



Obawy etyczne wokół klonowania zwierząt

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Audiobook](#)
- [Mapa myśli](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Obawy etyczne wokół klonowania zwierząt

Rozwój nauki sprawił, że klonowanie staje się coraz bardziej powszechne. W wielu krajach na całym świecie istnieją już kliniki, w których można sklonować swoje czworonożne pupile. Najtaniej taki zabieg wykonywany jest w Stanach Zjednoczonych, gdzie jego cena waha się od 50 000 do 100 000 dolarów. Pierwszym sklonowanym komercyjnie kotem był main coon o imieniu Little Nicky (na zdjęciu przedstawiciele tej rasy).

Źródło: Ankord, Wikimedia Commons, domena publiczna.

W przypadku klonowania zwierząt pewne sukcesy uzyskano dopiero w latach 60. XX w., gdy sklonowano płaza. Ssaki sklonowano znacznie później, w latach 90. Mimo wielu korzyści, jakie niesie ze sobą możliwość uzyskiwania tą drogą nowych organizmów zwierzęcych, klonowanie budzi wiele wątpliwości etycznych.

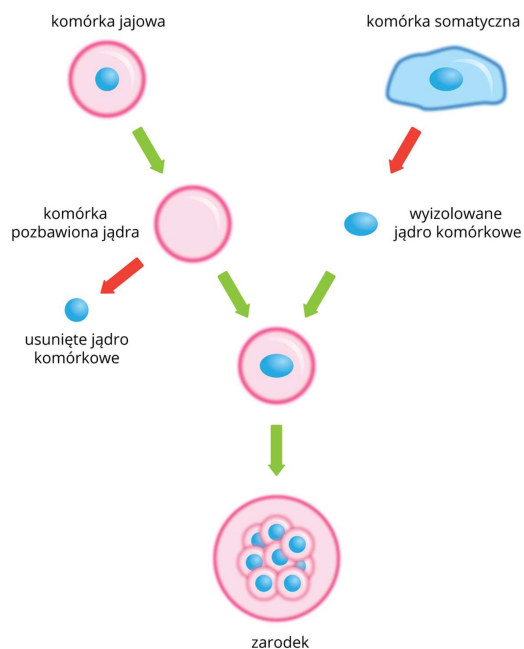
Twoje cele

- Opisziesz zalety i wady klonowania zwierząt.
- Wyjaśnisz obawy etyczne wiążące się z klonowaniem zwierząt.
- Ocenisz, czy możliwe jest klonowanie ludzi.

Przeczytaj

Klonowanie zwierząt

Klonowanie zwierząt pozwala uzyskać identyczną pod względem genetycznym kopię dojrzałego organizmu zwierzęcego lub identyczne organizmy potomne różne od rodziców. Procedura ta wykonywana jest kilkoma metodami, z których najczęściej wykorzystywane są: transfer jądra komórkowego z komórki somatycznej do komórki jajowej, izolacja blastomerów z zarodka, podział zarodka (bisekcja) oraz klonowanie chimerowe, polegające na agregacji blastomerów z różnych organizmów.



Klonowanie metodą transferu jąder komórkowych.

Źródło: Dariusz Adryan, licencja: CC BY 3.0.

Transfer jądra komórki somatycznej to jedna z najprężniej rozwijających się metod klonowania. Powstały w ten sposób klon jest pod względem genetycznym identyczny z dawcą komórki somatycznej (z wyłączeniem mitochondrialnego DNA, pochodzącego

z komórki jajowej). Taki zabieg pozwala na tworzenie indukowanych linii komórek macierzystych, przydatnych m.in. w transplantologii, a także klonowanie osobników o wyjątkowych cechach. Nie bez znaczenia jest również możliwość [klonowania reprodukcyjnego](#) ludzi czy [klonowania terapeutycznego](#).

Jednak metoda ta niesie ze sobą wiele negatywnych skutków, które są podstawą do kwestionowania wykorzystania jej na komórkach ludzkich. Od momentu sklonowania owcy Dolly pojawiają się różnego rodzaju obawy [etyczne](#) dotyczące tej procedury.

