

Tytuł polski: „Biodegradowalne, biokompatybilne i interaktywne surfaktanty - jako ekologicznie bezpieczna alternatywa dla syntetycznych związków w procesach wytwarzania pian i emulsji do zastosowań kosmetycznych, medycznych i przemysłowych”

Tytuł angielski: " Biodegradable, biocompatible and interactive surfactants - as an ecologically safe alternative to synthetic compounds in the generation of foams and emulsions for cosmetic, medical and industrial applications"

Kierownik projektu: dr Marcel Krzan

Numer projektu: 2022/45/B/ST8/02058

W trakcie projektu chcę rozwiązać podstawowy problem badawczy dotyczący wpływu procesów adsorpcji na parametry fazowe układu dyspersyjnego oraz opracować nowe, bezpieczne piany/emulsje o doskonałej biokompatybilności i biodegradowalności wraz z technologiami ich wytwarzania w celu zmniejszenia negatywnego wpływu tradycyjnych chemicznych surfaktantów.

Zanieczyszczenie wody przez detergenty, zwane również surfaktantami, prowadzi do postępującej eutrofizacji zbiorników wodnych. W wyniku tego procesu zmniejsza się ilość wody dostępnej do spożycia. Surfaktanty znajdują zastosowanie w środkach czystości, kosmetykach i nawozach. Ogromna ilość możliwości zastosowania detergentów w procesach przemysłowych i produktach wynika z ich unikalnych właściwości, pozwalających na spontaniczne gromadzenie się w warstwach międzyfazowych. Są to jednak związki syntetyczne o długiej biodegradacji lub mineralizacji. Należy niezwłocznie opracować bezpieczne, biokompatybilne i biodegradowalne alternatywy.

Konieczne jest opracowanie bezpiecznego środka powierzchniowo czynnego. Po pierwsze muszą to być związki lub układy związków o wysokiej aktywności powierzchniowej i zdolności pianotwórczej/emulgującej, dzięki czemu możliwe będzie stworzenie układu dyspersyjnego o możliwie najmniejszym stężeniu użytego surfaktanta. Po drugie, muszą istnieć czynniki zewnętrzne kontrolujące ich właściwości powierzchniowe (pH, siła jonowa, temperatura lub światło). Dzięki temu piany i emulsje mogą ulegać bezpośredniemu i natychmiastowemu rozkładowi, gdy tylko przestaną być przydatne w procesie technologicznym lub jako środek kosmetyczny lub medyczny. Po trzecie, surfaktanty muszą być hipoalergiczne, biokompatybilne, biodegradowalne oraz bezpieczne dla ludzi i środowiska. Po czwarte, ich struktura i właściwości muszą gwarantować łatwe usuwanie ze środowiska wodnego, zwłaszcza ze ścieków, na etapie mechanicznego lub biologicznego oczyszczania. Z tego punktu widzenia, idealny surfaktant nie tylko bez problemu opuszczałaby zanieczyszczony roztwór samodzielnie, ale dodatkowo ze względu na swoje właściwości powinien łączyć się z innymi niepożądanymi zanieczyszczeniami i umożliwiać im w ten sposób wspólne usuwanie ze ścieków. Jeszcze kilka lat temu spełnienie wszystkich tych wymagań byłoby niemożliwe.

W ramach projektu chcę opracować receptury „inteligentnych”, bioaktywnych, powierzchniowo czynnych i biodegradowalnych emulsji i pian. Otrzymane układy zdyspergowane będą oparte na mieszaninach biosurfaktantów z biopolimerami (lub nanocząstkami). Dodatki będą miały właściwości bioaktywne, terapeutyczne lub inne wymagane przez ich końcowe zastosowania. Aby zapewnić interaktywność opracowanych układów zdyspergowanych planuję wprowadzić surfaktanty zmieniające swoją aktywność powierzchniową pod wpływem pH, siły jonowej, temperatury czy bodźców świetlnych. Chcę również zapewnić, że surfaktanty będą oddziaływać z innymi biopolimerami i cząstkami stałymi pochodzenia naturalnego, kompleksując je i wprowadzając do warstwy adsorpcyjnej. W efekcie związki pozbawione aktywności powierzchniowej mogą znajdować się w warstwie adsorpcyjnej w znacznym nadmiarze i poprawiać właściwości cienkiej warstwy międzyfazowej. W ten sam sposób związki nieczynne powierzchniowo zostaną usunięte jako skompleksowane dodatki ze roztworów ściekowych.

Aby zrealizować te cele, muszę wyjaśnić wpływ struktury molekularnej i efekty dynamicznej adsorpcji surfaktantów na różnych poziomach hierarchicznych w ciekłych funkcjonalizowanych pianach i emulsji od skali nano do skali makroskopowej. Dlatego proponuję przeprowadzenie serii testów z wykorzystaniem bezpiecznych modelowych związków powierzchniowo czynnych, które będą

oddziaływać z „inteligentnymi” i naturalnymi bioaktywnymi lub terapeutycznymi biopolimerami lub nanocząstkami.

Będę badał właściwości adsorpcji i wytwarzania piany/emulsji na wszystkich poziomach: od oddziaływań molekularnych, gdzie parametry warstwy adsorpcyjnej będą analizowane za pomocą różnych tensjometrów i spektrometrów (w tym spektroskopii Sum Frequency Generation), poprzez reologię cienkich warstw i ich stabilność (Thin Liquid Film Pressure Balanced Technique) aż do badania struktury piany/emulsji i analizy właściwości reologicznych (lepkościowo-elastycznych) fazy pianowej.