

Właściwości mechaniczne komórki pełnią kluczową rolę w prawidłowym funkcjonowaniu komórek i organizmów żywych. Wiadomo na przykład, że komórki rakowe są bardziej elastyczne od komórek zdrowych. Zwiększona elastyczność tych komórek ułatwia ich migrację i powstawanie przerzutów. Obecnie badania mechanobiologii komórek prowadzi się z wykorzystaniem najnowszych technik wykorzystujących nano/mikroinżynierię, w tym np. mikroskopie sił atomowych i wysokowydajne metody przepływowe typu laboratorium na chipie.

Nowym nurtem badawczym, w którym umiejscowiony jest niniejszy projekt, jest mikrocytometria odkształceniowa typu MEMS (*Micro-Electro-Mechanical Systems*) wykorzystująca zjawiska zachodzące w zintegrowanych miniaturowych systemach nowej generacji oraz nano/mikroskalową optyczną detekcję deformowalności z obrazowaniem wspomaganym informatycznie. MEMS-y to miniaturowe urządzenia wytworzone metodami mikro/nanoinżynierii. W najogólniejszym opisie można przyjąć, że jest to zintegrowany system zawierający podzespoły mikromechaniczne i mikroelektroniczne, umożliwiające między innymi zarządzanie przepływami cieczy i nano/mikroobjektów w zakresie objętości od nanolitów do mikrolitów oraz nanometryczne odkształcanie elementu mikromechanicznego. Warto tu podkreślić, że wymiary charakterystyczne MEMS-ów, mierzone w zakresie mikrometrów, są porównywalne z wymiarami badanych komórek, co jest odzwierciedleniem rzeczywistych warunków panujących w organizmie.

Opracowany w ramach projektu krzemowo-szklany mikrocytometr odkształceniowy typu MEMS składa się z mikrokomory pomiarowej uformowanej przez cienką membranę krzemową oraz podłoże szklane. Badana komórka, przez kanały mikrofluidyczne, wprowadzana jest do tej mikrokomory, w której jest unieruchamiana. W kontrolowany sposób membrana krzemowa ugina się pod wpływem zadanego ciśnienia. Następuje deformacja komórki tak jak deformuje się balon wypełniony powietrzem ściskany dwiema płytkami szklanymi. Obrazy tej deformacji rejestrowane są przez układ optyczny mikroskopu biologicznego i następnie analizowane. Analiza ta, uzupełniona o wiedzę na temat warunków badania, umożliwia określenie jak bardzo zdeformowała się komórka przy zadanej sile oraz jaki jest jeden z podstawowych parametrów opisujących właściwości mechaniczne materiału – moduł Younga. Jako badany obiekt wybrano komórki jajowe (oocyty) zwierzęce (mysie i świńskie), które pełnią istotną rolę w procesie rozrodczym, a ich potencjał biologiczny wiąże się z ich właściwościami mechanicznymi. Jakość i potencjał rozrodczy tych komórek związany jest między innymi z ich dojrzałością, a najnowsze badania sugerują również związek z właściwościami mechanicznymi.

Nowatorski charakter projektu związany jest z: (1) opracowaniem i badaniem mikrocytometru odkształceniowego typu MEMS do badania właściwości mechanicznych komórki, (2) integracją elementów mikrooptycznych umożliwiających badanie mikroskopią fluorymetryczną w trybie całkowitego wewnętrznego odbicia, (3) opracowaniem własnych rozwiązań algorytmów analizujących zebrane obrazy w czasie rzeczywistym tak aby możliwe było określenie deformowalności lub/i modułu Younga komórki oraz wieloparametryczna wizualizacja deformowanej komórki na podstawie obrazów uzyskanych mikroskopią odbiciową i fluorescencyjną oraz (4) opracowaniem metodologii badania właściwości mechanicznych komórki z wykorzystaniem opracowanego systemu.

Znaczenie wyników projektu dla rozwoju dziedziny i dyscypliny naukowej oraz rozwoju cywilizacyjnego związane jest z opracowaniem nowej platformy badawczej wraz z metodologią umożliwiającą badania właściwości mechanicznych pojedynczych komórek w zintegrowanym systemie MEMS, poznaniem ograniczeń techniczno-technologicznych wynikających z integracji tego typu systemów i obszarem ich dalszego wykorzystania. W wypadku pozytywnych wyników tego projektu, możliwe będzie podjęcie nowych zagadnień przy współpracy z zespołami badawczymi z dziedziny nauk o życiu. Ponadto, w ujęciu nauk technicznych, wydaje się, że kolejnym krokiem realizowanym po zakończeniu tego projektu, powinny być badania nad integracją opracowanego rozwiązania technicznego z przetwornikiem obrazowym, gdzie w układzie bezsoczewkowym możliwa będzie rejestracja obrazów deformowanej komórki bez konieczności stosowania tradycyjnego mikroskopu biologicznego. Tak więc, niniejszy projekt jest generatorem nowej wiedzy, kompetencji i umiejętności znacząco wpływającym na wybrane dziedziny nauk technicznych i nauk o życiu.