



Przebieg translacji u Eukaryota

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film samouczek](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Przebieg translacji u Eukaryota

Translacja to jeden z etapów ekspresji genu. Polega on na „tłumaczeniu” sekwencji nukleotydów mRNA na sekwencje aminokwasów w białku.

Źródło: pixabay.com, domena publiczna.

Translacja jest drugim etapem odczytywania informacji genetycznej, podczas którego – na podstawie informacji zapisanej w nici mRNA – syntetyzowany jest polipeptyd.

Twoje cele

- Wyjaśnisz, na czym polega translacja u *Eukaryota*.
- Opiszysz proces translacji.
- Przedstawisz znaczenie translacji dla ekspresji informacji genetycznej.

Przeczytaj

Translacja

Translacja to proces biosyntezy białek na matrycy mRNA powstającego w jądrze komórkowym. Wynikiem translacji jest „przetłumaczenie” informacji genetycznej zawartej w DNA na sekwencję aminokwasów w białku (peptydzie).

Proces translacji przebiega zgodnie z centralnym dogmatem biologii molekularnej, który zakłada przepływ informacji genetycznej z DNA przez RNA do białka.

Proces translacji katalizowany jest przez rybosomy, które zlokalizowane są w cytoplazmie lub na błonach siateczki endoplazmatycznej szorstkiej. Do prawidłowego przebiegu translacji oprócz rybosomów niezbędne są:

- mRNA – matrycowe RNA, na podstawie którego odczytywana jest informacja o sekwencji aminokwasów w łańcuchu polipeptydowym;
- aminokwasy białkowe – 20 różnych aminokwasów wchodzących w skład białek;
- tRNA – transportujący/transferowy RNA, czyli cząsteczki RNA, które mają za zadanie wiązanie wolnych aminokwasów w cytoplazmie i ich transport do rybosomów;
- czynniki inicjacji, elongacji i terminacji translacji – białka lub kompleksy białkowe odpowiedzialne za procesy translacji na każdym z jej etapów;
- **GTP** – źródło energii.

Trzy etapy translacji

Wyodrębnia się trzy etapy translacji: inicjację, elongację i terminację.

Inicjacja (rozpoczęcie translacji)

Pierwszym z etapów translacji jest inicjacja, czyli złożenie maszyneryi translacyjnej oraz rozpoznanie **kodonu** AUG (kodon START) na nici mRNA.

U eukariontów mniejsza podjednostka rybosomu łączy się najpierw z inicjatorowym metionilo-tRNA, a następnie z czapeczką. Czapeczka jest strukturą na końcu 5' mRNA,

która stanowi miejsce wiązania rybosomu. Po przyłączeniu małej podjednostki rybosomu przesuwa się ona po sekwencji mRNA, aż natrafi na kodon AUG.

Ważne!

Kodon AUG znajduje się w obrębie **sekwencji Kozak**, będącej miejscem inicjacji translacji.

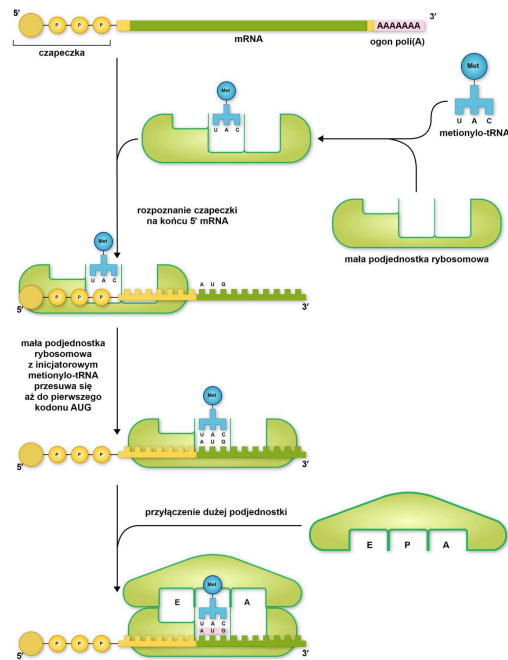
Sekwencja Kozak to sekwencja nukleotydowa ACCAUGG, która występuje w mRNA eukariontów. Jest ona rozpoznawana przez rybosom jako miejsce, od którego mRNA jest przepisywany na kolejność aminokwasów w łańcuchu polipeptydowym w procesie translacji.

