

- Akcja COST FA0605 (INPAS) – Kontrola sygnałowa tolerancji na stres i produkcja związków ochronnych przed stresem u roślin – Signalling Control of Stress Tolerance and Production of Stress Protective Compounds in Plants (INPAS)
- Akcja COST FA0903 – Wykorzystanie reprodukcji w celu ulepszenia roślin uprawnych – Harnessing plant reproduction for crop improvement
- Akcja COST FA0901 - Wykorzystanie halofitów w praktyce – od genów do ekosystemu – Putting Halophytes to Work – From Genes to Ecosystems

Wreszcie, należy wymienić dwa wyjazdy szkoleniowe (stipendia), których tematyka jest z zasady

określona przez „stypendiodawcę”. Należą tu wyjazdy stypendialne pracowników IFR PAN do Niemiec:

- Projekt DAAD A0973675 „Nowoczesne zastosowania biotechnologii”, Tytuł projektu: “Selection of *Lolium perenne* lines with desirable traits (delayed senescence higher sugar content) for bioenergy production”.
- Projekt DAAD A/11/13497 (“Forschungsaufenthalte für Hochschullehrer und Wissenschaftler”), Tytuł projektu: „Early changes in the photosynthetic apparatus associated with senescence in barley flag leaf”.

Prof. dr hab. Franciszek Dubert. Instytut Fizjologii Roślin PAN. E-mail: f.dubert@ifr-pan.krakow.pl.

## O ŚLIZOWCACH ZDAŃ KILKA

Anna Drozdowicz (Kraków)

DROBIAZGI

Czasem trudno uwierzyć, że śluzowata postać, niekiedy wręcz odstręczająca, choć przyciągająca wzrok żywym zabarwieniem oraz misternie ukształtowana i krucha zarodnia z sypkimi zarodnikami, to dwa stadia rozwojowe tego samego organizmu (Ryc. 1). Skomplikowany i złożony cykl życiowy śluzowców, a przede wszystkim tak odmienne cechy fazy wegetatywnej (śluzni) oraz etapu tworzenia zarodników (sporulacji) przysporzyły trudności w ich klasyfikacji. Zaliczane najpierw do roślin, potem do grzybów, w ostatnich latach zostały przyporządkowane do *Amebozoa*. Są niewielką grupą organizmów jądrowych, liczącą około 250 gatunków w Polsce i blisko 1000 gatunków w skali świata. Oszacowanie ilości gatunków jest bardzo ostrożne. Można przypuszczać, że liczby te wzrosną, gdyż napływają doniesienia o odkryciach śluzowców nowych dla nauki, jak również przybywa danych o występowaniu śluzowców w różnych regionach Polski i świata.

Mimo coraz częściej ukazujących się notatek i felietonów na temat śluzowców, jeszcze wciąż niewiele osób w Polsce dostrzega te niezwykle organizmy, które pojawiają się zarówno w warunkach półnaturalnych i naturalnych, jak i w siedliskach antropogenicznych. Słowem, nierzadko ujawniają swoją obecność w najbliższym otoczeniu człowieka, ale najczęściej nie są rozpoznawane. Ruchliwa śluznia penetruje podłoże w poszukiwaniu zasobów pokarmowych, zwykle szczątków organicznych, ale też

żywych drobnych organizmów. Może wytrawić nawet owocniki grzybów (Ryc. 2). Pod koniec tej aktywnej fazy życia śluznia przechodzi proces przebudowy i przemiany w postać nieruchomą – zarodnię (sporangium) (Ryc. 3). Zarodnie śluzowców to majstersztyk



Ryc. 1. Gładysz kruchy *Leocarpus fragilis* (Dicks.) Rostaf. – śluznia i skupienie dojrzewających zarodni na korze żywego świerka *Picea abies* (L.) H. Karst w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.

wyrafinowanych struktur i kształtów (Ryc. 4, 5, 6, 7). Kłopot tylko w tym, że są one w większości niepozorne, w zakresie od ułamków milimetra do kilkunastu milimetrów (Ryc. 8). Kolorowe skupienie różnie

uformowanych, nawet drobnych form kulistych, walcowatych, siedzących lub osadzonych na trzonkach, zwykle zwraca uwagę. Szczególnie białe, żółte i czerwone gromady są widoczne na tle otoczenia (Ryc. 9). Niewiele gatunków formuje bardziej okazałe sporangia np. \*rulik groniasty *Lycogala epidendrum* lub samotek zmienny *Reticularia lycoperdon*.



