

Organizmy modelowe – jak przyczyniają się do rozwoju nauki?



Wspierają nas:

Świat istot żywych zadziwia nas swoją wielkością i różnorodnością. Bakterie, protisty, grzyby, rośliny i zwierzęta – dane szacunkowe podają, że Ziemia jest zamieszкана przez około 8,7 miliona gatunków organizmów eukariotycznych i najprawdopodobniej nie mniej niż trylion (10^{12}) gatunków organizmów prokariotycznych!

Taka ilość gatunków poważnie utrudnia nam hodowanie oraz dokładne badanie i opisywanie każdego z nich. Co w takim razie możemy zrobić, kiedy chcemy dowiedzieć się, jakie typowe procesy i zależności zachodzą w komórkach, tkankach czy całych organizmach?

W tym momencie z pomocą naukowcom przychodzą organizmy modelowe – czyli specjalnie dobrane gatunki reprezentatywne dla innych gatunków ze swojej grupy taksonomicznej (rodzaju, rodziny, rzędu lub królestwa), posiadające cechy, które ułatwiają badanie określonych procesów biologicznych. Modele występują we wszystkich dziedzinach nauki i służą do zilustrowania jakiegoś zjawiska. Tak samo w biologii, wybierając gatunek o odpowiednich cechach i badając go, jesteśmy w stanie zdobyć informacje odnoszące się do wielu innych organizmów. Celem badań naukowych prowadzonych na organizmach modelowych jest więc nie tyle samo poznanie tych organizmów, co poznawanie na ich przykładzie mechanizmów podstawowych procesów biologicznych, w tym również mechanizmów zachodzących w organizmie człowieka.

Cechy organizmu modelowego

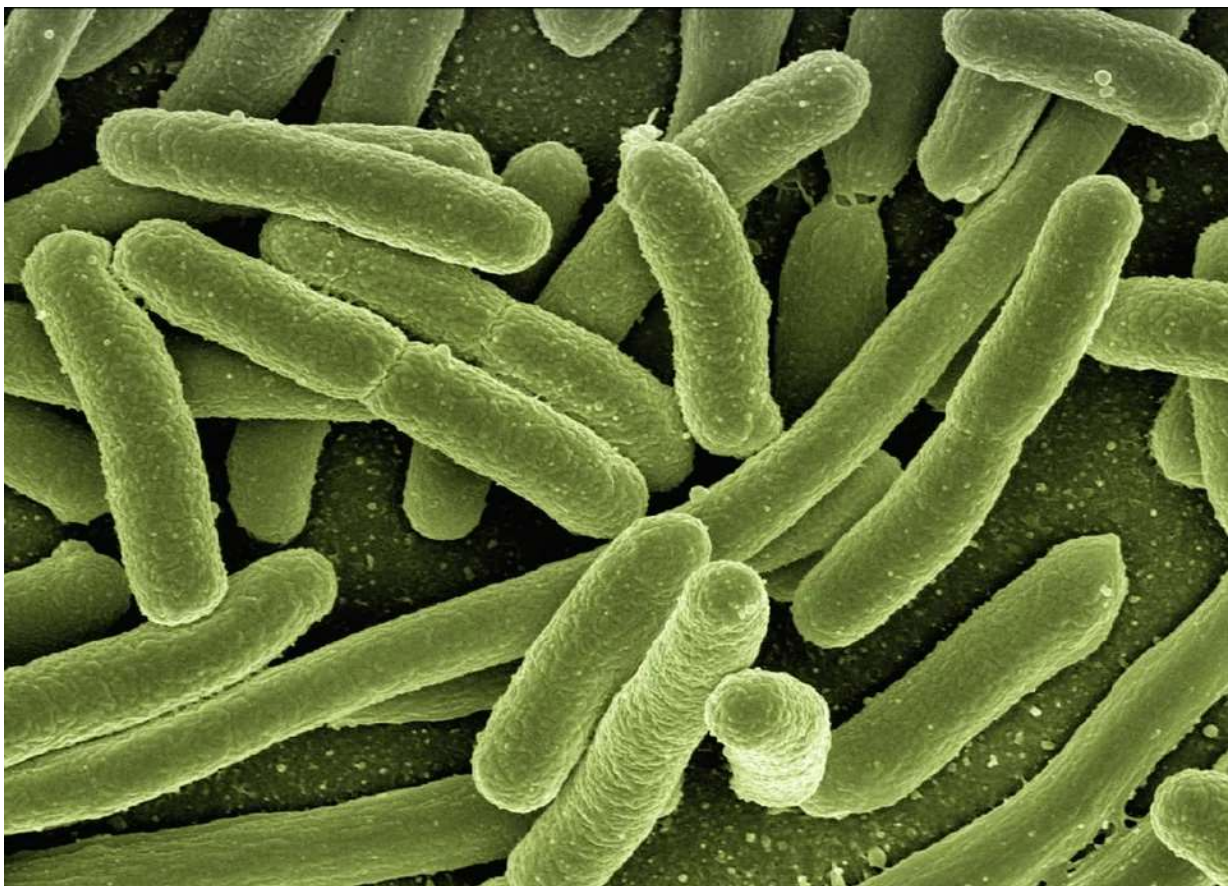
Stworzono zbiór cech, które powinny w większości lub przynajmniej w części charakteryzować dany organizm, aby móc zaklasyfikować go jako odpowiedni organizm modelowy:

1. Małe rozmiary i nieskomplikowane wymagania pokarmowe – dzięki temu hodowla takiego organizmu jest łatwa i tania;
2. Duża liczba potomstwa i krótki cykl życiowy – pozwala na namnożenie dużej liczby osobników w krótkim czasie, a także umożliwia analizę i obserwację wzorów dziedziczenia;



3. Mały genom upakowany w duże chromosomy – upraszcza to badanie DNA, gdyż jest go mniej do analizy, a duże rozmiary chromosomów ułatwiają ich izolowanie i oglądanie pod mikroskopem;
4. Złożony rozwój – dzięki tej cesze możemy śledzić procesy rozwojowe;
5. Możliwość badania wieloma technikami – pozwala to na szybkie i tanie zbieranie informacji.

W badaniach biologicznych spotkamy się z dużą liczbą typowych, precyzyjnie opisanych organizmów modelowych. Znajdziemy wśród nich zarówno jednokomórkowe bakterie, archeony i drożdże, wielokomórkowe organizmy tkankowe jakimi są rośliny i zwierzęta, jak i niezaliczane do organizmów żywych modelowe wirusy. Poniżej znajduje się przegląd ośmiu szczególnie ważnych w biologii organizmów modelowych.



©Gerd Altmann, Pixabay
Escherichia coli



Escherichia coli – pałeczka okrężnicy

Escherichia coli jest dominującym gatunkiem wśród fakultatywnych bakterii beztlenowych przewodu pokarmowego. Dostarcza gospodarzowi syntetyzowane przez siebie witaminy K i B12, pomaga w utrzymaniu zdrowia jelit zużywając tlen szkodliwy dla licznych mikroorganizmów beztlenowych. W jej obecności nie dochodzi także przeważnie do kolonizacji jelita przez patogeny. Pałeczka okrężnicy jest bez wątpienia jednym z najważniejszych organizmów modelowych. Początkowo eksperymetatorzy wybierali ją do badań, ponieważ była łatwa do pozyskania i hodowli. Dzisiaj ogromną zaletą jest również olbrzymi zasób wiedzy jaki udało nam się na jej temat zebrać. Dla *E. coli* opracowano wiele technik molekularnych, a od 1997 roku znana jest także sekwencja jej genomu. Wszystko to spowodowało, że wiele spośród elementarnych procesów biologicznych, wspólnych dla wszystkich organizmów żywych, zostało odkrytych i rozumianych dzięki badaniom z wykorzystaniem tej bakterii.

Saccharomyces cerevisiae – drożdże piekarnicze

Drożdże piekarnicze są jednokomórkowymi grzybami, występującymi w warunkach naturalnych we wszystkich środowiskach zawierających węglowodany. Jest to bez wątpienia jeden z pierwszych mikroorganizmów, którego aktywność biochemiczną zaczęliśmy wykorzystywać. To właśnie wykorzystywana przez ludzi zdolność drożdży do fermentacji glukozy, w wyniku której wytwarzany jest etanol i dwutlenek węgla, spowodowała, że uważane są za jeden z najstarszych gatunków udomowionych.

