

ALICJA AGNIESZKA KLEJPS, PRZEMYSŁAW PIOTR TOMCZYK

Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin
Wydział Biologii i Ochrony Środowiska
Uniwersytet Łódzki
Banacha 12/16, 90-237 Łódź
E-mail: klejps.alicja@gmail.com
tomczyk@biol.uni.lodz.pl

NASIONA STORCZYKÓW – LICZBA ZA WIELKOŚĆ

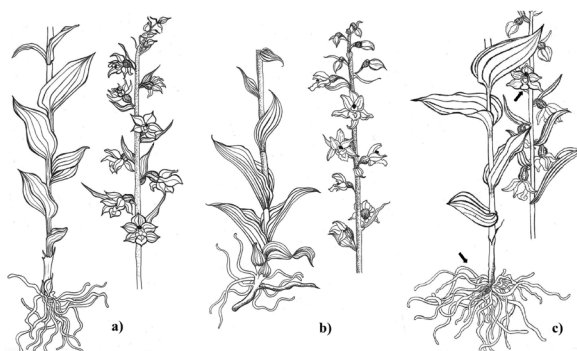
WSTĘP

Nasiona to typowe organy rozmnażania roślin kwiatowych. Powstają z zapłodnionego zalążka i, oprócz tkanki odżywczej, zawierają najistotniejszą część, czyli zarodek dający później początek nowemu osobnikowi. Zdolność przenoszenia swojego materiału genetycznego i w efekcie rozsiewania, jest najważniejszym elementem przystosowania roślin, wytworzonym na drodze ewolucji. Adaptacja takiego sposobu rozmnażania umożliwiła roślinom nasiennym przetrwanie od dewonu, który utożsamiany jest z okresem ich pojawienia się w dziejach Ziemi (STANLEY 2002). To właśnie zróżnicowanie form nasiennych, ich wielkość, ilość materiału zapasowego lub jego brak i obecność rozmaitych struktur pomocniczych, ma odzwierciedlenie w możliwościach rośliny do rozprzestrzeniania się w danym środowisku i w metodach wykorzystywanych w tym celu (JANKOWSKA-BŁASZCZUK 1996).

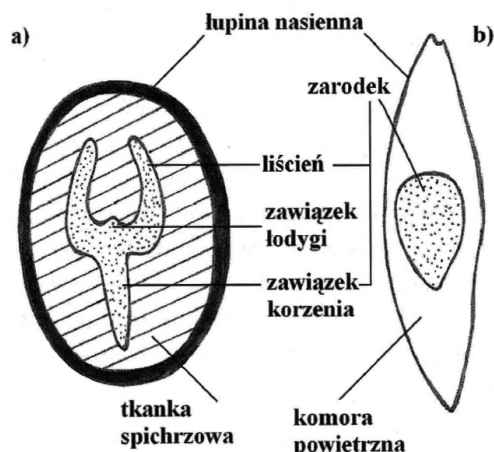
Jeśli chodzi o specyfikę nasion, na tle roślin okrytozalążkowych szczególnie wyróżniają się gatunki z rodziny storczykowatych Orchidaceae, będące jedną z największych i najbardziej zróżnicowanych rodzin w świecie roślinnym. Zalicza się do nich 500-800 rodzajów i aż 20.000-30.000 gatunków. Są to zarówno rośliny niepozorne, mierzące zaledwie 3–4 mm, jak i okazałe, dorastające do kilku metrów, posiadające kwiaty mierzące do 20 cm średnicy (ARDITTI 1967). Do rodziny storczykowatych należą dwie grupy organizmów: (i) gatunki naziemne, które spotkać można na całym świecie, prócz regionu An-

tarktydy i (ii) epifity charakterystyczne dla strefy tropikalnej (BATTY i współaut. 2002). We florze polskiej rodzina Orchidaceae reprezentowana jest, wedle różnych klasyfikacji, przez 46 gatunków należących do 22 rodzajów (SZLACHETKO 2009), bądź 56 gatunków w obrębie 24 rodzajów (MIREK i współaut. 2002) (Ryc. 1) Wszystkie gatunki z rodziny Orchidaceae, które możemy spotkać w naturze na terytorium Polski podlegają ochronie ścisłej (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin Dz.U. 2014 poz. 1409).