Sekwencja Kozak została nazwana na cześć amerykańskiej biochemiczki **Marilyn Kozak**, która zidentyfikowała ją w połowie lat 80 XX wieku.

Kiedy mała podjednostka rybosomu natrafi na kodon AUG, następuje przyłączenie dużej podjednostki rybosomu.

W procesie inicjacji translacji ważny udział pełnią białka lub kompleksy białkowe należące do **czynników inicjacji translacji**, oznaczanych jako **eIF**.

Czynnik inicjacji translacji	Funkcja
eIF1, eIF1A, eIF3	Biorą udział w zapobieganiu połączeniu się małej podjednostki rybosomu z dużą podjednostką. Czynniki te wiążą się z małą podjednostką rybosomu (40S) oraz mRNA, umożliwiając utrzymanie struktury przestrzennej regionu rybosomu odpowiedzialnego za wiązanie mRNA. Dzięki temu możliwe jest skanowanie mRNA w poszukiwaniu kodonu START.
eIF4F	Bierze udział w przyłączeniu rybosomu do czapeczki na końcu 5' mRNA.
eIF2	Wchodzi w skład kompleksu zawierającego inicjatorowe metionyno-tRNA oraz GTP . Odnajduje kodon AUG, który inicjuje translację.



Przebieg inicjacji translacji.

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

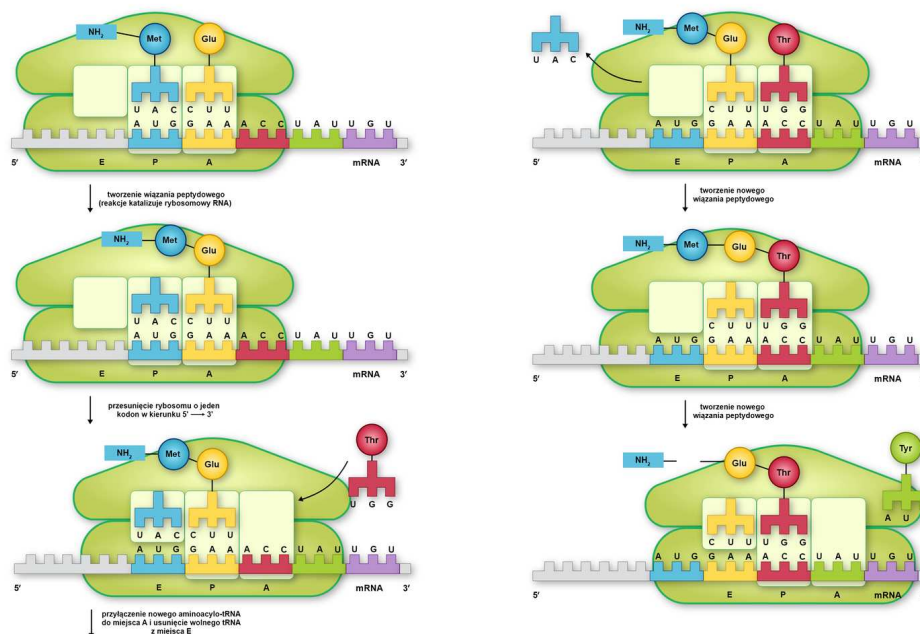
Elongacja (wydłużanie łańcucha peptydowego)

