IV OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA NAUKOWA

BIOPOLIMERY

ŹRÓDŁO NOWYCH MATERIAŁÓW

ABSTRAKTY

Redakcja:
Izabela Mołdoch-Mendoń,
Konrad Skrzątek

Lublin, 14 października 2021 r.

IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Biopolimery – źródło nowych materiałów”

Abstrakty

IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa „Biopolimery – źródło nowych materiałów”

Abstrakty

Redakcja:
Izabela Mołdoch-Mendoń
Konrad Skrzątek

Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL
Lublin 2021

IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa
„Biopolimery – źródło nowych materiałów”

14 października 2021 r.

Abstrakty

Redakcja:
Izabela Mołdoch-Mendoń
Konrad Skrzątek

Skład i łamanie:
Monika Maciąg

Projekt okładki:
Marcin Szklarczyk

© Copyright by Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL

ISBN 978-83-66861-76-3

Wydawca:
Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL
ul. Głowackiego 35/348
20-060 Lublin
www.fundacja-tygiel.pl

Komitet Naukowy:

- **dr hab. inż. Jakub Haberko, prof. AGH,** Katedra Fizyki Materii Skondensowanej, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
- **prof. dr hab. inż. Beata Kolesińska,** Instytut Chemii Organicznej, Politechnika Łódzka
- **dr hab. Katarzyna Lewandowska, prof. UMK,** Katedra Chemii Biomateriałów i Kosmetyków, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
- **dr hab. Andrzej Swinarew, prof. UŚ,** Instytut Inżynierii Biomedycznej, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Uniwersytet Śląski w Katowicach; Instytut Nauk o Sporcie, Zakład Pływania i Ratownictwa Wodnego, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach
- **dr hab. Marek Szmigielski,** Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz, Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
- **dr n. farm. Katarzyna Klimek,** Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie
- **dr inż. Marcin Masłowski,** Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka
- **dr n. farm. Małgorzata Miazga-Karska,** Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Komitet Organizacyjny:

- Beata Bujalska
- Ewelina Chodźko
- Alicja Danielewska
- Monika Iwaniuk
- Joanna Jędrzejewska
- Kinga Kalbarczyk
- Joanna Kozłowska
- Kamil Maciąg
- Monika Maciąg
- Izabela Mołdoch-Mendoń
- Konrad Skrzątek
- Marcin Szklarczyk
- Paulina Szymczyk

Patronat Honorowy:

Organizator:

Fundacja TYGIEL

Spis treści

Wystąpienia Gości Honorowych

Biopolimery Peptydów Sojowych jako Detektory Skuteczności Ogrzewania 11

Elastomery ciekłokrystaliczne – inteligentne materiały na sztuczne mięśnie, siłowniki i mikronarzędzia 13

Koniugaty polisacharydowo-peptydowe użyteczne w medycynie regeneracyjnej oraz zaopatrywaniu trudno gojących się ran 14

Materiały polimerowe na bazie mieszanin i kompozytów biopolimerowych do potencjalnych zastosowań kosmetycznych i biomedycznych 16

Nowe polimerowe materiały porowate do zastosowań w intensywnej terapii 18

Wystąpienia Uczestników

Ekologiczny i modyfikowany nowy asortyment żywic alkilofenolowo-furfualowych 23

Fotoutwardzalne światłem widzialnym powłoki polimerowe otrzymywane z monomerów pochodzenia roślinnego 24

Nowatorskie kierunki zastosowania ligniny, ze szczególnym uwzględnieniem procesów biotechnologicznych 26

Nowe wysokowydajne systemy fotoinicjujące wykorzystywane do procesów fotopolimeryzacji rodnikowej i kationowej w zakresie światła widzialnego 27

Opracowanie nowych systemów fotoinicjujących do otrzymywania polimerowych materiałów hydrożelowych metodą fotopolimeryzacji wykorzystującej światło z zakresu widzialnego 29

Właściwości adsorpcyjne chitozanu modyfikowanego cieczą jonową w stosunku do jonów fluorkowych 31

Wpływ biokrzemionki okrzemkowej na właściwości kompozytów na bazie elastomerów dielektrycznych 33

