Geokarpia u *Primula Juliae* Kusn.

On geocarpy in Primula Juliae Kusn.

Napisała

Wanda Giźbertówna

(Wpłynęło do redakcji 2 stycznia 1939 — Received for publication January 2, 1939)

(Z tablicami III—IV — With Plates III—IV)

Jednym z najbardziej interesujących pierwiosnków z grupy *Vernales* jest *Primula Juliae* Kusn., opisana po raz pierwszy dopiero w r. 1901, w *Acta Horti Jurjeviensis*. Niska ta roślina, lubiąca z reguły stanowiska cieniste, wyróżnia się od form pokrewnych wybitnie darniowym wzrostem, spowodowanym przez silne rozgałęzienie kłaczy. Zdolność kobiercowego zarastania przestrzeni przy równoczesnym bogactwie kwiatów o barwie głębokiego amarantu stanowi o jej wysokiej wartości dekoracyjnej. Autorowie opisujący ten pierwiosnek od czasu przywiezienia go z Zakaukazia pomijają właściwe tej roślinie sposoby rozmnażania, poprzestając na podaniu rozmnażania wegetatywnego z podziału kłącza.

Pierwsze obserwacje nad przebiegiem cyklu rozwojowego u *Primula Juliae* przeprowadzałam na terenie handlowej kolekcji bylin w Podhorcach (koło Stryja). W ciągu ostatnich 3 lat korzystałam również z terenu ogródka przy Zakładzie Hodowli Roślin U. J. w Krakowie, gdzie wysadzono kilkadziesiąt roślin tego gatunku.

Wezas na wiosnę rozwija roślina liście gęsto pokrywające silnie rozgałęzione kłącza nadziemne i ułożone, podobnie jak to ma miejsce u innych pierwiosnków, w luźne rozety. Liście kształtem przypominają liście fiołków; znamionują je długie ogonki, blaszki liściowe są owalne, krótkie (2.5—3 cm), brzegiem głęboko karbowane, o skąłym uwłosieniu powierzchni. Z badań genetycznych wiadomo, że ten półgładki charakter liścia jest skojarzony z głęboką barwą kwiatów właściwą dla tego gatunku. W ciągu całego okresu wegetacyjnego

aż do późnej jesieni narastają nowe liście, tak że rośliny przybierają wygląd bujnych kęp. Prawie równocześnie z rozwojem liści ukazują się w ich kątach jednokwiatowe kwiatostany osadzone początkowo na krótkich często czerwono zabarwionych szypułkach. W dalszym stadium długość szypulek rośnie i może dojść do 7 cm. W długości szypulek kwiatowych występują wahania u poszczególnych osobników (gd 1.5—7 cm). Korona kwiatu, o średnicy dochodzącej do 2.5 cm, barwie fioletowo-amarantowej, z okiem cytrynowo-żółtym. Rurka korony przeważsza 2-krotnie kielich, jak to zaznacza Pax w swoim kluczu do gatunków z grupy *Vernales*. Kielich wąski okrywający prawie całą torebkę nasienną, o spiczastych działkach, nie posiada tej sztywności, jaka cechuje inne gatunki pierwiosnków, przetrzymujące nasiona przez dłuższy czas w torebkach owocowych i z powodu tej właściwości wolnego rozsiewania zaliczone przez Sernandera do bradysporów. Cechy morfologiczne kwiatostanu, w pierwszym rzędzie zredukowanie liczby kwiatów baldaszka do jednego, stawiają ten gatunek w bliskie pokrewieństwo z dwoma innymi gatunkami, zaliczanymi również do grupy *Vernales*, mianowicie *Primula vulgaris* Huds. i *Primula acaulis* (L.) Hill. Z oboma tymi gatunkami, jak również z *Pr. elatior* (L.) Hill., *Primula Juliae* łatwo się krzyżuje i daje płodne mieszańce.

Właściwa jej zmienność pewnych cech morfologicznych umożliwia przystosowanie się do warunków środowiska, w którym roślina zdobywa optimum potrzebnego światła i wilgoci.

