Pierwsza Ławka · zestaw działowy · liceum i technikum

Dział 26

Biotechnologia i inżynieria genetyczna

Biotechnologia tradycyjna i molekularna, enzymy restrykcyjne, ligazy i polimerazy, hybrydyzacja, analiza restrykcyjna i elektroforeza, PCR, sekwencjonowanie metodą Sangera, profil DNA i diagnostyka, GMO i sposoby ich otrzymywania, klonowanie, komórki macierzyste, poradnictwo genetyczne, terapia genowa oraz szanse, zagrożenia i problemy etyczne. Dziewięć kart: najważniejsze wiadomości z przykładami, ćwiczenia, zadania typu maturalnego, dwie kartkówki i sprawdzian w grupach A i B – z kluczem i zasadami oceniania.

Biologia | klasa 4 LO i technikum | Dział 26 | zakres rozszerzony (ZR)

	Karta	Rodzaj	Poziom	Zadania
1	**Biotechnologia – najważniejsze wiadomości** Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka	Najważniejsze wiadomości	ZR	3 zad. · 7 pkt
2	**Biotechnologia – ćwiczenia** Ćwiczę umiejętności z działu	Ćwiczenia	ZR	7 zad. · 22 pkt
3	**Biotechnologia – zadania typu maturalnego** Polecenia, wiązki i punktacja jak na maturze 2027	Zadania typu maturalnego	ZR	5 zad. · 13 pkt
4	**Kartkówka 1: biotechnologia tradycyjna, narzędzia i techniki inżynierii genetycznej – grupa A** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt 15 min
5	**Kartkówka 1: biotechnologia tradycyjna, narzędzia i techniki inżynierii genetycznej – grupa B** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt 15 min
6	**Kartkówka 2: GMO, klonowanie, komórki macierzyste i terapia genowa – grupa A** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt 15 min
7	**Kartkówka 2: GMO, klonowanie, komórki macierzyste i terapia genowa – grupa B** 15 minut · 7 pkt	Kartkówka	ZR	4 zad. · 7 pkt 15 min
8	**Sprawdzian: Biotechnologia – grupa A** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 pkt 45 min
9	**Sprawdzian: Biotechnologia – grupa B** 45 minut · 20 pkt	Sprawdzian	ZR	10 zad. · 20 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 typu maturalnego – polecenia, wiązki i punktacja jak w arkuszach CKE.
- 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)

- **XV.1** rozróżnia biotechnologię tradycyjną i molekularną
- **XV.2** przedstawia współczesne zastosowania metod biotechnologii tradycyjnej w przemyśle farmaceutycznym, spożywczym, rolnictwie, biodegradacji i oczyszczaniu ścieków
- **XV.3** przedstawia narzędzia wykorzystywane w biotechnologii molekularnej (enzymy: polimerazy, ligazy i enzymy restrykcyjne) i określa ich zastosowania
- **XV.4** przedstawia istotę technik stosowanych w inżynierii genetycznej (hybrydyzacja DNA, analiza restrykcyjna i elektroforeza DNA, metoda PCR, sekwencjonowanie DNA metodą Sangera)
- **XV.5** przedstawia zastosowania wybranych technik inżynierii genetycznej w medycynie sądowej, kryminalistyce, diagnostyce chorób
- **XV.6** wyjaśnia, czym jest organizm transgeniczny i GMO; przedstawia sposoby otrzymywania organizmów transgenicznych
- **XV.7** przedstawia potencjalne korzyści i zagrożenia wynikające z zastosowania organizmów modyfikowanych genetycznie w rolnictwie, przemyśle, medycynie i badaniach naukowych; podaje przykłady produktów otrzymanych z wykorzystaniem modyfikowanych genetycznie organizmów
- **XV.8** opisuje klonowanie organizmów metodą transferu jąder komórkowych i metodą rozdziału komórek zarodka na wczesnych etapach jego rozwoju oraz przedstawia zastosowania tych metod
- **XV.9** przedstawia sposoby otrzymywania i pozyskiwania komórek macierzystych oraz ich zastosowania w medycynie
- **XV.10** przedstawia sytuacje, w których zasadne jest korzystanie z poradnictwa genetycznego
- **XV.11** przedstawia ogólną zasadę działania terapii genowej
- **XV.12** przedstawia szanse i zagrożenia wynikające z zastosowań biotechnologii molekularnej
- **XV.13** dyskutuje o problemach społecznych i etycznych związanych z rozwojem inżynierii genetycznej oraz formułuje własne opinie w tym zakresie

Materiał oryginalny – nie jest kopią materiałów CKE ani podręczników. Podstawa programowa LO i technikum, zakres rozszerzony (Dz.U. 2018 poz. 467 w brzmieniu Dz.U. 2024 poz. 1019). Wymagania: I.2, II.4 / XV.1–XV.13. Do użytku własnego i pracy z własnymi uczniami.