Obawy etyczne wokół klonowania zwierząt

Wątpliwości dotyczące klonowania zwierząt wynikają przede wszystkim z niskiej wydajności tej metody, związanej z dużą **umieralnością** klonów: zarodków i urodzonych zwierząt. Zanim w 1996 r. sklonowano owcę Dolly, liczne próby klonowania starszych, bardziej zróżnicowanych komórek zarodków kończyły się niepowodzeniem. W przypadku owcy Dolly jedynie 1 z 277 zygot dała pożądaną efekt w postaci osobnika, który osiągnął dorosłość (wydajność na poziomie 0,3%). Obumieranie zarodków i poronienia spowodowane były wadami genetycznymi lub problemami z właściwym zagnieżdżeniem się zarodka w macicy matki zastępczej czy zaburzeniami funkcji łożyska. Niedługo po sklonowaniu owcy Dolly uczeni z Uniwersytetu Hawajskiego w Honolulu, tą samą metodą uzyskali kilkadziesiąt klonów myszy – w tym przypadku sukcesem zakończyło się ok. 1% prób. Z 800 zaimplantowanych [blastocyst](#) jedynie 10 osobników dożyło dorosłości. Efektem prac naukowców było uzyskanie linii klonów mysich, które mogą służyć w badaniach eksperymentalnych.



Wypchana owca Dolly jako eksponat w muzeum w Edynburgu. Zwierzę zostało uśpione w wieku sześciu lat z powodu choroby płuc.

Źródło: Mike Pennington, licencja: CC BY-SA 2.0.

W badaniach dotyczących klonowania, w którym wykorzystywane są jądra komórkowe pobrane z komórek starszych zarodków lub z organizmów dojrzałych, opisano wiele niewyjaśnionych przypadków obumarcia zarodka w różnych stadiach ciąży lub śmierci narodzonego zwierzęcia tuż po porodzie. Wydaje się, że przyczyną znacznej śmiertelności oraz zwiększonego występowania chorób u sklonowanych zwierząt mogą być błędy w [reprogramowaniu epigenetycznym](#), odpowiedzialnym za procesy [demetylacji DNA](#). Różnice w metylacji DNA prowadzą do zmienionej dostępności matrycy dla czynników transkrypcyjnych. W konsekwencji prowadzi to do zmiany profilu ekspresji genów.

Zwierzęta, które udało się sklonować, często umierają przedwcześnie lub cierpią na różne **choroby**, takie jak niewydolność wątroby czy niedorozwój układu oddechowego. Z powodu tych zaburzeń klonowanie zwierząt dla mięsa i mleka budzi obawy ze względu na ich potencjalny negatywny wpływ na zdrowie człowieka. Klon byka Chance, Second Chance, przeżył jedynie 8 lat (Chance dożył 21 lat), a owca Dolly przeżyła zaledwie 6,5 roku, przy średniej długości życia gatunku na poziomie 12 lat. Istnieją jednak przypadki, w których klony zwierząt osiągają typowy wiek dla swojego gatunku lub rasy. Przykładem jest Snuppy, klon charta afgańskiego (pierwszy

sklonowany pies metodą transferu jądra komórkowego), który dożył 10 lat (zakładany wiek dla rasy), a dwie samice tej rasy przeżyły 9 lat.

Z drugiej strony doświadczenia nad klonowaniem zwierząt mają duże znaczenie zarówno dla naukowych badań, jak i praktycznego zastosowania ich efektów.

Umożliwiają m.in. głębsze zrozumienie procesów rozwoju i różnicowania się ssaków, tańsze uzyskiwanie [transgenicznych](#) zwierząt produkujących w mleku cenne ludzkie białka terapeutyczne czy tworzenie modeli do badań nad chorobami, jak w przypadku klonowanych myszy. Nie bez znaczenia jest także wykorzystanie klonowania roślin i zwierząt do poprawy wydajności rolnictwa i hodowli, ochrony gatunków zagrożonych czy do uzyskiwania osobników o cechach użytkowych (np. psów tropiących, rasowych koni).

