

# Komórki macierzyste – część II

## Scenariusz zajęć edukacyjnych

Ilona Żeber-Dzikowska, Urszula Poziomek, Katarzyna Derlatka

**Temat:** Przełom w nauce i medycynie

– komórki macierzyste

**Przedmiot:** biologia, IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony

**Adresaci:** uczniowie liceum lub technikum

**Czas trwania zajęć:** 2 x 45 minut, zajęcia mogą być na dwóch lekcjach następujących po sobie, lub też z przerwą wynikającą z planu zajęć. Jedna jednostka lekcyjna jest przeznaczona na pracę uczniów z kartą pracy, druga na dramę w postaci rozprawy sądowej.

**Odniesienie do podstawy programowej:**

**Cele kształcenia:**

- II. Pogłębianie wiadomości dotyczących budowy i funkcjonowania organizmu ludzkiego.  
Uczeń objaśnia funkcjonowanie organizmu ludzkiego na różnych poziomach złożoności (...).
- III. Pogłębienie znajomości i metodyki badań biologicznych.  
Uczeń rozumie i stosuje terminologię biologiczną (...).
- IV. Poszukiwanie, wykorzystywanie i tworzenie informacji.  
Uczeń odczytuje, selekcjonuje, porównuje i przetwarza informacje pozyskane z różnorodnych źródeł (...).
- V. Rozumowanie i argumentacja.  
Uczeń objaśnia i komentuje informacje, (...) oddziela fakty od opinii, (...) przedstawia opinie związane z omawianymi zagadnieniami biologicznymi, dobierając racjonalne argumenty, (...) rozumie znaczenie współczesnej biologii w życiu człowieka.
- VI. Postawa wobec przyrody i środowiska.  
Uczeń (...) prezentuje postawę szacunku wobec siebie (...).

**Treści nauczania:**

- 8. Biotechnologia molekularna, inżynieria genetyczna i medycyna molekularna. Uczeń:
  - 6) przedstawia sposoby i cele otrzymywania komórek macierzystych;
  - 8) dyskutuje problemy etyczne związane z rozwojem inżynierii genetycznej i biotechnologii, w tym przedstawia kontrowersje towarzyszące badaniom nad klonowaniem terapeutycznym człowieka i formułuje własną opinię na ten temat.

**Typ zajęć:** kontynuacja tematu z poprzedniej lekcji

**Forma nauczania:** zajęcia edukacyjne w klasie

**Forma organizacyjna:** praca zbiorowa, praca w grupach

**Strategie:** E – emocjonalna, O – operacyjna

**Metody nauczania:**

- obserwacyjne – obserwacja zastępczych środków dydaktycznych,
- słowne – drama w formie rozprawy sądowej, praca z tekstem źródłowym (materiały źródłowe oraz schematy pochodzące z zasobów czasopisma naukowego „Edukacja Biologiczna i Środowiskowa”).

## Literatura

Źródło: B. Świerczek, D. Dudka, K. Archacka, *Komórki macierzyste część II – Pluripotencjalne komórki macierzyste*, „Edukacja biologiczna i środowiskowa” 2/2013, s. 3-11.

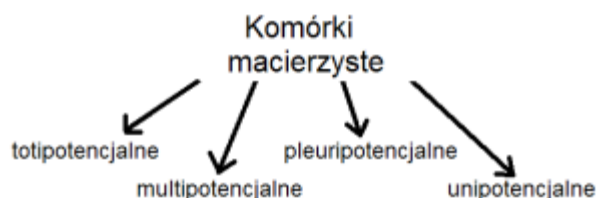
Źródła internetowe: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Kom%C3%B3rki\\_macierzyste](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kom%C3%B3rki_macierzyste), data pobrania 27.11.2014 rok

