Karta przedmiotu

Informacje ogólne o przedmiocie	
1. Kierunek studiów: Biotechnologia medyczna	**2. Poziom kształcenia:** studia drugiego stopnia **3. Forma studiów:** stacjonarne
4. Rok: I	**5. Semestr:** II
6. Nazwa przedmiotu: Metody terapii genowej	
7. Status przedmiotu: obowiązkowy	
8. Jednostka realizująca przedmiot: Zakład Biotechnologii i Inżynierii Genetycznej	
9. Prowadzący przedmiot (imię, nazwisko, adres e-mail): Dr hab. n. med. Ilona Bednarek, dribednarek@sum.edu.pl	

10. Cel kształcenia:

W zakresie wiedzy: Poznanie podłoża molekularnego wybranych chorób dziedzicznych i nabytych oraz nowych metod ich leczenia w oparciu o protokoły terapii genowej. Zaznajomienie ze strategiami wprowadzania rekombinowanego DNA do komórek eukariotycznych w hodowli *in vitro* oraz terapii żywych organizmów (w tym człowieka) z zastosowaniem wektorów wirusowych i nie wirusowych. Poznanie metod komplementacji defektu genetycznego i technik potranskrypcyjnego hamowania ekspresji genów ze szczególnym uwzględnieniem zjawiska interferencji RNA (RNAi).

W zakresie umiejętności: projektowanie i prowadzenie eksperymentów wykorzystujących hodowle komórek eukariotycznych *in vitro* poddawanych transfekcji rekombinowanym DNA. Wykorzystanie systemu regulowanej eskpresji do indukowania nadekspresji wybranego genu. Hamowanie ekspresji wybranego genu techniką interferencji RNA. Umiejętność weryfikacji efektów biologicznych na poziomie aktywności transkrypcyjnej (mRNA) i translacyjnej (białko). Umiejętność zastosowania technik biologii molekularnej: elektroporacja, mikroskopia fluorescencyjna, ilościowy RT-PCR, denaturujący żel białkowy (SDS-PAGE), natywny żel białkowy, hybrydyzacja Westerna, pomiar aktywności enzymatycznej, barwienie przeciwciałami *in situ*. Umiejętność interpretacji danych i ilościowego szacowania wyników eksperymentalnych. Wypracowanie umiejętności krytycznej oceny przebiegu projektu badawczego bazującego na wykorzystaniu wektorów molekularnych.

11. Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji:

Podstawy genetyki klasycznej i molekularnej. Wiedza w zakresie rekombinacji DNA , podstawowych zasad przepływu informacji genetycznej jak i mechanizmów regulacji ekspresji genów. Znajomość technik: hodowli komórek eukariotycznych *in vitro*, ilościowej reakcji RT-PCR, elektroforezy agarozowej i poliakrylamidowej, pomiarów spektrofotometrycznych. Znajomość podstawowych kompetencji w aspekcie pracy w laboratoriach posługujących się technikami inżynierii genetycznej.

12. Efekty kształcenia

Numer efektu kształcenia	Efekty kształcenia Student, który zaliczył przedmiot:	Odniesienie do efektów kształcenia dla programu	Odniesienie do efektów kształcenia dla obszaru
01	Znajomość mechanizmów podstawowych strategii terapii genowej. Znajomość metod wprowadzania materiału genetycznego do komórek eukariotycznych *in vitro* i organizmów *in vivo*	K2_W04, K2_W23, K2_W26, K2_U20	M2_W01, M2_W10, M2_W14
02	Student potrafi opisać budowę znanych typów wektorów molekularnych, zna sposoby otrzymywania i modyfikowania wektorów, a także potrafi przeprowadzić weryfikację procesu ekspresji wektora.	K2_W08 K2_W26 K2_U10	M2_W03 M2_W10 M2_U06
03	Student wykazuje się znajomością zasad doboru wektorów do typu eksperymentu, możliwości modyfikacji	K2_W03 K2_W04	M2_W01 M2_W07

