

ZRÓŻNICOWANIE I ROLA UBARWIENIA PŁAZÓW

Karolina A. Budzik (Kraków)

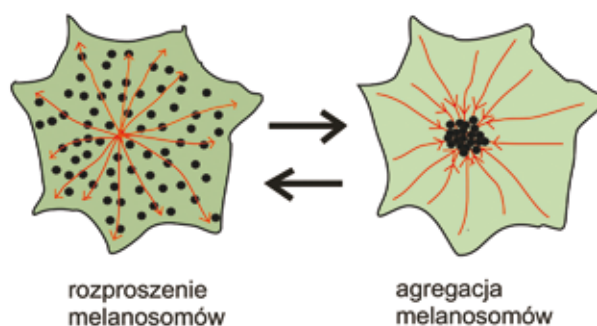
Rozmaitość barw roślin i zwierząt dostarcza nam wielu pozytywnych wrażeń wizualnych. Ponadto, sposób ubarwienia, to często ważna cecha taksonomiczna, umożliwiająca identyfikację gatunku. W świecie zwierząt ubarwienie ciała jest niejednokrotnie fizjologiczną adaptacją do zamieszkiwanego środowiska. Niewątpliwie stanowi także jeden ze sposobów komunikacji z otoczeniem. Dzięki kolorom, uzyskanie wstępnych, a czasem i jedynej informacji na temat obserwowanego osobnika nie wymaga bezpośredniego z nim kontaktu. Umożliwia natomiast ściągnięcie oczekiwanej uwagi lub uniknięcie niebezpiecznej sytuacji, która mogłaby zaważyć nawet na życiu zwierzęcia.

Płazy to kręgowce występujące na wszystkich kontynentach poza Antarktydą.

Największa liczba gatunków, spośród ponad 6800, zamieszkuje wilgotne lasy równikowe Ameryki Południowej i Afryki. W tych rejonach świata można zaobserwować także największe zróżnicowanie ich ubarwienia. Jednak również nasza rodzima batrachofauna, licząca 18 gatunków, zasługuje pod tym względem na uwagę.

Wyjątkowość ubarwienia płazów wyraża się zarówno w różnorodności barw (od białej, poprzez żółtą, czerwoną i zieloną po niebieską, granatową i czarną) i wzorów (np. pręgi, plamy), jak i w ich topografii. Morfologiczne podłoże ubarwienia stanowią komórki pigmentowe zwane chromatoforami, zlokalizowane w większości w skórze właściwej. Tuż pod naskórkiem położone są ksantofory, które syntetyzują i akumulują czerwone, pomarańczowe i żółte barwniki. Obecne w pigmentach pterydyny i karotenoidy są magazynowane odpowiednio w pteryosomach lub w kroplach tłuszczu. Poniżej ksantoforów znajdują się irydofofy (guanofory). Powierzchnia ich organeli komórkowych odpowiednio odbija lub załamuje światło, dzięki znajdującym się w nich krystalicznym związkom purynowym (guanina). Trzeci rodzaj chromatoforów – melanofory, akumulują ciemny barwnik (melaninę) w postaci granул (melanosomów). Odpowiadają one za ciemnienie i jaśnienie skóry płazów. Wyróżnia się dwa rodzaje melanoforów różniących się lokalizacją, morfologią i funkcją. Melanofory znajdujące się w skórze właściwej położone są pod

guanoforami i kształtem przypominają gwiazdę. Ich funkcją jest tzw. fizjologiczna zmiana koloru. Proces ten odbywa się w odpowiedzi na bodźce hormonalne, na skutek przemieszczania melanosomów przy udziale cytoszkieletu (Ryc. 1). Hormon przysadkowy –



Ryc. 1. Rozpraszanie się i skupianie melanosomów w melanoforze.

intermedyna (MSH) wpływa na rozpraszanie się ziaren pigmentu, powodując ciemnienie skóry. Natomiast na agregację melaniny prowadzącą do jaśnienia wpływa hormon szyszynki – melatonina. Hormony działają antagonistycznie. Obydwa związki łączą się z receptorami błonowymi komórek pigmentowych, powodując wewnątrzkomórkową reakcję kaskadową. Drugim rodzajem melanoforów są wydłużone komórki położone w naskórku. Odpowiadają one za tzw. morfologiczną zmianę koloru, związaną z kolorem tła na którym osobnik przebywa przez dłuższy czas. W przypadku ciemnego tła zmiana odbywa się poprzez syntezę i transport melaniny do pobliskich komórkach naskórka. Adaptacja do jasnego tła wynika z utraty melaniny w komórkach. Morfologiczna zmiana koloru wymaga zdecydowanie dłuższego okresu czasu niż zmiana fizjologiczna.