Biotechnologia – najważniejsze wiadomości

Teoria, przykłady z wyjaśnieniem, rozgrzewka

ZR KARTA 1/9

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 7 pkt

Najważniejsze wiadomości · 7 pkt

Przypomnij sobie

- **XV.1. Dwie biotechnologie.** Biotechnologia to wykorzystanie organizmów lub ich części do wytwarzania produktów i usług. **Kluczowe:** Biotechnologia tradycyjna korzysta z naturalnych właściwości organizmów, molekularna – zmienia lub bada ich DNA technikami inżynierii genetycznej.

Cecha	Biotechnologia tradycyjna	Biotechnologia molekularna
co wykorzystuje	naturalne zdolności organizmów (fermentacje, rozkład materii) – bez zmiany DNA	techniki inżynierii genetycznej: cięcie, łączenie, powielanie i przenoszenie DNA
organizmy	dzikie lub uszlachetnione selekcją szczepy bakterii, drożdży, pleśni	organizmy zmodyfikowane genetycznie, hodowle komórek
przykłady	jogurt, kiszonki, pieczywo, wino, penicylina z pleśni, kompost, biogaz, oczyszczanie ścieków	insulina ludzka z bakterii, chymozyna z drożdży, PCR, profil DNA, rośliny transgeniczne, terapia genowa

- **XV.2. Biotechnologia tradycyjna dziś.** *Przemysł spożywczy:* fermentacja mlekowa (jogurt, kefir, kiszonki), alkoholowa drożdży (pieczywo, wino, piwo), dojrzewanie serów. *Farmacja:* antybiotyki z grzybów i promieniowców (penicylina z *Penicillium*), szczepionki z hodowli drobnoustrojów. *Rolnictwo:* kiszonki dla zwierząt, kompost, szczepionki bakteryjne z brodawkowymi bakteriami wiążącymi azot. *Biodegradacja i ścieki:* osad czynny i złoża biologiczne w oczyszczalniach, fermentacja metanowa osadów (biogaz), usuwanie ropy z gleby przez bakterie (bioremediacja).
- **Pułapka:** Penicylina wytwarzana przez wyselekcjonowany szczep pleśni to biotechnologia tradycyjna – szczep uzyskano mutacjami i selekcją, a nie inżynierią genetyczną. O molekularnej mówimy dopiero, gdy celowo zmienia się lub analizuje DNA.
- **XV.3. Narzędzia.**

Narzędzie	Co robi	Zastosowanie
enzym restrykcyjny (restryktaza)	rozpoznaje krótką, zwykle palindromową sekwencję i przecina w niej DNA (lepkie albo tępe końce)	wycinanie genu i otwieranie wektora, analiza restrykcyjna
ligaza DNA	łączy wiązaniem fosfodiestrowym końce fragmentów DNA	wklejanie genu do plazmidu (DNA zrekombinowany)
polimeraza DNA (termostabilna, np. Taq)	dobudowuje nić DNA do startera na matrycy; nie traci aktywności po ogrzaniu do ok. 95 °C	PCR, sekwencjonowanie
odwrotna transkryptaza	syntetyzuje DNA (cDNA) na matrycy RNA	otrzymywanie genu bez intronów do ekspresji w bakterii

- Przykłady: EcoRI rozpoznaje 5′-GAATTC-3′ i tnie między G i A – powstają lepkie końce z wystającym 5′-AATT; SmaI tnie CCC|GGG – końce tępe. Ten sam enzym na genie i wektorze daje końce komplementarne, które łączy ligaza. Wektor (plazmid, wirus) przenosi gen do komórki; gen markerowy (np. oporności na antybiotyk) pozwala wybrać komórki, które wektor pobrały.

