

Druk 3D biomateriałów inspirowany ścianą komórkową roślin

Obecnie jednym z głównych globalnych wyzwań jest powstrzymanie degradacji środowiska i zastąpienie produktów opartych na paliwach kopalnych zrównoważonymi materiałami o ekologicznym śladzie. Pod tym względem biomasa okazuje się odpowiednim rozwiązaniem ze względu na jej wszechobecność, odnawialność i wysoką wydajność mechaniczną. Wśród roślin spożywczych szczególną rolę odgrywają **owoce i warzywa**, które leżą u podstawy piramidy żywieniowej człowieka i mają duże znaczenie gospodarcze w Polsce, Europie i na świecie. Sektor produkcji i przetwórstwa owoców i warzyw jest źródłem znacznej ilości surowców, w tym odpadów, które można przetworzyć i wykorzystać do produkcji nowych zrównoważonych materiałów o funkcjonalności dostosowanej do różnych zastosowań.

Druk 3D to najnowocześniejsza technika produkcyjna o ogromnych możliwościach dostosowywania, elastyczności i trwałości w produkcji różnych geometrii w sposób addytywny poprzez osadzanie materiałów warstwa po warstwie. Do druku 3D stosuje się różne surowce, jednak niedawno wykazano możliwe zastąpienie tworzyw sztucznych bardziej zrównoważonymi i przyjaznymi dla środowiska składnikami, w tym polisacharydami ściany komórkowej roślin. Jednak, obecne badania nad drukiem 3D z wykorzystaniem tych naturalnych biokomponentów ściany komórkowej ograniczają się do prostszych układów (jeden lub dwa naturalne komponenty) i nie wykorzystują w pełni możliwości wynikających z naturalnej budowy ścian komórkowych roślin. Co więcej, naturalna różnorodność i przestrajalność polisacharydów ściany komórkowej nie została wystarczająco zbadana pod kątem wykorzystania do druku 3D.

Ściany komórkowe w roślinach (CW), jak również w owocach i warzywach, zapewniają ramy strukturalne wspierające wzrost roślin, zachowują integralność strukturalną poprzez przeciwstawianie się wewnętrznym ciśnieniom hydrostatycznym, zachowują pewną elastyczność, aby wspierać podział komórek, rusztowanie biomechaniczne, które umożliwia różnicowanie oraz stanowią barierę dla patogenów i środowiskowa, która chroni przed stresem biotycznym lub abiotycznym. Właściwości CW wynikają z właściwości fizycznych i chemicznych głównie trzech polimerów (celulozy, hemicelulozy i pektyny), a przede wszystkim z interakcji i specyficznej konfiguracji tych składników zorganizowanych w spójną, ale dynamiczną matrycę. **Celuloza i hemiceluloza** są uważane za kluczowe polimery tworzące mechaniczny szkielet ściany komórkowej roślin. **Pektyny** to najbardziej złożona rodzina polisacharydów tworzących amorficzną matrycę w ścianie komórkowej, pełniących rolę plastyfikatora (składnika lepkoplastycznego) pomiędzy nośną siecią celulozowo-hemicelulozową. Właściwości reologiczne pektyny zależą od wielu czynników, tj.: składu molekularnego łańcucha głównego i bocznego, ładunku powierzchniowego (stopień metylacji, Ph), obecności jonów metali oraz stężenia. Te zmienne modulują funkcję ściany komórkowej oraz właściwości mechaniczne w roślinie i mogą być wykorzystywane do kontrolowania właściwości reologicznych pektyny w roztworze. Dlatego też, dostrajając reologię pektyn i właściwości powierzchni polisacharydów przenoszących obciążenia, wydaje się możliwe uzyskanie różnych właściwości mechanicznych biomateriałów wytwarzanych za pomocą druku 3D. Ponieważ trzy polisacharydy (pektyna, hemiceluloza i celuloza) w naturalnej ścianie komórkowej wchodzą w interakcje i razem tworzą mechanicznie dostrajaną strukturę, ponowne wykorzystanie ich razem w recepturach tuszu do druku 3D i uzyskanie różnych właściwości mechanicznych drukowanego materiału są głównymi wyzwaniami naukowymi tego projektu.

Celem tego projektu jest opracowanie strategii dostrajania właściwości pektyn, hemicelulozy i celulozy ekstrahowanych z owoców i/lub warzyw w celu uzyskania formulacji tuszu do druku 3D biomateriałów o różnych właściwościach mechanicznych. W celu opracowania nowego sposobu waloryzacji odpadów rolniczych do nowych bioproduktów, receptury tuszu będą wykonane z wycieków z owoców (jabłko) i warzyw (marchew) bogatych w polisacharydy ściany komórkowej, które są jednocześnie zmienne biologicznie. Aby sprostać temu wyzwaniu, projekt proponuje kompleksowe badania podstawowe z uwzględnieniem kluczowych elementów łańcucha wartości: etapu rozwoju materiału źródłowego, procesu ekstrakcji polisacharydów, funkcjonalizacji polisacharydów, dostosowania technologii druku 3D oraz oceny właściwości drukowanej struktury.