Cechy szypułki, kwiatostanu, wreszcie owocu wskazują na przynależność do roślin o ograniczonym dalekowysiewie. Rośliny te są zatem przystosowane do zatrzymania potomstwa lub części potomstwa w pobliżu rośliny macierzystej. W pomyślnych warunkach wzrostu *Primula Juliae* odznacza się bogatym kwitnieniem, ale znaczna część tych chasmogamicznych kwiatów pozostaje niepłodna, zwłaszcza te, które stoją w środkowych rozetach liściowych. Znamienne jest, że kwiaty pojawiające się na środkowych pędach kępy, nawet pomimo zapylenia przez pszczoły (utrudnionego zresztą wskutek panującej homostylii) niszczej, nie wydając owoców, a jedynie kwiaty umieszczone na obwodzie szeroko rozrastającej się rośliny, mające możliwość zetknięcia się z ziemią, wydają normalnie wykształcone owoce.

To zjawisko, że jedynie kwiaty na obwodzie rośliny położone zawiązują owoce, występuje również u orzecha ziemnego *Arachis hypogaea* L. i nie jest dotąd należycie zbadane. Nieliczne kwiaty, które po zapyleniu wydają zawiązki owocowe, posiadają szypułki o cechach

wybitnie geotropowych. Ta związana z autochorią zdolność wyginania szypulek kwiatowych, widoczna zazwyczaj już we wczesnym stadium rozwoju owocu, opisywana była najdawniej u *Plantago cretica* L. przez Clusiusa (Hist. rar. CXI). U rośliny tej jednak nie może być mowy o występowaniu geokarpji w ścisłym tego słowa znaczeniu, gdyż owoce pozostają najczęściej na powierzchni ziemi, gdzie dojrzewają.

Łukowato przebiegające wygięcie szypulek u *Primula Juliae* ma odrębny charakter morfologiczny niż ustawianie się lodyżek kwiatowych u niektórych roślin myrmekochorycznych (*Primula acaulis* L., *Viola* i w. i.), u których po okwitnieniu szypułki kwiatowe opadają na ziemię lub pokładają się pomiędzy liśćmi, opuszczając na dół torebki nasienne, co zdaniem Sernandera stoi w związku ze słabym wykształceniem elementów mechanicznych szypulek, znamionym dla tej grupy roślin.

U omawianego pierwiosnka szypułki zachowują większą sztywność niż u pokrewnych form akaulicznych. Dzięki ruchom, jakie wykonują, owoce przybliżają się do ziemi, stykają się z jej powierzchnią i przy dalszych ruchach szypulek zostają zagrzebane w ziemi (tabl. III).

W stopniu posunięcia zjawiska geokarpji u *Primula Juliae* mogą zachodzić między roślinami różnice ilościowe, polegające na tym, że u części osobników tego gatunku ruchy szypulek nie doprowadzają do ostatecznego zagrzebania owoców w ziemi. Rośliny zatem okazujące tego rodzaju właściwości wydają owoce (lub pewien procent owoców) pozostające ponad ziemią. Ale i te szypułki, które dźwigają tego typu owoce, okazują znamienne słabo geokarpijne wygięcia, powodujące nachylenie torebek nasiennych ku dołowi. Na skutek tych karpotropijnych ruchów dojrzałe owoce zostają oparte o ziemię, a najczęściej ukryte pomiędzy liśćmi. Proces chowania owoców między liśćmi zabezpieczający, być może, torebki nasienne przed działaniem czynników zewnętrznych, obserwowano u wielu rodzajów roślin. Zdaniem Weberbauera (1898) wygięcia szypulek spotykane u owoców torebkowych są wynikiem przystosowania poszczególnych roślin do warunków miejscowych.

Pomiędzy osobnikami tej samej populacji występują również różnice w długości szypulek kwiatowych, która waha się od 1.5 cm do 7 cm; nie może tu być jednak mowy o wydłużaniu się szypulek, w tym stopniu jaki spotykamy u niektórych roślin geokarpijnych tego typu co *Okenia hypogaea* opisana przez Karstena (1897) lub u amfikarpów, u tej bowiem grupy roślin wydłużanie jest zjawiskiem

wyplonienia pędów przy rozwoju podziemnym. Dla stwierdzenia skłonności do wygięć geotropijnych u *Primula Juliae* umieściłam koło kilku szypulek kwiatowych rurki szklanne, zaciemnione w górnej części, do których przez boczny otwór skierowane były szypułki z zawiązkami owocowymi. Już po kilku dniach szypułki powyginały się geotropijnie nachylając owoc ku dołowi; w dalszym okresie rozwoju owocu nastąpiło zagłębienie go w ziemi, które można było zaobserwować przez dolną, przejrzystą część rurki (tabl. IV).