## Przebieg zajęć edukacyjnych

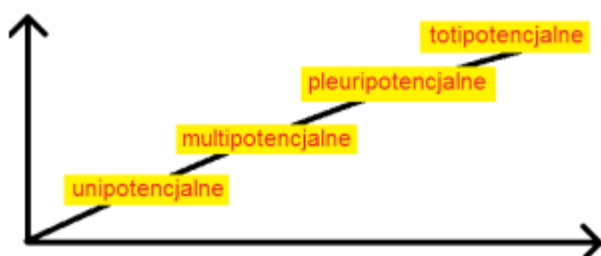
### I. Faza przygotowawcza

Przypomnienie wiadomości z poprzedniej lekcji (patrz scenariusz zajęć, EBiŚ nr 1/2014):

1. Nauczyciel zadaje pytania, na które odpowiadają najpierw chętni uczniowie, a następnie wskazani przez prowadzącego. Za każdą poprawną odpowiedź uczeń dostaje plus, za każdą niepoprawną/brak odpowiedzi dostaje minus.  
Jakie cechy mają komórki macierzyste?  
Czy wszystkie komórki macierzyste są takie same?
2. Wybrany przez nauczyciela lub chętny uczeń przedstawia podział komórek macierzystych w formie grafu.



3. Czym charakteryzują się komórki:  
totipotencjalne  
pleuripotencjalne  
multipotencjalne  
unipotencjalne?
4. Na czym polega rola komórek macierzystych w dorosłych organizmach?
5. Czy komórki macierzyste można hodować w warunkach laboratoryjnych?
6. Na czym polega hodowla *in vitro*?
7. Wybrany uczeń uzupełnia kartkami z pojęciami schemat, dotyczący potencjału różnicowania się komórek macierzystych przedstawiony na tablicy.



### ii. Faza realizacyjna

1. Nauczyciel rozdaje uczniom kartę pracy.
2. Uczniowie zapoznają się z tekstem źródłowym nr 1, samodzielnie analizują tekst i na jego podstawie zostaje zbiorowo omówiona skrócona wersja historii badań nad różnicowaniem się komórek.
3. Nauczyciel wyświetla (lub uczniowie śledzą schemat na kartach pracy) rycinę przedstawiającą doświadczenie przedstawione w tekście źródłowym, pozwalającą dokładniej zrozumieć i wyobrazić sobie opisane w tekście źródłowym doświadczenie proces (patrz karta pracy ucznia, ryc. 1).

4. Uczniowie formułują wnioski z doświadczenia. Oceniają wagę odkrycia, którego dokonano dzięki temu doświadczeniu.
5. Nauczyciel omawia proces pozyskiwania komórek pleuripotencjalnych (ES) na podstawie zaprezentowanego schematu (ryc. 2 w karcie pracy ucznia).
6. Podział na grupy. Uczniowie zapoznają się z tekstem źródłowym nr 2, szary papier oraz flamastry. Na podstawie tekstu, własnej wiedzy i opinii każda z grup formułuje i zapisuje argumenty, świadczące o znaczeniu komórek pleuripotencjalnych w rozwoju nauki i medycyny.
7. Po zakończeniu pracy każda z grup przedstawia na forum klasy rezultaty swojej pracy.

### iii. Faza podsumowująca

W celu utrwalenia wiadomości oraz emocjonalnego zaangażowania uczniów w temat lekcji nauczyciel przeprowadza dramę (symulację rozprawy sądowej) z udziałem przygotowanych wcześniej uczniów.

Zadaniem uczniów jest skonfrontowanie ze sobą dwóch zagadnień:

Znaczenie komórek pleuripotencjalnych dla rozwoju nauki i medycyny.

Problemy etyczne dotyczące procesu klonowania.

Uczniowie wybrani podczas poprzedniej lekcji i przygotowani już wcześniej do realizacji zadań reprezentują: *sędziego, 2 ławników, prokuratora, obrońcę, oskarżonych (komórkę macierzystą i proces klonowania), świadków*

Pozostali uczniowie uczestniczą w rozprawie jako widzowie. Na zakończenie sędziego, po krótkiej naradzie z ławnikami, wyraża na forum swoją opinię na ten temat. Treści prezentowane na rozprawie sądowej znajdują się w załączniku nr 1.