Wpływ domieszki biopolimerowej na bazie skrobi na właściwości mieszanek oraz stwardniałych kompozytów cementowo-szklanych 35

Wpływ domieszki biopolimerowej na bazie skrobi na właściwości zaczynów cementowych oraz popiołowych 36

Wpływ domieszki biopolimerowej na bazie skrobi na właściwości zapraw cementowych oraz mieszanek betonowych 37

Indeks Autorów 38

Wystąpienia
Gości Honorowych

Biopolimery Peptydów Sojowych jako Detektory Skuteczności Ogrzewania

dr hab. Marek Szmigielski, *Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz, Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

Nasiona soi ze względu na korzystny skład chemiczny, przede wszystkim zasobność w białka o dużej wartości odżywczej, bogatych w aminokwasy egzogenne, dużą zawartość oleju o wysokim udziale niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), oraz bogactwo witamin i soli mineralnych, stanowią cenny surowiec w produkcji żywności i pasz.

Wykorzystanie tych nasion jako surowca do produkcji żywności i pasz wiąże się jednak z różnymi formami i sposobami ich ogrzewania, które mają na celu redukcję aktywności czynników antyodżywczych i wykształcenie korzystnych właściwości reologicznych produktu.

Nadmierne ogrzewanie stanowi jednak wadę procesu powiązaną z ryzykiem obniżenia wartości odżywczej i niekorzystnymi przemianami produktu. Konieczne jest więc pogodzenie tych wzajemnie przeciwstawnych tendencji, zachowania wysokiej wartości odżywczej z redukcją aktywności czynników antyodżywczych, oraz zapewnienie dostatecznie skutecznego systemu kontroli jakości produktu, w którym możliwe jest szybkie sterowanie procesem przemysłowego przetwórstwa nasion soi charakteryzującego się równocześnie dużą dynamiką i skalą przerobu.

Wymaga to zastosowania dostatecznie czułych, precyzyjnych i zarazem prostych metod oceny, tak aby możliwe było szybkie i skuteczne sterowanie procesem przetwórstwa.

Jako detektory skuteczności ogrzewania nasion soi i produktów sojowych może być wykorzystana każda z substancji, która podlega przemianom na skutek obróbki termicznej podczas procesu przetwarzania. W dotychczas stosowanych badaniach najczęściej stosowane są tego typu testy oparte na właściwościach sojowych biopolimerów peptydowych takich jak aktywność enzymu ureazy (UA) lub aktywność antytrypsynowa (TIA).

Podjęte badania miały na celu porównanie tradycyjnych sposobów oceny (UA, TIA) z metodą opracowaną przez autora i nazwaną wskaźnikiem purpury bromokrezolowej (BCPI), którego podstawą jest chemisorpcja substancji wskaźnikowej (5’,5”-dibromo 2’,2”-dimetylofenolosulfoftaleiny) na biopolimerach peptydów sojowych.

Wszystkie zastosowane metody (BCPI, UA, TIA) okazały się przydatne w badaniu skuteczności ogrzewania nasion soi ale ze względu na czułość, precyzję, czasochłonność i skuteczność w odróżnieniu właściwości próbek, zastosowanie wskaźnika purpury bromokrezolowej (BCPI) wydaje się być najbardziej uzasadnione.

Metoda BCPI okazała się uniwersalna, umożliwiając odróżnienie prób nieogrzewanych (BCPI < 70 $mg \cdot g^{-1}$), zbyt słabo ogrzanych (70 $mg \cdot g^{-1}$ < BCPI < 130 $mg \cdot g^{-1}$), prawidłowo ogrzanych (BCPI = 130-140 $mg \cdot g^{-1}$) od nadmiernie ogrzanych (BCPI > 140 $mg \cdot g^{-1}$).

