

Temperatura ma istotny wpływ na działanie układów organicznych i nieorganicznych w mikro i nanoskali. Odpowiednia temperatura stwarza możliwości rozwoju żywych organizmów i w decydującym stopniu wpływa na funkcjonowanie ich elementarnych składników. Niewielki wzrost temperatury powyżej 37 °C, może prowadzić do zmiany struktury lub nawet nieodwracalnej denaturacji białek. To właśnie lokalne zmiany temperatury są jednym z pierwszych symptomów choroby. Opracowanie techniki pomiaru temperatury tysiąca komórek nowotworowych uformowanych w guz o średnicy poniżej 1 mm, dziesięciokrotnie przewyższyłoby czułość konwencjonalnej tomografii. Poza możliwościami wczesnego wykrywania i profilaktyki chorób, precyzyjne pomiary temperatury są również istotne w ich zwalczaniu. Śmierć komórek nowotworowych może zostać wywołana poprzez podniesienie ich temperatury do poziomu 43-45 °C. Monitorowanie temperatury zdrowych tkanek jest konieczne dla zapewnienia efektywności terapii oraz minimalizacji skutków ubocznych. Szczegółowa wiedza na temat temperatury wewnątrz układów biologicznych z wysoką rozdzielczością przestrzenną może zostać uzyskana poprzez połączenie nowoczesnych technik mikroskopowych oraz unikalnych nanotermometrów. Celem tego projektu jest opracowanie techniki obrazowania rozkładu temperatury przy wykorzystaniu wielokanałowej mikroskopii pojedynczych nanocząstek.

Wykorzystamy unikalne właściwości optyczne nanocząstek wykazujących zjawisko wewnętrznej konwersji energii (UCNPs, ang. upconverting nanoparticles). UCNPs konwertują niewidzialne światło z zakresu bliskiej podczerwieni w wyższej energetyczne światło widzialne. Najważniejszą cechą UCNPs, jest obecność w ich widmie luminescencji dwóch wąskich, blisko położonych pasm, których stosunek intensywności jest silnie zależny od temperatury. Za pomocą odpowiednio zaprojektowanego układu optycznego możliwe jest obrazowanie luminescencji obu pasm z rozdzielczością przestrzenną ograniczoną wyłącznie przez falową naturę światła. Oszacowanie stosunków intensywności luminescencji umożliwi pomiar temperatury w bezpośrednim sąsiedztwie nanocząstek. W eksperymencie wykorzystamy technikę obrazowania w trybie szerokiego pola, dzięki czemu możliwa będzie obserwacja kilkudziesięciu pojedynczych nanocząstek jednocześnie, z rozdzielczością czasową kilkudziesięciu milisekund. Zautomatyzowane obrazowanie dużych powierzchni próbki z równoległym obliczaniem w czasie rzeczywistym stosunków intensywności luminescencji nanocząstek, zamieni obrazy mikroskopowe w mapy rozkładu temperatury o rozdzielczości setek nanometrów. Wybrane nanocząstki cechują się wysoką trwałością i fotostabilnością. Pomiary temperatury wykonywane za ich pomocą nie są obciążone wpływem czynników środowiskowych takich jak pH czy zmiany współczynnika załamania światła. Ilorazowa metoda pomiaru temperatury jest bardzo wiarygodną metodą pomiaru temperatury. W wyniku jej zastosowania wyeliminowane zostają takie czynniki jak wpływ mocy wzbudzenia luminescencji, fotowysielanie, czy rozpraszanie światła. Ponadto, badania pojedynczych molekuł/nanocząstek eliminuje problem koncentracji próbki i ułatwia analizę wyników. Jedną z głównych faz realizacji projektu, jest znalezienie jednorodnych, powtarzalnych UCNPs, które scharakteryzowane w kontrolowanym środowisku będą mogły zostać przeniesione do układów biologicznych w celu pomiaru temperatury bezwzględnej tkanek, komórek a nawet organeli komórkowych.