

# Sprawozdanie

z realizacji projektu nr **500-N107-S650-25-W0**,  
finansowanego z **Funduszu Inicjatyw Dydaktycznych** Uniwersytetu Gdańskiego

„Przygotowanie i pilotażowe uruchomienie kursu „*Practical Techniques in Molecular Biology: Real-Time PCR*”  
dla rozwoju kompetencji zawodowych studentów studiów II st. na Międzyuczelnianym Wydziale Biotechnologii”

Wnioskodawcy: dr Natalia Kaczyńska, mgr Kamil Dąbrowski

Jednostka: Laboratorium Badawczo-Wdrożeniowe, Międzyuczelniany Wydział Biotechnologii UG i GUMed

## Charakterystyka inicjatywy

Technika real-time PCR (PCR w czasie rzeczywistym, qPCR) stanowi jedno z kluczowych narzędzi współczesnej biologii molekularnej i biotechnologii. Studenci Międzyuczelnianego Wydziału Biotechnologii poznają jej podstawy teoretyczne i zastosowania, jednak podstawowy tok studiów zapewnia ograniczone doświadczenie praktyczne w stosowaniu techniki, ograniczone często do przeprowadzenia pojedynczych demonstracyjnych reakcji na zajęciach laboratoryjnych. Nie daje to okazji do głębszego zrozumienia metody i samodzielnego przejścia całej ścieżki analitycznej, od zaplanowania reakcji, przez jej wykonanie, po opracowanie i ocenę wiarygodności wyniku.

Celem projektu było przygotowanie i pilotażowe uruchomienie kursu, który tę lukę wypełnia. Zajęcia zaplanowano jako szkolenie laboratoryjne w małej grupie, prowadzone w Laboratorium Badawczo-Wdrożeniowym (LBW), akredytowanym przez Polskie Centrum Akredytacji zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025, z elastycznym zakresem akredytacji dla analiz PCR. Każdy uczestnik pracował samodzielnie, na własnym zestawie próbek, w warunkach odpowiadających rzeczywistej pracy laboratorium badawczego i diagnostycznego.

## Rekrutacja uczestników

Zapisy prowadzono w dniach 2-8 czerwca 2026 roku za pomocą formularza MS Forms. Dystrybucję zapewnił dziekanat MWB UG i GUMed, dzięki czemu informacja o naborze trafiła do wszystkich studentów studiów II stopnia kierunków Biotechnologia i Marine Biotechnology. Formularz zawierał opis programu, warunki organizacyjne oraz możliwość wskazania preferowanego terminu zajęć.

Liczba zgłoszeń znacząco przekroczyła zakładany limit ośmiu osób na grupę. W związku z tym zwiększono liczbę miejsc do dziesięciu uczestników w grupie, czyli dwudziestu łącznie, była to maksymalna liczba, na jaką pozwalała infrastruktura LBW. W zajęciach wzięło udział ostatecznie dziewiętnastu studentów obu kierunków; jedna z zakwalifikowanych osób nie mogła uczestniczyć z przyczyn niezależnych.

## Organizacja i przebieg zajęć

Kurs przeprowadzono w dwóch grupach, w terminach 10-11 oraz 13-14 czerwca 2026 roku. Każda grupa odbyła szesnaście godzin zajęć rozłożonych na dwa dni po osiem godzin dydaktycznych, w godzinach od 10:00 do 16:30, co łącznie dało trzydzieści dwie godziny. Taki układ pozwolił zamknąć pełny cykl analityczny w obrębie jednego bloku zajęciowego, bez dzielenia procedur pomiędzy odległe terminy.

Zajęcia prowadzono w całości w języku angielskim, w Laboratorium Badawczo-Wdrożeniowym MWB UG i GUMed (ul. Podwałe Przedmiejskie 20, Gdańsk). Uczestnicy pracowali na aparaturze wykorzystywanej w badaniach akredytowanych, w tym na pięciokanałowym termocyklerze real-time PCR Applied Biosystems QuantStudio 5 oraz na dedykowanym oprogramowaniu do analizy danych amplifikacyjnych.

Po zakończeniu kursu uczestnicy otrzymali certyfikaty potwierdzające udział w kursie.

## Zakres teoretyczny

Część wykładowa i seminaryjna obejmowała podstawy techniki qPCR w chemiach SYBR Green i TaqMan, zasady kwantyfikacji względnej i bezwzględnej, kryteria wyboru sekwencji targetowych oraz projektowanie starterów i sond hydrolizujących wraz z doбором barwników i fluorochromów, a także aspekty techniczne i aparaturowe. Omówiono planowanie reakcji, dobór odczynników i układ kontroli, a także metody normalizacji danych, rolę i konstrukcję krzywych standardowych oraz interpretację krzywych amplifikacji i krzywych topnienia.

Odrębny blok poświęcono zagadnieniom jakościowym. Przedstawiono parametry walidacyjne metod PCR, wytyczne MIQE (ang. *Minimum Information for Publication of Quantitative Real-Time PCR Experiments*, minimalny zakres informacji wymaganych przy publikowaniu wyników qPCR) oraz wymagania norm PN-EN ISO/IEC 17025, ISO 20395, PN-EN ISO 22174 i PN-EN ISO 22118, z uwzględnieniem metod alternatywnych detekcji zgodnie z normą ISO 16140-3.

