



Danio pręgowany

# MAŁY BOHATER BADAŃ NAUKOWYCH

Ryba *Danio rerio* zrewolucjonizowała badania naukowe, umożliwiając dogłębne zrozumienie wielu procesów biologicznych oraz potafizjologii ludzkich chorób.

**Ewa Stefanik  
Karolina Wolny**

Zakład Biologii Rozwoju Zwierząt  
Wydział Nauk Biologicznych, Uniwersytet Wrocławski

**D**anio pręgowany (*Danio rerio*) to mała ryba o długości kilku centymetrów. Swoją nazwę zawdzięcza charakterystycznym niebieskim paskom biegnącym wzdłuż całego ciała. Naturalnie występuje w Azji Południowej, ale można ją również znaleźć w wielu domowych akwariach. Danio zyskał ogromną popularność nie tylko wśród amatorów

akwarystyki, lecz także naukowców wielu dziedzin. Wykorzystują go jako organizm modelowy. Badania na takich organizmach dają rezultaty, które można odnieść do szerszej grupy gatunków. Innymi słowy, zgłębiając np. mechanizmy genetyczne danio, możemy pośrednio przyjrzeć się tym działającym u człowieka. Jest to możliwe, mimo że ludzi i ryby tego gatunku dzieli 400 mln lat ewolucji. To właśnie wtedy doszło do rozdziału ich linii rozwojowych. Jednak w perspektywie 3,5 mld lat istnienia życia na Ziemi jasne jest, że mimo tej rozłąki, wykształciły się wspólne cechy biologiczne. Chociaż ewidentnie dostrzegamy między nimi różnice na poziomie komórkowym, organy człowieka i danio, takie jak serce, mózg czy mięśnie, działają bardzo podobnie. Wynika to oczywiście z podobieństwa genetycznego. Porównawcze badania



**mgr Ewa Stefanik**

Doktorantka Kolegium  
Doktorskiego  
Nauk Biologicznych  
Uniwersytetu  
Wrocławskiego.  
Założycielka projektu  
popularnonaukowego  
Zebrafish Adventure  
oraz członek zarządu  
Fundacji Marsz  
dla Nauki. Wykonawca  
w granie Sonata 17.  
[ewa.stefanik2@uwr.edu.pl](mailto:ewa.stefanik2@uwr.edu.pl)

**mgr Karolina Wolny**

Absolwentka genetyki i biologii eksperymentalnej na Uniwersytecie Wrocławskim. Przewodnicząca SKN Genetyków Strażnicy Genomu UWr. Na co dzień zajmuje się popularyzacją nauki oraz badaniami z obszaru rozwoju oraz fizjologii mięśni szkieletowych. 321274@uwr.edu.pl

z genomem człowieka wskazały, że aż 80 proc. genów danio pręgowanego znajduje swój odpowiednik w genomie ludzkim.

**Naturalne i podkręcone cechy**

W zgłębianiu mechanizmów biologicznych danio pomagają jego istotne cechy. Ryba rozmnaża się szybko, co umożliwia przeprowadzenie badań w krótkim czasie. Daje również liczne potomstwo (od jednej pary można uzyskać nawet 300 jaj), co pozwala na przeprowadzenie dużej liczby powtórzeń. Co więcej, to właśnie jaja danio stanowią jedną z najatrakcyjniejszych cech tej ryby. Są one przezroczyste, a ich rozwój zachodzi poza organizmem samicy. Umożliwia to obserwację rozwoju zarodkowego osobników już od pierwszych minut ich życia. Podobnie przezroczyste ciało larw daje możliwość dokładnego zbadania procesów rozwoju najważniejszych narządów, tj. serca czy mięśni szkieletowych, w czasie rzeczywistym. Kolejnym atutem danio pręgowanego jest krótki cykl życiowy. Po trzech miesiącach od zapłodnienia ryby osiągają dojrzałość płciową, co daje naukowcom możliwość analizy eksperymentów w perspektywie kilku pokoleń w krótkim czasie. Ponadto małe rozmiary ryb umożliwiają utrzymanie dużej populacji w laboratorium stosunkowo niskim kosztem.

Kolejnym ważnym aspektem jest łatwość prowadzenia manipulacji genetycznych w obrębie genomu tej niepozornej ryby. Tworzenie w ten sposób odpowiedników ludzkich chorób u ryby pozwala dokładnie zbadać funkcję konkretnych genów, ich rolę w wielu szlakach metabolicznych oraz skutki mutacji w ich obrębie. Danio pręgowane z powodzeniem sprawdza się jako model nowotworów, takich jak czerniak, mięsak, rak tarczycy, białaczka oraz wiele innych.