Ryc. 2. Gronianka lśniąca *Badhamia utricularis* (Bull.) Berk. – śluznia na owocniku grzyba wielkoowocnikowego w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.



Ryc. 3. Gronianka lśniąca *Badhamia utricularis* (Bull.) Berk. – dojrzałe zarodnie, zwieszające się na błoniastych pozostałościach pasm śluzni, przypominających trzonki, w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.

\* Józef Rostafiński nadał śluzowcom polskie nazwy i opublikował je w Monografii wydanej w 1875 roku. W 2003 opracowano Krytyczną listę śluzowców Polski, w której znalazły się polskie nazwy Rostafińskiego

oraz nazwy utworzone przez autorów pracy, dla gatunków stwierdzonych w Polsce po 1876 r.

Jednakże nie zawsze jaskrawe i błyszczące twory są już w pełni dojrzałymi zarodniami, z których powinny wysypać się suche zarodniki (spory). Proces dojrzewania wnętrza zarodni, z wytworzeniem zarodników oraz płonnych struktur (włośni) ułatwiających ich



Ryc. 4. Przetaczek żebrowiec *Cribraria cancellata* (Batsch) Nann.-Bremek. – zarodnie o niezwyklej, ażurowej budowie ściany zarodni. Wigierski Park Narodowy. Fot. M. Romański.

rozstawianie, może przebiegać w różnym czasie, zwykle swoistym dla danego gatunku. Temu zjawisku towarzyszą zmiany zabarwienia ściany zarodni, czasem tak zaskakujące, że trudno dopatrzeć się ostatecznej postaci sporangium na powierzchni podłoża. Gronianka liliowa została sfotografowana kilkakrotnie na obserwowanym stanowisku w Wigierskim Parku Narodowym. Znakomicie uchwycono przekształcenie śluzni w młode zarodnie, a następnie ich etapy dojrzewania (Ryc. 10a, b, c). Całkowicie dojrzałe zarodnie, białawoliliowe wysycone węglanem wapnia, ze względu na kruchość ściany i pozostałych elementów, ulegną dość szybko rozpadowi. Deszcz zmyje



Ryc. 5. Zapletka czołgaczek *Hemitrichia serpula* (Scop.) Rostaf. ex Lister – pierwszorzowocnia na korze martwego pnia w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.

pozostałości z powierzchni roślin i nie będzie śladu po obecności gronianki. Dalsze życie tego śluzowca zależy od zarodników, rozproszonych i unoszonych przez wiatr. Mogą one przetrwać niesprzyjające

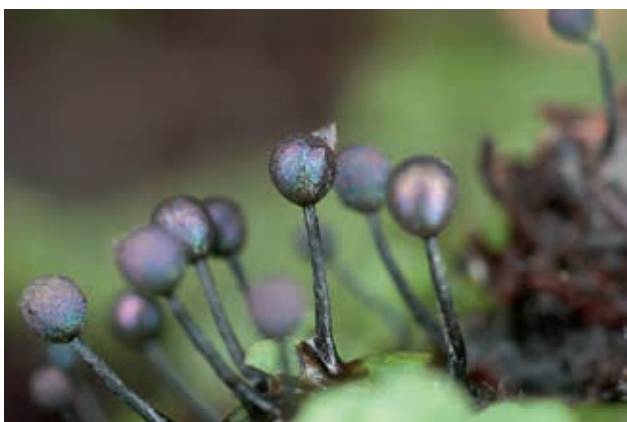


warunki nawet przez wiele lat, stąd nie tak łatwo będzie znaleźć groniankę w kolejnych sezonach, w okolicy wspomnianego stanowiska.



Ryc. 6. Paździorek ciemny *Stemonitis fusca* Roth. – skupienie dojrzałych zarodni wysypujących zarodniki, wśród mszaków w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.