Diaspory storczykowatych różnią się znacząco od typowego planu budowy roślin



Ryc. 1. Przedstawiciele rodziny storczykowatych Orchidaceae we florze Polski: a) kruszczyk rdzawoczerwony *Epipactis atrorubens*; b) kruszczyk błotny *Epipactis palustris*; c) kruszczyk szerokolistny *Epipactis helleborine*.



Ryc. 2. Porównawczy schemat budowy typowego nasiona (a) i nasiona storczyków (b) (wg SZLACHETKO i SKAKUJ 1995).

okrytonasiennych, dlatego można wyróżnić szczególne, charakterystyczne dla nich elementy morfologiczne (Ryc. 2). Na pierwszy rzut oka, zauważalne jest to, iż nasiona storczykowatych nie mają twardej i wytrzymałej lupiny nasiennej. Rola zewnętrznej osłony stanowi jedynie cienka tkanka, luźno otaczająca zawartość. Jej ściany, silnie zróżnicowane w zależności od gatunku, mogą być jednolicie gładkie lub siatkowate (DELFORGE 2006). Zarodek jest zbudowany z kilkudziesięciu niezróżnicowanych komórek i stanowi niewielką część całej objętości nasiona (SZLACHETKO i SKAKUJ 1997). Przestrzeń pomiędzy okrywą a kulistym zarodkiem zajmuje powietrze, co oznacza, że nasiona storczyków pozbawione są substancji zapasowych w postaci bielma (DELFORGE 2006). Jedynym materiałem odżywczym są drobne krople lipidów i ziarna skrobi (ARDITTI i GHANI 2000). Wszystkie te cechy nasion storczyków, a także zależności między nimi, mają swoje odzwierciedlenie w sposobach ich rozprzestrzeniania się.

WĘDRÓWKI NASION

Te niepozorne diaspyry, zwane dosłownie „pyłem nasiennym” (ang. „dust seed”), zaliczane są głównie do anemochorów (nasiona roznoszone przez ruchy powietrza), ale równie dobrze mogą być transportowane epizoochorycznie przyłączone do ciała zwierząt lub hydrochorycznie, unosząc się na powierzchni wody (WERKER 1997, ARDITTI i GHANI 2000). Zestawienie tych typowych dla Orchidaceae cech nasion daje doskonały przykład, w jaki sposób przystosowania diaspor zapewniają strategię rozprzestrzeniania się roślin w środowisku ich życia. Najważniejszymi morfometrycznymi zmiennymi warunkującymi optymalne przystosowanie na-

sion są: masa, długość i szerokość oraz procentowa ilość powietrza w komorze.

TRADE-OFF – COŚ ZA COŚ

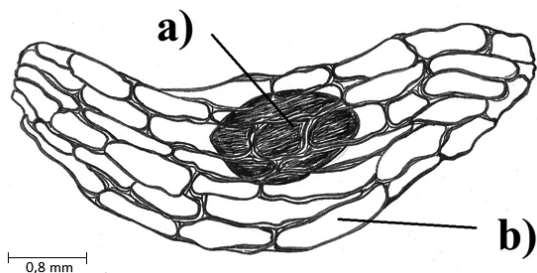
Wiadomo, że u wielu gatunków liczba wytwarzanych nasion skorelowana jest z ich wielkością w sposób odwrotnie proporcjonalny (JANKOWSKA-BŁASZCZUK 1996). Ta strategia kompromisu, z punktu widzenia alokacji zasobów (ang. „trade-off”), jest jednym z założeń ekologicznych historii życiowych organizmów i doskonale realizuje się w rodzinie Orchidaceae jako przystosowanie do rozsiewania (ERIKSSON i KAINULAINEN 2011).