XV.4. Techniki inżynierii genetycznej.

Technika	Istota	Wynik
hybrydyzacja DNA	jednoniciowa, znakowana sonda łączy się z komplementarnym odcinkiem badanego DNA	wykrycie określonej sekwencji (genu, allelu, patogenu)
analiza restrykcyjna + elektroforeza	DNA cięty restryktazami; fragmenty w żelu wędrują do anody (+), krótsze dalej	wzór prążków – mapa miejsc cięcia, porównanie DNA
PCR	cykle: denaturacja → przyłączanie starterów → wydłużanie; liczba kopii odcinka podwaja się w cyklu	miliony kopii wybranego odcinka z niewielkiej ilości DNA
sekwencjonowanie metodą Sangera	synteza nici z dodatkiem dideoksynukleotydów (ddNTP, bez grupy 3′-OH), które kończą wydłużanie	fragmenty różnej długości; odczyt kolejności nukleotydów od najkrótszego



Jeden cykl PCR. Po n cyklach z jednej cząsteczki powstaje teoretycznie 2^n kopii odcinka między starterami.

- **Pułapka:** W PCR nie rozdziela się nici helikazą ani nie używa się ligazy: nici rozdziela wysoka temperatura, a polimeraza musi być termostabilna. Startery są dwa – po jednym dla każdej nici, komplementarne do końców 3′ powielanego odcinka.
- **Elektroforeza – jak czytać żel.** DNA ma ładunek ujemny (reszty fosforanowe), więc wędruje do anody. Długość prążka odczytuje się przez porównanie ze wzorcem. Suma długości fragmentów po cięciu = długość cząsteczki. DNA liniowy cięty w n miejscach daje n + 1 fragmentów, kolisty (plazmid) – n.
- **XV.5. Zastosowania.** *Medycyna sądowa i kryminalistyka:* profil DNA z sekwencji STR (krótkie powtórzenia tandemowe – liczba powtórzeń w danym locus różni się między ludźmi) – porównanie śladu z próbkami osób, identyfikacja ofiar, ustalanie pokrewieństwa. Zgodność w jednym locus nie wystarcza; zgodność w wielu loci czyni przypadkowe podobieństwo bardzo mało prawdopodobnym. *Diagnostyka:* PCR wykrywa DNA bakterii i wirusów (dla wirusów RNA – po odwrotnej transkrypcji), hybrydyzacja i sekwencjonowanie wykrywają mutacje (także u nosicieli i w diagnostyce prenatalnej).
- **XV.6. GMO i organizm transgeniczny. Kluczowe:** GMO to organizm, którego materiał genetyczny zmieniono w sposób niezachodzący naturalnie w wyniku krzyżowania lub rekombinacji. Organizm transgeniczny to GMO, który ma gen innego gatunku (transgen).

Sposób wprowadzenia genu	Do jakich organizmów
wektor plazmidowy (transformacja bakterii)	bakterie, drożdże
Agrobacterium tumefaciens z plazmidem Ti (T-DNA wbudowuje się do genomu)	rośliny dwuliścienne i część jednoliściennych
mikrowstrzeliwanie (cząstki złota pokryte DNA)	rośliny
mikroiniekcja DNA do przedjądrza zygoty	zwierzęta
wektory wirusowe, elektroporacja	komórki zwierząt i człowieka (także w terapii genowej)

- **XV.7 i XV.12. Korzyści i zagrożenia.** *Produkty:* insulina ludzka i hormon wzrostu z bakterii, czynniki krzepnięcia, chymozyna do serów, enzymy do proszków, szczepionki białkowe (np. przeciw WZW typu B z drożdży), rośliny odporne na szkodniki lub herbicydy, myszy-modele chorób. *Korzyści:* tańsze i bezpieczniejsze leki o sekwencji ludzkiej, większe plony, mniej oprysków, nowe metody diagnostyki i

leczenia. *Zagrożenia:* przepływ transgenu do dzikich krewnych (np. przez pyłek), uodpornianie się szkodników i chwastów, wpływ na organizmy niebędące celem, uzależnienie rolników od nasion firm, możliwe alergeny w nowych białkach, wykorzystanie danych genetycznych przeciw człowiekowi.

