

## 1. Cel projektu

Celem projektu jest opracowanie **pasynnego** systemu wytwarzania identycznych **kropki podwójnych** (podwójnych emulsji), tj. składających się z wodnej kropki (bądź wielu kropli) w środku kropki olejowej zawieszanej w roztworze wodnym (ryc. 1). Takie kropelki produkowane będą w urządzeniach mikroprzepływowych, czyli sieci mikroskopijnych kanalików (wielkość > 1mm) w płycie wielkości wizytówki. Przez małe wymiary kanalików można bardzo precyzyjnie kontrolować przepływ płynów. Wzór sieci mikrokanalików („geometria”) jest kluczowy dla funkcjonalności urządzenia mikroprzepływowego, ponieważ definiuje zachowanie się przepływających przez nie płynów. Może np. wymusić powtarzalne odrywanie się małej porcji płynu (kropelki) od strumienia oleju wtedy, gdy wpada z mikrokanalika do dużego zbiornika wypełnionego niemieszającą się cieczą (wodą). Wykorzystano to w metodzie produkcji kropli – **emulsyfikacji progowej** (nazwa pochodzi od nagłego pogłębienia kanału, prog). W tej technice krople tworzą się bez aktywnego odrywania ich od strumienia przez strumień cieczy zewnętrznej, dlatego technikę tę nazywa się **pasynną**.

## 2. Badania realizowane w projekcie

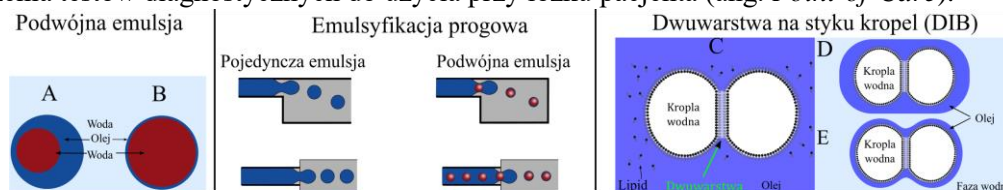
Podczas trwania projektu opracowana zostanie technologia pasynnej produkcji stabilnych emulsji podwójnych (typu woda-w-oleju-w-wodzie). Warstwa olejowa będzie cienka, gdyż zwiększa to stabilność kropli wielokrotnych. Uprzednio przygotowana porcja kropli wodnych zawieszonych w oleju zostanie wprowadzona do mikroukładu wypełnionego roztworem wodnym (ryc. 1). W urządzeniu znajduje się próg, na którym strumień oleju z wodnymi kroplami zostanie podzielony na kropelki, zawieszane w wodnym środowisku – powstaną podwójne emulsje.

Zbadany zostanie wpływ wybranych parametrów płynów i przepływów na jakość i stabilność tworzonych podwójnych emulsji, co może doprowadzić do przygotowania modelu opisującego mechanizm rządzący tym procesem. Zaproponowane rozwiązania zostaną wykorzystane do przygotowania stabilnych podwójnych emulsji, w których wewnętrzne krople stworzą sztuczną dwuwarstwę lipidową, tj. strukturę, która jest modelem błony komórkowej (ryc. 1). Zbadany zostanie wpływ składu lipidowego dwuwarstwy na jej stabilność.

## 3. Powody podjęcia danej tematyki badawczej

Kropelki mają duże znaczenie w badaniach naukowych i diagnostyce medycznej – mogą pełnić rolę naczyń reakcyjnych, a są tysiące razy mniejsze od obecnie stosowanych naczyń szklanych czy plastikowych. Wykorzystanie kropli pozwala na przeprowadzenie większej liczby reakcji w krótszym czasie i przy mniejszym zużyciu reagentów w odniesieniu do klasycznych metod. Podwójne emulsje są szczególnie istotne, ze względu na posiadanie wewnętrznej fazy (płaszcz), która dodatkowo odgradza wewnętrzną kroplę od otoczenia. Płaszcz może też przybrać formę ciała stałego (przez polimeryzację płynnego monomeru), przy zachowaniu płynności kropli wewnętrznej. Nie ma doniesień literaturowych o wykorzystaniu emulsyfikacji progowej do produkcji podwójnych emulsji, co dziwi gdyż technika ta dobrze sprawdza się w produkcji pojedynczych emulsji. Co więcej, wstępne badania wskazują, że wykorzystując tę technikę jest możliwe przygotowanie podwójnych emulsji woda/olej/woda z cienkim płaszczem olejowym.

Projekt do rozwoju nowatorskiej technologii produkcji podwójnych emulsji, które z powodzeniem są wykorzystywane do badań biomedycznych oraz diagnostycznych. Zbadanie mechanizmu tworzenia się takich kropli w mikroukładzie przepływowym doprowadzi do pogłębienia stanu wiedzy na temat zachowania układów trójfazowych. Przygotowane podwójne emulsje z cienkimi płaszczami będą stabilniejsze niż podwójne emulsje z grubym płaszczem, w którym wewnętrzna kropla pływa swobodnie. Stabilność jest niezwykle istotna w przypadku badań delikatnych **dwuwarstw fosfolipidowych na styku kropli** (ang. *Droplet Interface Bilayers*, DIBs, ryc. 1), wykorzystywanych np. do przesiewowych badań aktywności białek błonowych. Przedstawiona metoda produkcji podwójnych emulsji może znaleźć zastosowanie w badaniach przesiewowych czy produkcji wielostopniowych nośników leków. Co więcej, urządzenia mikroprzepływowe oparte o pasywny mechanizm tworzenia kropli są proste w obsłudze – w najprostszym wariantach wystarczy do tego prosta i rozpowszechnione urządzenie laboratoryjne (pipeta elektroniczna). Może to doprowadzić do wprowadzenia testów diagnostycznych do użycia przy łóżku pacjenta (ang. *Point-of-Care*).



Ryc. 1 Lewy panel: podwójna emulsja z grubym (A) i cienkim (B) płaszczem olejowym. Środkowy panel: schematy mechanizmu emulsyfikacji progowej. Prawy panel: dwuwarstwa lipidowa na styku kropli – schemat systemu woda/olej (C) oraz woda/olej/woda z grubym (D) i cienkim (E) płaszczem olejowym.