Sama budowa torebki nasiennej nosi cechy przystosowania do geokarpizmu. W porównaniu do torebek nasiennych innych pierwsnków z grupy *Vernales* lub do typowych anemochorów, jakimi są *Auriculac*, owoce *Primula Juliae* są wybitnie spiczasto zakończone i zwężają się ku szczytowi. W stadium zupełnej dojrzałości otwierają się torebki owocowe hygroskopijnymi ząbkami. Zmienność torebki owocowej w kierunku wydłużenia i zaostrenia można by uważać za urządzenie ułatwiające wwiercanie się do ziemi. Analogiczne cechy morfologiczne owoców są znane dla zupełnie typowych geokarpów, jakimi są dawno poznane: *Arachis hypogaea* L.¹, *Morisia hypogaea* L., *Faktorowskya Aschersoniana* Eig i inne. W większości przypadków właściwej geokarpii zaznacza się redukcja, doprowadzająca najczęściej do dwuziarnowych lub jednoziarnowych owoców (Treviranus 1863, s. 146; Zohary 1937, s. 134).

Na ogół pierwsniki posiadają dosyć dużą ilość nasion w torebce owocowej. Nasiona są kształtu nieregularnego, o brunatnej lupinie. U tych gatunków, które rozsiewane są przez mrówki, nasiona opatrzone są elajozomem (Sernander 1906, s. 59, 220). Nieliczne nasiona, wykształcające się w torebkach *Primula Juliae*, zawierają w swoich wielkich, łatwo pękających komórkach lupiny zapasy oleju.

Wspomniana wyżej zmienność budowy torebki nasiennej wyróżniająca ten pierwsnek od blisko spokrewnionych gatunków, wydaje się wskazywać na przystosowanie się rośliny do warunków ekologicznych terenu.

Pax (1905) uważa typy akauliczne za wtórne formy rozwojowe, powstałe na drodze zmienności różnych cech z grupy pierwsnków o wykształconych kwiatostanach baldaszkowych. To zapatrywanie podzielają również Sernander (1906, s. 304—6) i Ulbrich (1919, s. 55). Opisując pierwsnek *Primula acaulis* Hill. rozsiewany przy

¹ Pierwsze obserwacje nad geokarpia u orzecha ziemnego (*Arachis hypogaea* L.) poczynione na naturalnych stanowiskach, podał Poiteau (Ann. Sc. nat. 3. sér. XIX, 269, tabl. 15).

pomocy mrówek zaznaczają, że należy on do form filogenetycznie młodszych.

W ciągu przystosowania się niektórych form w obrębie grupy *Vernales* do zajmowanych przez nie rejonów geograficznych, mogły się pojawić także inne cechy, a więc obok redukcji kwiatów w kwiatostanie nieplodność występująca w znacznym procencie kwiatów, zaostrenie w kształcie owoców, ułatwiające zagłębianie się tychże w ziemi, i wreszcie to, co posiada może najistotniejsze znaczenie dla rozwoju doprowadzającego do geokarpii, zdolność wyginania szypulek kwiatowych. Wydaje się, że geokarpia jest przystosowaniem roślin do ograniczonej przestrzeni środowiska, w jakiej znajdują odpowiednie dla swoich wymagań ustosunkowanie światła i wilgoci glebowej. Engler (1895, s. 64) wskazuje na fizjologiczną przyczynę tego rzadkiego zjawiska. Przy rozpatrywaniu biologicznego znaczenia tej właściwości, powstałej prawdopodobnie w ciężkich warunkach bytu i utrwalonej selekcyjnie na skutek działania czynników zewnętrznych, więcej przemawia pogląd Ulbricha (1928), który geokarpie uważa za przystosowanie do warunków ekologicznych, aniżeli zapatrywanie dawniejszych autorów (Hansgirg 1891, Huth 1891, Ludwig 1895, Lindmann 1900), którzy dopatrują się innego znaczenia tych urządzeń, w pierwszym rzędzie bowiem widzą w nim ochronę dojrzałego owocu i nasion przed zwierzętami.