Elastomery ciekłokrystaliczne – inteligentne materiały na sztuczne mięśnie, siłowniki i mikronarzędzia

dr hab. inż. Jakub Haberko, prof. AGH, *Katedra Fizyki Materii Skondensowanej, Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie*

Elastomery ciekłokrystaliczne to sieci polimerowe, zawierające w swojej strukturze chemicznej mezogeny ciekłokrystaliczne, najczęściej w postaci prostych, sztywnych fragmentów molekularnych. Na etapie produkcji taki materiał podlega orientacji, na skutek czego zostaje w nim zamrożony pewien wybrany kierunek anizotropii właściwości mechanicznych, kierunek direktora. Jego podgrzanie lub naświetlenie skutkuje przejściem fazowym porządek-nieporządek, którego efektem jest deformacja, przy czym materiał powraca do swojego początkowego kształtu po ochłodzeniu lub ustaniu impulsu świetlnego. Rodzaj deformacji można zaprojektować, a materiał może przejść wiele cykli odkształcania bez utraty swoich właściwości. Umożliwia to stworzenie rozmaitych siłowników, aktywnych elementów miękkich robotów czy też mikronarzędzi, aktywowanych światłem lasera lub temperaturą. W referacie przedstawię kilka przykładów zastosowań takich materiałów i przyrządów zbudowanych z ich pomocą. Zaprezentuję m.in. prosty siłownik liniowy o jednorodnym układzie direktora, mogący pełnić funkcję sztucznego mięśnia. Inne ułożenie direktora umożliwia zwiększenie skoku siłownika i wykorzystanie go jako elementu sterowanego światłem silnika. Przedstawię również sterowane światłem szczypce optyczne, wytworzone na końcu światłowodu. Pokażę jak symulacje komputerowe wykorzystujące metodę elementów skończonych pomagają projektować i przewidzieć właściwości omawianych materiałów.

Koniugaty polisacharydowo-peptydowe użyteczne w medycynie regeneracyjnej oraz zaopatrywaniu trudno gojących się ran

prof. dr hab. inż. Beata Kolesińska, *beata.kolesinska@p.lodz.pl, Instytut Chemii Organicznej, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka, Żeromskiego 116, 90-924 Łódź*

Materiały opatrunkowe stosowane są w medycynie regeneracyjnej do leczenia i zaopatrywania ran, wspomagając też regenerację uszkodzonych tkanek. W Instytucie Chemii Organicznej Politechniki Łódzkiej prowadzone są badania nad biokompatybilnymi, wieloskładnikowymi materiałami na bazie polisacharydów oraz peptydów (fragmenty kluczowych w procesie regeneracji białek) przydatnymi w leczeniu trudno gojących się ran, w tym zespołu stopy cukrzycowej. Zaprojektowane materiały hybrydowe wpływają na wszystkie etapy procesu gojenia się ran. Dodatkowo, spełniają one wszystkie kryteria jednolitej koncepcji leczenia ran przewlekłych (strategia TIME). W grupie schorzeń, którym towarzyszy problem trudno gojących się ran, znajdują się rany naczyniowe, zespół stopy cukrzycowej, owrzodzenia troficzne, rany hematologiczne, rany w ropnym zgorzelinowym zapaleniu skóry, owrzodzenia nowotworowe oraz rany towarzyszące wrodzonym malformacjom naczyniowym. Szacuje się, że problem cukrzycy dotyczy 3 milionów osób w Polsce. Zespół stopy cukrzycowej jest jedną z najczęstszych przyczyn hospitalizacji wśród powikłań cukrzycowych (4-10% pacjentów). Ryzyko owrzodzenia u cukrzyków waha się od 12 do 25%. Jest to najczęstsza nieurazowa przyczyna amputacji kończyn dolnych. Ryzyko amputacji w populacji osób chorych na cukrzycę jest 30-40 razy wyższe.

W wyniku synergii pomiędzy wybranym zestawem biologicznie czynnych peptydów i polisacharydów stwierdzono, że możliwe jest uzyskanie materiału hybrydowego przydatnego w leczeniu trudno gojących się ran wpływających na:

(i) hemostazę (fragmenty: łańcuch α i γ fibrynogenu, laktoferyny, fibronektyny, czynnika XIII);
(ii) zapalenie (fragmenty cytokin pro i przeciwzapalnych);

(iii) proliferację (fragmenty składników ECM: kolageny, elastyna, czynniki wzrostu);

(iv) przebudowę tkanki i ochronę przed infekcją bakteryjną.

W procesie biodegradacji materiały te rozkładają się wyłącznie na związki naturalne.