Elongacja to najbardziej dynamiczny etap procesu translacji i wiąże się z wydłużaniem sekwencji łańcucha peptydowego. Część tRNA z przyłączoną metioniną znajdują się w miejscu P rybosomu. W miejscu A przyłącza się następna część tRNA z przyłączonym aminokwasem, której **antykonon** odpowiada kolejnemu kodonowi w mRNA. Między metioniną a nowym aminokwasem tworzy się wiązanie peptydowe, metionina odłącza się od tRNA, a rybosom przesuwają o trzy nukleotydy (o kodon). W miejscu P znajduje się teraz nowo przyłączony tRNA, z którym związany jest łańcuch dwóch aminokwasów. Część tRNA, która jako pierwsza przyłączyła się do mRNA, zostaje przesunięta do miejsca E, przez które opuszcza rybosom. Do uwolnionego miejsca A przyłącza się kolejna część aminoacylo-tRNA i cały proces przebiega według poprzedniego schematu aż do końca translacji.

Organizmy eukariotyczne mają dwa główne **czynniki elongacji** oznaczane jako **eEF**.

Czynnik elongacji	Funkcja
eEF1	Wiązanie aminoacylo-tRNA do struktury rybosomu, co umożliwia tworzenie wiązań między kolejnymi aminokwasami.

Czynnik elongacji	Funkcja
eEF2	Odpowiada za przesunięcie nici mRNA o jeden kodon po dołączeniu aminokwasu do tworzonego łańcucha peptydowego. Powoduje zmiany konformacyjne w obrębie rybosomu, które wymagają nakładu energii z GTP.



Przebieg elongacji.

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

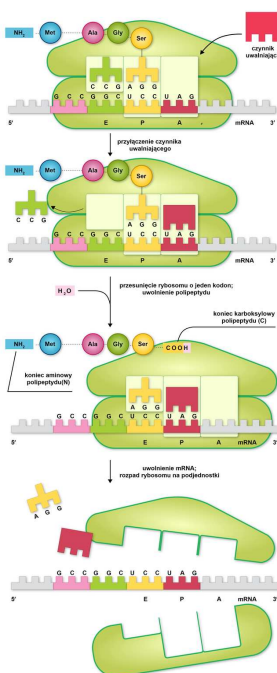
Terminacja (zakończenie translacji)

Terminacja to ostatni etap syntezy polipeptydu na rybosomach, który rozpoczyna się w momencie rozpoznania w sekwencji mRNA kodonu STOP. Ważną rolę w tym procesie odgrywa **czynnik uwalniający** oznaczany jako **eRF**.

Kiedy miejsce A natrafi na kodon STOP (UAA, UAG, UGA), zamiast aminoacylo-tRNA przyłącza się do niego białko zwane czynnikiem uwalniającym eRF1.

Czynnik uwalniający	Funkcja
eRF1	Czynnik ten powoduje hydrolizę wiązania estrowego między powstałym polipeptydem a miejscem P rybosomu. Tutaj kończy się translacja – odłącza się utworzony polipeptyd i rozpada kompleks translacyjny.

Czynnik uwalniający	Funkcja
eRF3	Stymulacja aktywności eRF1 w obecności GTP.



Przebieg terminacji.

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

Potranslacyjne modyfikacje białek

W trakcie translacji łańcuch polipeptydowy jest **zwijany** i **modyfikowany chemicznie**, dzięki czemu białko osiąga odpowiednią **strukturę drugorzędową** i **trzeciorzędową**. Zwijanie białka warunkowane jest **sekwencją aminokwasów** i tworzeniem się wiązań pomiędzy łańcuchami bocznymi aminokwasów. Jeżeli dojrzałe białko składa się z kilku łańcuchów polipeptydowych, odpowiednie z nich są łączone, dzięki czemu białko osiąga **strukturę czwartorzędową**.

Nowo syntezowane białka nie zawsze tuż po powstaniu są białkami funkcjonalnymi, dlatego wymagają dodatkowych modyfikacji, aby mogły pełnić swoje funkcje w komórce.

Modyfikacje potranslacyjne wpływają na stabilność, aktywność, właściwości fizyczne i właściwości chemiczne białek. Dzięki modyfikacjom potranslacyjnym białka mogą pełnić funkcje strukturalne i regulatorowe oraz możliwe jest ich sortowanie i kierowanie do odpowiednich miejsc w komórce lub poza nią.