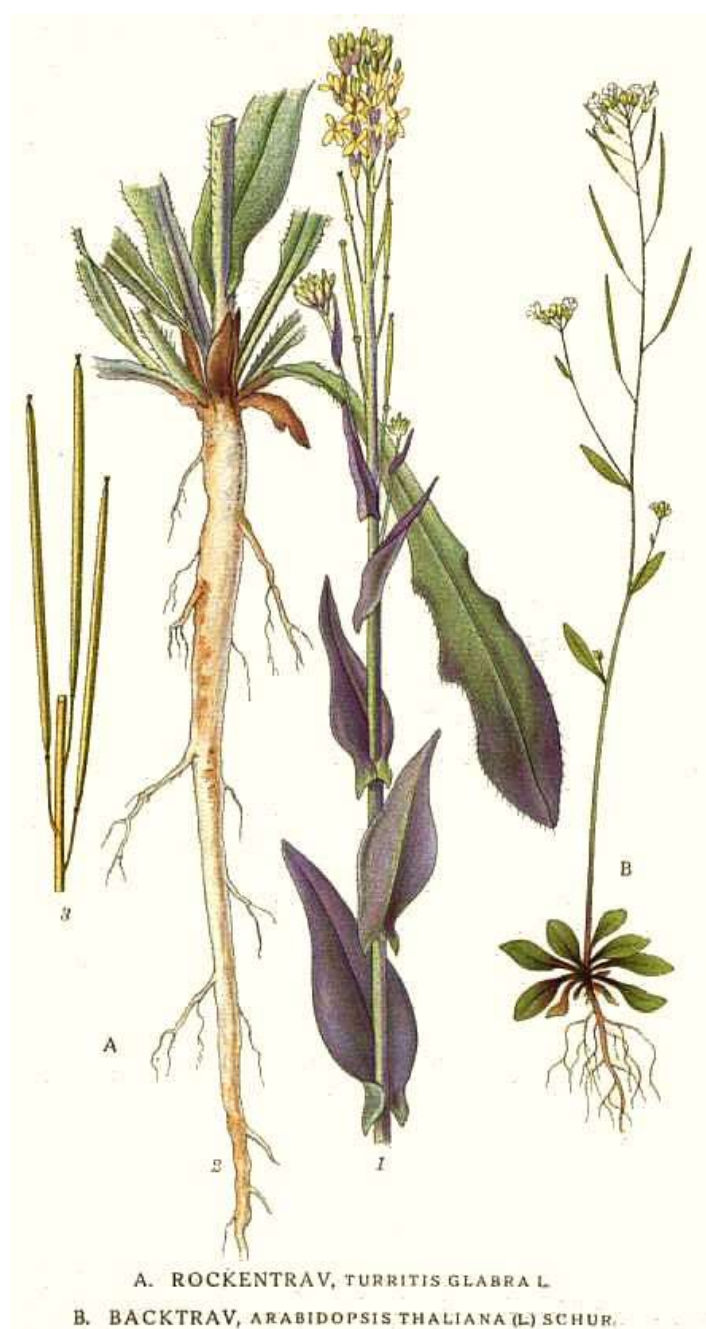
Oprócz przydatności w produkcji alkoholu i żywności, drożdże są pierwszym organizmem eukariotycznym, którego genom został zsekwencjonowany i opublikowany (w 1996 roku). Od tego czasu stały się przedklinicznym modelem i cennym narzędziem do analizy podstawowych procesów komórkowych u eukariontów. Co więcej, istnieje możliwość ekspresji genów innych eukariontów w drożdżach, czyli tzw. ekspresji heterologicznej. Nabrało to dużego znaczenia w momencie, kiedy okazało się, że wiele chorobotwórczych, a nawet letalnych mutacji znajduje się w genach ludzkich, które mają homologiczne geny w genomie drożdży.

Według oszacowań naukowców, około 23% genomu drożdży jest takie samo jak genomu ludzkiego.

Arabidopsis thaliana - rzodkiewnik pospolity

Rzodkiewnik to jednoroczna roślina dwuliścienna z rodziny kapustowatych, do której należy około 350 rodzajów i 3000 gatunków. Zasiedla tereny Europy, Azji, Afryki oraz

Ameryki Północnej. Rzodkiewnik zaczął być wykorzystywany jako organizm modelowy ze względu na niewielkie rozmiary, dzięki którym roślina ta jest dogodnym obiektem badawczym w warunkach laboratoryjnych, krótki czas uzyskania kolejnych pokoleń, możliwość wzrostu w hodowli ziemnej, jak i z wykorzystaniem sterylnych, zdefiniowanych pożywek agarowych, możliwość otrzymywania nasion powstałych w wyniku samozapylenia oraz krzyżowania dwóch różnych osobników, a także dużą wydajność produkowanych nasion. Co więcej, rzodkiewnik jest wykorzystywany w badaniach dotyczących mutagenyzy DNA.