Na niektórych stanowiskach zatrzymanie potomstwa w pobliżu rośliny macierzystej, w warunkach przychylnych dla grupowego występowania gatunku, może być nieraz korzystniejsze od dalekiego rozsiewu. Istotę tego rodzaju przystosowania rozpatruje Zohary (1937, s. 24) w badaniach nad roślinami suchych i półsuchych okolic Palestyny.

Za selekcyjnym działaniem środowiska, a w pierwszym rzędzie suchego podłoża, na utrwalanie się u roślin kompleksu cech przydatnych dla antitelechorycznego rozmnażania przemawia także spotykane w okolicy Jeruzalem (Zohary 1937, s. 116, 119) przechodzenie amfikarpów we formy zdecydowanie geokarpijne (np. *Vicia angustifolia* var. *amphicarpa*, *Emex spinosa* [L.] Camp.) dalej fakt wykrycia właściwej geokarpii u *Cucumis humifructus* Stent w Półdniowej Afryce (Stent 1927).

Ale zjawisko geokarpii nie jest wyłącznym przywilejem okolic stepowych i pustynnych. Zdarza się ono również w innych krainach geograficznych, zwłaszcza znamiennych znacznymi różnicami klimatycznymi, występującymi w obrębie niewielkiego obszaru. Na poparcie tego można by przytoczyć przykłady roślin, należących do

rodziny *Primulaceae*. A więc najpierw jedną z najdawniej znanych roślin, u których co prawda geokarpia pozostała na nieustalonym stopniu rozwoju, jaką jest gduła europejska (*Cyclamen europaeum* L.) mieszkaniac rejonu alpejskiego, dalej ustalone zupełnie formy geokarpijne: *Cyclamen libanoticum* Hildebr. i *Cyclamen ibericum* Stent. W porze wiosennej, w której gduła odbywa swój okres wegetacji, opady są najczęściej skąpe albo też są znamienne przejścia od wilgotnej do suchej atmosfery. U tej rośliny lubiącej wilgoć widzimy specjalne przystosowania, umożliwiające zagłębienie torebkowych owoców w ziemi, skutkiem czego nasiona otrzymują możność wykorzystania zapasów wilgoci w glebie. Mechanika procesu zagrzewania owoców jest u gduł zupełnie odrębna niż u innych roślin. Polega ona na spiralnych zwinieciach szypulek kwiatowych, które, skręcając się sprężynowo, wprowadzają owoce do ziemi. Tę właściwość szypulek cyklamenu opisuje już De Candolle (1827, t. I, s. 437—8): „Quelques péducles, surtout parmi ceux, qui naissent près du collet et qu'on appelle hampe (scapi) offrent une disposition à se tordre d'eux mêmes en spirale régulière d'une manière analogue aux tiges volubiles et quelquefois plus prononcée encore; c'est ce qu'on observe dans les hampes des cyclamens“. W przeciwieństwie do innych roślin, u których ruchy geotropowe idą w parze z mniejszym lub większym wydłużaniem się szypułki kwiatowej po zawiązaniu owocu, u gduły następuje skracanie łodygi kwiatowej. W ciągu późniejszych okresów, w miarę wysychania, torebki podlegają ruchom imbibicyjnym, a wysypujące się nasiona są przenoszone przez mrówki (Hildebrand 1871, Sernander 1906, Ulbrich 1919). Ze względu na indywidualny charakter przebiegu zjawiska u *Cyclamen europaeum* L. przedstawiającego przykład nieustalonej geokarpii, Ulbrich zalicza tę roślinę do przedstawicieli tzw. „pseudogeokarpii“.

