Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 13

Ekspresja informacji genetycznej

Kariotyp człowieka, budowa genu (promotor, eksony, introny, terminator), transkrypcja i rola polimerazy RNA, rodzaje RNA, obróbka potranskrypcyjna, cechy kodu genetycznego, translacja na rybosomie, regulacja ekspresji genów i różnicowanie komórek. Dziewięć kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, praca z materiałem źródłowym, dwie kartkówki i sprawdzian w grupach A i B – z kluczem i zasadami oceniania.

Biologia | klasa 3 LO i technikum | Dział 13 | zakres podstawowy (ZP)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Ekspresja genów – najważniejsze wiadomości** Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZP	3 zad. · 10 pkt
2	**Ekspresja genów – ćwiczenia** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZP	8 zad. · 22 pkt
3	**Ekspresja genów – praca z materiałem źródłowym** Tekst, tabela, wykres i wyniki doświadczeń	Praca z materiałem źródłowym	ZP	4 zad. · 15 pkt
4	**Kartkówka 1: kariotyp, budowa genu, transkrypcja i obróbka potranskrypcyjna – grupa A** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZP	4 zad. · 7 pkt 15 min
5	**Kartkówka 1: kariotyp, budowa genu, transkrypcja i obróbka potranskrypcyjna – grupa B** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZP	4 zad. · 7 pkt 15 min
6	**Kartkówka 2: kod genetyczny, translacja i regulacja ekspresji genów – grupa A** 15 minut · 6 pkt	Kartkówka	ZP	4 zad. · 6 pkt 15 min
7	**Kartkówka 2: kod genetyczny, translacja i regulacja ekspresji genów – grupa B** 15 minut · 6 pkt	Kartkówka	ZP	4 zad. · 6 pkt 15 min
8	**Sprawdzian: Ekspresja genów – grupa A** 45 minut · 24 pkt	Sprawdzian	ZP	9 zad. · 24 pkt 45 min
9	**Sprawdzian: Ekspresja genów – grupa B** 45 minut · 24 pkt	Sprawdzian	ZP	9 zad. · 24 pkt 45 min

Jak korzystać z zestawu

- Karta 1 to najważniejsze wiadomości z działu, przykłady z wzorcową odpowiedzią i krótka rozgrzewka – od niej warto zacząć.
- Karta 2 to ćwiczenia, karta 3 – zadania na materiale źródłowym: tekst, tabela, wykres, wyniki doświadczenia.
- Karty 4–7 to dwie kartkówki (po 15 minut), karty 8–9 – sprawdzian (45 minut). Każde w grupach A i B: te same typy zadań i ta sama punktacja, inne treści.
- Klucz na końcu zawiera odpowiedzi i zasady oceniania zadań otwartych w stylu CKE: przykładowa odpowiedź, za co jest punkt i czego się nie uznaje.
- Osobny plik „Powtórka" zbiera pojęcia i schematy działu, typowe błędy i test „Sprawdź się" z odpowiedziami.

Oznaczenia

ZP	zakres podstawowy
ZR	zakres rozszerzony (treści tylko dla ZR)
(0–2 pkt)	liczba punktów możliwych do zdobycia za zadanie
Zadanie 4.1.	wiązka zadań do wspólnego materiału źródłowego
Jak to sprawdza CKE	typ zadania i typowy błąd ze sprawozdań CKE
Na maturze	wymagania z podstawy programowej, których dotyczy temat

Wymagania z podstawy programowej (Dz.U. 2024 poz. 1019)

- **VI.1** opisuje kariotyp człowieka oraz strukturę genu
- **VI.2** opisuje proces transkrypcji, z uwzględnieniem roli polimerazy RNA
- **VI.3** opisuje proces obróbki potranskrypcyjnej
- **VI.4** przedstawia cechy kodu genetycznego
- **VI.5** opisuje proces translacji
- **VI.6** przedstawia istotę regulacji ekspresji genów