Obawy etyczne wokół klonowania ludzi

Możliwość klonowania dorosłych zwierząt wywołała też dyskusję nad klonowaniem ludzi, zwłaszcza po udanych próbach klonowania naczelnych, począwszy od sklonowania w 1997 r. zarodków rezusa (*Macaca mulatta*) metodą transferu jąder. Dyskusja ta rozgorzała ponownie w 2017 r. po skutecznym sklonowaniu tą samą metodą makaka krabożernego (*Macaca fascicularis*). Rozważano różne sytuacje, w których takie klonowanie mogłoby być pożądane. Jedną z nich jest bezpłodność partnerów, u których można by przeprowadzać tzw. **klonowanie reprodukcyjne**. Obawy etyczne w tym przypadku wiążą się z niską skutecznością tej metody. Przy założeniu, że powiedzie się jedna próba na 100, otrzymanie u bezpłodnej pary potomstwa na drodze klonowania wiązałoby się z koniecznością uzyskania co najmniej 100 komórek jajowych od różnych kobiet (dawczyń oocytów), a następnie wprowadzenia do organizmu matki zastępczej każdej blastocysty zawierającej jądro klonowanego osobnika dorosłego. Zatem doczekanie się przez jedną parę potomstwa będącego klonem jednego z partnerów wymagałoby dużej ingerencji u kilkuset kobiet. Ponadto niska skuteczność metody oznacza śmierć wielu ze stworzonych zarodków, a także konieczność utylizacji tych, które nie zostały wykorzystane.

Ponadto obserwacje dokonane na przykładzie klonowania zwierząt dają podgląd na temat możliwych następstw klonowania ludzi. Powodowane klonowaniem wady rozwojowe, choroby i śmiertelność, a także skrócona średnia długość życia zwierząt mogą z dużym prawdopodobieństwem wystąpić też u ludzi. Ze względu na brak zrozumienia niektórych procesów zachodzących podczas zjawiska reprogramowania epigenetycznego, a także innych procesów związanych z ekspresją genów, nie można wpłynąć na ograniczenie występowania tych następstw.

Wraz z rozwojem technik klonowania oraz zwiększaniem się ich dostępności problem wykorzystania tej metody u człowieka będzie powracać i niezbędne stanie się wprowadzenie rozwiązań prawnych w tym zakresie.



Naturalnymi klonami są bliźnięta jednojajowe (monozygotyczne). Narodziny takich bliźniąt u człowieka zdarzają się jednak niezwykle rzadko – przypadki te dotyczą zaledwie 0,35% wszystkich ciąży.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Klonowanie ludzi może mieć także charakter **terapeutyczny**. To zastosowanie wiąże się z analizą zarodków przed implantacją w macicy oraz ich selekcją, a także możliwością tworzenia komórek macierzystych na bazie komórek dawcy. Większość wytworzonych dla tych celów zarodków, niespełniających wymaganych kryteriów oraz stanowiących źródło materiału transplantacyjnego, byłaby uśmiercana. W procesie wytwarzania linii komórkowych (a na dalszym etapie być

może organów do przeszczepów) zarodki stanowiące źródło materiału transplantacyjnego również byłyby uśmiercane. To właśnie z zarodków uzyskiwanych w wyniku klonowania metodą transferu jądra komórkowego pobierane byłyby komórki macierzyste w celu leczenia dawcy komórek somatycznych użytych do klonowania. Zaletą otrzymanych w ten sposób komórek macierzystych jest zgodność tkankowa i w związku z tym brak konieczności stosowania immunosupresji u biorcy.