Frekwencja chromatoforów, ich rozmieszczenie i wzajemne oddziaływanie skutkują charakterystycznym dla gatunku wzorem barwnym. Bezpośredni wpływ na ubarwienie mają zawierające pigmenty ksantofory i melanofory, natomiast guanofory pełnią funkcje pośrednie, odpowiadając za barwy strukturalne. Przykładowo, przenikające do skóry płaza białe światło odbijając się od kryształów obecnych w guanoforach, zmienia się w światło niebieskie.

Wówczas, jeżeli w wyższych warstwach skóry nie znajdują się komórki zawierające barwniki, dla obserwatora płaz będzie miał barwę niebieską. Natomiast jeżeli powyżej guanoforów znajdują się ksantofory z żółtym pigmentem, dla obserwatora płaz będzie miał barwę zieloną (nastąpi nałożenie się barwy niebieskiej z żółtą).



Ryc. 2. *Hyperolius viridiflavus*. Fot. Martin Pickergill.

Wspomniana we wstępie fizjologiczna rola ubarwienia jest związana przede wszystkim z termoregulacją. Na przykład u północnoamerykańskiej żaby zielonej *Rana clamitans* powierzchnia ciała wystawiona na bezpośrednie promieniowanie słoneczne jest koloru jasnozielonego. Reszta ciała znajdująca się w cieniu lub pod wodą ma wówczas kolor brązowy lub ciemnooliwkowy. Zróżnicowanie ubarwienia zdaje się odzwierciedlać ochronę organizmu przed zbytnim promieniowaniem świetlnym i jego konsekwencjami. Ciekawym przykładem jest także afrykański *Hyperolius viridiflavus*, który na czas pory suchej może znacząco zwiększyć liczbę irydoforów. Wówczas szkodliwe dla płaza związki azotowe są częściowo gromadzone w postaci osmotycznie obciążonych i nietoksycznych puryn. Dzięki temu stężenie mocznika w organizmie nie może wzrosnąć do poziomu zagrażającego jego życiu. Irydofory mogą także, podobnie jak u *Rana clamitans* wpływać na zdolności termoregulacyjne.

Komunikacyjną rolę ubarwienia ciała jest umożliwienie zwierzęciu ukrycia się lub zaprezentowania.

Ubarwienie osobnika mające na celu jego ukrycie nosi nazwę ubarwienia kryptycznego (mimetycznego). Stanowi ono jedną z form ochrony przed drapieżnikami, wyrażającą się poprzez upodobnienie do zajmowanego siedliska pod względem barwy i desena. Ten rodzaj strategii można zaobserwować np. u azjatyckiego *Theloderma corticale* czy u wspo-



Ryc. 3. *Bufo bufo*. Fot. Karolina A. Budzik.

mnianego wcześniej *Hyperolius viridiflavus* (Ryc. 2). Warto zaznaczyć, że jest to gatunek o prawdopodobnie największym zróżnicowaniu ubarwienia spośród wszystkich kręgowców. W jego obrębie wyróżnia się liczne podgatunki, znacznie różniące się wyglądem



Ryc. 4. *Salamandra salamandra*. Fot. Karolina A. Budzik.

i przy tym nie zawsze mimetyczne. Z polskich płazów, ubarwienie kryptyczne występuje np. u żab zielonych *Pelophylax esculentus complex* i u ropu-



Ryc. 5. *Dendrobates auratus*. Fot. Karolina A. Budzik.

chy szarej *Bufo bufo*. Wspomniana ropucha poza okresem godowym zamieszkuje między innymi łąki, pola uprawne, sady i ogrody. Ziemisty kolor ciała łatwo upodabnia ją do otoczenia (Ryc. 3). Ten sposób ochrony jest też najwcześniej stosowanym przez płazy w ich rozwoju osobniczym. Większość kijanek

i larw, nie mogąc aktywnie bronić się przed wrogami, w ten sposób „ukrywa się” przed nimi. Za przykład może tu posłużyć larwa naszej salamandry płamistej *Salamandra salamandra*. Rozwijając się w strumieniach, na ich piaszczystym dnie wśród liści i kamieni jest często trudna do zauważenia dzięki barwnemu kamuflażowi (Ryc. 4).