Obecnie naukowcy dysponują całą gamą technik umożliwiających także tworzenie „wersji” danio o specjalnych cechach ułatwiających badania. Jedną z nich jest linia Casper. Opisywana wcześniej przezroczystość ciała danio trwa przez pierwsze pięć dni życia. Po tym czasie zaczyna się synteza barwnika, dającego biało-niebieskie ubarwienie ciała. Linia Casper przez wprowadzenie mutacji zachowuje przezroczystość przez całe życie. Dzięki temu świetnie sprawdza się w badaniach nowotworów, umożliwiając śledzenie w czasie rzeczywistym formowanie guza nowotworowego oraz powstawanie przerzutów. Obserwacja jest możliwa dzięki wprowadzeniu fluorescencyjnych komórek nowotworowych do organizmu ryby, których świecenie obserwuje się przez przezroczystą skórę.

**Nie tylko nowotwory**

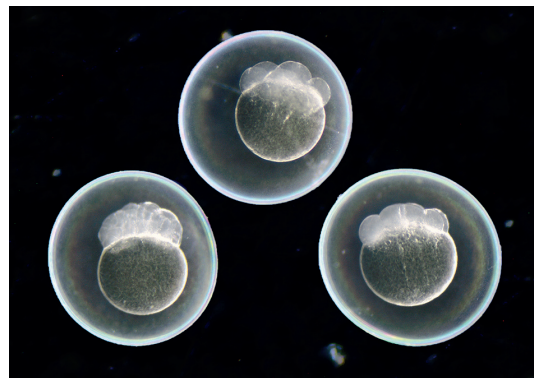
Danio sprawdza się także jako organizm modelowy w badaniach chorób układu krążenia. Te stanowią jedną z najczęstszych przyczyn zgonów na całym świecie.

Dzieje się tak mimo niewątpliwego rozwoju medycyny, która jednak wciąż napotyka problemy w znalezieniu skutecznych metod zapobiegania oraz leczenia problemów w funkcjonowaniu serca. Komórki budujące ten narząd u ssaków utraciły zdolność do podziału. Gdy zostanie ono uszkodzone, nie może się w pełni się zregenerować. Pomocna w znalezieniu rozwiązania tego problemu może być obserwacja jednej z fascynujących cech danio. Jest nią nadzwyczajna zdolność do regeneracji tkanek. Po uszkodzeniu narządy takie jak serce mogą odzyskać pełną funkcjonalność. Zrozumienie tego mechanizmu pozwoli nam w przyszłości skuteczniej leczyć pacjentów, którzy doświadczyli np. zawału serca.

Kolejną zaskakującą cechą tego narządu u danio jest jego elektrofizjologia. Jest ona znacznie bardziej zbliżona do ludzkiej niż powszechnych w nauce myszy. Serce danio pręgowanego kurczy się z częstotliwością odpowiadającą rytmowi serca ludzi, podczas gdy u wspomnianych gryzoni liczba ta jest 10-krotnie wyższa. Dzięki temu ryba z powodzeniem jest także wykorzystywana do modelowania chorób związanych z zaburzeniem rytmu pracy serca. Dodatkowo z racji przezroczystości larwy danio pręgowanego oraz jej rozwoju poza organizmem samicy możliwe jest śledzenie wszelkich zmian w obrębie tego narządu już od pierwszych minut życia. Jest to istotne w kontekście badań nad wrodzonymi wadami serca. Wiele z nich wynika z zaburzenia procesów rozwojowych

Embriony danio pręgowanego w półprzezroczystych osłonkach jajowych

48-godzinne larwy danio pręgowanego



DR. JOANNA NIEBALSKA-TARNOWSKA



DR. JOANNA NIEBALSKA-TARNOWSKA

Linia Casper  
danio pręgowanego

podczas życia zarodkowego. Tego typu badania nie byłyby możliwe w przypadku mysiego modelu. Śledzenie rozwoju tego narządu u gryzonia uniemożliwia rozwój płodu w organizmie samicy.

Danio pręgowany zyskuje coraz większe uznanie również przy modelowaniu chorób neurologicznych. Wynika to z faktu, że również mózg tego prostego organizmu i człowieka wykazują zasadnicze podobieństwo na poziomie neurochemicznym. Charakterystyczne cechy leżące u podłoża patologii tego narządu, takie jak gromadzenie białek czy zwyrodnienia neuronów, można z łatwością kształtować w centralnym układzie nerwowym ryby. Dzięki temu danio pręgowany jest używany w badaniach nad chorobami Parkinsona, Alzheimerera, Huntingtona czy stwardnieniu rozsianym. Co ciekawe, wykorzystując tę rybę, można również badać zaburzenia psychiczne. W przypadku ich leczenia niezbędna jest wiarygodna diagnoza kliniczna, w związku z czym opracowanie skutecznego modelu zwierzęcego polega na dokładnym poznaniu molekularnego mechanizmu choroby oraz jego wpływu na zachowanie osobnika. Danio pręgowany wykazuje złożone zachowania, które są zbliżone do tych obserwowanych u gryzoni czy ludzi. Z tego względu jest cennym modelem badawczym w przypadku zaburzeń takich jak depresja czy schizofrenia. Dodatkowo wiele narzędzi opracowanych do testów behawioralnych sprawia, że ryba ta z powodzeniem jest wykorzystywana w badaniach zgłębiających temat mechanizmu uzależnień od alkoholu czy opioidów, formowania pamięci i uczenia się.

