

Mięknienie jest jedną z głównych przyczyn utraty jakości owoców i warzyw, która wpływa na czas ich przechowywania, parametry teksturalne, przydatność do transportu i odporność na choroby. Tekstura owoców i warzyw jest zasadniczo związana z ich strukturą, której podstawowe jednostki - ściany komórkowe – tworzone są przez sieć polimerów ściany komórkowej – celulozę, hemicelulozy oraz pektyny. Liczne badania wykazały, że ściany komórek roślinnych zawdzięczają swoje makroskopowe właściwości powstaniu sieci włókien polimerowych, gdzie siły adhezyjne między włóknami celulozy oraz między celulozą a otaczającą matrycą polimerową są kluczowymi czynnikami decydującym o mechanice ścian komórkowych.

Chociaż powszechnie uznaje się rolę interakcji między włóknami w kształtowaniu mechaniki roślinnych ścian komórkowych, dotychczas brak jest bezpośrednich pomiarów sił adhezji między włóknami celulozowymi a pozostałymi polimerami ścian komórkowych w nanoskali. Ponadto, wciąż niewiele wiadomo na temat szczegółów roli jaką odgrywają hemicelulozy w kształtowaniu strukturu oraz siły oddziaływań adhezyjnych między włóknami celulozowymi. Obecnie najbardziej wiarygodne informacje dotyczące interakcji między polimerami roślinnych ścian komórkowych pochodzą z badań nad makroskopowymi właściwościami mechanicznymi sieci celulozowych, takich jak analogi ścian komórkowych zbudowanych z celulozy bakteryjnej oraz ich mikroskopijnej analizy strukturalnej. Jednak z uwagi na brak strukturalnego oraz numerycznego modelu opisującego mechanikę sieci polimerowej roślinnych ścian komórkowych, dedukowanie o charakterze interakcji między włóknami celulozowymi i innymi polisacharydami stanowi poważne wyzwanie.

Rewizja modelu interakcji pomiędzy włóknami sieci celulozowej oraz celulozowo-hemicelulozowej w roślinnych ścianach komórkowych wymaga opracowania nowego podejścia opartego na nowoczesnych metodach eksperymentalnych, wspieranych przez narzędzia do modelowania numerycznego. W niniejszym projekcie proponowane są badania sieci celulozowo-hemicelulozowych z wykorzystaniem analogów roślinnych ścian komórkowych opartych na celulozie syntetyzowanej przez bakterie, z użyciem nowoczesnych technik obrazowania mikroskopowego oraz modelowania numerycznego w celu symulacji właściwości uzyskanych struktur.

Znaczący postęp w zrozumieniu mechaniki i właściwości ścian komórek roślinnych zostanie osiągnięty za pomocą nowoczesnych metod eksperymentalnych i teoretycznych, takich jak mikroskopia sił atomowych (AFM) i symulacje numeryczne. W badaniach planowane jest wykorzystanie podejścia wieloskalowego, polegającego na przechodzeniu od dołu strukturalnej hierarchii ścian komórkowych w górę - tzn. charakterystyka strukturalna i mechaniczna, począwszy od modelowania pojedynczych włókien oraz ich wzajemnych interakcji, aż do końcowego modelu sieci włóknistej analogów roślinnych ścian komórkowych, bazujących na celulozie bakteryjnej. Podobnie jak związki hemiceluloz, bakteryjna celuloza będzie charakteryzowana strukturalnie i mechanicznie z użyciem mikroskopii sił atomowych (AFM). Mikroskopia sił atomowych zostanie również wykorzystana do zbadania procesu wbudowywania hemicelulozy do bakteryjnej sieci celulozowej. Podążając tą samą ścieżką, badania modelowe zaowocują opracowaniem narzędzi numerycznych i statystycznych do opisu struktury i zachowania analogów roślinnych ścian komórkowych na poziomie wielu skali przestrzennych - od pojedynczego włókna do całej sieci celulozowo-hemicelulozowej. Rezultatem projektu będzie nowa wiedza na temat oddziaływań pomiędzy celulozą a związkami hemicelulozy oraz ich wpływu na właściwości mechaniczne włóknistych sieci roślinnych ścian komórek.