### Praca domowa

#### Polecenie dla ucznia:

Napisz w zeszycie przedmiotowym, czy zgadzasz się/nie zgadzasz z werdyktem sędziego. Przedstaw dwa argumenty na rzecz swojego stanowiska.

#### **Pomysł na projekt edukacyjny:**

Przygotowanie i przeprowadzenie przez uczniów anonimowych badań ankietowych w celu uzyskania opinii rówieśników na temat znaczenia komórek macierzystych dla rozwoju medycyny i procesu klonowania.

Przeprowadzenie ww. rozprawy sądowej na forum całej szkoły, która obejmowałaby szerzej dane zagadnienia. Sędzia zamiast wygłaszać własny osąd przedstawiłby opinie uczniów uzyskane dzięki badaniom ankietowym.

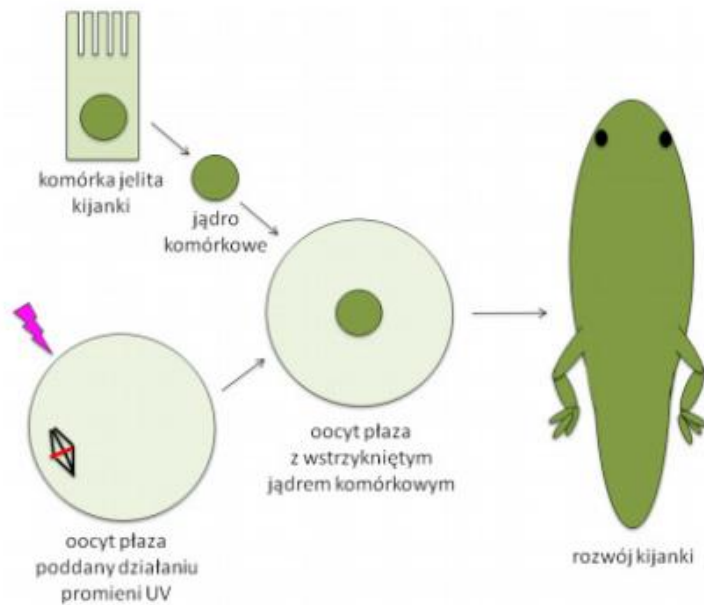
## Karta pracy ucznia

1. Przeczytaj uważnie tekst, przygotuj się do przedstawienia historii badań nad różnicowaniem się komórek.

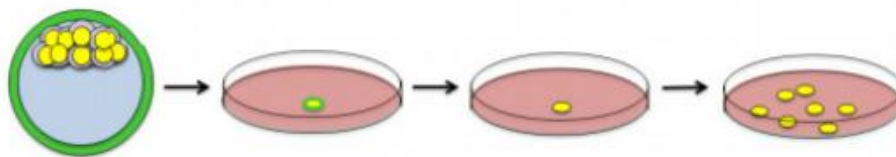
### TEKST ŹRÓDŁOWY NR 1

W trakcie rozwoju zarodkowego i płodowego, a następnie w okresie pourodzeniowym komórki stopniowo ulegają specjalizacji, w wyniku czego zmniejsza się ich potencjał do różnicowania. Przez wiele lat uważano, że proces ten, tj. ograniczenie potencjału do różnicowania związane ze specjalizacją komórek, jest nieodwracalny. Na przestrzeni wieków sformułowano wiele teorii dotyczących tego zagadnienia. W opublikowanej w 1895 r. książce Delage stwierdził, że zastąpienie jądra komórkowego zygoty jądrem pochodzącym z jakiegokolwiek innej komórki ciała zarodka nie powinno wpłynąć na prawidłowy przebieg rozwoju zarodkowego. Delage oparł swoją hipotezę na założeniu, że skoro wszystkie komórki organizmu powstają w wyniku podziałów mitotycznych zygoty, to muszą one zawierać tę samą informację genetyczną. Dowiódł tego w II połowie XX wieku John Gurdon, brytyjski biolog, który za swoje osiągnięcia został uhonorowany w 2012 r. Nagrodą Nobla w dziedzinie fizjologii lub medycyny. Opisane przez niego w 1962 r. doświadczenia polegały na przeniesieniu jądra komórkowego pobranego z komórki budującej jelito kijanki do oocytu pozbawionego wcześniej własnego materiału genetycznego. Z tak „skonstruowanego” oocytu Gurdon otrzymał prawidłowo rozwiniętą kijankę. Oznaczało to, że na podstawie informacji genetycznej