## Zakres praktyczny

Zajęcia laboratoryjne otwierała kalibracja termocyklera real-time PCR przeprowadzona zgodnie z zasadami opisanymi w normie ISO 20395. Jest to czynność rutynowa w laboratoriach pracujących w systemie zarządzania jakością, a jednocześnie rzadko dostępna studentom w toku standardowych zajęć, ponieważ wymaga dysponowania aparaturą oraz odpowiednimi wzorcami.

Na podstawie dostępnych danych studenci samodzielnie zaplanowali sposób wykonania doświadczeń, co pozwoliło na rozwój ich kompetencji w zakresie pracy grupowej, planowania zadań i podziału obowiązków. Samodzielne zaplanowanie prac, w odróżnieniu od wykonania poleceń krok po kroku przewidzianych w skrypcie, pozwoliło studentom aktywnie uczestniczyć w pełnym cyklu analitycznym, w sposób zbliżony do codziennej pracy w laboratorium analitycznym wykorzystującym techniki biologii molekularnej.

W obszarze analizy ekspresji genów uczestnicy przeprowadzili reakcje RT-qPCR w chemii SYBR Green, wyznaczyli wydajność reakcji na podstawie rozcieńczeń seryjnych, opracowali profile ekspresji genów w tkance roślinnej i zastosowali metody normalizacji. W obszarze kwantyfikacji bezwzględnej przygotowali krzywe standardowe na podstawie plazmidu niosącego gen oporności na antybiotyk, wykonali oznaczenia w chemii TaqMan i wyznaczyli liczbę kopii tego genu w próbce. Trzeci blok obejmował detekcję jakościową: izolację DNA z próbek żywności sztucznie zanieczyszczonych (ang. *spiking*) *Salmonella* sp., wykonanie reakcji w układzie *presence/absence assay* (analiza potwierdzająca obecność lub brak sekwencji docelowej), ustalenie progów detekcji oraz opracowanie wyniku zgodnie z zasadami raportowania obowiązującymi w laboratoriach badawczych.

Program obejmował też blok poświęcony diagnozowaniu i usuwaniu przyczyn nieprawidłowych wyników reakcji, określanemu jako *troubleshooting*. Studenci pracowali na rzeczywistych danych obarczonych błędami, identyfikując m.in. kontaminację kontroli negatywnych, zaniżoną wydajność amplifikacji oraz błędy rozcieńczeń, a następnie proponowali korekty warunków reakcji. Blok ten okazał się jednym z najbardziej angażujących elementów kursu, ponieważ wymagał samodzielnego wnioskowania na podstawie niepełnych przesłanek, a nie odtwarzania gotowej procedury.

## Kompetencje uzyskane przez uczestników

Ukończenie kursu daje umiejętności bezpośrednio przydatne w pracy zawodowej. W laboratoriach diagnostyki medycznej są to prowadzenie oznaczeń jakościowych i ilościowych na materiale klinicznym, praca z kontrolami wewnętrznymi oraz świadome ustalanie progów decyzyjnych. W laboratoriach badania bezpieczeństwa i autentyczności żywności obejmuje to detekcję patogenów w próbkach żywności oraz znajomość wymagań norm ISO 22174 i ISO 16140-3, w tym zasad walidacji metod alternatywnych. W pracy naukowej są to projektowanie eksperymentu qPCR zgodnego z wytycznymi MIQE, poprawna normalizacja danych, wyznaczanie wydajności reakcji i rzetelne raportowanie wyników.

Uczestnicy poznali też wymagania normy PN-EN ISO/IEC 17025 od strony praktycznej, a nie wyłącznie teoretycznej, co skraca czas wdrożenia absolwenta do pracy w laboratorium funkcjonującym w systemie zarządzania jakością. Prowadzenie zajęć w języku angielskim, z anglojęzyczną dokumentacją, oprogramowaniem i nomenklaturą, przygotowuje dodatkowo do pracy w zespołach międzynarodowych i do publikowania wyników.

## Materiały dydaktyczne

W ramach projektu opracowano komplet materiałów kursowych. Podstawą jest skrypt *“Real-Time PCR and its applications”* autorstwa dr Natalii Kaczyńskiej i mgr. Kamila Dąbrowskiego, łączący część teoretyczną z opisem zadań laboratoryjnych. Skrypt uzupełniają prezentacje wykładowe, protokoły wykonawcze, zestawy danych do ćwiczeń analitycznych oraz arkusze do opracowania i raportowania wyników. Wszystkie materiały przygotowano w języku angielskim, w formie umożliwiającej bezpośrednie wykorzystanie w kolejnych edycjach kursu.

## Trwałość rezultatów

Kurs został przetestowany w pełnym wymiarze i jest gotowy do cyklicznego powtarzania. Doświadczenie organizacyjne zebrane podczas pilotażu, dotyczące liczebności grup, tempa pracy laboratoryjnej i rozkładu bloków tematycznych, pozwala na włączenie zajęć do stałej oferty MWB UG i GUMed jako uzupełnienie kształcenia specjalistycznego z biologii molekularnej. Przygotowane materiały, protokoły i wzorce, w tym plazmidowe krzywe standardowe, pozostają w dyspozycji Laboratorium Badawczo-Wdrożeniowego.

Realizacja kursu w języku angielskim oraz udział studentów kierunku Marine Biotechnology wzmacniają anglojęzyczną ofertę dydaktyczną Wydziału i jego atrakcyjność dla studentów zagranicznych. Liczba zgłoszeń w krótkim, tygodniowym naborze potwierdziła zapotrzebowanie studentów na intensywne szkolenia praktyczne prowadzone w małych grupach, w warunkach zbliżonych do zawodowych.