

ŁUKASZ JURCZYK, JUSTYNA KOC-JURCZYK

Uniwersytet Rzeszowski, Zakład Przyrodniczych Podstaw Rolnictwa, ul. Ćwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów. E-mail: ljurczyk@univ.rzeszow.pl

ZASTOSOWANIE FOTOGRAFII CYFROWEJ DO ANALIZ CECH MORFOMETRYCZNYCH RYB

Autorzy przedstawiają możliwości zastosowania fotografii cyfrowej do analizy cech morfometrycznych ryb. Porady dotyczące techniki wykonywania zdjęć oraz analizy obrazu są przeznaczone dla uczniów uczestniczących w olimpiadzie biologicznej. Przedstawione są również pomysły dotyczące badań z wykorzystaniem aparatu fotograficznego i komputera.

Słowa kluczowe: fotografia cyfrowa, cechy morfometryczne

I. WSTĘP

W dobie zrównoważonego rozwoju, jednym z głównych paradygmatów ochrony środowiska przyrodniczego stała się potrzeba poznania i zachowania różnorodności biologicznej. Termin różnorodność biologiczna (tzw. bioróżnorodność) rozumiany jest jako różnorodność form życia razem z ich zmiennością na poziomie gatunków (wewnątrz- i międzypopulacyjnym) czy też całych ekosystemów. Bioróżnorodność rozpatrywana jest w skali całego świata lub mniejszych jednostek geograficznych wyznaczonych za pomocą odpowiednich kryteriów delimitacji. Ciekawym obiektem badań mogą być ryby, które są bardzo różnorodną i plastyczną ekologicznie grupą zwierząt [4]

W ciągu ostatnich kilkunastu lat znaczenia nabierają badania różnorodności wewnątrzgatunkowej, szczególnie te oparte o narzędzia biologii molekularnej. Dostarczają one ważnych danych, których podstawowych zaletą jest to, że nie są bezpośrednio obciążone wpływem doboru naturalnego (markery są neutralne). Niestety jako podstawową wadę badań bioróżnorodności z wykorzystaniem markerów genetycznych wymienić należy ich ciągle wysoką cenę, na którą składają się koszty analizy próbek, konieczność posiadania odpowiedniego sprzętu oraz koszty uzyskania specjalistycznej wiedzy przez personel. Sprawia to, że badania genetyczne mają często zastosowanie czysto naukowe, rzadko stosowane są rutynowo do monitorowania zmienności populacji naturalnych lub utrzymywanych w hodowlanych programach selekcyjnych. Tradycyjne metody pomiarów organizmów żywych są szeroko stosowane cały czas [2]. Jednocześnie należy pamiętać, że na morfologię organizmów mają często większy wpływ czynniki środowiskowe niż dziedziczne [5].

Podstawowym problemem z jakim spotyka się badacz naturalnych populacji, jest wpływ badania na samą populację oraz ekosystem. Lokalne, często małe liczebnie populacje mogą być w wyniku nieprzemyślnych czynności badawczych znacznie zredukowane, a paradoksalnie

* *Pracę recenzowała:* prof. UR, dr hab. Joanna Kostecka, Uniwersytet Rzeszowski

badanie mające wskazać unikalne cechy populacji i dać podstawy do jej ochrony, może doprowadzić w skrajnych przypadkach do jej zaniku. Stąd też dużą uwagę przykładają się do zmniejszania inwazyjności badań, szczególnie jeżeli chodzi o kręgowce.

Inwazyjność zależy między innymi od obiektu badań; o ile na przykład badania parametrów budowy liści drzew danego gatunku, nie powinny mieć zauważalnego wpływu na ekosystem lasu, to pozyskanie kilkuset osobników ryb z populacji zamieszkującej niewielki zbiornik wodny, a następnie przeprowadzenie dokładnych pomiarów kilkunastu parametrów morfometrycznych przy użyciu tradycyjnych narzędzi (np. przyrządy suwmiarkowe i mikrometryczne), wiąże się z koniecznością uśmiercenia obiektów badań. Rozwiązaniem problemu może być korzystanie z techniki fotograficznej i pomiaru obiektu na uzyskanym obrazie.