zawartej w jądrze komórkowym wyspecjalizowanej komórki może rozwinąć się w pełni wykształcony osobnik. Odkrycie to zapoczątkowało intensywny rozwój badań, które z czasem pozwoliły na udoskonalenie techniki klonowania organizmów.



Ryc. 1. Doświadczenie Johna Gurдона (zmod.)



Ryc. 2. Procedura otrzymywania w warunkach laboratoryjnych komórek pleuripotencjalnych

- Etap 1** – Umieszczenie w szalce hodowlanej zarodków uzyskanych z dróg rodnych samicy.
- Etap 2** – Izolacja komórek zarodka (przeniesienie ich do nowej szalki).
- Etap 3** – Uzyskanie kolonii komórek pleuripotencjalnych.
- Etap 4** – Utrzymanie ich w stanie niezróżnicowanym.

Źródło: B. Świerczek, D. Dudka, K. Archacka, *Komórki macierzyste część II – Pluripotencjalne komórki macierzyste*, „Edukacja biologiczna i środowiskowa” 2/2013, s. 3-11.

Przeczytaj uważnie tekst i przygotuj się do zaprezentowania znaczenia komórek pleuripotencjalnych w rozwoju nauki i medycyny.

## TEKST ŹRÓDŁOWY NR 2

Uzyskanie komórek pleuripotencjalnych (ES) umożliwiło intensywny rozwój badań dotyczących mechanizmów różnicowania komórek. Wcześniej śledzenie losów komórek na wczesnych etapach rozwoju zarodkowego było ograniczone, a w przypadku zarodków ludzkich wręcz niemożliwe ze względu na kwestie etyczne. Komórki ES można stosunkowo łatwo modyfikować genetycznie, aktywując lub wyłączając w nich wybrane geny. Daje to szansę na precyzyjne określenie funkcji danego genu w komórce. Innym, niezwykle ważnym sposobem wykorzystania komórek ES w badaniach naukowych jest możliwość uzyskiwania z ich udziałem zwierząt transgenicznych. Organizmy transgeniczne to takie, których genom został zmodyfikowany poprzez wprowadzenie „obcego” materiału genetycznego. Zwierzęta transgeniczne stanowią także cenne zwierzęce modele ludzkich chorób. Na przykład transgeniczne myszy, które syntetyzują nieprawidłową wersję ludzkiego białka APP wykazują podobne zmiany w układzie nerwowym, jak te obserwowane u osób cierpiących na chorobę Alzheimera. Dostępność zwierzęcych modeli ludzkich chorób daje możliwość badania ich molekularnych mechanizmów, a także testowania potencjalnych terapii i leków. Otrzymanie

komórek ES było ogromnym przełomem zarówno w nauce, jak i w medycynie, dając szansę na przeprowadzenie badań wcześniej niemożliwych oraz opracowanie potencjalnych terapii dotychczas nieuleczalnych chorób, takich jak cukrzyca typu I czy choroba Parkinsona. W laboratoriach na całym świecie podjęte zostały badania mające na celu stworzenie skutecznej terapii tych i wielu innych chorób. Należy pamiętać, że żadna z nich nie jest jeszcze wykorzystywana do leczenia ludzi. Dotychczas przeprowadzono jedynie badania laboratoryjne, obejmujące doświadczenia in vitro oraz doświadczenia z wykorzystaniem zwierząt laboratoryjnych. Należy tu przypomnieć, że możliwość wykorzystania ludzkich komórek ES w medycynie regeneracyjnej budzi kontrowersje natury etycznej ze względu na ich pochodzenie. Dlatego też od wielu lat prowadzone są intensywne badania mające na celu uzyskanie komórek pluripotencjalnych ze źródła niebudzącego kontrowersji etycznych.