Owocem storczyków są torebki, które zdolne są produkować tysiące nasion drobnych jak pył. Ich rozmiar klasyfikuje nasiona storczyków jako najmniejsze, na tle innych diaspor nasiennych, bowiem ich wielkość waha się w granicach 150-6.000 μm (SWAMY i współaut. 2004).

Przykładowo, *Cycnoches chlorochilon* może wytworzyć ok. 4.000.000 nasion, z których każde waży 3,6 μg , co daje razem 14,4 g całego owocu (ARDITTI i GHANI 2000). Wielkość całego nasiona zaś waha się od 0,15 do 0,6 mm (SWAMY i współaut. 2004) (Ryc. 3).

Wydawać by się mogło, że produkowanie tak dużej liczby nasion jest niekorzystne ze względu na lokowanie zasobów, lecz kompromisem jest właśnie redukcja ilości materiału zapasowego i wielkości zarodka (ARDITTI i GHANI 2000). Tak więc, bardziej opłacalne w tym przypadku jest produkowanie dużej liczby nasion i, wraz z tą liczbą, zwiększenie szans na kontynuację gatunku. Zwłaszcza wobec anemochorii jest to lepsze rozwiązanie niż strategia dużych, pojedynczych nasion, które niekoniecznie natrafiają na warunki umożliwiający wykiełkowanie (ERIKSSON i KAINULAINEN 2011).

Szczególne wymagania związane są z koniecznością spotkania partnera mutualistycznego jakim jest grzyb, i wobec tego, tylko kilka z tysięcy produkowanych nasion



Ryc. 3. Schemat nasienia kruszczyka szerokolistnego *E. helleborine*: a) zarodek; b) cienkościennej lupiny nasiennej.

(około 1%) jest w stanie napotkać sprzyjające do tego warunki i dać początek nowej roślinie (DELFORGE 2006, JERSÁKOVÁ i MALINOVÁ 2007).

ŻYCIODAJNY ZWIĄZEK

O istnieniu tajemniczego związku pomiędzy storczykami a grzybami pisał już Burgeff w pierwszej połowie XX w. Ówczesnie dowiedziano m.in. symbiozy licznych uprawianych gatunków z grzybami z rodzaju *Rhizoctonia* (Basidiomycota), gdzie grzyb odpowiedzialny był za enzymatyczną hydrolizę skrobi i zmiany odczynu środowiska. Obecnie wiemy, że kiełkowanie nasion nie odbywa się *stricte* dzięki obecności grzyba, ale poprzez wydzielane przez niego substancje rozkładające skrobię; w warunkach laboratoryjnych z powodzeniem zastępowano grzyby cukrami (SZOT i współaut. 2015). Późniejsze badania wykazały, że w związku tym wymieniane są także witaminy i ich składowe (HIJNER i ARDITTI 1973).

W te szczególne związki ze storczykami, oprócz wspomnianego rodzaju z gromady *Basidiomycota*, wchodzi także przedstawiciele *Deuteromycotina* i *Ascomycota* (HUANG i YANG 2008). Mimo dużej specyficzności, proces kiełkowania po spotkaniu odpowiedniego partnera jest bardzo skomplikowany i długotrwały, może zająć nawet 10 lat (ROMAŃSKI i KRZYSZTOFIK 2009).

MATERIAŁ ZAPASOWY

Nasiona storczyków nie posiadają rezerwy energetycznych w postaci bielma, a jedynie małe skupienia substancji odżywczych. Taka redukcja umożliwia osiągnięcie ekstremalnie małych rozmiarów nasion i co za tym idzie, także ograniczenie zbędnego ciężaru. Dodatkowym rozwiązaniem rekompensującym znikomą ilość substancji odżywczych jest opisana już, obowiązkowa mikoryza wielu gatunków storczyków, warunkująca uzyskanie niezbędnych substancji i kiełkowanie tylko w obecności grzybni (VAN RHEEDE VAN OUDTSHOORN i VAN ROOYEN 1999).