Szybki rozwój technologii fotografii cyfrowej pociągnął za sobą znaczny spadek wartości cyfrowych aparatów fotograficznych, co spowodowało wyparcie klasycznej fotografii z większości dyscyplin, gdzie była wykorzystywana. Rozdzielczość i czułość produkowanych obecnie matryc cyfrowych pozwalają uzyskać obrazy o jakości porównywalnej z uzyskiwanymi za pomocą tradycyjnej błony fotograficznej. Natomiast binarny charakter informacji, za pomocą której zapisywana jest od początku fotografia, pozwala poddawać ją łatwej obróbce przy pomocy komputera. Pozwala to wykonywać z łatwością pomiary takich parametrów, których wykonanie tradycyjnymi metodami byłoby niemożliwe lub ich otrzymanie byłoby bardzo pracochłonne i przybliżone. Cyfrowa obróbka obrazu pozwala również na zastosowania automatyzacji pomiarów. Unika się w ten sposób błędów popełnianych przez subiektywną ocenę obserwatora i uzyskuje bardziej porównywalne wyniki.

II. WADY I ZALETY FOTOGRAFII CYFROWEJ

Spośród zalet zastosowania fotografii cyfrowej do archiwizacji danych biometrycznych należy wymienić oszczędność czasu. Wykonanie fotografii cyfrowej pojedynczego osobnika w dobrych warunkach zajmuje kilka sekund. Pomija się tu przygotowanie stanowiska i obiektu badań do wykonania zdjęcia, dlatego im więcej osobników zamierzamy fotografować tym mniej czasu przypadnie na zdjęcie pojedynczego obiektu. Podstawową przewagą stosowania fotografii nad klasycznymi pomiarami jest przyżyciowe prowadzenie badań. Fotografia zajmuje jedynie część czasu potrzebnego do dokładnego ręcznego zmierzenia obiektu. Przy zastosowaniu klasycznych narzędzi pomiarowych może wystąpić błąd polegający na ugięciu ciała pod nawet niewielkim naciskiem przyrządu pomiarowego (nie dotyczy to pomiaru np. muszli mięczaków i pancerzyków skorupiaków w takim stopniu jak organizmów o miękkim ciele). Zastosowanie techniki fotograficznej odwzorowuje kształt ciała bez dotykania go przyrządami pomiarowymi. Jako, że najpierw wykonywane jest zdjęcie, a dopiero potem obiekt jest mierzony, zdecydowanym walorem jest możliwość ustalenia jaki zespół cech dostarczy istotnych danych już po pomiarze. Pomiar dokonany w komfortowych warunkach przed ekranem komputera jest też dokładniejszy.

Wykonanie fotografii wymaga unieruchomienia obiektu. Wprawdzie zakrycie głowy (oczu) działa na ryby uspokajająco, jednak wiele parametrów morfometrycznych wiąże się z budową głowy, musi więc ona być całkowicie widoczna. Stosowanie anestezji w wypadku przyżyciowego pomiaru ryb znacznie ułatwia wykonywanie zdjęcia, bo powoduje uspokojenie, rozluźnienie ciała i rozłożenie płetw. Tego typu chemikalia może stosować jednak osoba z doświadczeniem.

Podstawowym problemem fotografii technicznej czy fotogrametrii jest wierne odtworzenie kształtów, rozmiarów i wzajemnego położenia charakterystycznych cech rzeczywistości na fotogramie. Konstrukcja obiektywów ma zawsze wpływ na zniekształcenie obrazu. W warunkach połowych rozwiązaniem jest fotografowanie obiektywem z dużą ogniskową (wąskim kątem). Wierne odwzorowanie barw (przy określaniu kształtu i intensywności szaty) czy cech policzalnych

(ilość łusek) na obiekcie pokrytym cienką warstwą wody stawia wyzwanie przed projektowaniem oświetlenia obiektu. Idealnym rozwiązaniem byłoby fotografowanie w rozproszonym świetle w warunkach studyjnych (laboratoryjnych), jednak zbieranie danych *in situ*, wyklucza stosowanie rozbudowanego systemu oświetlenia. Wykonywanie zdjęć w świetle naturalnym przy dobrej pogodzie, wymaga zacienienia obiektu (np. w namiocie, pod parasolką), a w dni pochmurne użycia rozproszonego oświetlenia z lampy błyskowej lub jarzeniowej.