Materiał oryginalny – nie jest kopią materiałów CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum, zakres podstawowy (Dz.U. 2018 poz. 467 w brzmieniu Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania: I.1, IV.2 / VI.1–VI.6. Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

Ekspresja genów – najważniejsze wiadomości

Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka

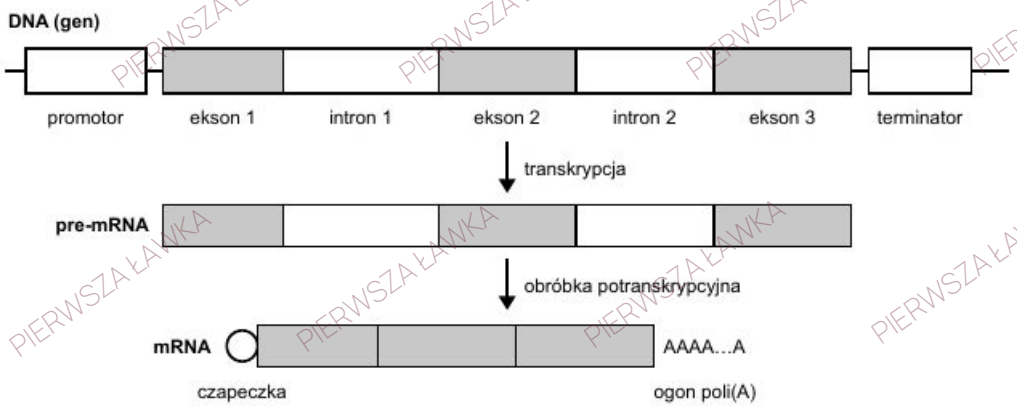
ZP KARTA 1/9

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 10 pkt

Najważniejsze wiadomości · 10 pkt

Przypomnij sobie

- **Ekspresja informacji genetycznej** to odczytanie informacji zapisanej w genie i wytworzenie na jej podstawie RNA, a najczęściej – białka. Przebiega w dwóch głównych etapach: **transkrypcji** (DNA → RNA) i **translacji** (mRNA → białko). U człowieka między nimi zachodzi **obróbka potranskrypcyjna**, a po translacji białko fałduje się i bywa dalej modyfikowane.
- **Kariotyp człowieka** to zestaw chromosomów komórki somatycznej: **46 chromosomów** = 22 pary **autosomów** i 1 para **chromosomów płci** (kobieta XX, mężczyzna XY). Zapis: 46,XX lub 46,XY. W każdej parze jeden chromosom pochodzi od matki, a drugi od ojca. Kariotyp bada się zwykle w hodowanych limfocytach z krwi – chromosomy fotografuje się w metafazie, gdy są najbardziej skondensowane, i układa w pary według wielkości i położenia centromeru (**kariogram**). Badanie wykrywa zmiany liczby chromosomów i duże zmiany ich budowy, ale nie pojedyncze zmiany w genach.
- **Gen** to fragment cząsteczki DNA, w którym zapisana jest budowa RNA lub białka. Gen człowieka składa się z **promotora** (miejsce przyłączenia polimerazy RNA, od którego zaczyna się transkrypcja), części transkrybowanej, w której **eksony** (odcinki zachowane w dojrzałym mRNA) przeplatają się z **intronami** (odcinkami wycinanymi), oraz z **terminatora** – sekwencji, na której transkrypcja się kończy. Geny bakterii zwykle nie mają intronów.



Budowa genu człowieka i powstawanie mRNA (rysunek własny, długości odcinków umowne).