Spora śluzowców jest obecnych w środowisku właśnie w postaci stadiów spoczynkowych. Ujawniają swoją obecność po dłuższych odcinkach czasu. Określane są jako efemeryczne. To niezmiernie rzadkie gatunki, znane dotąd z nielicznych stanowisk. W 2006 roku opublikowano listę rzadkich śluzowców Polski. W spisie umieszczono gatunki, które odnotowano tylko na 1–5 stanowiskach na terenie kraju, a wykaz zawierał 82 gatunki.



Ryc. 7. Błyszczak świetny *Lamproderma columbinum* (Pers.) Rostaf. – dojrzałe zarodnie w Wigierskim Parku Narodowym. Fot. M. Romański.

Oczywiście, takie opracowanie trzeba weryfikować w miarę rozwoju prac chorologicznych i gromadzenia danych. Na tej podstawie kilka gatunków z tej listy ma już zmieniony status, gdyż zostało stwierdzonych na kolejnych stanowiskach.

Wydawać by się mogło, że znacznie trudniej zobaczyć śluzowce w najbliższym otoczeniu człowieka, w mieście. Z grupy gatunków szeroko rozpowszechnionych i pospolitych, stosunkowo często obserwowano wykwit zmienny w odmianie czerwieniejący *Fuligo septica* var. *rufa* na skrawkach kory, którą

w takiej rozdrobnionej postaci stosuje się np. w uprawach iglaków. Przez kilka ostatnich lat obserwowano ten takson w wielu miejscach Krakowa.



Ryc. 8. Maworek zielonkawy *Physarum viride* (Bull.) Pers. – na dojrzałych zarodniach pęka ściana zarodni wysycona węglanem wapnia, zabarwionym na żółto. Rozpad ściany umożliwia wysyp masy czarnych zarodników. Wigierski Park Narodowy. Fot. M. Romański.

Szczególnie ciekawym znaleziskiem stała się też biała mata słomianej, przechowywana na strychu budynku gospodarczego w Ogrodzie Botanicznym



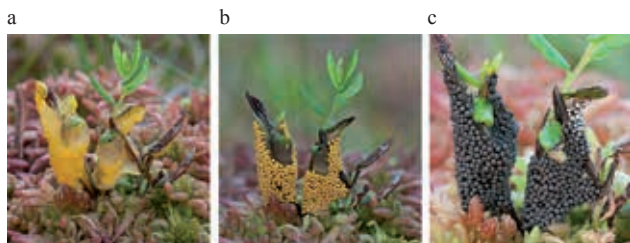
Ryc. 9. Strzępek wielki *Acyria major* (G. Lister) Ing – skupienie zarodni, widoczna rozprężająca się włósnia, ułatwiająca rozsiewanie zarodników. Wigierski Park Narodowy. Fot. M. Romański.

Uniwersytetu Jagiellońskiego, gdyż na niej stwierdzono wyjątkowo duży okaz zrosłozarodni (Ryc. 11). Słoma jako podłoże, wilgoć, temperatura i zacienienie na strychu sprzyjały rozwojowi dużej słuźni, a następnie niezakłóconemu procesowi przekształcenia w zrosłozarodnię. Wyjątkowo obfite było też stanowisko na przydrożnym drzewie (Ryc. 12). Drzewo zostało ścięte w czasie prac remontowych ciągu komunikacyjnego, tak więc stanowisko już nie istnieje, podobnie jak wiele innych stanowisk, obserwowanych w różnych punktach miasta. Stare drzewa z dziuplami, z pęknięciami kory były często zasiedlane przez kilka gatunków śluzowców.

Niezwykle intrygujące są też obserwacje kory żywych drzew w kulturach wilgotnych, utrzymywanych w szalkach Petriego. W temperaturze pokojowej



już po dziewięciu dniach można obserwować rozwój śluzni i drobnych zarodni śluzowców, wybitnie związanych z takim mikrosiedliskiem. To grupa ekologiczna śluzowców, wyodrębniona w połowie XX wieku, choć rozwój badań nad różnorodnością gatunków zasiedlających korę żywych drzew nastąpił na przełomie wieków.