Archacka.K ,Dudka .D ,Świerczek .B :ŹródłoKomórki macierzyste część II – Pluripotencjalne komórki macierzyste, „Edukacja biologiczna i środowiskowa” 2/2013, s. 3-11.

## Załącznik nr 1

### Rozprawa sądowa nad procesem klonowania i komórkami macierzystymi

Asystent: Proszę wstać. Sąd idzie! Dziś na wokandzie sprawa nr 007.

*Wszyscy wstają, Sędzia uderza młotkiem w stół.*

Sędzia: Otwieram sprawę przeciwko procesowi klonowania i komórce macierzystej. Oskarżeni, proszę wstać! Panie prokuratorze, proszę o odczytanie aktu oskarżenia.

Prokurator: Oskarżeni zasiadający na ławie oskarżonych dopuścili się szeregu karygodnych występków.

Sędzia: Oskarżeni, proszę zająć miejsca. Panie Prokuratorze, proszę o przedstawienie uzasadnienia pozwu.

Prokurator: Niniejszym, oskarża się obecnych tu: proces klonowania i komórkę macierzystą o to, co następuje:

1. Oskarżeni budzą emocje ,ją wprowadzają niepokój społeczny pełną premedytac z świadomie i .nawet do rozruchów które mogą prowadzić do niepokojów społecznych a ,społeczeństwie w
2. Oskarżeni składają obietnice społeczeństwu wyleczenia ludzi z wielu chorób, do tej pory nieuleczalnych lub trudnych do leczenia. Obietnice te nie są poparte dowodami. Część społeczeństwa w nie wierzy, a część nie, przez co dokonał się podział społeczeństwa, prowadzący do wzrostu napięcia w relacjach społecznych.

Wobec powyższych zarzutów, zważywszy na trudne do przewidzenia skutki działania Oskarżonych, domagam się wysokiego wymiaru kary.

Sędzia: Czy oskarżeni mają coś na swoją obronę?

Oskarżeni: Jesteśmy niewinni. Nie chcemy niepokojów społecznych. Mamy plany, marzenia! Nasze plany mogą być zrealizowane, jeśli nauka będzie dalej się rozwijać. Dzięki nam ludzie będą zdrowi i będą mogli dłużej cieszyć się życiem. Dajcie nam szansę, a udowodnimy to całemu światu. Prosimy o uniewinnienie nas.

Sędzia: Oddaję głos obrońcy.

Obrońca: Wnoszę o uniewinnienie Oskarżonych. W celu przedstawienia dowodów na rzecz niewinności Oskarżonych powołuję na świadka Pana Jana Kowalskiego.

Sędzia: Proszę podać imię, nazwisko i wiek Pana. Co ma Pan do powiedzenia w tej sprawie?

Świadek: Nazywam się Jan Kowalski. Mam 35 lat i mam chore nerki. Niestety mój stan jest poważny, moje nerki nie potrafią już samodzielnie funkcjonować. Muszę uczęszczać na dializy, które ratują mi życie, ale także zabierają mi wiele czasu i uniemożliwiają mi normalne życie. Nie wiem, jak długo jeszcze to wytrzymam. Moim marzeniem jest zająć się moją pracą zawodową, moimi pasjami, zainteresowaniami, a nie czekaniem na kolejną dializę. Ratunkiem dla mnie jest przeszczep nerki. Niestety, posiadam bardzo rzadką grupę krwi AB Rh-, której częstość występowania wśród ludzi wynosi 1%.