## Pasiasty sportowiec

Miopatie to grupa chorób, w których dysfunkcja mięśni powoduje ich osłabienie. Są to głównie choroby dziedziczne, u których podłoża leży wiele mutacji genetycznych. Zaletą wykorzystania danio w przypadku badania zaburzeń mięśni szkieletowych jest fakt, że tkanka mięśniowa ryby szybko się rozwija. Jest już w pełni wykształcona w ciągu 24 godzin po zapłodnieniu. Dodatkowo wiele procesów molekularnych,

takich jak mechanizm skurczu, pozyskiwanie energii do pracy czy regeneracja, zachodzi tak samo jak w przypadku ludzkich mięśni szkieletowych. Ponieważ larwy danio pręgowanego zaczynają pływać już po pierwszej dobie życia, możliwe jest badanie wpływu mutacji na zdolność wysiłku fizycznego już od wczesnych etapów życia organizmu.

Przykładem miopatii jest choroba McArdle'a. Wynika ona z mutacji w genie kodującym enzym, który jest odpowiedzialny za rozkład glikogenu w glukozę – podstawowe źródło energii dla organizmu. Jest więc chorobą genetyczną. Pacjenci dotknięci chorobą nie są w stanie pozyskać energii niezbędnej do pracy mięśni. Skutkiem tego jest obniżona zdolność do podejmowania wysiłku fizycznego oraz bóle spowodowane nadmiernymi skurczami. Szacuje się, że choroba ta występuje u 1 na 100 tys. osób. Dotychczas nie udało się opracować skutecznej metody jej leczenia. W związku z tym grupa badawcza z Uniwersytetu Wrocławskiego pod kierunkiem dr Marty Migockiej-Patrzałek pracuje nad stworzeniem modelu choroby McArdle'a z wykorzystaniem danio pręgowanego. W trakcie modelowania do zarodka wprowadza za pomocą precyzyjnej igły czynniki powodujące mutację. Już dziś wstępne wyniki badań pozwalają stwierdzić, że model ten nie tylko pomoże lepiej zrozumieć mechanizm leżący u podstawy choroby, lecz także sprawdzi się podczas poszukiwania skutecznej terapii i leczenia.

Danio pręgowany stanowi doskonały przykład organizmu modelowego wykorzystywanego w badaniach naukowych. Swoją popularność zawdzięcza unikatowym cechom takim jak przezroczyste ciało, rozwój zewnętrzny oraz krótki cykl życiowy, dzięki czemu stanowi alternatywę dla innych organizmów powszechnie wykorzystywanych w badaniach naukowych takich jak myszy czy szczury, o czym świadczy rosnąca liczba publikacji naukowych opisujących ten model badawczy.

Artykuł powstał w ramach realizacji projektu Sonata 17, finansowanego przez NCN (2021/43/D/NZ4/00081).

Chcesz wiedzieć  
więcej?

Elias M., Migocka-Patrzałek M., *Danio pręgowany jako przykład organizmu modelowego wykorzystywanego w badaniach naukowych*, 2019, [www.researchgate.net/publication/336319012\\_Danio\\_pregowany\\_jako\\_przyklad\\_organizmu\\_modelowego\\_wykorzystywanego\\_w\\_badaniach\\_naukowych](http://www.researchgate.net/publication/336319012_Danio_pregowany_jako_przyklad_organizmu_modelowego_wykorzystywanego_w_badaniach_naukowych)

Migocka-Patrzałek M., Kosieradzka A., Lewandowski D., Posyniak E., Dubińska-Magiera M., Daczewska M., *Choroba McArdle'a – patogeneza i perspektywy terapii*, „Postępy Biologii Komórki” 3/2015, [www.pbkom.eu/sites/default/files/artykulydo2012/Choroba-McArdle-patogeneza-i-perspektywy-terapii.pdf](http://www.pbkom.eu/sites/default/files/artykulydo2012/Choroba-McArdle-patogeneza-i-perspektywy-terapii.pdf)

Adhish M., Manjubala I., *Effectiveness of zebrafish models in understanding human diseases – A review of models*, „Heliyon” 2023, vol. 9(3), doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e14557, PMID: 36950605, PMCID: PMC10025926.