- **XV.8. Klonowanie organizmów.** *Transfer jądra komórki somatycznej:* z oocytu usuwa się jądro, wprowadza jądro komórki somatycznej dawcy (np. przez fuzję w impulsie elektrycznym), zarodek rozwija się w matce zastępczej; klon ma DNA jądrowy dawcy, a mitochondrialny – dawczyni oocytu (owca Dolly, 1996). *Rozdział komórek wczesnego zarodka:* blastomery rozdzielone przed różnicowaniem dają genetycznie identyczne osobniki – klony siebie nawzajem, a nie rodziców (jak bliźnięta jednojajowe). Zastosowania: rozmnażanie cennych zwierząt hodowlanych, zachowanie zagrożonych gatunków, zwierzęta wytwarzające białka leków.
- **XV.9. Komórki macierzyste.** Zarodkowe (z węzła zarodkowego blastocysty, pluripotencjalne); somatyczne (np. szpik kostny, krew pępowinowa – multipotencjalne); indukowane pluripotencjalne (iPS – komórki skóry przeprogramowane przez wprowadzenie kilku genów, Yamanaka 2006). Zastosowania: przeszczepienie szpiku lub komórek krwiotwórczych w białaczkach, odtwarzanie tkanek (np. skóra przy oparzeniach, rogówka), badania leków na komórkach pacjenta.
- **XV.10–XV.11. Poradnictwo i terapia genowa.** Do poradni genetycznej warto zgłosić się m.in. gdy: w rodzinie występuje choroba genetyczna, urodziło się dziecko z wadą wrodzoną, para jest spokrewniona, występują powtarzające się poronienia, badanie prenatalne dało nieprawidłowy wynik, w rodzinie wiele osób zachorowało młodo na ten sam nowotwór. *Terapia genowa:* wprowadzenie do komórek pacjenta prawidłowego genu (lub wyciszenie/naprawa wadliwego) za pomocą wektora, zwykle wirusowego; *ex vivo* – komórki pobrane, zmienione i podane z powrotem, *in vivo* – wektor podany do organizmu. Terapia komórek somatycznych nie jest dziedziczona przez potomstwo.
- **XV.13. Spory etyczne.** Status zarodka (pozyskiwanie zarodkowych komórek macierzystych), klonowanie człowieka (reprodukcyjnego klonowania istot ludzkich zakazuje Karta Praw Podstawowych UE, art. 3), zmiany dziedziczne w komórkach płciowych, prywatność danych genetycznych, dostęp do drogich terapii, patentowanie organizmów. Opinia na maturze = stanowisko + argument oparty na faktach biologicznych (nie samo „bo to nienaturalne").

Przykłady z rozwiązaniem

Przykład 1. Wyjaśnij. Wyjaśnij, dlaczego do mieszaniny PCR dodaje się deoksyrybonukleotydy (dATP, dCTP, dGTP, dTTP), a nie rybonukleotydy (ATP, CTP, GTP, UTP).

W PCR powstają nowe nici DNA, a DNA zbudowany jest z deoksyrybonukleotydów (deoksyryboza, tymina zamiast uracylu). Polimeraza DNA przyłącza do startera tylko deoksyrybonukleotydy komplementarne do matrycy, więc bez dNTP nie powstałaby nowa nić.

Za co punkt: związek: produkt PCR to DNA → substratami polimerazy DNA są dNTP. *Dlaczego 0 pkt:* „bo ATP daje energię" – pomylenie roli ATP z budulcem nici.

Przykład 2. Odczytaj z żelu. DNA liniowy (9000 pz) cięto enzymem EcoRI i otrzymano fragmenty 4500, 2500 i 2000 pz. Podaj, ile miejsc cięcia EcoRI ma ta cząsteczka, i uzasadnij.

Dwa miejsca cięcia: cząsteczka liniowa przecięta w n miejscach daje n + 1 fragmentów, a powstały 3 fragmenty (4500 + 2500 + 2000 = 9000 pz).

Za co punkt: liczba miejsc + reguła n + 1 dla DNA liniowego. *Dlaczego 0 pkt:* „trzy miejsca, bo trzy prążki" – reguła dla DNA kolistego zastosowana do liniowego.