Ilustracja C.A.M. Lindman (1917-1926)
A. Rockentrav, *Turritis glabra* L. B. Backtrav,
Arabidopsis thaliana - rzodkiewnik

Caenorhabditis elegans – nicienie

C. elegans to nieparazytyczny nicienie wolnożyjący w glebach klimatu umiarkowanego. Posiada on wiele cech, które czynią go potężnym narzędziem dla przemysłu farmaceutycznego. Po pierwsze, jest łatwy w hodowli: chociaż zwykle żyje w glebie i żywi się różnymi bakteriami, można go łatwo hodować w laboratorium karmiąc go *E. coli*. Po drugie, rozmnaża się szybko: w ciągu 3 dni rozwija się od jaja do dorosłego robaka o długości 1,3 mm. Po trzecie, ze względu na mały rozmiar, można go badać na płytkach



©Nobuyuki Hamada, *C. Elegans* - nicienie

do mikromiareczkowania na agarze lub w cieczy, używając więcej niż stu zwierząt w jednej studzience 96-studzienkowej płytki. Po czwarte, ponieważ *C. elegans* jest przezroczysty, przy użyciu markerów fluorescencyjnych *in vivo* naukowcy są w stanie badać procesy takie

jak wzrost aksonów, embriogeneza i metabolizm tłuszczów na żywym zwierzęciu. Po piąte, jest to skomplikowane zwierzę wielokomórkowe: chociaż dorosły hermafrodyta ma tylko 959 komórek somatycznych, tworzą one wiele różnych narządów i tkanek.

Daphnia – rozwielitka

Daphnia należy do wioślarek, podrodzaju *Ctenodaphnia* i rodziny *Daphniidae*. Jest to słodkowodny organizm zamieszkujący zarówno trwałe, jak i okresowe ekosystemy wodne takie jak stawy czy jeziora. Jako gatunek eurytermiczny wykazuje tolerancję na szeroki zakres temperatur, co pozwala na zasiedlanie różnych stref klimatycznych. Rozwielitki odżywiają się bakteriami, glonami i zawiesiną organiczną. W zależności od gatunku rozmiar ciała waha się w zakresie 1-6mm. Niewielkie wymiary oraz przezroczysty pancerz tych organizmów umożliwia badanie procesów fizjologicznych przy pomocy nieskomplikowanych metod optycznych. Co więcej, *Daphnia* jest organizmem wykorzystywanym w badaniach toksykologicznych do oceny wpływu substancji bioaktywnych. Duża wrażliwość skorupiaków pozwala określić nie tylko działanie letalne, ale także subletalne związków bioaktywnych w niskich stężeniach.

Drosophila melanogaster - muszka owocowa

Muszka owocowa należy do rodziny wywilżnowatych (*Drosophilidae*) z rzędu muchówek (*Diptera*). Są to drobne (dł. 2–3 mm), żółtawo ubarwione owady. Często występują w miejscach fermentowania owoców, kompotów, marmolad, soków owocowych, dlatego są nazywane muszkami owocowymi. Atrakcyjność modelu *Drosophila melanogaster* wynika przede wszystkim z prostej biologii i łatwej hodowli. Utrzymanie nawet dużych hodowli laboratoryjnych jest tanie i nie zajmuje dużo miejsca, gdyż muszki hodowane są w specjalnych kolbach przypominających kształtem butelki lub w małych fiolkach. Szybka przemiana pokoleń sprzyja badaniom genetycznym. W komórkach gruczołów śliniankowych ich larw występują tzw. chromosomy olbrzymie, których wielkość również ułatwia badania genetyczne.