Powtarzalność zdjęć wymusza stosowanie dobrze dobranego zestawu, na który składa się: aparat fotograficzny i obiektyw, stabilny statyw z poziomnicą umożliwiającą ustawienie aparatu równoległe do obiektu i nad nim, oraz odpowiednie oświetlenie i tło. Gdy chodzi o parametry wykonywania zdjęcia (przesłona, czas ekspozycji) zwracamy uwagę na ustawienie ostrości oraz sprawdzenie różnic w jakości zdjęć między pomiarem światła punktowym a matrycowym (większość, nawet prostych aparatów posiada taką funkcję). Analiza obrazu powinna być wykonana za pomocą odpowiedniego oprogramowania. W warunkach pracy naukowej korzysta się z profesjonalnych programów, często automatycznie wyszukujących cechy i mierzących pożądane parametry. W warunkach pracy przygotowywanej na olimpiadę biologiczną, można korzystać z każdego programu obliczającego liczbę pikseli pomiędzy dwoma zaznaczonymi punktami (tę funkcję posiadają niektóre komercyjne programy graficzne), a następnie przeliczyć je na jednostkę długości. Dlatego nie należy zapominać o umieszczeniu obok obiektu w polu widzenia obiektywu skali odniesienia, np. w postaci linijki z dobrze widoczną podziałką. Kontrastowy w stosunku do fotografowanego obiektu kolor tła, na którym go układamy, pozwoli na wyraźne odcięcie i zaznaczenie konturów, co umożliwi np. określenie jego pola powierzchni. Wymagania w stosunku do rozdzielczości matrycy będą zależały od rozmiaru obiektu (i odległości z jakiej będzie fotografowany przy relatywnie dużej ogniskowej). Do fotografowania np. małych rybek akwariowych, wystarczy matryca około 3 Mpx (megapixeli), wykonane zdjęcie będzie więc miało wymiary około 2000x1500. Fotografowanie większych obiektów (np. ryb złowionych na wędkę) wymaga matrycy o rozdzielczości większej niż 5-8 Mpx.

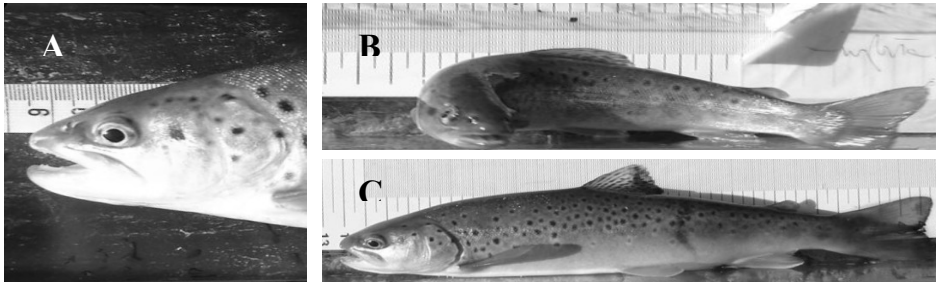
III. EKSPERYMENTY Z ZASTOSOWANIEM CYFROWEJ OBRÓBKİ OBRAZU

Na kształt ciała organizmów (na przykład ryb) może mieć wpływ środowisko w jakim przebywają. Odłowienie za pomocą wędki lub podrywki ryb zamieszkujących różne środowiskach np. dwa zbiorniki wodne o innej głębokości czy jakości wody (stawy, jeziora), różne siedliska w obrębie większego zbiornika wodnego (głębokość, charakter dna, roślinność), odcinki rzeki o różnym charakterze (szybkość i charakter przepływu wody, spadek, rodzaj dna, roślinność), a następnie poddanie ich pomiarom zgodnie z zasadami dostępnymi w literaturze [3], może dostarczyć interesujących danych na temat plastyczności ekologicznej badanego gatunku.