Czy Sąd rozumie w jakiej tragicznej jestem sytuacji? Nie mam szans na normalne życie. Dlatego dziś jestem tutaj. Muszę to powiedzieć, tak aby wszyscy usłyszeli. Jeżeli umożliwi się wykonywanie dalszych prac nad klonowaniem i zastosowaniem komórek macierzystych w medycynie to takie osoby jak ja będą mogły żyć!

Dzięki pracy naukowców będzie można wyhodować zdrowe organy, pełnej zgodności o tkankowej z biorcą. Niektórzy mówią, że klonowanie jest to proces nieetyczny.

Dla mnie możliwość otrzymania zdrowej nerki byłoby cudownym zdarzeniem, a moje szczęście byłoby wielkie.

Pragnąłbym uświadomić Wysokiemu Sądowi, że wytwarzanie w laboratoriach zdrowych organów, pochodzących z naszych własnych komórek macierzystych nie narusza w żaden sposób zasad moralnych i nie wpływa w sposób negatywny na psychikę człowieka – biorcy danego narządu.

Natomiast – w sytuacji, gdyby znalazł się dawca z tak rzadką grupą krwi jak moja – byłbym świadomy tego, że dawca nerki albo zginął, albo będzie żył tylko z jednym, tak ważnym dla życia człowieka organem.

Podsumowując, mnie pozostało tylko czekanie, ale dzięki rozwojowi prac nad komórkami macierzystymi i klonowaniem terapeutycznym chorzy z kolejnych pokoleń zamiast czekać mogli by być szybko i skutecznie leczeni.

Sędzia: Dziękuję za Pana wypowiedź. Może Pan usiąść. Czy strony zgłaszają jeszcze jakichś świadków?

Prokurator: Powołuję na świadka pana Bogumiła Białka.

Sędzia: Proszę Pana o podanie imienia, nazwiska oraz wieku, oraz proszę o przedstawienie stanowiska Pana w tej sprawie.

4Świadek: Nazywam się Bogumił Białek. Mam 65 lat i jestem na emeryturze. Twierdzę, że dalsze prace naukowców nad klonowaniem niesie ze sobą ogromne ryzyko i zagrożenie. Trzeba się bowiem zastanowić, czy jesteśmy moralnie uprawnieni do tworzenia klonów. Niejednokrotnie słyszymy, że rodzice, którzy tracą dziecko, chcieliby je odzyskać. Czy jednak właściwym działaniem jest tworzenie kopii umarłego człowieka? Jest to działanie przeciwko prawom natury. Klonowanie mające na celu reprodukcję osoby ludzkiej stanowczo powinno być zabronione. Człowiek został stworzony przez Boga - na jego podobieństwo i obraz. Tylko Bóg ma prawo dać życie i je odebrać. Wynika stąd, że człowiek nie powinien podejmować działań, zmierzających do „wyprodukowania” innego człowieka. Czym będzie stworzony klon? Maszyną, sztucznym tworem, źródłem narządów – części zamiennych? Jeśli chodzi o klonowanie dzieci w rodzinach, które nie mogą począć dziecka w sposób naturalny, to również jest to działanie nieetyczne. Są inne rozwiązania problemu bezpłodności czy niepłodności. Jeżeli małżeństwo nie może mieć dzieci, to może je adoptować. W sierocińcach jest wiele samotnych dzieci czekających w nadziei na rodzinę, która je przygarnie.

Klonowanie w celach leczniczych i terapeutycznych również wiąże się z problemami moralnymi ze względu na źródła komórek macierzystych, jakimi mogą być ludzkie zarodki. Każdy człowiek, a jest nim także płód od momentu poczęcia, zasługuje na szacunek i nie wolno mu odbierać życia w imię ratowania życia innemu człowiekowi.

Sędzia: Dziękuję za wypowiedź. Proszę usiąść. Czy strony zgłaszają jeszcze jakichś świadków?

Obróńca: Powołuję na świadka profesora genetyki Tomasza Zielińskiego.