Przykład 3. **Przedstaw argumenty. Podaj jeden argument za i jeden przeciw uprawie rośliny transgenicznej odpornej na owady.**

Za: roślina sama wytwarza białko szkodliwe dla owadów żerujących, więc rolnik stosuje mniej insektycydów.

Przeciw: długotrwała uprawa sprzyja selekcji owadów odpornych na to białko (albo: transgen może przejść z pyłkiem na dzikie spokrewnione rośliny).

Za co punkt: po jednym argumencie opartym na biologicznym skutku. *Dlaczego 0 pkt:* „GMO jest niezdrowe", „bo to nienaturalne" – ocena bez mechanizmu.

Zadania

Zadanie 1. (0–3 pkt) ..... / 3

Oceń, czy stwierdzenia są prawdziwe.

1. Wypiek chleba na drożdżach jest przykładem biotechnologii tradycyjnej.	**P**	**F**
2. Ligaza DNA przecina DNA w określonej sekwencji.	**P**	**F**
3. W elektroforezie krótsze fragmenty DNA wędrują dalej od studzienek.	**P**	**F**

Zadanie 2. (0–1 pkt) ..... / 1

Organizm transgeniczny to organizm, który

A. zawiera w genomie gen pochodzący z innego gatunku.

B. powstał w wyniku krzyżowania dwóch odmian tego samego gatunku.

C. jest klonem innego osobnika.

D. ma w genomie mutację wywołaną promieniowaniem.

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Uzupełnij zdania.

1. W metodzie PCR nici DNA rozdziela się przez ogrzanie do temperatury ok. _____ °C.
2. Komórki macierzyste otrzymane przez przeprogramowanie komórek skóry to komórki _____.
3. Bakterią, która przenosi fragment DNA do komórek roślin, jest *Agrobacterium* _____.

PIERWSZA ŁAWKA

Biotechnologia – ćwiczenia

Ćwiczę umiejętności z działu

ZR KARTA 2/9

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

Ćwiczenia · 22 pkt

Zadanie 1. (0–4 pkt) ..... / 4

Dopasuj narzędzie do jego zastosowania.

1. enzym restrykcyjny
2. ligaza DNA
3. polimeraza Taq
4. odwrotna transkryptaza

a) powielanie odcinka DNA w PCR
b) otrzymanie cDNA na matrycy mRNA
c) przecięcie plazmidu w jednym miejscu
d) połączenie genu z otwartym plazmidem
e) rozdzielenie fragmentów DNA według długości

1 ____ 2 ____ 3 ____ 4 ____

Zadanie 2. (0–6 pkt) ..... / 6

Przyporządkuj przykłady do rodzaju biotechnologii. Do każdej kolumny przypisz trzy przykłady.

produkcja kefiru | oczyszczanie ścieków osadem czynnym | otrzymywanie biogazu z gnojowicy
insulina ludzka z bakterii | test PCR na obecność wirusa
drożdże wytwarzające chymozynę cielęcą

biotechnologia tradycyjna	biotechnologia molekularna

Zadanie 3. (0–3 pkt) ..... / 3

Uzupełnij opis sekwencjonowania metodą Sangera.

1. Do mieszaniny dodaje się, obok zwykłych nukleotydów, dideoksynukleotydy, które nie mają grupy _____ przy węglu 3′.
2. Wbudowanie dideoksynukleotydu _____ wydłużanie nici.
3. Fragmenty rozdziela się elektroforezą, a sekwencję nowej nici odczytuje się od fragmentu _____.

Zadanie 4. (0–2 pkt) ..... / 2

Do probówki z mieszaniną do PCR dodano 10 cząsteczek dwuniciowego DNA zawierających badany gen. Oblicz teoretyczną liczbę kopii powielanego odcinka po 20 cyklach. Zapisz obliczenia.

Miejsce na rozwiązanie

Podgląd – Pierwsza Ławka

Zadanie 2.3. (0–1 pkt) ..... / 1

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących położenia miejsc cięcia na podstawie wyników.