W przypadku produkcji mniejszej liczby nasion, nakłady energetyczne pozwalają na lepsze ich zaopatrzenie w substancje odżywcze. Wynikiem jest znacząca, na tle innych gatunków, masa nasion, a co za tym idzie, krótsza możliwość przebywania w powietrzu. Reasumując, można dojść do wniosku, że energia poniesiona na produkcję nasion u Orchidaceae jest taka sama, jeśli nie mniejsza, w zestawieniu z innymi nasiennymi.

Ciekawym, a zarazem nieco zaskakującym, jest porównanie ich do nasion kokosa (ARDITTI i GHANI 2000), bo, jak na pierwszy

rzut oka widać, strategia dużych, ciężkich i nielicznych nasion kokosowych jest zupełnym przeciwieństwem tej, którą prezentują storczyki. Jednak paradoksalnie jest to przykład dobitnie ilustrujący to zagadnienie, ponieważ pomimo widocznych różnic, pod względem zawartości lipidów, które są ważną rezerwą energetyczną, nasiona te nie odbiegają od siebie. Dodatkowo, biorąc pod uwagę „podróżowanie” nasion w przestrzeni, te produkowane przez storczyki mają większe ku temu możliwości wykorzystując, odpowiednio do warunków środowiskowych, wiatr, wodę i zwierzęta. Owoce (pestkowce) kokosa uzależnione są jedynie od fal morskich (talassochoria) i zamierzonej działalności człowieka, więc pomimo takiej samej ilości zasobów energetycznych, możliwości ich spontanicznego rozsiewania są nieporównywalnie małe w stosunku do storczyków.

KSZTAŁT NASION I OBECNOŚĆ STRUKTUR DODATKOWYCH

Nasiona różnych gatunków rodziny Orchidaceae są bardzo zróżnicowane pod względem kształtu: od wydłużonych i smukłych, poprzez skrócone, beczułkowate, aż do owalnych (SWAMY i współaut. 2004). Jednak wszystkie łączy wspólna cecha, tj. brak dodatkowych struktur, a obecność jedynie charakterystycznej, cienkiej, choć mocnej łupiny nasiennej. Struktura ta, przypominająca w powiększeniu papierową otoczkę, luźno okrywa zarodek, pozostawiając wiele wolnego miejsca. Jedyne miejsce w objętości wolnej przestrzeni pomiędzy tymi dwoma elementami przypada na powietrze.

MASA NASION

Przystosowaniem, o którym nie można zapomnieć w przypadku storczyków jako anemochorów, jest idący w parze z wielkością, mały ciężar właściwy diaspor. Masa nasion, w zależności od gatunku, waha się w przedziale od 0,31 µg do 24 µg (ARDITTI i GHANI 2000). Kluczową adaptacją samych diaspor jest występowanie opisanej powyżej komory powietrznej, która tworzy swoiste urządzenie balonowe. Właściwość ta pozwala na dodatkowe zmniejszenie prędkości opadania nasion lub nawet ich wznoszenie się w prądach wstępujących (PODBIELKOWSKI 1995).

O tym, jak ważny dla anemochorii jest procentowy udział powietrza w komorze nasiennej storczyków piszą w swojej pracy ARDITTI i GHANI (2000), porównując nasiona obuwika pospolitego (*Cypripedium calceolus*) i gatunku *Paphiopedilum curtissii*. Pierwsze, mimo mniejszego ciężaru unoszą się krócej w powietrzu niż drugie, które choć cięższe

mają jednak większą komorę powietrzną i dzięki temu mogą odbywać dłuższe loty. Dowodzi to obecności doskonale wypracowanych przystosowań nasion do anemochorii.

Inny, skwantyfikowany dowód szczególnie przystosowania do wiatrosiewności przedstawia PODBIELKOWSKI (1995), dając za przykład nasiona tajeży jednostronnej (*Goodyera repens*), które, przy masie 2 µg, opada z szybkością zaledwie 0,02-0,3 m/s, dzięki powietrzu w nim zgromadzonemu.