Ubarwienie mające na celu zwrócenie uwagi ma zwykle znaczenie ostrzegawcze lub godowe. Pierwsze – ostrzegawcze (aposematyczne) ma ostrzegać drapieżniki o trujących właściwościach osobnika, który odróżnia się od środowiska w jaskrawy, kontrastowy sposób. Najlepiej poznaną rodziną toksycznych płazów są drzewołazy, występujące w większości w wilgotnych lasach Ameryki Południowej. *Dendrobates auratus* (Ryc. 5) czy *Dendrobates mysteriosus* (Ryc. 6) nie ukrywają się przed drapieżnikami. Ich wrogowie łatwo zapamiętują, że są dla nich niejadalne. Wkrótce po schwytaniu płaza, zawarte w jego skórze alkaloidy powodują podrażnienie, co skutkuje zazwyczaj jego uwolnieniem. Intensywnie żółte zabarwienie ciała płaza beznogiego *Schistometopum thomense* (Ryc. 7) z afrykańskiej wyspy Sao Tome, wydaje się także pełnić rolę odstrasżającą. Jednakże



Ryc. 6. *Dendrobates mysteriosus*. Fot. Claudia Koch.

w tym rzędzie płazów dotychczas nie zidentyfikowano trujących właściwości skóry osobników. Z krajowych gatunków typowo aposematyczne ubarwienie występuje u dorosłych osobników salamandry plamistej *Salamandra salamandra*. Na uwagę w tym względzie zasługują również nasze kumaki: kumak nizinny *Bombina bombina* i kumak górski *Bombina variegata*



Ryc. 7. *Schistometopum thomense*. Fot. Gonzalo Mucientes.

ta. Barwa spodu ich ciała pełni funkcje odstrasżające, natomiast strona grzbietowa jest mimetyczna. To ciekawy przykład obrony przed drapieżnikami poprzez łączenie dwóch form ubarwienia.



Ryc. 8. *Ambystoma maculatum* poza okresem godowym. Fot. Todd Pierson.

Drugi rodzaj ubarwienia mający na celu zwrócenie uwagi, to ubarwienie godowe. Polega ono na unaocznieniu dobrej kondycji samca, poprzez intensywność zabarwienia całego lub określonego rejonu ciała w porze godowej. Tylko zdrowe osobniki mogą pozwolić sobie na zainwestowanie w kosztowną zmianę ubarwienia. Wymaga ono bowiem wydatku energetycznego związanego z wytworzeniem odpowiedniego koloru ciała (zintensyfikowanie barwy lub pojawienie

się nowej). Ponadto, zwiększa ryzyko bycia zauważonym nie tylko przez samice swojego gatunku, ale i przez drapieżniki. Nie należy mylić ubarwienia godowego z ubarwieniem związanym z dymorfizmem płciowym, które także jest spotykane u płazów. Dymorfizm dotyczy stałych różnic w ubarwieniu samca i samicy, np. u *Bufo canorus* z Ameryki Północnej. Zmianę zabarwienia ciała w porze godowej można zaobserwować natomiast między innymi u północnoamerykańskiej ambystomy plamistej *Ambystoma maculatum*. Zwykle matowo-jasne plamy na grzbiecie samców (Ryc. 8) nabierają w tym czasie intensywnie żółtego zabarwienia (Ryc. 9). Przykładem gatunku, który zmienia zabarwienie całego ciała jest nasza krajowa żaba moczarowa *Rana arvalis*. Na go-



Ryc. 9. *Ambystoma maculatum* w szacie godowej. Fot. Todd Pierson.

dowisku samce przybierają błękitną barwę, na skutek silnego uwodnienia organizmu wynikającego z podniesienia poziomu limfy. Widok masowych godów tego gatunku na długo pozostaje w pamięci.

Za ubarwienie płazów morfologicznie odpowiadają zwarte w ich skórze chromatofory, których liczba i rozmieszczenie są uwarunkowane genetycznie. Jednak na charakterystyczny wygląd wpływa także środowisko, do którego każdy osobnik przystosowuje się indywidualnie. U płazów barwa ciała pełni głównie funkcje aposematyczne i kryptyczne. Ponadto u wielu gatunków znacząco wiąże się z porą godową (ubarwienie godowe samców).