Gdyby można zebrać w grupy poznane dzisiaj rośliny geokarpijne na podstawie przebiegu tego procesu autochorii, to przedstawicielami geokarpii właściwej byłyby typy pod tym względem ustalone: *Arachis hypogaea* L., *Astragalus hypogaeus* Ledeb., *Biarum angustatum* J. D. Hook., *Biarum Pyrami* Engl., *Callitriche Naftolskyi* Warb., *Cucumis humofructus* Stent., *Cyclamen libanoticum* Hildebr., *Cyclamen ibericum* Stev., *Faktorowskya Aschersoniana* Eig, *Ficus ti-koua* Buzeau, *Geococcus pusillus* Drumm., *Heliotropium hypogaeum*, *Juelia subterranea*, *Kerstingiella geocarpa* Harms, *Morisia hypogaea* L., *Nephrophyllum abyssinicum* A. Rich., *Okenia hypogaea* Schlecht. et Cham., *Phrynium micans* Klotzsch, *Stylochiton hypogaeum* Lepr., *S. lancifolium* Kotschy et Peyr, *Trifolium subterraneum* L., *Voandzeia subterranea* Thou.

Stosownie do sposobu wzrostu i zachowania się organów reproduktywnych, występują w obrębie geokarpów właściwych rodzaje, które dopiero w późniejszym stadium przez odpowiednie wygięcia szypulek zagrzebują owoce w ziemi oraz takie, u których i kwiaty i owoce są podziemne, a więc typy, które można by uważać za krańcowe formy ewolucyjne w kierunku amfikarpiei. Poza geokarpia właściwą, przy której, jak wiadomo, rośliny nie korzystają z innych sposobów rozsiewu, spotyka się jeszcze inny typ geokarpiei, który można by nazwać geokarpia fakultatywną, przy której część owoców zostaje umieszczona w ziemi w pobliżu rośliny macierzystej, część zaś może pozostawać ponad powierzchnią ziemi (*Cyclamen europaeum* L., *Primula Juliae* Kusn.). Być może, że u rodzajów posiadających poza autochorią także inne możliwości rozsiewu geokarpia pozostała na nieustalonym stopniu rozwoju.

Co do *Primula Juliae*, to właściwa jej skłonność ukrywania torebek nasiennych w ziemi była forytowana przez zewnętrzne czynniki klimatyczne. W ciągu szeregu lat obserwacji można było stwierdzić, że negatywny heliotropizm szypulek, doprowadzający do zagrzebani owoców, był panujący w latach znamiennych posuchą wiosenną, np. w r. 1937. Widoczne jest, że omawiany gatunek pierwiosnka ma możność pozostawiania we własnym środowisku zarówno przez rozrost kłaczy zadarniających jak przez przystosowania geokarpijne.

Panu prof. dr Kazimierzowi Piechowi najserdeczniej dziękuję za cenne wskazówki i ułatwienia w zebraniu odnośnej literatury.

Literatura

- Ascherson P. 1884, Amphicarpie bei der einheimischen *Vicia angustifolia*. — Ber. d. deutsch. bot. Ges. 2, s. 235—45.
- De Candolle A. P. 1827, Organographie végétale ou description raisonnée des organes des plantes. Paris, t. I i II.
- Chittenden J. R. 1928, Notes on Species Crosses in *Primula*, *Godetia*, *Nemophila* and *Phacelia*. — Journ. of Genet. 19, nr 3, s. 285—314.
- Clusius Carolus 1576, Rariorum aliquot stirpium per Hispanias observatarum historia libris duobus expressa, Antverpiae.
- Eig A. 1927, A Second Contribution to the Knowledge of the Flora of Palestine. Bull. 6. Agric. Exper. Station of the Zionist Organisation 17, s. 25.
- Engler A. 1895, Über Amphicarpie bei *Fleurya podocarpa* Wedd., nebst einigen allgemeinen Bemerkungen über die Erscheinung der Amphicarpie u. Geocarpie. — Sitzungsber. der preussischen Akad. d. Wissensch. Berlin, 1895, s. 57—66.