Niektóre aminokwasy mogą być **modyfikowane chemicznie**, czyli przez przyłączenie do nich cząsteczek niebiałkowych np. cukrów, tłuszczów i grup fosforanowych.

Ważne!

Najczęściej spotykaną reakcją regulatorową jest **fosforylacja** łańcuchów bocznych aminokwasów. Dołączenie przez kinazy grupy fosforanowej do białka może doprowadzić do zmiany kształtu białka, przyczyniając się na przykład do odsłonięcia bądź zamaskowania centrum aktywnego. Wiele etapów ekspresji genów i szlaków przekazywania sygnałów powiązanych jest z potranslacyjną modyfikacją białek przez fosforylowanie.

Zdarza się, że konieczne jest **wycięcie** pewnej liczby aminokwasów z łańcucha polipeptydowego, np. wycięcie pierwszego aminokwasu – metioniny. Ponadto łańcuchy polipeptydowe mogą być **cięte** po syntezie na mniejsze fragmenty i dopiero w takiej formie są aktywne. Takiej modyfikacji ulegają m.in. insuliny i [kaspazy](#).

Aminokwasy mogą być także **modyfikowane poprzez przyłączenie innych białek**. Przykładem jest ubikwitynacja, czyli przyłączenie ubikwityny do białka docelowego, która związana jest z procesem ich degradacji.

Białka mogą być modyfikowane wielokrotnie na różny sposób. Więcej na ten temat w e-materiale [Modyfikacje potranslacyjne białek](#).

Znaczenie translacji

Translacja odgrywa istotną rolę we wszystkich procesach komórkowych, ze względu na zaangażowanie białek w niemal każdą funkcję komórki, od budowy, poprzez transport, do reakcji metabolicznych. Mutacje w genach białek zaangażowanych w proces translacji powodują często ogromne zmiany w funkcjonowaniu organizmu, mogą prowadzić nawet do śmierci.

Zmiany w sekwencji czynnika inicjacji eIF1A w jego regionie N-końca skorelowano z niekontrolowaną proliferacją komórek oraz zmianami nowotworowymi.

Mutacja w genie czynnika elongacji eEF2 powiązано z ataksją rdzeniowo-mózdkową. Z kolei zmiana w genie kodującym czynnik uwalniający u bakterii powodowała zatrzymanie podziałów komórkowych.

Translacja jest także jednym z poziomów regulacji ekspresji genów. Wszystkie te cechy dowodzą, iż translacja jest bardzo ważnym procesem w komórkach i pozwala na ich prawidłowe funkcjonowanie.

Słownik

antykodon

trzy kolejne nukleotydy w sekwencji tRNA odpowiedzialne za rozpoznanie komplementarnej (zgodnie z komplementarnością zasad azotowych) sekwencji znajdującej się w kodonie w mRNA

eEF

(ang. *eukaryotic elongation factor* – eukariotyczny czynnik elongacji) białko uczestniczące w elongacji translacji u eukariontów

eIF

(ang. *eukaryotic initiation factor* – eukariotyczny czynnik inicjacji) białko uczestniczące w inicjacji translacji u eukariontów

eRF

(ang. *eukaryotic release factor* – eukariotyczny czynnik uwalniający) białko uczestniczące w terminacji translacji u eukariontów

GTP

guanozyno-5'-trifosforan; organiczny związek chemiczny pełniący funkcję przenośnika energii w komórce

kaspazy

grupa enzymów, których celem jest zniszczenie białek strukturalnych i enzymatycznych w trakcie procesu apoptozy komórki

kodon

sekwencja trzech nukleotydów w łańcuchu DNA lub mRNA kodująca pojedynczy aminokwas w białku

sekwencja Kozak

sekwencja nukleotydowa w obrębie mRNA eukariontów, zawierająca kodon START; fragment mRNA rozpoznawany przez rybosom jako miejsce inicjacji translacji

translacja

drugi etap ekspresji genu, podczas którego – na podstawie informacji zapisanej w nici mRNA – jest syntetyzowany polipeptyd

Film samouczek

Translacja polega na rozpoznawaniu przez tRNA kolejnych trójek nukleotydowych na mRNA, czyli kodonów. Dzieje się to przy udziale rybosomów i różnych czynników białkowych. Rozpoznawane przez tRNA kodony wyznaczają kolejne aminokwasy w syntetyzowanym polipeptydzie.