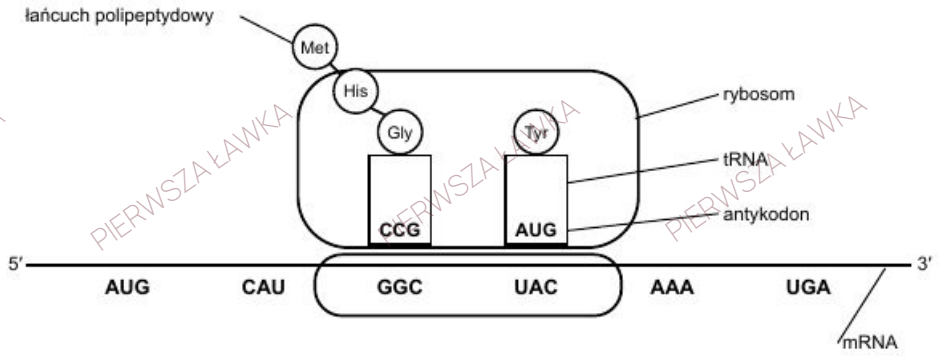
- **Transkrypcja** zachodzi w jądrze komórkowym. **Polimeraza RNA** przyłącza się do promotora (z pomocą białek – czynników transkrypcyjnych), rozplata fragment podwójnej helisy i wzdłuż jednej nici DNA – **nici matrycowej** – dobiera komplementarne rybonukleotydy: naprzeciw A wstawia U, naprzeciw T – A, naprzeciw G – C, naprzeciw C – G. Łączy je w nić RNA, wydłużaną od końca 5′ do 3′. Po dojściu do terminatora RNA i polimeraza odłączają się od DNA, a helisa się zamyka. Z jednego genu powstaje wiele cząsteczek RNA.

Rodzaj RNA	Rola w ekspresji genu
mRNA (informacyjny)	przenosi informację o kolejności aminokwasów z jądra do rybosomu; jest matrycą w translacji
tRNA (transportujący)	przyłącza określony aminokwas i dostarcza go do rybosomu; ma antykodon komplementarny do kodonu mRNA
rRNA (rybosomowy)	razem z białkami buduje rybosom; uczestniczy w tworzeniu wiązań peptydowych

- **Pułapka:** W RNA nie ma tyminy. Nić RNA jest komplementarna do nici **matrycowej** DNA, więc ma taką samą sekwencję jak druga nić (kodująca), tylko z U zamiast T. Przy przepisywaniu matrycy naprzeciw A zawsze wpisuj U.
- **Obróbka potranskrypcyjna** (u człowieka – w jądrze) zmienia pre-mRNA w dojrzały mRNA: (1) na końcu 5′ dołączana jest **czapeczka**, (2) na końcu 3′ – **ogon poli(A)** z wielu nukleotydów adeninowych; oba chronią mRNA przed rozkładem i ułatwiają jego transport do cytoplazmy oraz przyłączenie do rybosomu; (3) **wycinane są introny**, a eksony łączą się ze sobą (splicing). Gdy w różnych komórkach eksony jednego genu łączą się w różnych zestawach (**alternatywne składanie**), jeden gen może kodować kilka odmian białka.
- **Kod genetyczny** to sposób zapisu kolejności aminokwasów w białku za pomocą kolejności nukleotydów w mRNA. Trzy kolejne nukleotydy mRNA tworzą **kodon**. Istnieją 64 kodony: 61 oznacza aminokwasy, a 3 (UAA, UAG, UGA) to **kodony stop**, kończące translację. Kodon **AUG** rozpoczyna translację (kodon start) i oznacza metioninę.

Cecha kodu	Co oznacza	Przykład
trójkowy	aminokwas koduje kodon złożony z trzech nukleotydów	GCU – alanina
jednoznaczny	każdy kodon ma tylko jedno znaczenie	UGG to zawsze tryptofan
zdegenerowany (nadmiarowy)	większość aminokwasów ma po kilka kodonów	GAA i GAG – kwas glutaminowy
bezprzecinkowy	między kodonami nie ma przerw ani znaków oddzielających	AUGGCU… czyta się AUG|GCU|…
niezachodzący	każdy nukleotyd należy tylko do jednego kodonu	odczyt trójkami od kodonu start
uniwersalny	te same kodony oznaczają te same aminokwasy u prawie wszystkich organizmów (nieliczne wyjątki, np. w mitochondriach)	gen człowieka odczytany w bakterii daje to samo białko