- Fabre H. 1855, Observations sur les fleurs et les fruits hypogés du *Vicia amphicarpa*. — Bull. de la Soc. Bot. de France *II*, s. 503.
- Gérard 1800, Mémoire sur deux plantes à fructification souterraine.
- Haberlandt G. 1924, Physiologische Pflanzenanatomie, VI. Aufl., Leipzig.
- Hansgirg A. 1891, Beiträge zur Kenntniss der nyctitropischen, gamotropischen u. carpotropischen Bewegungen der Knospen, Blüthen u. Fruchtsiele. — Biol. Centralbl. *XI*, s. 449—64.
- 1892, Neue Beiträge zur Pflanzenbiologie nebst Nachträgen zu meinen phytodynamischen Untersuchungen. — Bot. Centralbl. *XC*, s. 583.
- Harms H. 1908, Über Geokarpie bei einer afrikanischen Leguminose. — Ber. d. deutsch. bot. Ges. *26 a*, s. 225—31.
- Hildebrand F. 1873, Die Verbreitungsmittel der Pflanzen, Leipzig.
- Huth E., 1891, Über geocarpe, amphicarpe und heterocarpe Pflanzen. — Abhandl. d. naturwiss. Ver. des Regierungsbezirkes Frankfurt *VIII*.
- Juel H. O. 1930, Växter med subterran Fruktbildning. — K. Svenska Vetenskaps-akademiens Årsbok för 1930, s. 289—307.
- Karsten G. 1897, Notizen über einige mexikanische Pflanzen. — Ber. d. deutsch. bot. Ges. *15*, s. 10—16.
- Lindmann C. A. M. 1900, Einige amphicarpe Pflanzen der südbrasilianischen Flora, Stockholm; wg Bot. Centralbl. 1901.
- Linhard 1908, On Amphicarp in *Sieglingia decumbens* L. and *Danthonia breviaristata* Beck. — Bot. Tidsskr. *XXIX*, Köbenhavn; wg Bot. Centralbl. 1909, s. 498.
- Ludwig F. 1895, Lehrbuch der Biologie der Pflanzen, Stuttgart, s. 200—9.
- Morton Fr. 1912, Die Bedeutung der Ameisen für die Verbreitung der Pflanzensamen, Wien.
- Pax F. 1888, Monographische Übersicht über die Arten der Gattung *Primula* Leipzig, s. 1—163.
- Pax F. u. Knuth 1905, *Primulaceae*, Leipzig.
- Sernander R. 1906, Entwurf einer Monographie der europäischen Myrmekochoren. Uppsala, s. 304—38, 388—94.
- Stent S. M. 1927, An undescribed geocarpic plant from South-Africa. — Bot. thalia *2*; wg Bot. Centralbl. N. F. *XI*, s. 465.
- Theune 1916, Beiträge zur Biologie einiger geokarper Pflanzen. Cohn's Beitr. zur Biol. der Pflanzen, *13*.
- Treviranus L. C. 1863, Amphicarpie u. Geocarpie. — Bot. Zeitg. *21*, s. 145—7.
- Ulbrich E. 1919, Deutsche Myrmekochoren. Beobacht. über die Verbreitung heimischer Pflanzen durch Ameisen. Leipzig-Berlin.
- 1928, Biologie der Früchte u. Samen. Berlin, s. 32—40.
- Ullmann W. 1933, Beobachtungen über den bodenfrüchtigen Klee (*Trifolium subterraneum* L.), seine Anbau und Zuchtmöglichkeiten im Deutschen Reiche. — Pflanzenbau, *10*, s. 313—20, 359—68.
- Warburg et Eig 1929, *Callitriche Naftolskyi* sp. nov. — Fedde's Repert. *26*.
- Weberbauer A. 1898, Beiträge zur Anatomie der Kapsel Früchte. — Bot. Centralbl. *73*, s. 297—8.
- Zimmermann A. 1879—84, Verschiedene Arbeiten über mechanische Einrichtungen zur Verbreitung der Samen u. Früchte. — Ber. d. d. bot. Ges.
- Zohary M. 1937, Die Verbreitungsökologischen Verhältnisse der Pflanzen Palästinas. — Beih. z. Bot. Centralbl. *56*, Abt. 1, s. 114—37.

Summary

There is no evidence of the typical seed-production in the first botanical description of the *Primula Juliae* (Acta Horti Jurjevicensis, 1901) following its introduction into Europe. It is known, however, that this highly decorative perennial plant is maintained and multiplied in the vegetative manner. The author has had opportunity during many years to examine this species at the commercial plant-collection in Podhorce (Małopolska) and at the plantation of the Institute of Plant Breeding of the Jagellonian University of Cracow. Large quantities of material have been studied, and some facts may be added to what is already known.