Polecenie 1

Na podstawie filmu wyjaśnij, gdzie zachodzi oraz na czym polega proces translacji.



Przebieg translacji u Eukaryota



Film dostępny pod adresem </preview/resource/RZXXU8RYLP3Mh>

Przebieg translacji u Eukaryota.

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

Film nawiązujący do treści materiału pod tytułem: Przebieg translacji u Eukaryota.

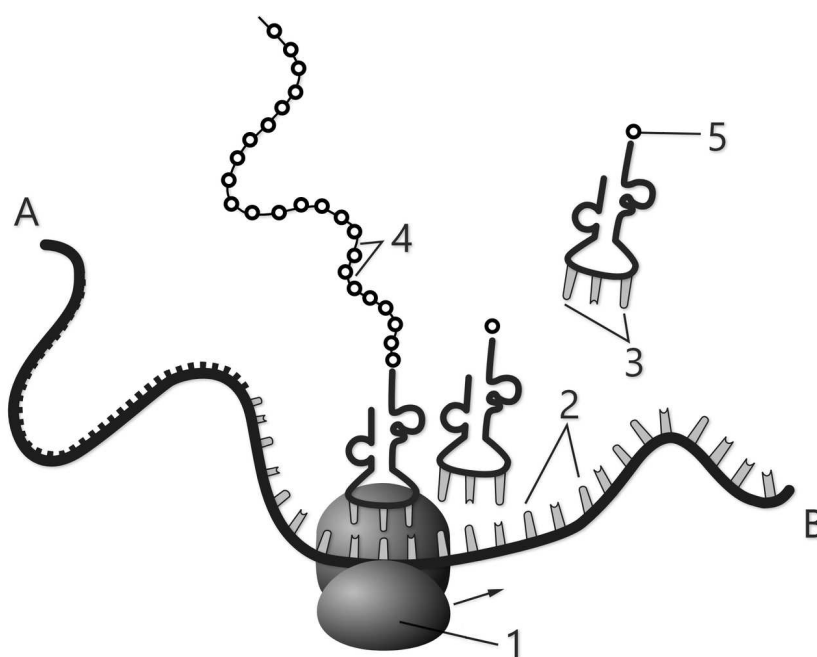
Polecenie 2

Opisz rolę trzech miejsc wyznaczonych dla tRNA w rybosomie.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



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

Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Ćwiczenie 5



Ćwiczenie 6



Wiele spośród stosowanych dziś w nauce i medycynie antybiotyków wpływa na proces translacji. Streptomycyna zmienia konformację małej podjednostki (30S) rybosomu w taki sposób, że możliwe jest przyłączenie się do mRNA cząsteczki tRNA niosącej nieodpowiedni aminokwas. Z kolei chloramfenikol wiąże się z dużą (50S) podjednostką rybosomów, imitując strukturalnie tRNA i blokując przyłączenie się właściwego substratu do miejsca A rybosomu. Jeszcze inny mechanizm działania prezentują makrolidy. Antybiotyki te łączą się rRNA w miejscu, w którym gotowy polipeptyd opuszcza rybosom. Blokuje to uwalnianie polipeptydu i w konsekwencji dalszą jego elongację. Selektywność działania erytromycyny (należącej do makrolidów) wynika z faktu, że w bakteriach 2058 nukleotydem jest nukleotyd adeninowy, a eukarionty posiadają w tym miejscu nukleotyd guaninowy.