	oraz funkcjonalności systemów wektorowego transferu informacji genetycznej.	K2_W18	
04	Student potrafi scharakteryzować podłoże molekularne i genetyczne wybranych chorób monogenowych w tym m.in.: dystrofii Duchenne'a, hemofilii A i B, β-talasemii, ciężkiego złożonego niedoboru odporności typu SCID-ADA i SCID-X1, mukowiscydozy. Student potrafi opisać obecnie stosowane rodzaje terapii omawianych schorzeń oraz wybrane schematy terapii genowej.	K2_W07, K2_W09, K2_W17	M2_W02, M2_W03 M2_W06
05	Student potrafi scharakteryzować podłoże molekularne i genetyczne wybranych chorób nabytych w tym m.in.: AIDS, choroba niedokrwienna serca, nadciśnienie tętnicze, choroba nowotworowa. Student potrafi opisać obecnie stosowane rodzaje terapii omawianych schorzeń oraz wybrane schematy terapii genowej.	K2_W07, K2_W09, K2_W17	M2_W02, M2_W03 M2_W06
06	Student zna wszystkie etapy badań klinicznych i potrafi podać przykłady terapii genowych chorób dziedzicznych i nabytych będących w fazie badań klinicznych.	K2_W16, K2_W20, K2_W21	M2_W05, M2_W08 M2_W09
07	Student potrafi przygotować komórki eukariotyczne do transfekcji i wykonać ich elektroporację	K2_W04, K2_U02, K2_U03, K2_U04	M2_W01, M2_U01, M2_U02, M2_U02
08	Student potrafi sprawdzić aktywność genu reporterowego GFP za pomocą mikroskopu fluorescencyjnego oraz zmierzyć za pomocą czytnika fluorescencji. Potrafi obliczyć wydajność transfekcji oraz wydajność procesu wyciszania ekspresji genów techniką RNAi	K2_U09, K2_U12, K2_U13, K2_U16, K2_U19, K2_U20	M2_U05, M2_U07, M2_U07, M2_U08, M2_U13, M2_U13, M2_U14
09	Student potrafi wyizolować z hodowli komórkowej *in vitro* całkowite RNA oraz aktywne białka. Student potrafi oznaczyć spektrofotometrycznie stężenie RNA i metodą Bradforda stężenie białek w ekstrakcie.	K2_U09, K2_U12, K2_U13, K2_U16, K2_U19, K2_U20	M2_U05, M2_U07, M2_U07, M2_U08, M2_U13, M2_U13, M2_U14
10	Student potrafi przeprowadzić reakcję ilościową RT-PCR z wykorzystaniem barwnika interkalującego. Potrafi interpretować krzywą amplifikacji, standardową i krzywą meltingu. Student potrafi normalizować uzyskane wyniki, umie wykorzystać wartości Ct i wyniki ilościowe odczytane z krzywej standardowej do obliczenia relatywnych zmian ekspresji genów.	K2_U09, K2_U12, K2_U13, K2_U16, K2_U19, K2_U20	M2_U05, M2_U07, M2_U07, M2_U08, M2_U13, M2_U13, M2_U14
11	Student potrafi przygotować nieciągły denaturujący żel poliakrylamidowy do rozdziału białek w warunkach denaturujących (SDS-PAGE). Student potrafi przygotować ekstrakty białkowe do elektroforezy SDS-PAGE i przeprowadzić rozdział. Student potrafi dokonać transferu rozdzielonych elektroforetycznie białek na błonę hybrydyzacyjną metodą mokrego elektroblottingu. Student potrafi przeprowadzić procedurę hybrydyzacji Westerna.	K2_U09, K2_U12, K2_U13, K2_U16, K2_U19, K2_U20	M2_U05, M2_U07, M2_U07, M2_U08, M2_U13, M2_U13, M2_U14

12	Student potrafi przygotować nieciągły natywny żel poliakrylamidowy do rozdziału białek w warunkach niedenaturujących. Student potrafi przygotować ekstrakty białkowe do elektroforezy i przeprowadzić rozdział. Potrafi przeprowadzić barwienie żelu wykrywające aktywność dysmutacyjną (żel aktywności).	K2_U09, K2_U12, K2_U13, K2_U16, K2_U19, K2_U20	M2_U05, M2_U07, M2_U07, M2_U08, M2_U13, M2_U13, M2_U14
13	Student potrafi wykonać analizę ilościową i jakościową uzyskanych elektroforegramów białkowych za pomocą dedykowanego oprogramowania do analizy żeli elektroforetycznych.	K2_U09, K2_U12, K2_U13, K2_U16, K2_U19, K2_U20	M2_U05, M2_U07, M2_U07, M2_U08, M2_U13, M2_U13, M2_U14
14	Student potrafi przeprowadzić barwienie immunologiczne komórek *in situ* w celu wykrycia rekombinowanego białka.	K2_U09, K2_U12, K2_U13, K2_U16, K2_U19, K2_U20	M2_U05, M2_U07, M2_U07, M2_U08, M2_U13, M2_U13, M2_U14
15	Student potrafi zinterpretować zbiorczo wyniki eksperymentu prowadzonego w trakcie ćwiczeń i wyciągnąć wnioski dotyczące jego poprawności. Potrafi wskazać alternatywne metody weryfikacji eksperymentu.	K2_W08, K2_U01, K2_U02, K2_U16, K2_U17, K2_U18, K2_U19, K2_U20, K2_K06, K2_K07	M2_W03, M2_U01, M2_U01, M2_U08, M2_U13, M2_U13, M2_U13, M2_U13, M2_U14, M2_K04, M2_K05, M2_K05, M2_K06

