



Rozwiązanie zadania F 1054.

Wiemy, że na orbicie kołowej o promieniu r prędkość satelity Słońca wynosi $v^2 = GM_S/r$. Zajmijmy się więc orbitą eliptyczną. Podczas ruchu w polu grawitacyjnym energia całkowita meteoru o masie m ma stałą wartość, a więc w dowolnym punkcie toru jest równa jego energii w aphelium. Niech v_a i r_a oznaczają odpowiednio prędkość i odległość od Słońca w aphelium. Mamy:

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GM_S m}{r} = \frac{1}{2}mv_a^2 - \frac{GM_S m}{r_a},$$

czyli

$$v^2 - v_a^2 = 2GM_S \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r_a} \right).$$

Podczas ruchu stały pozostaje także moment pędu. Przyrównajmy jego wartości w aphelium i w perihelium. Oznaczmy jako v_p i r_p prędkość i odległość od Słońca w perihelium. Mamy:

$$mv_a r_a = mv_p r_p$$

oraz (z poprzedniego związku)

$$v_p^2 - v_a^2 = 2GM_S \left(\frac{1}{r_p} - \frac{1}{r_a} \right).$$

Na podstawie obu powyższych równań otrzymujemy:

$$v_a^2 \left(\frac{r_a^2}{r_p^2} - 1 \right) = 2GM_S \left(\frac{r_a - r_p}{r_a r_p} \right).$$

Po podzieleniu obustronnie przez $r_a - r_p > 0$ (dla orbity eliptycznej) i skorzystaniu z faktu, że $2a = r_a + r_p$, dostajemy związek:

$$v^2 = GM_S \left(\frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right).$$

Trudne pomiary prędkości wykonywane są zwykle, gdy meteor przecina orbitę Ziemi.

W przypadku roju Perseidów takie pomiary pozwoliły stwierdzić, że są one „odłamkami” pozostawionymi na swej orbicie przez kometę Swift-Tuttle o okresie obiegu wokół Słońca równym ok. 133,3 roku i parametrach orbity $r_p = 0,9595$ au, $r_a = 51,225$ au (au to tzw. jednostka astronomiczna równa średniej odległości Ziemi od Słońca).

Mamy to jak w banku

Moje zainteresowanie tematem pobudziła audycja radiowa o liczącej 1300 próbek kolekcji czaszek żubrów zgromadzonej w Instytucie Biologii Ssaków Polskiej Akademii Nauk w Białowieży. Naukowcy chcą śledzić dynamikę zmian kostnych współczesnych pokoleń żubrów. Wiadomo bowiem, że „nasze” żubry to głównie potomstwo XX-wiecznej pary, Planty i Plebejera, ze stada w Pszczynie, są to zwierzęta blisko spokrewnione, a więc podatne na mutacje. Kolekcja czaszek umożliwia tworzenie banku genów żubrów.

W banku genów może znaleźć się wiele różnorodnych substancji. Najprostsze są zbiory nasion. Widzimy takie kolekcje jako zabezpieczenie przed nieodwracalną utratą ziemskich zasobów genowych roślin użytkowych. Szczególnym zainteresowaniem objęte są dzikie ekotypy, odmiany tradycyjne czy miejscowe, które mogą w swym materiale genetycznym zawierać cenne cechy, jak np. odporność na określone choroby. Klasycznym przykładem są badania cech genetycznych dzikich odmian ziemniaka, często bardziej odpornych na groźne patogeny w porównaniu ze współczesnymi odmianami.

Trudniejsze do przechowywania są tkanki i geny z innych niż roślinne organizmów. Powstają jednak banki komórek macierzystych, a nawet tkanek reprodukcyjnych, gromadzone są próbki innych tkanek i narządów. W Holandii gromadzone są sekwencje genowe odmian m.in. takich organizmów, jak bydło, świnie, konie, owce, kozy, psy, kaczki, gęsi, króliki czy drób. Muzeum Górnośląskie w Bytomiu, współpracujące z wyspecjalizowaną pracownią preparacji zwierząt kręgowych, gromadzi tkanki zwierząt zagrożonych wyginięciem w wyniku działalności ludzi. Zebrano i zachowano próbki tkanek kostnych, sierści, skóry i zębów pochodzących od wielu zwierząt: niedźwiedzia polarnego i brunatnego, wilków, a także antylop, w tym oryksów i kudu.

W Polsce systematyczne gromadzenie krajowych zasobów genowych prowadzone jest od roku 1971. W ostatnich dwóch stuleciach wyginęły lub ustąpiły z naszych terenów 124 gatunki roślin. Kolekcjonujemy m.in. nasiona zbóż (40%) i traw (30%). Program Ochrony Zasobów Genowych Roślin Użytkowych obejmuje działalność około 30 różnych zakładów i instytucji naukowo-badawczych, ze szczególnym podkreśleniem roli uniwersyteckich Ogrodów Botanicznych oraz Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin. Zawierają one kolekcje wybranych 73 genotypów roślin o znaczeniu użytkowym.

Największym światowym bankiem nasion jest położony na norweskiej wyspie Spitsbergen budynek wkopany niemal w całości w grunt. Uznaje się, że stanowi zabezpieczenie biologicznej różnorodności roślinnej w obliczu zmian klimatycznych, wojen, sabotażu, chorób, klęsk ekonomicznych, klęsk żywiołowych (trzęsienia, powodzie, susze, erupcje wulkanów). Mieści 1 081 026 odrębnych próbek dokumentujących 13 tysięcy lat rozwoju rolnictwa (dane z 2021 r.), zbieranych z całego świata. Zbiór ten reprezentuje 1/3 roślin uprawnych świata, jest stale uzupełniany i rozszerzany. Wiele krajów prowadzi podobne, choć mniejsze, banki nasion; w ponad 1750 bankach genów zdeponowanych jest około 7,5 mln obiektów.

W tej naukowej dziedzinie ślad zostawia również polityka. Ostatnio media obiegrała wiadomość o spaleniu w wyniku działań wojennych jedynej ukraińskiej kolekcji nasion w Charkowie. Przypominam podobną radziecką akcję w stosunku do unikatowego banku nasion stworzonego w 1924 roku w ZSRR przez genetyka Nikołaja Wawilowa. Aresztowany w roku 1940 i skazany na śmierć za rzekome szpiegostwo (!) zmarł w więzieniu w 1943 roku.

Istnienie kolekcji komórek i tkanek narządów służy zabezpieczeniu wymierających gatunków i osobników do badania ewolucji życia na ziemi, uzyskiwania nowych odmian rolniczych, a nawet prób odtworzenia już wymarłych odmian i gatunków. Skromny sukces osiągnięto w 2004 roku, przenosząc zamrożone zarodki wymarłej rasy kóz z Tennessee do innej współczesnej odmiany. Z tego zabiegu urodziły się kozy zwane „czekoladowymi”.

Warto tu dodać informację o rejestracji (w wymiarze światowym) sekwencji DNA, łącznie z pełnymi genomami, licznych organizmów – takie rejestry także nazywa się bankami genów, ale to temat do odrębnej refleksji.

Magdalena FIKUS (magda.fikus@gmail.com)