Ryc. 10. Gronianka liliowa *Badhamia lilacina* (Fr.) Rostaf. – a. – śluznia na powierzchni torfowców oraz na pędach roślin torfowiskowych; b. – ten sam okaz gromadki we wczesnym etapie formowania siedzących zarodni; c. – kolejna faza dojrzewania zarodni gromadki, połączona ze zmianą zabarwienia, aż do wytworzenia białaworóżowej ściany, wysyczonej węglanem wapnia, w całkowicie dojrzałych sporangiach. Wigierski Park Narodowy. Fot. M. Romański.

Resztki płyty tekturowej, porzucone na śmietniku, okazały się korzystne dla rozwoju śluzni, która przekształciła się w skupienie zarodni paździoraka szerokosietnego *Stemonitis splendens* (Ryc. 13).



Ryc. 11. Wykwit zmienny czerwieńiejący *Fuligo septica* (L.) F. H. Wigg. var. *rufa* (Pers.) Lázaro Ibiza – zrosłozarodnie na powierzchni maty słomianej w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Fot. A. Mróz.



Ryc. 12. Wykwit zmienny czerwieńiejący *Fuligo septica* (L.) F. H. Wigg. var. *rufa* (Pers.) Lázaro Ibiza – zrosłozarodnie w zagłębieniach i dziupli pnia robinii akacjowej *Robinia pseudoacacia* L. przy ul. Mikołaja Kopernika w Krakowie. Fot. K. Kulpiński.

Kilkakrotnie obserwowano w centrum miasta w ogródkach przydomowych skupienia dojrzewających zarodni paździoraka i żerujące na nich ślimaki bezmusz-



Ryc. 13. Paździorak szerokosietny *Stemonitis splendens* Rostaf. – gęste skupienie zarodni na resztkach płyty tekturowej, pozostawionej na śmietniku w Krakowie. Fot. M. Kardas.

lowe. Zjawisko łatwiejsze do obserwacji w kompleksach leśnych, ale widać i w mieście ślimaki korzystają z możliwości urozmaicenia jadłospisu.

Jeszcze jeden przykład osobliwego mikrosiedliska śluzowców. W domowej hodowli rzeżuchy, na wilgotnym papierowym ręczniku, oprócz spodziewanych roślinek, pojawiła się najpierw żółta pięknie



Ryc. 14. Hodowla rzeżuchy *Lepidium sativum* L. w domowych warunkach na wilgotnym, papierowym ręczniku. Fot. D. Michalczyk.



Ryc. 15. Maworek pokrewny *Didymium iridis* (Ditmar) Fr. – zarodnie na resztkach łupin nasiennych, na łądkach i listkach rzeżuchy oraz bezpośrednio na papierowym ręczniku. Fot. D. Michalczyk.

rozwijająca się słuźnia, a później zarodnie maworka pokrewnego (Ryc. 14, 15). Z punktu widzenia naukowego, niezmiernie interesujący przypadek. Maworek pokrewny jest w Polsce notowany na rozproszonych stanowiskach, na ściółce, szczątkach roślin i na korze.

Można by mnożyć przykłady różnorodnych mikrosiedlisk antropogenicznych, zasiedlanych przez słuźowce. Warto więc nieco uważniej przyglądać się najbliższemu otoczeniu, bo słuźowce są wśród nas

i choć nie zawsze prezentują się atrakcyjnie, to jednak mogą zainteresować jako jeden z wielu elementów bogactwa i różnorodności przejawów życia otaczającego nas świata.

*Składam serdeczne podziękowania Pani mgr Dominice Michalczyk za materiał z hodowli rzeżuchy oraz wszystkim autorom zdjęć za udostępnienie tak pięknych fotografii słuźowców.*

■ Dr Anna Drozdowicz – Instytut Botaniki UJ w Krakowie. E-mail: anna.drozdowicz@uj.edu.pl.

## T transformacja genowa roślin metodą balistyczną (mikrowstrzeliwanie) na przykładzie słonecznika *Helianthus annuus* L.