13. Formy zajęć w odniesieniu do efektów kształcenia

Numer efektu kształcenia	Forma zajęć dydaktycznych					
	wykład	seminarium	ćwiczenia laboratoryjne	ćwiczenia praktyczne	inne	e-learning
01	x	x				
02	x	x				
03	x	x				
04	x					
05	x					
06	x					
07			x			
08			x			
09			x			
10			x			
11			x			
12			x			
13			x			

14			x			
15			x			

14. Treści programowe		
14.1. Forma zajęć: Wykłady		**Liczba godzin**
W1	Wprowadzenie do zagadnień terapii genowej (komplementacja defektu, hamowanie ekspresji, korekta wadliwego genu, celowana eliminacja komórek, wprowadzenie dodatkowych genów)	4
W2	Wektory stosowane w terapii genowej. Elementy budowy wektorów molekularnych - sekwencje warunkujące i regulujące ekspresję informacji genetycznej. Omijanie barier zewnątrz- i wewnątrzkomórkowych przy wektorowym transferze informacji genetycznej.	5
W3	Metody wprowadzania materiału genetycznego do komórek *in vitro* i organizmów *in vivo.* Niewirusowe metody transfekcji – iniekcja, elektroporacja, 'gene gun', liposomy, polimery. Wirusowe systemy wektorów molekularnych – adenowirusy, AAV, lentiwirusy, plazmowirusy, bakulowirusy, alfawirusy i wirusy Vaccinia	5
W4	System drożdży killerowych, sztuczne chromosomy, toksyny bakteryjne i retrotranspozony jako wektory.	5
W5	Terapie genowe wybranych chorób monogenowych.	5
W6	Terapie genowe wybranych chorób wielogenowych.	5
W7	Terapie genowe w trakcie badań klinicznych	1
Łącznie		**30**
14.2. Forma zajęć: seminaria		
S1	Analiza struktury i funkcji genu w aspekcie możliwości hamowania jego ekspresji. Opracowywanie strategii zastosowania interferencji RNA do obniżania aktywności wybranego genu. Projektowanie wyciszającego konstruktu DNA. Opracowywanie strategii klonowania elementów konstruktu. Analiza działania siRNA na przykładzie anty MnSOD shRNA.	4
S2	Projektowanie złożonych wektorów ekspresyjnych z uwzględnieniem wektorów o regulowanej aktywności. Opracowywanie strategii klonowania elementów konstruktu DNA. Opracowywanie metod weryfikacji poprawności klonowania.	4
S3	Projektowanie wektorów do celowanej transgenezy. Opracowywanie metod identyfikacji transgenu w materiale genetycznym biorcy.	3
S4	Rola enzymów antyoksydacyjnych w fizjologii stanu zdrowia i choroby. Wykorzystanie wektorów ekspresyjnych i wyciszających w badaniach podstawowych nad rolą stresu oksydacyjnego w fizjologii komórki.	4
Łącznie		**15**
14.3. Forma zajęć: ćwiczenia		
C1	Wyciszanie ekspresji genu MnSOD techniką RNAi, transfekcja komórek *in vitro* techniką elektroporacji	6
C2	Sprawdzenie funkcjonowania układu eksperymentalnego przez analizę działania genu reporterowego GFP. Zabezpieczenie komórek, RNA i białek do dalszych procedur. Ekstrakcja całkowitego RNA oraz natywnych białek z komórek.	6
C3	Badanie wydajności transfekcji oraz procesu wyciszania ekspresji genu MnSOD poprzez analizę ekspresji genu reporterowego GFP.	6
C4	Badanie wydajności procesu wyciszania ekspresji genu MnSOD poprzez analizę ekspresji badanego genu metodą ilościową real-time RT- PCR	6