Description. Early in spring this shade-loving plant develops from extensive branching rhizomes, like other primroses, dark green leaves and many acaulous flowers of a deep purple violet. The leaf-shape is similar to that of the *Viola* type, with petioles elongated, blades oval, dentated at the margins, semi-glabrous. It is known from genetic experiments that this semi-glabrous character of leaf seen in *Primula Juliae* is always associated with the deep colour of the flower. The tuft of new dark green leaves spreads during growth until late autumn. Many solitary flowers, in the great majority sterile, occur in this tuft of leaves even in the initial stages of its development. At the beginning of blossoming the flower pedicels are short; their elongation is seen in later stages of growth. There is not this degree of elongation observed in some amphicarpic plants, which is due to the etiolation of shoots during the subterraneous growth. The length of stem shows a tendency to vary from 1.5—7 cm. The purple-violet corolla with yellow eye is 2.5 cm in diameter. The corolla tube is found to be twice as long as the calyx (Pax 1905). The characteristic morphological changes of inflorescence, especially the reduction of its umbellate form to a single flower type (acaulous), shows that the species is very closely related to two other species of the same *Vernales* section, *Pr. vulgaris* Huds. and *Pr. acaulis* Hill. Fertile hybrids are easily obtained between these species (Chittenden 1928). There is a great variation in the abundance of flowering plants in one population. Under favourable conditions of growth, *Primula Juliae* produces many flowers, few of which are fertile. These fertile flowers, giving well developed fruits, appear to possess the geocarpic character of pedicels (Pl. III).

Whether they produce their effects by a control of growth localisation or by other mechanisms is a question about which almost nothing is known at present.

This individual character of rhizomes, stems and capsules (fruits), especially the geocarpic manner of pedicel flexure in *Primula Juliae*, is the expression of a tendency to keep the progeny near the parent plant, in such conditions as happen to arise, and selection has therefore favoured it.

This, with autochore reproduction associated geocarpic curvature of pedicels, already observed in the early stage of fruit development, is first described in *Plantago cretica* L. (Clusius 1576). It is therefore evident that this species after fructification retains its fruits above the ground, without a tendency to subterraneous inflection and ripening. There is a considerable difference between the stem-flexure characteristic of *Primula Juliae* and the stem-position recognised in some myrmecochorous plants.

According to the investigations of Sernander (1906) into the myrmecochorous group of plants, the pedicels lie on the ground or on the leaves and the mature capsules hang down. This process is found to be effected by the weak development of the mechanic tissues. The form of primula discussed shows greater stiffness in the pedicels. In consequence of the positive geotropism the pedicels curve towards the ground and by the latter process the fruits may be bent down and hidden in the ground. In the phenomena of geocarpic plant adaptation may be seen the quantitative differences in the individuals of the same population. Besides the small number of subterranean fruits some aerial capsules may also occur. A great variation in the length of the pedicels is also evident; the length of the organ investigated may vary from 1.5—7 cm.

For the experiment on the tendency towards geocarpic flexure in *Primula Juliae*, I took a test-tube, painted dark in the upper part, with an opening in the side into which the pedicels with young fruits were directed. After a few days, the pedicels were bent downwards and the fruit approached the ground. This was easily observed through the transparent low part of the tube (Pl. IV).

Furthermore the structure of the fruit in *Primula Juliae* is typical of geocarpic plants. In comparison with other species of the same group *Vernales* or with *Auriculas*, recognised by anemochor seed-distribution, the fruit of *Primula Juliae* shows a characteristic elongation and becomes very narrow and pointletted at the apex. It seems that these morphological characters of the fruit may be useful in the boring process. Analogical fruit characters have been observed in the true geocarpic plants such as *Arachis hypogaea* L., *Morisia hypogaea* L., *Faktorowskya Aschersoniana* Eig. and others.

The typical reduction of seeds (Treviranus 1863, p. 176; Zohary 1937, p. 134) occurs in the majority of cases of geocarpy and amphicarpy, most subterranean seeds being bigger than those of aerial flowers.

The plants of *Primula Juliae* I have observed, produce a small number of well developed fruits with a few seeds. The seed coat contains a quantity of oil. The above marked difference in the fruit shape distinguishing *Primula Juliae* from other closely related stemless species may indicate the adaptability of this species to a certain habitat.