- **Pułapka:** „Zdegenerowany” nie znaczy „wieloznaczny”. Kilka kodonów może oznaczać jeden aminokwas (degeneracja), ale jeden kodon nigdy nie oznacza kilku aminokwasów (jednoznaczność). Kodon stop nie koduje aminokwasu – z 6 kodonów (z kodonem stop) powstaje peptyd z 5 aminokwasów.
- **Translacja** zachodzi na **rybosomach** w cytoplazmie. **Inicjacja:** mała podjednostka rybosomu przyłącza mRNA i odnajduje kodon start AUG; naprzeciw niego staje tRNA z metioniną, potem dołącza duża podjednostka. **Elongacja:** do kolejnego kodonu przyłącza się tRNA z pasującym (komplementarnym) **antykodonem**, niosące odpowiedni aminokwas; rybosom łączy aminokwasy **wiązaniem peptydowym**, po czym przemieszcza się dalej o trzy nukleotydy (jeden kodon) w stronę końca 3′ mRNA, a wolne tRNA odłącza się. **Terminacja:** gdy w rybosomie znajdzie się kodon stop, nie pasuje do niego żaden tRNA – białkowy czynnik uwalniający powoduje odłączenie łańcucha polipeptydowego, a rybosom rozpada się na podjednostki.



Translacja – rybosom przesuwa się wzdłuż mRNA; antykodony tRNA zapisano od końca 3′ do 5′ (rysunek własny).

Cecha	Transkrypcja	Translacja
miejsce w komórce człowieka	jądro komórkowe (także mitochondria)	cytoplazma – rybosomy wolne i na siateczce śródplazmatycznej szorstkiej
matryca	jedna nić DNA (nić matrycowa)	mRNA
produkt	RNA (np. pre-mRNA)	łańcuch polipeptydowy
co dobiera komplementarnie	rybonukleotydy do nukleotydów DNA (A–U, T–A, G–C, C–G)	antykodony tRNA do kodonów mRNA
najważniejszy enzym / struktura	polimeraza RNA	rybosom

- Jedną cząsteczkę mRNA może jednocześnie odczytywać wiele rybosomów (**polisom**), dlatego z jednego mRNA szybko powstaje wiele cząsteczek białka. Niektóre antybiotyki (np. erytromycyna, tetracykliny) wiążą się z rybosomami bakterii, które różnią się budową od rybosomów w cytoplazmie komórek człowieka, i hamują syntezę białek bakterii.
- **Kluczowe:** Przepływ informacji genetycznej: **DNA → (transkrypcja) → pre-mRNA → (obróbka) → mRNA → (translacja) → białko**. Kolejność nukleotydów w genie wyznacza kolejność kodonów w mRNA, a ta – kolejność aminokwasów w białku.
- **Regulacja ekspresji genów.** Wszystkie komórki somatyczne człowieka mają te same geny, ale w każdym typie komórek działa tylko część z nich. Geny potrzebne każdej komórce (np. geny enzymów oddychania komórkowego, białek rybosomów) są aktywne stale, a geny swoiste dla tkanki – tylko w niektórych komórkach (gen albuminy w wątrobie, gen keratyny w naskórku). Dzięki temu komórki się różnicują i pełnią różne funkcje.

Poziom regulacji	Na czym polega (przykład)
rozpoczęcie transkrypcji (najważniejszy)	białka regulatorowe – czynniki transkrypcyjne – przyłączają się do sekwencji regulatorowych przy promotorze i włączają albo wyłączają gen; uruchamiają je np. hormony lub niedobór tlenu
obróbka i trwałość mRNA	różne łączenie eksonów; szybszy lub wolniejszy rozkład mRNA
translacja i białko	hamowanie odczytu mRNA, aktywacja lub rozkład gotowego białka

- **Kluczowe:** Komórki wątroby i naskórka tego samego człowieka mają **te same geny**, ale wytwarzają inne białka, bo **ulegają w nich ekspresji różne geny**. Regulacja pozwala też komórce wytwarzać białko tylko wtedy, gdy jest potrzebne, i nie tracić energii oraz substratów.
- **Pułapka:** „Komórki naskórka nie mają genu albuminy” – błąd. Gen jest w każdej komórce somatycznej, ale w naskórku (w danych z tabeli) w ogóle nie ulega ekspresji – nie jest transkrybowany.