Na tempo wzrostu ryb może mieć wpływ objętości zbiornika oraz zagęszczenie w nim ryb. Badanie można przeprowadzić obsadzając różne ilości osobników w akwariach o takich samych warunkach (objętość, temperatura, naświetlenie i ilość pożywienia) lub badać wpływ wielkości, głębokości czy kształtu zbiornika na identyczne obsady. Klasycznym badaniem będzie też testowanie różnych pokarmów lub intensywności dokarmiania na parametry budowy ciała i tempo wzrostu ryb. Należy jednak pamiętać o obsadzeniu w miarę możliwości jednolitego stada, bo obecność ryb o silnym instynkcie terytorialnym, samców walczących o samice, lub ryb o jednej płci, ale różnych rozmiarach wyjściowych może mieć niekorzystny wpływ na eksperyment. Jednak ciekawym badaniem może być opis zmian intensywności ubarwienia właśnie u gatunków o silnym instynkcie terytorialnym, na przykład bojowników syjamskich *Betta splendens*, „narażonych” na widok rywala. Nie należy zapominać o obserwacjach zachowania osobników. W literaturze opisywane są zmiany pokroju ciała (wygrzbiecenia) w obecności drapieźnika. W obecności drapieźnika ryby mogą rosnąć szybciej, tak aby były

trudniejsze do zjedzenia. W laboratorium byłoby to jednak badanie długookresowe, trwające kilka miesięcy [2]. Innym, ciekawym zastosowaniem zbierania danych do cyfrowej obróbki obrazu jest wykorzystanie skanera. Za jego pomocą można zbierać dane o obiektach płaskich jak liście roślin. Uzyskany obraz pozwoli na analizę powierzchni, obwodu, kształtu, ale również ubytków jakie powstają na skutek działania szkodników czy zanieczyszczeń środowiska.

Zastosowanie nowych i precyzyjnych technik pomiarowych ma w naukach biologicznych takie samo znaczenie jak pomysł badawczy czy prawidłowo skonstruowane doświadczenie. Daje ono pewność, że uzyskane wyniki są prawidłowe, a przede wszystkim porównywalne i będzie można poddać je odpowiedniej obróbce statystycznej.



Fot. 1. A/ zbyt mocno naświetlone zdjęcie uniemożliwia dokonanie dokładnych pomiarów kości szczękowej pstrąga, która jest widoczna tylko częściowo. B/ Wykonywanie zdjęć żywym zwierzętom może być trudne - pstrąg podskoczył w momencie naświetlania matrycy. C/ Nawet w warunkach polowych prawidłowo wykonane zdjęcie umożliwia opis cech budowy ciała. W tle wszystkich zdjęć widoczne są skale milimetrowe według których oblicza się długości

Fig. 1. A/ Too intensively exposed picture makes impossible measurement of jaw bone length. B/ The trout jumped while exposition proceed C/ Even with field conditions it is possible to take correct picture enables further analysis. On the background of each picture millimetre scale are visible

IV. LITERATURA

1. Chivers D. P., Zhao X., Brown G. E., Marchant T. A., Ferrari M. C. O.: Predator-induced changes in morphology of a prey fish: the effects of food level and temporal frequency of predation risk. *Evolutionary Ecology*. praca dostępna on-line: www.springerlink.com. Data wejścia: 18.02.2008.
2. Dębowski P., Robak S., Dobosz S.: Przykład zastosowania komputerowej analizy obrazu do pomiarów cech biometrycznych ryb. *Komunikaty Rybackie*. 3: 24. 1998.
3. Ryby słodkowodne Polski: M. Brylińska (red.). Wyd. Naukowe PWN. Warszawa. 2000.
4. Załachowski W.: Ryby. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa. 1997.
5. Żelepień J.: Kleń. Wydawnictwo IRŚ w Olsztynie. Olsztyn. 1997.

APPLICATION OF DIGITAL PHOTOGRAPHY TO ANALYSIS OF FISH MORPHOLOGICAL FEATURES

Authors have shown possibilities of digital photo technique application for analysis of morphological features of fish but also other species of fauna and flora. Practice advices concerns the technique of taking pictures and analysis of images and are meant especially for students of high schools participating in biological olympic contest.

Keywords: *Digital photography, morphometric features*