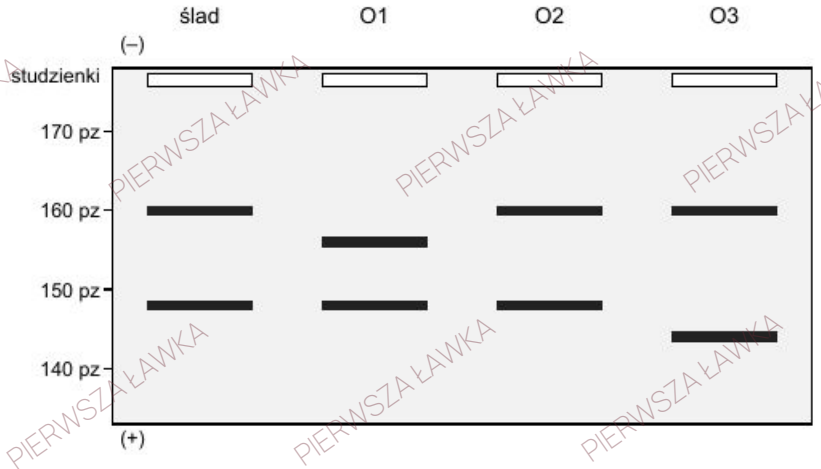
1. Miejsce cięcia BamHI leży między dwoma miejscami cięcia EcoRI.	**P**	**F**
2. Fragment 4500 pz (EcoRI) zawiera miejsce cięcia BamHI.	**P**	**F**
3. Fragment 2500 pz występuje we wszystkich trzech ścieżkach.	**P**	**F**

Zadanie 3. (0–2 pkt)

Wykonaj polecenia 3.1 i 3.2 na podstawie tekstu, schematu żelu i tabeli.

Ślad z miejsca włamania

Z próbki krwi zabezpieczonej na miejscu włamania oraz z wymazów z policzka trzech osób (O1–O3) wyizolowano DNA. Metodą PCR powielono dwa loci STR i rozdzielono produkty elektroforetycznie. W locus 1 allel ma długość 100 pz + 4 pz na każde powtórzenie. Wyniki dla locus 2 podano w tabeli.



Locus 2 (liczba powtórzeń)	ślad	O1	O2	O3
allele	8 i 10	8 i 10	8 i 10	9 i 10

Opracowanie własne, wyniki przykładowe.

Zadanie 3.1. (0–1 pkt) ..... / 1

Który wniosek wynika z przedstawionych wyników?

A. Wyniki nie pozwalają wykluczyć żadnej z osób.

B. Profil śladu jest zgodny tylko z profilem osoby O2.

C. Profil śladu jest zgodny z profilami osób O1 i O2.

D. Ślad zostawiła na pewno osoba O3, bo ma allel 15.

Zadanie 3.2. (0–1 pkt) ..... / 1

Wyjaśnij, dlaczego do ustalenia profilu DNA bada się wiele loci STR, a nie jeden.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

Sprawdzian: Biotechnologia – grupa A

45 minut · 20 pkt

ZR KARTA 8/9

Imię i nazwisko: ..... Klasa: ..... Data: ..... Wynik: ..... / 20 pkt

Sprawdzian · 45 minut · 20 pkt

Zadanie 1. (0–1 pkt) ..... / 1

Który proces należy do biotechnologii tradycyjnej?

A. Otrzymywanie myszy z wyłączonym genem.

B. Wytwarzanie czynnika krzepnięcia VIII przez hodowlę komórek z wprowadzonym genem człowieka.

C. Wytwarzanie kwasu cytrynowego przez pleśń *Aspergillus niger* w fermentorze.

D. Powielanie fragmentu DNA w PCR.

Zadanie 2. (0–2 pkt) ..... / 2

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących narzędzi inżynierii genetycznej.

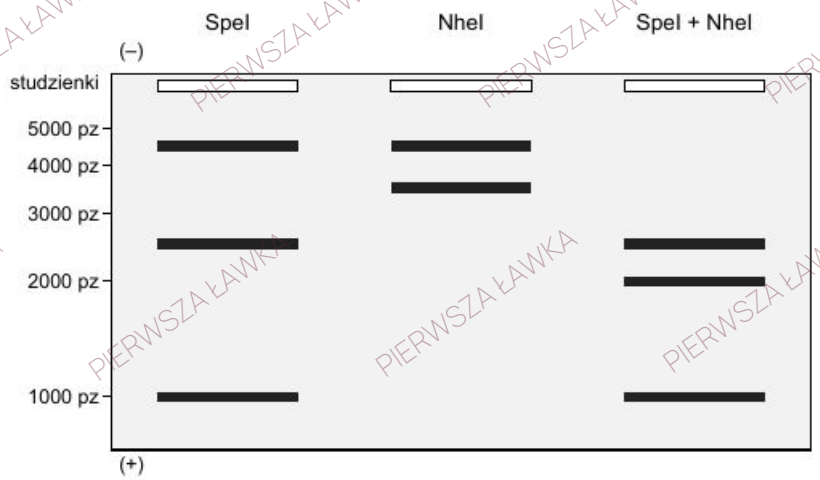
1. EcoRI tnie sekwencję GAATTC, tworząc lepkie końce.	P	F
2. Ligaza jest potrzebna w każdym cyklu PCR.	P	F
3. Polimeraza DNA wymaga startera, do którego dołącza nukleotydy.	P	F
4. Plazmid może służyć jako wektor do przeniesienia genu do bakterii.	P	F