Ekspresja genów – ćwiczenia

Ćwiczę umiejętności z działu

ZP

KARTA 2/9

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 22 pkt

Ćwiczenia · 22 pkt

Zadanie 1. (0–6 pkt) ..... / 6

Przyporządkuj opisy do procesu. Wpisz je w odpowiednie kolumny.

działa polimeraza RNA matrycą jest mRNA powstają wiązania peptydowe
rybonukleotydy łączą się w nić zachodzi w jądrze komórkowym
antykodon łączy się z kodonem

transkrypcja	translacja

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

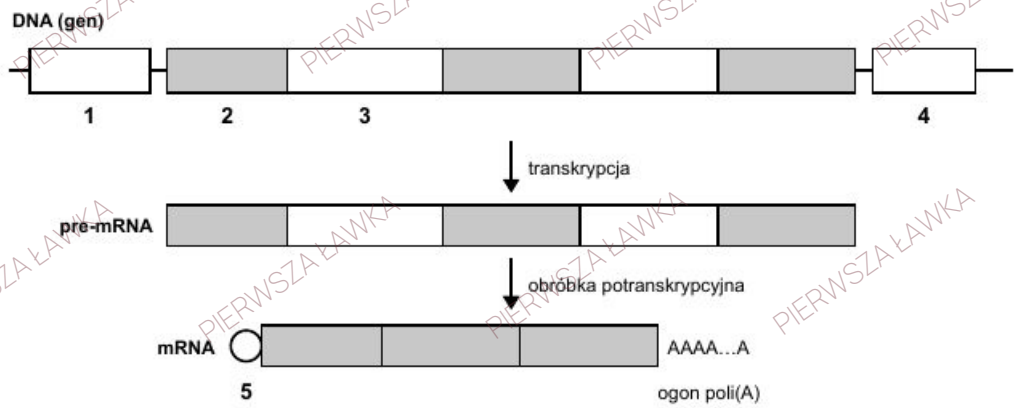
Uzupełnij opis transkrypcji – wybierz właściwe określenia.

1. Polimeraza RNA rozpoczyna transkrypcję po przyłączeniu się do **(terminatora/promotora)** genu.
2. Naprzeciw adeniny w nici matrycowej DNA polimeraza wstawia nukleotyd z **(tyminą/uracylem)**.
3. Transkrypcja kończy się na **(terminatorze/kodonie stop)** genu.

Zadanie 3. (0–2 pkt) ..... / 2

Rysunek przedstawia budowę genu człowieka i powstawanie mRNA. Podaj nazwy elementów oznaczonych numerami 1–5.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Na podstawie tabeli kodu genetycznego zapisz sekwencję aminokwasów kodowaną przez mRNA: 5′-AUG UUU GGA AAA UGG UAA-3′, oraz sekwencję nici matrycowej DNA, na której powstał ten mRNA (zapisz ją od końca 3′).

Miejsce na odpowiedź

Kodon	Aminokwas	Kodon	Aminokwas	Kodon	Aminokwas
AUG	Met (start)	GAA, GAG	Glu	UCU	Ser
UUU, UUC	Phe	CAU	His	GUU	Val
GGA, GGC	Gly	UAC	Tyr	GAU	Asp
AAA, AAG	Lys	GCU	Ala	UGC	Cys
UGG	Trp	CCU	Pro	UAA, UAG, UGA	stop