Monika Tuleja (Kraków)

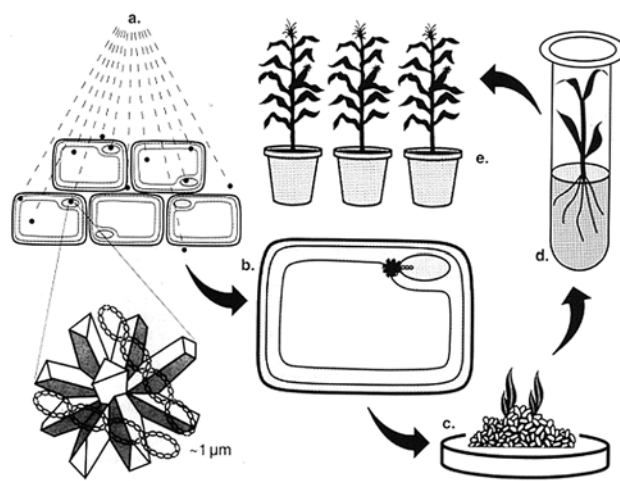
DROBIAZGI

Rozpoczęta rejestracją i dopuszczeniem w 1994 r. do uprawy w USA zmodyfikowanej genetycznie odmiany pomidora zwyczajnego „Flavr-Savr”, komercjalizacja roślin transgenicznych była zarówno ukoronowaniem dotychczasowych badań nad modyfikacją genetyczną roślin jak również pociągnęła za sobą intensyfikację działań w zakresie metod transformacji roślin.

Aby transformowanie roślin było możliwe i skuteczne, spełnione muszą być następujące warunki: tkanki docelowe muszą być zdolne do rozmnażania lub regeneracji; należy opracować wydajny system dostarczania egzogenego DNA, selekcji tkanek transgenicznych i efektywną metodę uzyskiwania płodnych roślin transgenicznych. Ponadto technika transformacji powinna być prosta, tania, powtarzalna i niezależna od genotypu, a czas kultury *in vitro* stosunkowo krótki, aby uniknąć niekorzystnej w tym przypadku zmienności somaklonalnej.

Jedną z szeroko stosowanych obecnie metod transformacyjnych, obok transformacji wektorowej z użyciem *Agrobacterium*, jest metoda bezpośredniego wprowadzania DNA do komórek docelowych tzw. mikrowstrzeliwanie (ang. *microprojectile bombardment*, *particle bombardment*). Metoda ta, zwana również balistyczną, opracowana przez Sanforda i in. (1987), a następnie zmodyfikowana przez Kleina i in. (1987) jest jedyną metodą, która umożliwia dostarczanie DNA do komórek praktycznie każdego typu tkanki i każdego organizmu a nawet do organelli komórkowych, chloroplastów i mitochondriów. Polega ona na wstrzeliwaniu do komórek mikrocząstek metali szlachetnych tzw.

mikroośników służących jako mikropociski. Są one naładowane czyli oplecione uprzednio naniesionym na nie DNA, rzadziej RNA. Przy użyciu aparatu do mikrowstrzeliwania zwanym też strzelbą genową (ang. *particle gun*) rozpędzone do prędkości około kilkuset m/s mikroośniki przebijają się przez ściany komórkowe, penetrują wnętrza komórki, a „ładunek” – czyli DNA wbudowuje się w genom rośliny docelowej. Siłą przyspieszającą mikroośniki może być np. rozprężający się gaz, często jest nim hel. W tym



Ryc.1. Ogólna zasada wprowadzania obcego DNA do roślinnych komórek docelowych w procesie mikrowstrzeliwania – a) przyspieszone mikroośniki (w powiększeniu oplecione obcym DNA), b) oplecione DNA mikroośniki trafiają do komórek docelowych, gdzie wprowadzony DNA traci połączenie z mikroośnikami i łączy się z chromosomowym DNA rośliny, c) hodowla transformowanych, dzielących się komórek, z których regenerują rośliny w obecności pożywki selekcyjnej, d) zregenerowane transgeniczne rośliny ukorzeniane są na pożywce z czynnikiem selekcyjnym, na którym rośliny niestransformowane nie ukorzeniają się, e) po przeniesieniu do szklarni transgeniczne rośliny osiągają dojrzałość i wydają nasiona.