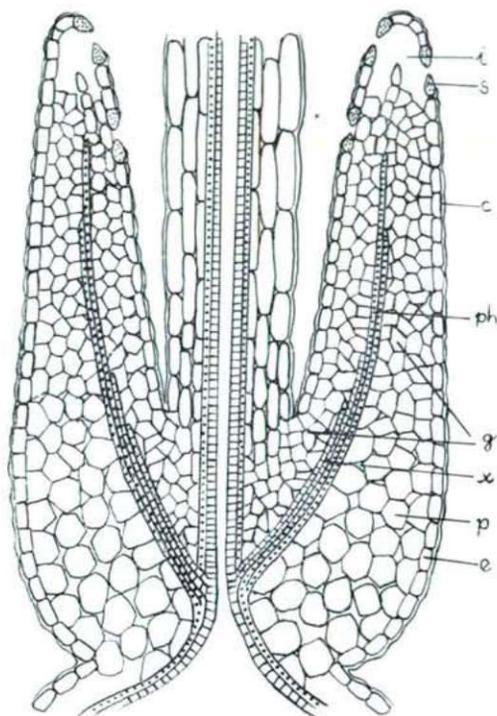


Abb. 5. Längsschnitt des Nektariums (Schema) i=intercellularis, s=Stoma, c=Cuticula, ph=Phloem, g=Glandulargewebe, x=Xylem, p=Parenchyma, e=Epidermis.

kleinste Nektarproduktion fähig. Wie es von der Abb. 4. klar ist, die Nektarien dieser Arten sind die kleinsten.

b) Zu der zweiten Gruppe gehören diese Arten, in deren Nektarien vom Stylus oder aus dem Kernhaus stammende Bündel zu beobachten sind. Diese Bündel treten unten beim Treffen des Kernhauses und Stylus (beim Basis der Nektardrüse) in das Nektarium ein. Sie sind an der Eintrittsstelle die dicksten. Aufwärts werden sie immer dünner. Unten bestehen sie aus Xylem-Phloemelementen, oben nur aus Phloem. Die Bündel können sich öfters verzweigen, es ist oft fächerförmige Enverzweigungen zu beobachten. Hierher gehören die Nektarien von *C. alpina* und *C. axillaris*.

c) In die dritte Gruppe haben wir diese Arten eingereiht, in deren Nektarien auch Bündel sind, aber diese Bündel stammen aus dem Stylus (im mittleren Teil der Drüse). Aus anderen Gesichtspunkten stimmen sie mit der Nektardrüsen der vorigen Gruppe überein. Diese Bündelanordnung ist bei den von uns gemessenen Arten die grössten Nektarien zeigenden vorgekommen, z. B. bei *C. montana* und *C. sadleriana*.

Aus der Ab- oder Anwesenheit der Bündel kann man – wie es schon erwähnt wurde – auf die Zusammensetzung und Menge des Nektars folgen. Aus den Ergebnissen kann festgestellt werden, dass die Arten der ersten Gruppe wenig Nektar produzieren können, teils, weil sie die kleinsten Nektarien haben, teils weil in diesen Nektarien keine Bündel laufen. Die zu der zweiten und dritten Gruppen gehörenden Arten können viel mehr Nektar viel mehr Nektar produzieren, als die der ersten Gruppe, teils wegen der Xylem-Phloem Aderung, teils wegen der grossen Nektarien.

Bei den zur zweiten Gruppe gehörenden Arten – wo das Nektarium auch vom Wand des Kernhauses Bündel bekommt – kann auch wahrscheinlich eine postflorale Nektarausscheidung vorkommen. Die Period der Nektarausscheidung ist bei den anderen zwei Gruppen wahrscheinlich kürzer. Das alles beachtend muss man die Nektarien der zur zweiten Gruppe gehörenden *Centaurea*-arten als wertvollste annehmen.

### Zusammenfassung

Auf Grund der Vergleichung der Nektarien von untersuchten 10 Arten und 2 Varietas können die Ergebnisse in folgenderweise zusammengefasst werden:

1. Die automorph Nektardrüsen der *Centaurea* Arten sind durch die charakteristische Farbe und Forme in den Blumen leicht zu erkennen. Die grünlich-weiße Farbe wird am Ende des Blühens dunkler, sie ändert sich auf orange-gelb oder orangerot.

2. In der Grösse der Nektardrüsen ist bei den verschiedenen Arten ein 2–3-maliger Unterschied zu beobachten. Die Nektardrüsen der Varietas binnen einer Art zeigen beinahe die gleiche Grösse.

3. Die Nektarausscheidung geschieht durch die Einzel- und Zwillingstomen, die sich am spitzigen Teil der Drüsen befinden.

4. Es gelang keine Korrelation zwischen der Epidermislänge und Stomenlänge der Nektarien zu beobachten.

5. Aus dem Gesichtspunkt der Inervatio sind die untersuchten Arten in drei Gruppen zu gliedern. In den kleinen Nektarien gibt es keine, in den mittleren laufen aus Stylus oder aus dem Kernhaus Xylem-Phloem Bündel. Bei denen kommt wahrscheinlich eine postflorale Nektarausscheidung auch vor, also die Secernionszeit ist hier die längste. In den grössten Nektarien sind aus dem Stylus stammende Xylem-Phloem Bündel zu finden.

## Literatur

- BUETLER, R. (1930): Biologisch-chemische Untersuchungen am Nektar von Immenblumen. *Z. vergl. Physiol.* 12, 72—176.
- FREY, E. (1955): Die Innervierung der floralen Nektarien dikotyler Pflanzenfamilien. *Ber. Schweiz. Bot. Ges.* 65, 60—114.
- GULYÁS, S. (1964): Virág nélküli nektárforrásaink. *Méhészet.* 12, 4—6.
- HELDER, R. I. (1958): The excretion of carbohydrates nectaries. *Encyclopedie of Plant physiol.* 6, 978—990.
- KOLTAY, P. (1959): Egynyári mézelő növények a virágoskertben. *Méhészet.* 7, 50.
- KULIEV, A. M. (1952): Zadaci izucsenija medonosznüh i perganosznüh rasztenij. Moszkva—Leningrad.
- MAURIZIO, A. (1960): Biene und Bienenzucht (Bienenbotanik).
- NAGY, L. (1955): A kerti búzavirág mézelése. *Méhészet.* 3, 176.
- NYÁRÁDI, A. (1958): A méhlegelő és növényei. Bukarest.
- PELLETT, FR. C. (1947): American honey plants. New-York.