Zadanie 5. (0–4 pkt) ..... / 4

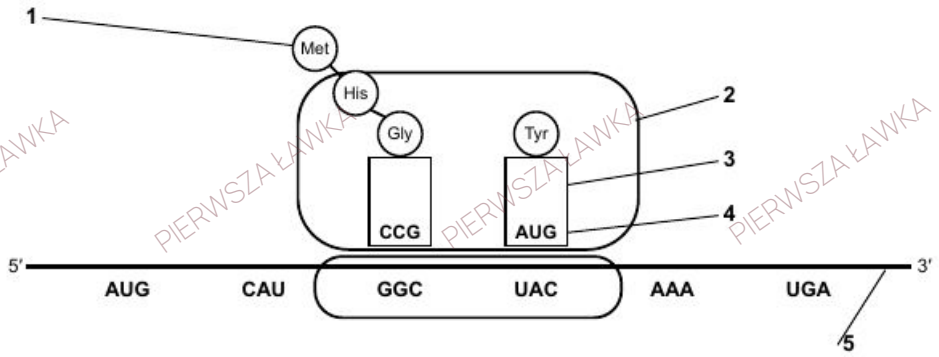
Oceń prawdziwość zdań o kodzie genetycznym.

1. Kod jest trójkowy – aminokwas koduje kodon złożony z trzech nukleotydów.	**P**	**F**
2. Kodon UGG może oznaczać tryptofan albo inny aminokwas, zależnie od komórki.	**P**	**F**
3. Kod jest uniwersalny, więc bakteria może odczytać gen człowieka i wytworzyć to samo białko.	**P**	**F**
4. Kodony GGA i GGC oznaczają ten sam aminokwas, co wynika z degeneracji kodu.	**P**	**F**

Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Na rysunku translacji podaj nazwy elementów 1–5 i wyjaśnij, jaką rolę w translacji pełni element 4.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 2.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Sformułuj problem badawczy tego doświadczenia.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Podaj, czemu służyły hodowle bez erytromycyny.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Sformułuj wniosek z doświadczenia.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 2.4. (0–2 pkt) ..... / 2

Wyjaśnij, dlaczego erytromycyna może być lekiem przeciwbakteryjnym, który nie zatrzymuje syntezy białek w komórkach pacjenta. W odpowiedzi odwołaj się do przebiegu translacji.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 3. (0–3 pkt)

Przeanalizuj tabelę i wykonaj polecenia.

Wyniki badania kariotypu

W pracowni genetycznej zbadano kariotypy trzech osób. Chromosomy oglądano w hodowanych limfocytach krwi.

Osoba	Zapis kariotypu	Liczba chromosomów
1	46,XX	46
2	46,XY	46
3	46,XX	46

Opracowanie własne, dane przykładowe.

Zadanie 3.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Ile autosomów jest w kariotypie osoby 2?

A. 23 B. 22 C. 44 D. 46

Zadanie 3.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Podaj numery osób, które są kobietami, i uzasadnij odpowiedź, odwołując się do zapisu kariotypu.

Miejsce na odpowiedź

Sprawdzian: Ekspresja genów – grupa A

45 minut · 24 pkt

ZP KARTA 8/9

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 24 pkt

Sprawdzian · 45 minut · 24 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Ile chromosomów płci jest w prawidłowym kariotypie komórki somatycznej mężczyzny?

A. 23 B. 2 C. 44 D. 1

Zadanie 2. (0–3 pkt) ..... / 3

Dopasuj rodzaj RNA (1–3) do jego roli (a–c).

1. mRNA	a) buduje rybosom razem z białkami
2. tRNA	b) dostarcza aminokwasy do rybosomu
3. rRNA	c) jest matrycą w translacji

1 ____ 2 ____ 3 ____

Zadanie 3. (0–4 pkt) ..... / 4

Oceń prawdziwość zdań.

1. Polimeraza RNA dobiera rybonukleotydy komplementarne do nici matrycowej DNA.	P	F
2. Ogon poli(A) dołączany jest do końca 5′ pre-mRNA.	P	F
3. Kodon stop nie koduje żadnego aminokwasu.	P	F
4. W komórkach różnych tkanek człowieka ulegają ekspresji różne zestawy genów.	P	F

Zadanie 4. (0–4 pkt) ..... / 4

Przyporządkuj elementy do miejsca, w którym występują.