Klonowanie terapeutyczne również budzi wątpliwości etyczne. Brak regulacji dotyczących wykorzystania tej metody u ludzi może prowadzić do sytuacji, w których możliwe będzie sklonowanie noworodków obumarłych pod koniec ciąży lub krótko po porodzie, a także przedwcześnie zmarłych dzieci. Co więcej, możliwe byłoby klonowanie dorosłych osób w celu zapewnienia organów do przeszczepu dla dawcy komórek. Obawy wiążą się też z możliwością klonowania osób utalentowanych, obdarzonych cechami zapewniającymi sukcesy w różnych dziedzinach życia, np. w sporcie. Może się to przyczynić do sterowania rozwojem rasy ludzkiej i marginalizacji osób niepełnosprawnych.

Warto pamiętać, że organizm sklonowany metodą transferu jądra komórki somatycznej nie będzie w 100% identyczny z dawcą komórki. Różnice wynikają m.in. z dziedziczenia mitochondrialnego DNA, które przekazywane jest od matki, a zatem pochodzi z komórki jajowej. Mogą one także wynikać ze [zmian epigenetycznych](#): ekspresja genów związana z tymi zmianami może być modyfikowana przez środowisko oraz dziedziczona. Ponadto cechy organizmu zależne są w pewnym stopniu od warunków, w jakich organizm dorasta, np. czynników klimatycznych, chorobotwórczych, odżywiania.

Regulacje prawne dotyczące reprodukcyjnego klonowania ludzi

Klonowanie reprodukcyjne jest zakazane w większości krajów europejskich.

- W 1997 r. Światowa Organizacja Zdrowia uznała klonowanie ludzi za niedopuszczalne.

- Protokół dodatkowy o zakazie klonowania istot ludzkich przyjęty przez Radę Europy 12 stycznia 1998 r. w Paryżu, będący częścią Konwencji o Ochronie Praw Człowieka i Godności Istoty Ludzkiej wobec Zastosowań Biologii i Medycyny, jednoznacznie zakazuje klonowania ludzi.
- 7 września 2000 r. Parlament Europejski przyjął rezolucję dotyczącą zakazu klonowania człowieka.
- Kwestia klonowania została także poruszona przez Organizację Narodów Zjednoczonych – uchwała z 2005 r. wzywa do zaprzestania klonowania ludzi w celach reprodukcyjnych.
- Art. 3 Karty praw podstawowych Unii Europejskiej zabrania klonowania w celach reprodukcyjnych.

W Polsce Ustawa o leczeniu niepłodności (Dz.U. z 2015 r., poz. 1087, art. 87) stanowi: „Kto tworzy zarodek, którego informacja genetyczna w jądrze komórkowym jest identyczna z informacją genetyczną w jądrze komórkowym innego zarodka, płodu, człowieka, zwłok lub szczątków ludzkich, podlega karze pozbawienia wolności od 6 miesięcy do lat 5”. Zgodnie z tą regulacją klonowanie metodą transferu jądra komórkowego jest przestępstwem.

Słownik

blastocysta

stadium rozwoju zarodkowego ssaków; w stadium blastocysty następuje u ssaków łożyskowych implantacja zarodka do ściany macicy

demetylacja DNA

proces polegający na odłączeniu grup alkilowych (metylowych; $-CH_3$) od zasad azotowych w DNA; poziom ekspresji genów skorelowany jest z poziomem metylacji DNA w sekwencjach promotorowych: wyższy stopień metylacji skutkuje niższą ekspresją genu

etyka

w sensie potocznym to ogół norm moralnych uznawanych w pewnym czasie przez jakąś zbiorowość społeczną jako punkt odniesienia dla oceny i regulacji postępowania w celu integracji grupy wokół pewnych wartości

klonowanie reprodukcyjne

uważane jako forma leczenia bezpłodności; mające na celu reprodukcję lub zwiększenie liczebności potomstwa

klonowanie terapeutyczne

głównie diagnostyka preimplantacyjna i hodowla materiału transplantacyjnego na bazie komórek ciała biorcy przeszczepu