Sędzia: Proszę podać jak się Pan nazywa, ile ma Pan lat i co ma Pan do powiedzenia w tej sprawie.

5Świadek: Nazywam się Tomasz Zieliński, mam 53 lata i jestem profesorem genetyki. Zacznę od tego, że klonowanie jest procesem, który zmierza do wytworzenia identycznego pod względem genetycznym organizmu. Nie oznacza to, że jeżeli sklonujemy jednego człowieka o imieniu X, to jego klon będzie tym samym człowiekiem X. On będzie jego klonem pod względem materiału genetycznego, natomiast to środowisko, w którym dana osoba żyje, osoby które ją otaczają tworzą osobowość i charakter człowieka. Żeby to było jasne dla wszystkich – klonowanie ukochanej, zmarłej osoby nie zwróci nam jej.

Niech osoby, które przeciwstawiają się procesom klonowania zastanowią się, co robią, kiedy pobierają liść lub fragment łodygi ulubionej rośliny i zasadzają go w drugiej doniczce. Otóż, Wysoki Sądzie oni klonują swoją ulubioną roślinę!

Chciałbym przedstawić Wysokiemu Sądowi możliwości, jakie otwiera przed nami klonowanie.

Przede wszystkim rośnie szansa na tworzenie organów, które mogą być przeszczepiane ciężko chorym osobom i które nie będą odrzucane przez organizm biorcy. Klonowanie i prace nad komórkami macierzystymi mogą przyczynić się także do wynalezienia lekarstwa na choroby neurodegradacyjne, jest to także możliwa forma wsparcia bezpłodnych par.

W przypadku nauk przyrodniczych zwraca się uwagę na możliwość klonowania wymarłych już gatunków zwierząt. Plany takie znajdują się na razie w sferze fantastycznych marzeń i wciąż nieudanych prób, ale ich realizacja nie jest wykluczona.

Sędzia: Dziękuję bardzo za Pana wypowiedź. Może Pan usiąść. Czy strony zgłaszają jeszcze jakichś świadków?

Obrońca: Powołuję na świadka pracownicę Biobanku Joannę Cios.

Sędzia: Proszę podać jak się Pani nazywa, ile ma Pani lat i co ma Pan do powiedzenia w tej sprawie.

Świadek: Nazywam się Joanna Cios i mam 38 lat. Pracuję w Biobanku. Biobank jest miejscem, w którym można przechowywać komórki macierzyste pobrane z krwi pępowinowej po narodzeniu dziecka. Laboratoria Biobanku mieszczą się w nowoczesnych pomieszczeniach i gromadzą dużą i zróżnicowaną pulę materiału biologicznego. Im większa ilość różnorodności, tym lepsza jakość prowadzonych badań naukowych, które prowadzimy. Przechowywanie komórek macierzystych z krwi pępowinowej dziecka umożliwia – w przypadku zachorowania dziecka – wytworzenie dla niego tkanek, a nawet organów. Niestety przechowywanie materiału biologicznego jest drogie i nie jest refundowane z budżetu państwa. Należy jednak uświadomić sobie, że jeśli zainteresowanie przechowywaniem komórek w Biobanku będzie większe, to koszty spadną, a w przyszłości przechowywanie krwi pępowinowej może stać się dla ludzi czymś zupełnie normalnym, takim jak kupowanie dziecku smoczka.

Sędzia: Dziękuję bardzo za Pani wypowiedź. Może Pani usiąść. Czy strony zgłaszają jeszcze jakichś świadków?

Prokurator i Obrońca: Nie, Wysoki Sądzie.

Sędzia: W takim razie zamykam przewód sądowy i udzielam głosu Panu Prokuratorowi oraz Obrońcy.

#### MOWY KOŃCOWE

*Wygłaszają je na podstawie wypowiedzi świadków i wcześniej zebranych dowodów Prokurator i Obrońca.*

*Naradaławnikami Sędziego z*

#### WYROK SĄDU

*Decyduje Sędzia (uczeń, który gra rolę sędziego)*