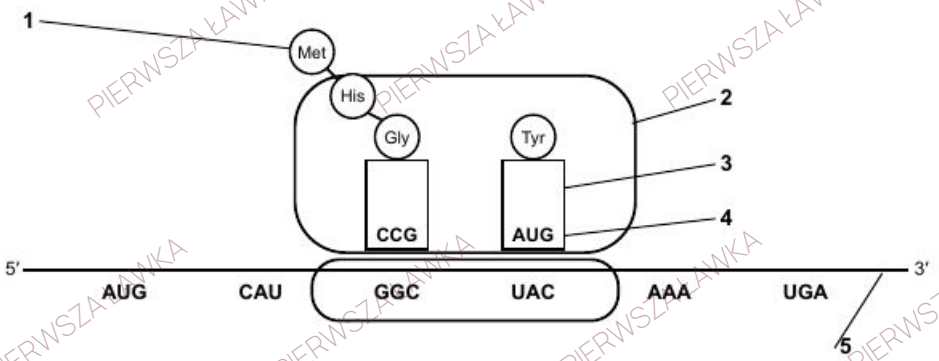
promotor czapeczka intron ogon poli(A)

gen (DNA)	dojrzały mRNA

Zadanie 5. (0–2 pkt) ..... / 2

Na rysunku podaj nazwy elementów oznaczonych numerami 2 i 5 i opisz przebieg terminacji translacji.

Miejsce na odpowiedź



Zadanie 6. (0–2 pkt) ..... / 2

Porównaj transkrypcję i translację pod względem miejsca w komórce człowieka i substratów (cząsteczek, z których powstaje produkt).

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 7. (0–2 pkt) ..... / 2

Opisz przebieg obróbki potranskrypcyjnej, uwzględniając trzy jej etapy.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 8. (0–3 pkt)

Przeczytaj informacje i wykonaj polecenia.

Fragment genu

Fragment nici matrycowej DNA pewnego genu (bez intronów) ma sekwencję: 3′-TAC AGA CTC AAA CAA ATT-5′.

Kodon	Aminokwas	Kodon	Aminokwas	Kodon	Aminokwas	Kodon	Aminokwas
AUG	Met (start)	GCU	Ala	GAA, GAG	Glu	UUU, UUC	Phe
CCU	Pro	UCU	Ser	GUU	Val	UAA, UAG, UGA	stop

Opracowanie własne.

PIERWSZA ŁAWKA

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Ekspresja informacji genetycznej – kartkówki, sprawdzian i karty pracy z powtórką, biologia, klasa 3 LO i technikum (zakres podstawowy)

Podgląd pokazał 10 z 31 stron. Pełna wersja: 31 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Ekspresja genów – najważniejsze wiadomości – 3 zadania, 10 pkt
- Karta 2: Ekspresja genów – ćwiczenia – 8 zadań, 22 pkt
- Karta 3: Ekspresja genów – praca z materiałem źródłowym – 4 zadania, 15 pkt
- Karta 4: Kartkówka 1: kariotyp, budowa genu, transkrypcja i obróbka potranskrypcyjna – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 5: Kartkówka 1: kariotyp, budowa genu, transkrypcja i obróbka potranskrypcyjna – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka 2: kod genetyczny, translacja i regulacja ekspresji genów – grupa A – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 7: Kartkówka 2: kod genetyczny, translacja i regulacja ekspresji genów – grupa B – 4 zadania, 6 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Ekspresja genów – grupa A – 9 zadań, 24 pkt
- Karta 9: Sprawdzian: Ekspresja genów – grupa B – 9 zadań, 24 pkt Karta 1 to teoria z przykładami i wzorcowymi odpowiedziami, karta 2 – ćwiczenia, karta 3 – praca z materiałem źródł

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail

pierwszalawka.pl/material/biologia-liceum-klasa-3-dzial-13-ekspresja-informacji-genetycznej