C5	Badanie wydajności procesu wyciszania ekspresji genu MnSOD na poziomie białkowym techniką hybrydyzacji Westerna	9
C6	Badanie wydajności procesu wyciszania ekspresji genu MnSOD na poziomie białkowym przez pomiar aktywności enzymatycznej MnSOD – żel aktywności SOD	6
C7	Badanie wydajności procesu wyciszania ekspresji genu MnSOD na poziomie białkowym przez barwienie immunologiczne komórek *in situ*. Ocena ilościowa zawartości białka MnSOD *in situ* w oparciu o analizę ilościową obrazów mikroskopowych	6
Łącznie		**45**
Łączna liczba godzin z przedmiotu		**90**

15. Metody kształcenia

15.1. Wykład	Wykład
15.2. Seminarium	Prelekcja, metoda sytuacyjna, gry dydaktyczne, seminarium, dyskusja dydaktyczna
15.3. Ćwiczenia	Ćwiczenia laboratoryjne

16. Sposoby weryfikacji efektów kształcenia i sposoby oceny

Numer efektu kształcenia	Sposoby weryfikacji/forma zaliczenia
01 - 15	egzamin pisemny – testowy oraz z pytaniami/zadaniami otwartymi (wymagane >60% poprawnych odpowiedzi)
01 – 03, 07 - 15	zaliczenie ustne/kolokwium, przeprowadzenie badań i prezentacja ich wyników (sprawozdanie) (wymagane >50% poprawnych odpowiedzi)

17. Obciążenie pracą studenta

Forma aktywności	Przeciętna liczba godzin na zrealizowanie aktywności	
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim:	udział w wykładach	30
	udział w seminariach	15
	udział w ćwiczeniach	45
	Konsultacje	15
	udział w egzaminie pisemnym	3
	Łącznie	**108**
Samodzielna praca studenta	przygotowanie do ćwiczeń	15
	przygotowanie do seminariów	5
	przygotowanie do kolokwiów z ćwiczeń	8
	przygotowanie do egzaminu z przedmiotu	15
	Łącznie	**43**
Łącznie		**151**
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu		**5**

18. Sumaryczne wskaźniki charakteryzujące przedmiot

Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	4
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	2

19. Literatura

19.1. Podstawowa

1. Szala S. Terapia genowa, PWN 2003
2. Bednarek I. Inżynieria genetyczna i terapia genowa. Zagadnienia podstawowe i aspekty praktyczne. ŚUM, Katowice 2008
3. Bednarek I. Wybrane zagadnienia naukowo-badawcze inżynierii genetycznej i terapii genowej. ŚUM, Katowice 2009

4. Bednarek I. Podstawowe zagadnienia z obszaru biotechnologii farmaceutycznej, ŚUM, Katowice 2007
5. oryginalne publikacje naukowe

19.2. Uzupełniająca

1. Małecki M., Janik P. Terapia genowa w klinice. Współczesna Onkologia (2004) vol. 8; 3 (119–123)
2. Wilczyńska et al. Antyangiogenna terapia genowa Współczesna Onkologia (1999) 4; 139–142
3. Aleksandra Wesołowska. Wykorzystanie małych interferujących RNA do hamowania ekspresji genów w komórkach ssaków – zastosowanie w neurobiologii. Konferencja „Nowe metody w neurobiologii" 15 grudnia 2004; 7−12
4. Gabryelska M. et al. Interferencja RNA – nowa technologia w leczeniu nowotworów. Neuroskop (2005) 7; 27-38

20. Inne przydatne informacje o przedmiocie	
20.1. Liczebność grup	Grupa ćwiczeniowa – 10 osób Grupa seminaryjna – 20 osób
20.2. Materiały do zajęć	Ćwiczenia: rozpiski do ćwiczeń umieszczane na stronie Zakładu: http://biotechnologia.sum.edu.pl (zakładka: studenci)
20.3. Miejsce odbywania się zajęć	Wykłady: ustalane przez Dziekanat Ćwiczenia: sala ćwiczeń Zakładu Biotechnologii i Inżynierii Genetycznej
20.4. Miejsce i godzina konsultacji	Zakład Biotechnologii i Inżynierii Genetycznej Godziny konsultacyjne ustalone przez studentów z prowadzącym zajęcia
20.5. Inne	Bieżące ogłoszenia na stronie Zakładu: http://biotechnologia.sum.edu.pl (zakładka: studenci)