organizmy transgeniczne

organizmy genetycznie zmodyfikowane, ang. genetically modified organisms (GMO); rośliny bądź zwierzęta, których genom został zmieniony za pomocą współczesnych metod inżynierii genetycznej; w efekcie zawierają w komórkach stabilnie włączony do chromosomów i ulegający ekspresji dodatkowy gen (geny) pochodzący z innego organizmu; również własny, prawidłowy gen może zostać zastąpiony wersją zmutowaną lub zostać usunięty (nokauty genowe)

reprogramowanie epigenetyczne

proces polegający na zmianie aktywności genów w jądrze komórkowym, poprzez zmianę profilu metylacji DNA, skutkujący możliwością cofnięcia komórki somatycznej do stanu podziałów komórkowych

zmiany epigenetyczne

zmiana profilu ekspresji genów niewynikająca ze zmiany sekwencji nukleotydowej, np. poprzez procesy metylacji DNA lub metylacji i acetylacji histonów

Audiobook

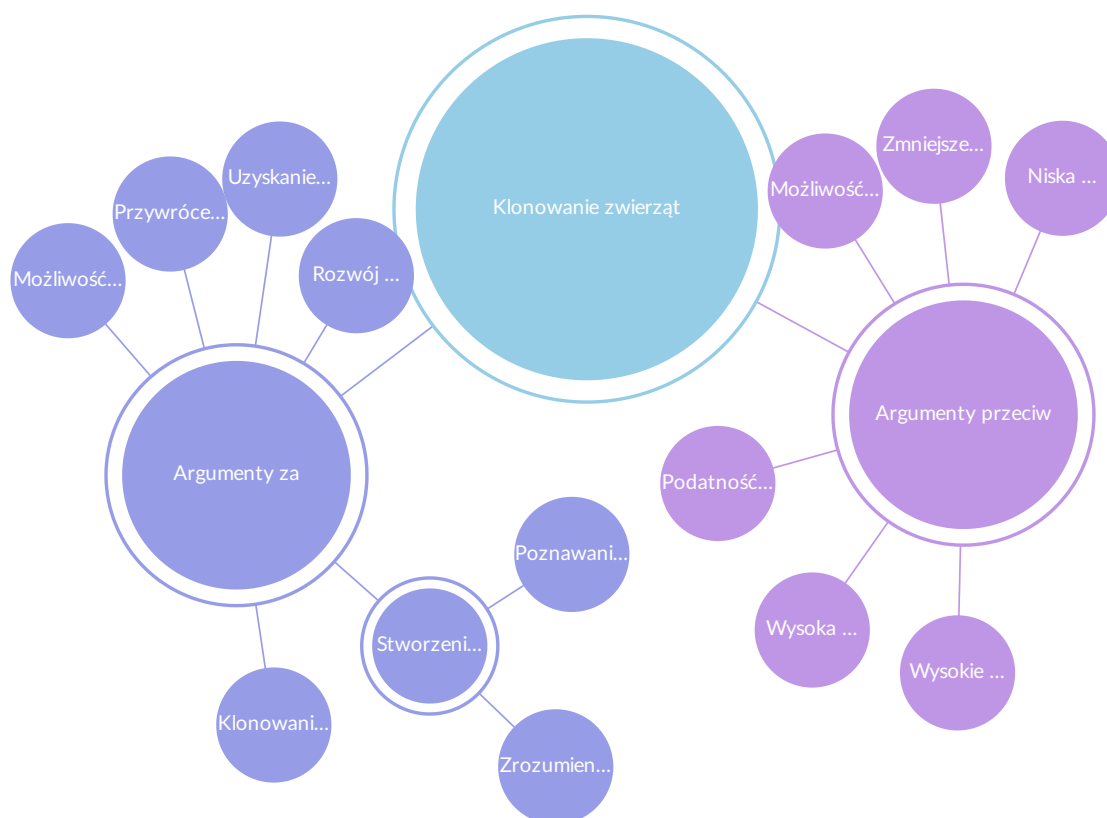
dr hab. Agata Wnukiewicz-Kozłowska, Uniwersytet Wrocławski

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o. o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Polecenie 2

Mapa myśli



Klonowanie zwierząt – argumenty za i przeciw.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Wyjaśnij, jakie korzyści niesie za sobą klonowanie bydła.