©Sanjay Acharya, Muszka owocowa

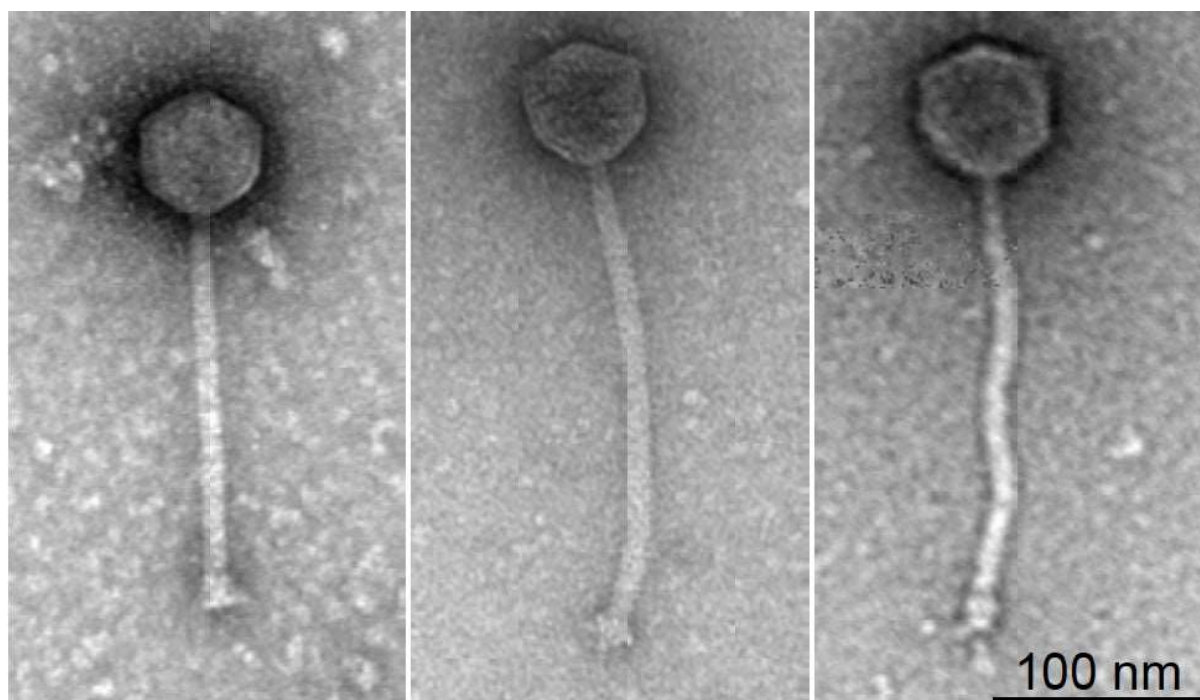
Mus musculus – mysz domowa

Mysz domowa została uznana na początku XX wieku jako jeden z pierwszych organizmów modelowych dla badań genetycznych ze względu na krótki czas generacji, stosunkowo duże mioty, łatwość hodowli i widoczne warianty fenotypowe. Dodatkowo, ponieważ są ssakami, myszy domowe dobrze nadają się jako modele ludzkich fenotypów i chorób. Myszy domowe żyjące na wolności należą do co najmniej trzech różnych podgatunków i wykazują rozległe różnice genetyczne i fenotypowe zarówno w obrębie tych podgatunków, jak i między nimi. Dzięki myszy wykorzystano do badania szerokiego zakresu procesów biologicznych, w tym odpowiedzi immunologicznej, rozwoju nowotworów, bezpłodności, ewolucji adaptacyjnej i dziedziczenia niemendlowskiego.



Modelowe wirusy: bakteriofagi

Bakteriofagi to szeroko rozpowszechniona w przyrodzie grupa wirusów, dla których komórkami docelowymi są bakterie lub archeony. Są one niezwykle cennym narzędziem współczesnej biotechnologii i medycyny – nie tylko służą jako modelowy obiekt do badań nad wirusami, ale są używane do sprawdzania zanieczyszczenia wody bakteriami, jako wektory przenoszące docelowe geny do komórek bakteryjnych oraz stanowią źródło enzymów wykorzystywanych jako narzędzia w inżynierii genetycznej.



©H.W. Ackermann, Fag lambda

Źródła:

1. Górska-Andrzejak J., Grzmil P., Labocha-Derkowska M., Rutkowska J., Strzałka W., Tomala K., Włoch-Salamon D. 2016. Poczet modelowych organizmów badawczych. *Wszystoświat*. Vol. 117: 194-208.
2. Kaletta T., Hengartner M. O. 2006. Finding function in novel targets: *C. elegans* as a model organism. *Nature Reviews*. 1 – 12.
3. Phifer-Rixey M., Nachman M. W. 2015. Insights into mammalian biology from the wild house mouse *Mus musculus*. *eLife*. Vol. 4.
4. Szabelak A., Bownik A. 2018. Aktywność serca rozwielitki (*Daphnia sp.*) jako fizjologiczny biomarker oddziaływania substancji. *Nauki Przyrodnicze i Medyczne: Świat żywy a technologie w otoczeniu ludzi i zwierząt*. 59-67.

©Aleksandra Maciejczuk, BioCEN