21. Formy oceny – szczegóły				
Efekt	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
Efekt 01	Student nie potrafi wymienić podstawowych strategii terapii genowej, nie zna metod wprowadzania materiału genetycznego do komórek i organizmów	Potrafi wymienić rodzaje strategii terapii genowej i wyjaśnić zasadę działania jednej wybranej strategii, zna rodzaje metod wprowadzania materiału genetycznego do komórek i potrafi omówić jedną z nich	Potrafi wymienić rodzaje strategii terapii genowej i wyjaśnić zasadę działania każdej z nich, zna wszystkie rodzaje metod wprowadzania materiału genetycznego do komórek i organizmów i potrafi wyjaśnić ich zasady działania	Potrafi wymienić sposoby zwiększania skuteczności wnikania materiału genetycznego do komórek i jądra komórkowego, zna mechanizmy rządzące tymi zjawiskami, potrafi wyjaśnić różnice pomiędzy różnymi wektorami wirusowymi
Efekt 02	Student nie zna budowy wektorów molekularnych, nie potrafi ich rozróżnić ani porównać.	Student zna budowę wektorów molekularnych wykorzystywanych w biotechnologii. Zna różne typy wektorów molekularnych.	Student potrafi omówić budowę wektorów molekularnych, rozróżnić i porównać ich typy, wykazuje się znajomością ich zastosowania.	Student posiada ugruntowaną wiedzę na temat typów i budowy wektorów molekularnych, zna elementy nowatorskie pojawiające się w ich strukturze. Potrafi omówić sposoby ich

				otrzymywania i przedstawić możliwości zastosowania w biotechnologii i medycynie.
Efekt 03	Student nie potrafi dobrać systemu transferu informacji genetycznej do zastosowanego eksperymentu.	Student zna zasady, w oparciu których można dopasować system transferu genów do zaplanowanych badań molekularnych.	Student posiada wiedzę na temat zasad doboru systemów wektorowego transferu informacji genetycznej w zależności od zaplanowanego eksperymentu.	Student potrafi dobrać odpowiedni system transferu informacji genetycznej, zna metody służące do oceny ekspresji wektora i aktywności transgenu w odniesieniu do zastosowanego eksperymentu.
Efekt 04	Student nie zna molekularnych podstaw chorób: dystrofii Duchenne'a, hemofilii A i B, β-talasemii, ciężkiego złożonego niedoboru odporności typu SCID-ADA i SCID-X1, mukowiscydozy. Nie wie jak są obecnie leczone ani nie zna terapii genowych będących w trakcie badań klinicznych	Potrafi wyjaśnić przyczynę wybranej choroby, wybrany schemat tradycyjnego leczenia oraz dowolny rodzaj terapii genowej będącej w fazie badań klinicznych	Potrafi wyjaśnić molekularne podstawy chorób, sposoby ich leczenia aktualnymi metodami oraz najskuteczniejsze metody terapii genowej	Potrafi omówić molekularne podstawy chorób w tym najczęściej występujące w nich mutacje. Zna kilka testowanych metod terapii genowych o największej skuteczności, potrafi wymienić działania niepożądane związane z ich stosowaniem
Efekt 05	Student nie zna molekularnych podstaw chorób: AIDS, choroba niedokrwienna serca, nadciśnienie tętnicze, choroba nowotworowa. Nie wie jak są obecnie leczone ani nie zna terapii genowych będących w trakcie badań klinicznych	Potrafi wyjaśnić przyczynę wybranej choroby, wybrany schemat tradycyjnego leczenia oraz dowolny rodzaj terapii genowej będącej w fazie badań klinicznych	Potrafi wyjaśnić molekularne podstawy chorób, sposoby ich leczenia aktualnymi metodami oraz najskuteczniejsze metody terapii genowej	Potrafi omówić molekularne podstawy chorób w tym elementy wykorzystywane w projektowaniu strategii terapii tradycyjnych i genowych. Zna kilka testowanych metod terapii genowych o największej skuteczności, potrafi wymienić działania niepożądane związane z ich stosowaniem
Efekt 06	Student nie zna	Student zna	Student zna	Student zna wszystkie