Zadanie 3. (0–4 pkt)

Wykonaj polecenia 3.1–3.3 na podstawie tekstu i schematu żelu.

Analiza restrykcyjna

Liniową cząsteczkę DNA o długości 8000 pz cięto enzymem SpeI, NheI i mieszaniną obu. Wyniki rozdziału przedstawiono na schemacie.



Opracowanie własne, wyniki przykładowe.

Zadanie 7. (0–2 pkt) ..... / 2

Oceń prawdziwość stwierdzeń dotyczących klonowania i komórek macierzystych.

1. Owca Dolly powstała z jądra komórki somatycznej dorosłej owcy.	**P**	**F**
2. Bliźnięta jednojajowe są naturalnymi klonami.	**P**	**F**
3. Pozyskanie zarodkowych komórek macierzystych nie wymaga zarodka.	**P**	**F**
4. Komórki macierzyste szpiku są multipotencjalne.	**P**	**F**

Zadanie 8. (0–1 pkt) ..... / 1

Wyjaśnij, dlaczego w terapii genowej wektorem jest często zmieniony wirus.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 9. (0–1 pkt) ..... / 1

U kobiety w 12. tygodniu ciąży badanie przesiewowe dało wynik wskazujący na zwiększone ryzyko trisomii u płodu. Przedstaw, dlaczego zasadna jest konsultacja w poradni genetycznej.

Miejsce na odpowiedź

Zadanie 10. (0–2 pkt) ..... / 2

Sformułuj własną opinię o testach genetycznych sprzedawanych bezpośrednio klientom (bez udziału lekarza) i uzasadnij ją dwoma argumentami biologicznymi.

Miejsce na odpowiedź

PIERWSZA ŁAWKA

CO JESZCZE JEST W ŚRODKU

Biotechnologia i inżynieria genetyczna – kartkówki, sprawdzian i karty pracy z powtórką, biologia, klasa 4 LO i technikum (zakres rozszerzony)

Podgląd pokazał 10 z 33 stron. Pełna wersja: 33 stron A4, PDF do druku i DOCX do edycji.

- Karta 1: Biotechnologia – najważniejsze wiadomości – 3 zadania, 7 pkt
- Karta 2: Biotechnologia – ćwiczenia – 7 zadań, 22 pkt
- Karta 3: Biotechnologia – zadania typu maturalnego – 5 zadań, 13 pkt
- Karta 4: Kartkówka 1: biotechnologia tradycyjna, narzędzia i techniki inżynierii genetycznej – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 5: Kartkówka 1: biotechnologia tradycyjna, narzędzia i techniki inżynierii genetycznej – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 6: Kartkówka 2: GMO, klonowanie, komórki macierzyste i terapia genowa – grupa A – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 7: Kartkówka 2: GMO, klonowanie, komórki macierzyste i terapia genowa – grupa B – 4 zadania, 7 pkt
- Karta 8: Sprawdzian: Biotechnologia – grupa A – 10 zadań, 20 pkt
- Karta 9: Sprawdzian: Biotechnologia – grupa B – 10 zadań, 20 pkt Karta 1 to teoria z przykładami i wzorcowymi odpowiedziami, karta 2 – ćwiczenia, karta 3 – zadania typu maturalnego

Kup pełną wersję – plik od razu na e-mail
pierwszalawka.pl/material/biologia-liceum-klasa-4-zr-dzial-26-biotechnologia-i-inzynieria-genetyczna