Polecenie 2

Wyjaśnij, dlaczego klonowanie człowieka uważane jest za jedną z możliwych metod leczenia niepłodności.

Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: Biologia

Temat: Obawy etyczne wokół klonowania zwierząt

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

VIII. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Uczeń:

- 11) przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej;
- 12) dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie.

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XV. Biotechnologia. Podstawy inżynierii genetycznej. Uczeń:

- 13) przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej;
- 14) dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii.

Cele operacyjne (językiem ucznia):

- Opiszysz zalety i wady klonowania zwierząt.
- Wyjaśnisz obawy etyczne wiążące się z klonowaniem zwierząt.
- Ocenisz, czy możliwe jest klonowanie ludzi.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- odwrócona klasa;
- rozmowa kierowana;
- praca z audiobookiem;
- mapa myśli;
- dyskusja za i przeciw.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;

- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda.

Przed lekcją:

1. Uczniowie zapoznają się z treścią w sekcji „Przeczytaj”.

Przebieg lekcji

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy temat lekcji oraz cele zajęć, omawiając lub ustalając razem z uczniami kryteria sukcesu.
2. **Praca z tekstem.** Nauczyciel prowadzi rozmowę kierowaną dotyczącą zagadnień poruszanych w tekście, z którym uczniowie mieli się zapoznać przed lekcją. Uczestnicy zajęć odpowiadają na zadane przez niego pytania:
 - Na czym polega klonowanie?
 - Jakie obawy etyczne są związane z klonowaniem zwierząt?
 - Z jakimi obawami etycznymi wiąże się klonowanie ludzi?Jeśli to konieczne, nauczyciel zadaje pytania pomocnicze, przytacza dane dotyczące klonowania, motywując uczniów do poszukiwania odpowiedzi na zadane pytania.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z multimedium („Audiobook”).** Nauczyciel zapowiada, że po wysłuchaniu audiobooka uczniowie wezmą udział w dyskusji za i przeciw związanej z kwestią

klonowania zwierząt i ludzi. Uczniowie zapoznają się z medium w sekcji „Audiobook”, wynotowując informacje, które przydadzą im się podczas dyskusji.

2. **Dyskusja.** Nauczyciel dzieli uczniów na dwie grupy – jedna przedstawia argumenty za klonowaniem zwierząt i ludzi, a druga przeciwko.
3. **Praca z drugim multimediami („Mapa myśli”).** Uczniowie zapoznają się z mapą myśli i wyszukują argumenty, których nie przedstawiono podczas dyskusji. Następnie wykonują polecenie nr 2, w którym mają za zadanie wyjaśnić, dlaczego klonowanie człowieka uważane jest za jedną z możliwych metod leczenia niepłodności. Uczniowie porównują odpowiedzi z osobą z pary. Wybrane zespoły prezentują swoje rozwiązanie na forum klasy.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel prosi uczniów o rozwinięcie zdań: „Dziś nauczyłem/nauczyłam się...”, „Zrozumiałem/zrozumiałam, że...”, „Zaskoczyło mnie...”, „Dowiedziałem/dowiedziałam się...”.
2. Nauczyciel ponownie wyświetla na tablicy temat lekcji zawarty w sekcji „Wprowadzenie” i w tym kontekście podsumowuje pracę uczniów.

Praca domowa:

1. Wykonaj polecenie nr 2 z sekcji „Audiobook”.

Materiały pomocnicze:

- Jane B. Reece i in., „Biologia Campbella”, tłum. K. Stobrawa i in., Dom Wydawniczy REBIS, Poznań 2021.
- „Encyklopedia szkolna. Biologia”, red. Marta Stęplewska, Robert Mitoraj, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2006.

Dodatkowe wskazówki metodyczne:

- Uczniowie mogą przed lekcją zapoznać się z multimediami zamieszczonymi w sekcji „Audiobook”, aby przygotować się do późniejszej pracy na zajęciach.