	wszystkich etapów badań klinicznych, potrafi tylko wymienić ich fazy, nie zna żadnej terapii genowej będącej w trakcie badań klinicznych	wszystkie etapy badań klinicznych, potrafi poprawnie scharakteryzować wybraną fazę, potrafi omówić wybraną terapię genową będącą w trakcie badań klinicznych	wszystkie etapy badań klinicznych, potrafi poprawnie je scharakteryzować. Potrafi podać kilka przykładów terapii genowej będącej w trakcie badań klinicznych	etapy badań klinicznych, potrafi poprawnie je scharakteryzować w tym rozróżnić dwa rodzaje fazy III oraz wiedzieć jaka jest cała droga leku od wynalezienia substancji do rejestracji. Potrafi podać kilka przykładów terapii genowej będącej w trakcie badań klinicznych oraz wiedzieć jakie terapie genowe są testowane najczęściej.
Efekt 07	Student nie wie co jest tematem ćwiczeń, nie wie w jaki sposób można transfekować komórki	Student potrafi poprawnie przeprowadzić ćwiczenie pomagając sobie rozpiską i z pomocą prowadzącego, wie co to jest elektroporacja	Potrafi poprawnie przeprowadzić ćwiczenie pomagając sobie rozpiską i z niewielką pomocą prowadzącego, zna większość metod transfekcji komórek	Potrafi samodzielnie przeprowadzić ćwiczenie pomagając sobie rozpiską, zna wszystkie metody transfekcji komórek i wie na czym one polegają, potrafi wskazać zalety i wady poszczególnych metod.
Efekt 08	Student nie wie co jest tematem ćwiczeń, nie wie co to są geny reporterowe i ma nikłe pojęcie o GFP. Nie wie jak działa i nie potrafi obsługiwać mikroskop fluorescencyjny. Nie umie obliczyć wydajności transfekcji.	Student wie co to są geny reporterowe, potrafi podać jeden przykład. Zasadniczo orientuje się jak działa mikroskop fluorescencyjny. Z niewielką pomocą prowadzącego potrafi obliczyć wydajność transfekcji.	Student zna wiele przykładów genów reporterowych, w większości zna metody ich oznaczania. Zna budowę i działanie mikroskopu fluorescencyjnego. Potrafi samodzielnie obliczyć wydajność transfekcji.	Student zna wiele przykładów genów reporterowych i metody ich oznaczania. Zna budowę i działanie mikroskopu fluorescencyjnego, konfokalnego i dekonwolucyjnego. Potrafi samodzielnie obliczyć wydajność transfekcji i wyciszania ekspresji genu reporterowego.
Efekt 09	Student nie wie co jest tematem ćwiczeń, nie potrafi izolować z komórek białek i RNA. Nie zna zasad pracy z spektrofotometre m, nie wie co to jest krzywa wzorcowa i nie potrafi jej	Student potrafi izolować z komórek białka i RNA. Zna zasad pracy z spektrofotometrem, wie co to jest krzywa wzorcowa ale nie potrafi jej skonstruować. Zna metody oznaczania stężenia białek i	Student potrafi izolować z komórek białka i RNA. Zna zasady pracy z spektrofotometrem, potrafi skonstruować krzywą wzorcową. Zna metody oznaczania stężenia białek i RNA.	Student potrafi izolować z komórek białka i RNA. Zna zasady pracy z spektrofotometrem, potrafi skonstruować krzywą wzorcową i oszacować jej wiarygodność. Potrafi użyć krzywej do obliczenia stężeń swoich próbek. Zna różne