DOSKONALI PODRÓŻNICY

To właśnie ta specyficznie uboga budowa nasion sprawia, że są one świetnymi anemochorami (SZLACHETKO i SKAKUJ 1995). Nasiona storczyków, posiadając tak skonstruowane urządzenia balonowe, cechują się dużą wypornością w masach powietrza, gdzie mogą zostać przez długi czas, a dzięki temu zaliczają się do daleko rozprzestrzeniających się diaspor nasiennych (ARDITTI i GHANI 2000). Ponadto, łupina nasienna, chociaż cienkościenna, jest nieprzemakalna, co w powiązaniu ze wspomnianą komorą powietrzną sprawia, że nasiona doskonale utrzymują się także na wodzie. Dzięki delikatnej powłoczce łupiny nasiennej mogą też przyczepiać się do ciała zwierząt i w ten sposób podróżować, plasując się w grupie epizoochorów (ARDITTI i GHANI 2000). Mając do czynienia z tak niezróżnicowaną wśród gatunków morfologią, nasiona te można sklasyfikować do więcej niż jednej grupy spośród sposobów rozsiewania.

Przystosowanie uzależniające wielkość nasion od ich liczby musiało ewoluować stopniowo tak, że obie cechy wzmacniały się wzajemnie i uzależniały od siebie (ERICSSON i KAINULAINEN 2011). Storczykowate osiągnęły w tym względzie bardzo korzystną adaptację, która poprzez redukcję wielkości materiału siewnego pozwoliła uzyskać taką budowę nasion, aby mogły się one rozprzestrzeniać w środowisku na wiele sposobów.

Streszczenie

Storczyki są bardzo zróżnicowaną grupą roślin, występującą na całym świecie oprócz Antarktydy. Ich nasiona znacząco różnią się od nasion innych okrytonasiennych, jednak między sobą są podobne. Są bardzo drobne, określane wręcz jako „pył nasienny”. Składają się ze stosunkowo niewielkiego zarodka otoczonego cienką osłonką. Przestrzeń między zarodkiem a łupiną nasienną wypełniona jest powietrzem, co odgrywa rolę w rozprzestrzeleniu się nasion za pomocą wiatru (anemochoria). Oprócz wiatru, w rozsiewaniu storczyków uczestniczą również zwierzęta i woda. Pod względem kształtu nasiona mogą być wydłużone i smukłe, beczkowate lub owalne, nigdy nie mają żadnych dodatkowych struktur.

Nasiona storczyków prawie nie zawierają materiałów zapasowych, ponadto zarodek nie jest w stanie z nich

skorzystać i wykiełkować, dopóki nie wejdzie w symbiozę z odpowiednim grzybem. Jest to jeden z czynników, który umożliwił tak znaczne zmniejszenie wielkości nasion, co rośliny zrekompensowały ich liczbą. Ta strategia okazała się ewolucyjnie korzystna, czego odbiciem jest trwająca obecnie rozkwit rodziny Orchidaceae.