These stemless (acaulous) types of primroses are considered as phylogenic secondary mutations arising from the pedunculate species (Pax 1905, Sernander 1906, Ulbrich 1919).

It is most probable that geocarpy may be the effect of some mutation in the direction of adapting the organism to border zones with the optimum of light and humidity. From the biological point of view the earlier investigators in this field have concluded that the geocarpic disposition is to protect the seeds from animals (Hansgirg 1891, Huth 1891, Ludwig 1895, Lindmann 1900). Ulbrich (1928) first discusses the problem as an ecological adaptation, which may be significant.

In many habitats it may be more advantageous to retain the progeny near the parent plant than to disseminate it at a distance. The phenomenon of this adaptability of plants has been examined by Zohary (1937) in arid and semi-arid regions of Palestine. The evidence of selective action of the habitat seems clear. Some forms have also a tendency to vary in geocarpic types which appear to have been better adapted to peculiarly arid conditions. Typical geocarpic plants investigated near Jerusalem, developed from amphicarpic species, are examples of parallel mutations adapted to a peculiar habitat.

But the phenomenon of geocarpy occurs not only in arid regions. It is also observed under other conditions, where there are rapid climatic changes. This view may be supported by the long time ago discovered special modes of geocarpy in *Cyclamen europaeum* L. De Candolle (1827) has already explained the individual mechanism of pedicel curvature in *Cyclamen*. In contrast to other plants, in which the curvature of pedicels towards the ground is associated with their elongation, in the case of *Cyclamen* after fructification has taken place the pedicels twist into spirals bringing the fruit into a subterraneous position. Differences in the degrees

of development of geocarpy are observed in various species of *Cyclamen*. Some of them retain the fruits above the ground, showing only a tendency to carpotropic inflection of pedicels (*Cyclamen europaeum* L.). In the later stages the seeds are dispersed by means of ants (Hildebrand 1873, Sernander 1906, Ulbrich 1919). Others are true geocarpic plants (*Cyclamen ibericum* Stev., *Cyclamen libanoticum* Hildebr.). Considering the differential character of incomplete geocarpy recognised in *Cyclamen europaeum* L., Ulbrich includes this plant as an example of „pseudogeocarpy“.

Conclusion. In the group of the true geocarpic plants there exist some species in which the subterraneous ripening of fruits takes place, developed from a flower above ground, and others, highly specialised, which are known to bear flowers and fertile fruits only on the underground shoots. The latter may be considered as the extreme forms in amphicarpic evolution.

The appearance of true geocarpy had been found in following species: *Arachis hypogaea* L., *Astragalus hypogaeus* Ledeb., *Biarum angustatum* J. D. Hook., *Biarum Pyrami* Engl., *Callitriche Naftolskyi* Warb., *Cucumis humifructus* Stent, *Cyclamen libanoticum* Hildebr., *Cyclamen ibericum* Stev., *Faktorowskya Aschersohniana* Eig, *Ficus ti-koua* Buzeau, *Geococcus pusillus* Drumm., *Heliotropium hypogaeum*, *Juctia subterranea*, *Kerstingiella geocarpa* Harms, *Morisia hypogaea* L., *Nephrophyllum abyssinicum* A. Rich., *Okenia hypogaea* Schlecht. et Cham., *Phrynium micans* Klotzsch, *Stylochiton hypogaeum* Lepr., *S. lancifolium* Kotschy et Peyr., *Trifolium subterraneum* L., *Voandzeia subterranea* Thou. We must conclude that in respect of the degree of geocarpic process, the species shows marked differences.

Types of phenomena such as are observed in *Primula Juliae* Kusn. may be considered as facultative geocarpy, this inclination being dominant in years with dry climatic conditions.

The most probable explanation of the appearance of these differences in the degree of geocarpy in some particular species is that among certain species having also other possibilities of reproduction, geocarpy remains at an indefinite stage of evolution. It is therefore evident that the tendency of *Primula Juliae* is to keep its progeny near the parent plants by vegetative reproduction and geocarpy.

W. Giźbertówna: *Geokarpia* u *Primula Juliae*