	skonstruować. Nie zna metod oznaczania stężenia białek i RNA.	RNA.		metody oznaczania stężenia białek i RNA.
Efekt 10	Student nie wie co jest tematem ćwiczeń, nie wie do czego służy i jak działa metoda Q-RT-PCR, nie potrafi interpretować uzyskanych wyników eksperymentu.	Student wie do czego służy metoda i potrafi przeprowadzić reakcję Q-RT-PCR, zna podstawy metody i częściowo jest w stanie zinterpretować uzyskane wyniki.	Student potrafi przeprowadzić rekację Q-RT-PCR, zna różne odmiany metody i zasady ich działania. Potrafi zinterpretować krzywe standardowe, topnienia i amplifikacji. Potrafi odczytać wyniki porównania ilościowego.	Student potrafi przeprowadzić rekację Q-RT-PCR, zna różne odmiany metody, zasady ich działania oraz wady i zalety poszczególnych metod. Potrafi zinterpretować wszystkie uzyskane wyniki oraz przeprowadzić normalizację i obliczyć relatywne zmiany ekspresji .
Efekt 11	Student nie wie co jest tematem ćwiczeń, nie wie jak przygotować białkowy żel SDS-PAGE oraz jego transfer. Nie wie na czym polega rozdział SDS-PAGE i hybrydyzacja Westerna.	Student potrafi przeprowadzić elektroforezę SDS-PAGE, transfer białek na błonę, nie zna zasad rozdziału białek w nieciągłym żelu SDS-PAGE.	Potrafi przeprowadzić elektroforezę SDS-PAGE, transfer białek na błonę, hybrydyzację Westerna i wyjaśnić jaka jest rola poszczególnych składników stosowanych w procedurach. Potrafi zinterpretować wynik.	Potrafi przeprowadzić wszystkie procedury i wyjaśnić jaki jest mechanizm rozdziału białek w żelu SDS-PAGE. Potrafi zinterpretować wynik i wytłumaczyć obserwowane różnice.
Efekt 12	Student nie wie co jest tematem ćwiczeń, nie wie jak przygotować białkowy żel natywny. Nie wie na czym polega oznaczanie aktywności enzymatycznej w żelu	Student potrafi przeprowadzić elektroforezę białek natywnych, nie zna zasad rozdziału i nie widzi różnic pomiędzy żelem natywnym i denaturującym. Potrafi przeprowadzić detekcję aktywności enzymatycznej w żelu nie znając mechanizmu barwienia.	Potrafi przeprowadzić elektroforezę białek natywnych i wyjaśnić jaka jest rola poszczególnych składników stosowanych w procedurach. Potrafi zinterpretować wynik.	Potrafi przeprowadzić wszystkie procedury i wyjaśnić jaki jest mechanizm rozdziału białek w żelu natywnym. Potrafi zinterpretować wynik i wytłumaczyć obserwowane różnice.
Efekt 13	Student nie potrafi wykonać analizy ilościowej i	Student potrafi wykonać analizę ilościową i	Student potrafi wykonać analizę ilościową i	Student potrafi wykonać analizę ilościową i jakościową

	jakościowej uzyskanych elektroforegramów białkowych za pomocą dedykowanego oprogramowania do analizy żeli elektroforetycznych.	jakościową przy znacznej pomocy prowadzącego.	jakościową przy niewielkiej pomocy prowadzącego.	samodzielnie.
Efekt 14	Student nie potrafi przeprowadzić barwienia immunologicznego komórek *in situ* w celu wykrycia rekombinowanego białka i nie potrafi wyjaśnić jaka jest zasada działania techniki.	Student potrafi przeprowadzić barwienie immunologiczne komórek *in situ* potrafi częściowo wyjaśnić jaka jest zasada działania techniki.	Student potrafi przeprowadzić barwienie immunologiczne komórek *in situ,* potrafi wyjaśnić jaka jest zasada działania techniki.	Student potrafi przeprowadzić barwienie, wyjaśnić jaka jest zasada działania techniki, podać przykłady innych metod detekcji, podać ich wady i zalety, wskazać i wyjaśnić możliwe artefakty.
Efekt 15	Student nie potrafi wyjaśnić co było przedmiotem wszystkich ćwiczeń, jakie eksperymenty przeprowadzano i jakie techniki poznano. Nie umie zinterpretować zbiorczo wyników eksperymentu prowadzonego w trakcie ćwiczeń i wyciągnąć wniosków.	Student potrafi wyjaśnić co było przedmiotem wszystkich ćwiczeń, nie pamiętając niektórych etapów eksperymentu. Potrafi częściowo zinterpretować wyniki i wyciągnąć część wniosków.	Student potrafi wyjaśnić co było przedmiotem wszystkich ćwiczeń. Potrafi zinterpretować wyniki i wyciągnąć najważniejsze wnioski.	Student potrafi wyjaśnić co było przedmiotem wszystkich ćwiczeń. Potrafi zinterpretować wyniki i wyciągnąć wnioski wskazując na znaczenie poszczególnych elementów w całym procesie. Zna wszystkie techniki zastosowane podczas ćwiczeń i potrafi wskazać alternatywne metody weryfikacji eksperymentu.