LITERATURA

- ARDITTI J., 1967. *Factors affecting the germination of orchid seeds*. Bot. Rev. 33, 1-97.
- ARDITTI J., GHANI A., 2000. *Numerical and physical properties of orchid seeds and their biological implications*. New Phytol. 145, 367-421.
- BATTY A. L., DIXON K. W., BRUNDRETT M. C., SIVASITHAMPARAM K., 2002. *Orchid conservation and mycorrhizal associations*. [W:] *Microorganisms in plant conservation and biodiversity*. SIVASITHAMPARAM K., DIXON K. W., BARRETT R. L. (red). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 195-226.
- DELFORGE P., 2006. *Orchids of Europe, North Africa and the Middle East*. A&C Black, London.
- ERIKSSON O., KAINULAINEN K., 2011. *The evolutionary ecology of dust seeds*. Perspect. Plant Ecol. Evol. Syst. 13, 73-87.
- HILJNER J. A., ARDITTI J., 1973. *Orchid Mycorrhiza: vitamin production and requirements by the symbionts*. Am. J. Bot. 60, 829-835.
- HUANG Y., YANG X., 2008. *Summary of research on orchidaceous Mycorrhizae*. J. Trop. Subtrop. Bot. 2008-03.
- JANKOWSKA-BŁASZCZUK M., 1996. *Ekologiczne znaczenie wielkości nasion*. Wiad. Bot. 40, 21-28.
- JERSÁKOVÁ J., MALINOVÁ T., 2007. *Spatial aspects of seed dispersal and seedling recruitment in orchids*. New Phytol. 176, 237-241.
- MIREK Z., PIEKOŚ-MIRKOWA H., ZAJĄC A., ZAJĄC M., 2002. *Krytyczna lista roślin kwiatowych i paprotników Polski*. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- PODBIELKOWSKI Z., 1995. *Wędrowki roślin*. WSiP, Gdańsk.
- ROMAŃSKI M., KRZYSZTOFIK A., 2009. *Ochrona storczyków w Wigierskim Parku Narodowym*. [W:] *Poradnik dla pracowników parków narodowych*. http://www.wigry.org.pl/inf_i_rozw/budowa_por/por2_1.htm.
- STANLEY S. M., 2002. *Historia Ziemi*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- SWAMY K. K., KRISHNA KUMAR H. N., RAMAKRISHNA T. M., RAMASWAMY S. N., 2004. *Studies on seed morphometry of epiphytic orchids from Western Ghats of Karnataka*. Taiwaniana 49, 124-140.
- SZLACHETKO D., 2009. *Storczyki*. Multico, Warszawa.
- SZLACHETKO D. L., SKAKUJ M., 1997. *Storczyki Polski*. Sorus, Poznań.
- SZOT P., PARZYMIES M., PONIEWOZIK M., 2015. *Rozmnażanie storczyków w kulturach tkankowych*. Ann. UMCS, Sectio III Horticultura 25, 33-51.
- VAN RHEEDE VAN OUDTSHOORN K., VAN ROOYEN M. W., 1999. *Dispersal biology of desert plants*. Springer, Berlin.
- WERKER E., 1997. *Seed anatomy*. [W:] *Encyclopedia of plant anatomy*. CARLQUIST S., CUTLER D. E., FINK S., OZENDA P., ROTH I., ZIEGLER H. (red.). Gebrüder Borntraeger, Berlin, 10, 1-424.

KOSMOS Vol. 66, 2, 225–229, 2017

ALICJA AGNIESZKA KLEJPS, PRZEMYSŁAW PIOTR TOMCZYK

Department of Geobotany and Plant Ecology, Faculty of Biology and Environmental Protection, University of Lodz, Banacha 12/16, 90-237 Łódź, E-mail: klejps.alicja@gmail.com, tomczyk@biol.uni.lodz.pl

THE SEEDS OF ORCHIDS – A GREAT NUMBER AT THE COST OF SIZE

Summary

Orchids represent a very diverse group of plants occurring worldwide except Antarctica. Their seeds are significantly different from those of other angiosperm plants, but are similar within this group. They are very small, referred to as 'dust seeds', and consist of relatively small embryo surrounded by a thin seed coat. The space between the embryo and the tissue covering is filled with air, which plays a role in the spread of seeds with the wind (anemochory). Except of wind, in the dispersal of orchids are also involved animals and water. In terms of shape, the seeds, can be elongated and slender, rotund or oval, but they never have any other additional structures. The seeds of orchids hardly contain any reserve materials; furthermore, their embryos are unable to use them and to germinate until they enter into a symbiotic relationship with an appropriate fungus. This is one of the factors that enabled such a significant reduction in the size of the seeds that the plants compensated by a large increase in their number. This strategy proved to be evolutionarily advantageous, which manifests itself by ongoing prosperity of the Orchidaceae family.

Key wards: morphology, mycorrhiza, orchids, propagation of plants, seeds