Na podstawie: http://laboratoria.net/artukul/_item,20622,print,1.html

Ćwiczenie 7



Ćwiczenie 8



Dla nauczyciela

Autor: Anna Juwan

Przedmiot: biologia

Temat: Przebieg translacji u Eukaryota

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

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

VI. Ekspresja informacji genetycznej w komórkach człowieka. Uczeń:

5) opisuje proces translacji i przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XIII. Ekspresja informacji genetycznej. Uczeń:

6) opisuje proces translacji i przedstawia znaczenie modyfikacji potranslacyjnej białek;

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):

- Wyjaśnisz, na czym polega translacja u *Eukaryota*.
- Opiszysz proces translacji.
- Przedstawisz znaczenie translacji dla ekspresji informacji genetycznej.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm.

Metody i techniki nauczania:

- z użyciem komputera;
- ćwiczenia interaktywne;
- praca z filmem samouczkiem;
- analiza tekstu źródłowego;
- linia czasu.

Formy pracy:

- praca w parach;
- 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. **Przygotowanie do zajęć.** Nauczyciel loguje się na platformie i udostępnia uczniom e-materiał „Przebieg translacji u Eukaryota”. Prosi uczestników zajęć o rozwiązanie ćwiczenia nr 2 z sekcji „Sprawdź się” na podstawie treści 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. **Raport z przygotowań.** Nauczyciel, za pomocą dostępnego w panelu użytkownika raportu, sprawdza, którzy uczniowie zapoznali się z udostępnionym e-materiałem i wykonali zadane ćwiczenie. Jeśli odpowiedzi uczniów bardzo się różnią lub ćwiczenie okazało się trudne, nauczyciel omawia je na forum.

Faza realizacyjna:

1. **Praca z filmem samouczkiem pt. „Przebieg translacji u Eukaryota”.** Uczniowie zapoznają się z filmem samouczkiem udostępnionym przez nauczyciela. Następnie prowadzący zajęcia prosi podopiecznych, by wyjaśnili różnicę między tRNA

- a aminoacylo-tRNA. Uczniowie, pracując w parach, formułują wyjaśnienie. Ochotnicy przedstawiają swoje wyjaśnienia na forum klasy, a nauczyciel ocenia ich poprawność.
2. **Linia czasu.** Nauczyciel dzieli uczniów na cztery zespoły. Każda z grup ma za zadanie przedstawić za pomocą linii czasu etapy translacji z uwzględnieniem opisu mechanizmów zachodzących na każdym z nich. Następnie grupy prezentują swoje linie czasu. Nauczyciel pyta uczniów, czy wszystkie etapy translacji są dla nich zrozumiałe i nie budzą wątpliwości. Odpowiada na ewentualne pytania uczniów.
 3. **Utrwalanie wiedzy i umiejętności.** Uczniowie dobierają się w pary i wykonują ćwiczenia nr 6 i 7 (odnoszące się do tekstu źródłowego na temat antybiotyków wpływających na proces translacji) w sekcji „Sprawdź się”. Następnie konsultują swoje rozwiązania z inną parą uczniów i ustalają jedną wersję odpowiedzi.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie rozwiązują ćwiczenie nr 3 (typu „prawda/fałsz”) z sekcji „Sprawdź się”. Następnie przygotowują podobne zadanie dla osoby z pary: tworzą trzy prawdziwe lub fałszywe zdania dotyczące tematu lekcji. Uczniowie wykonują ćwiczenie otrzymane od kolegi lub koleżanki.
2. Nauczyciel wyświetla treści zawarte w sekcji „Wprowadzenie” i na ich podstawie dokonuje podsumowania najważniejszych informacji przedstawionych na lekcji.

Praca domowa:

1. Wykonaj w domu ćwiczenia niezrealizowane na lekcji.

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.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania filmu samouczka:

- Uczniowie mogą wykorzystać film samouczek w celu przygotowania się do lekcji powtórkowej.