Badania finansowane przez Narodowe Centrum Nauki, UMO-2018/31/B/ST8/02760.

Materiały polimerowe na bazie mieszanin i kompozytów biopolimerowych do potencjalnych zastosowań kosmetycznych i biomedycznych

dr hab. Katarzyna Lewandowska, prof. UMK, *reol@umk.pl, Katedra Chemii Biomateriałów i Kosmetyków, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu*

W ostatnich 50 latach, produkcja materiałów polimerowych rosła szybko i nadal istnieje duże zapotrzebowanie na nowe funkcjonalne materiały polimerowe o ściśle określonych właściwościach do bardzo specyficznych zastosowań w różnych gałęziach przemysłu i gospodarki. Otrzymywanie materiałów polimerowych o nowych właściwościach fizykochemicznych przeprowadza się bądź poprzez syntezę nowych monomerów (i następnie ich polimeryzację), bądź przez mieszanie w stopie lub w roztworze dwóch lub większej liczby polimerów i innych dodatków, aby uzyskać efekt synergetyczny. Ta ostatnia metoda jest zwykle tańsza. Dodatkowa korzyść z otrzymania mieszanin i kompozytów polimerowych jest taka, że właściwości materiałów można dopasowywać przez łączenie składników, zmianę ich składu, czy warunków ich otrzymania. Ponadto, nadal istnieje tendencja do stosowania biopolimerów, które są otrzymywane ze źródeł odnawialnych zwłaszcza tych, które są zawarte w odpadach przemysłu rolnego, celulozowo-papierniczego czy spożywczego. Zainteresowanie materiałami zawierającymi polimery naturalne związane jest także ze wzrostem zapotrzebowania na produkty o charakterze ekologicznym – przyjazne człowiekowi i jego naturalnemu środowisku. W tym aspekcie jedną z najcenniejszych właściwości biopolimeru staje się zdolność do rozkładu pod wpływem czynników biologicznych oraz przyswojenie przez środowisko produktów tego procesu. Takie biopolimery jak polisacharydy (celuloza, skrobia, chityna i ich pochodne) oraz białka (kolagen, keratyna, elastyna i ich hydrolizaty) są siłą rzeczy bardziej podatne na biodegradację aniżeli polimery syntetyczne. Surowce te nie są pozbawione wad i ograniczeń. Dlatego też często, żeby

w pełni wykorzystać ich potencjał niezbędna jest modyfikacja ich właściwości. Podczas prezentacji zostaną przedstawione przykłady mieszanin i kompozytów na bazie wybranych polisacharydów, ich właściwości fizykochemicznych, a także możliwości aplikacyjne złożonych układów.

Nowe polimerowe materiały porowate do zastosowań w intensywnej terapii

dr hab. Andrzej Swinarew, prof. UŚ, *Instytut Inżynierii Biomedycznej, Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Uniwersytet Śląski w Katowicach; Instytut Nauk o Sporcie, Zakład Pływania i Ratownictwa Wodnego, Akademia Wychowania Fizycznego im. Jerzego Kukuczki w Katowicach*

Oksygenator to urządzenie do pozaustrojowego utlenowania krwi. Podczas zabiegów operacyjnych przejmuje funkcję płuc i serca oraz zapewnia zaopatrzenie organizmu w utlenowaną krew oraz odprowadzenie dwutlenku węgla. Umożliwia pozaustrojowe natlenowanie krwi także podczas leczenia ciężkiej niewydolności oddechowej w przebiegu COVID-19.

Opieka zdrowotna na całym świecie zmaga się z pandemią wirusa SARS-CoV-2, wywołującego u ludzi COVID-19. Najtrudniejsze przypadki choroby wymagają natlenowania krwi i eliminacji z niej dwutlenku węgla. Oksygenator zbudowany jest z dużej liczby cienkich rurek, pomiędzy którymi płynie krew. Ściany rurek stanowi półprzepuszczalna błona, przez którą mogą przenikać gazy – tlen i dwutlenek węgla, ale nie przenikają cząstki krwi. Wewnątrz rurek (tzw. kapilar) znajduje się przestrzeń wypełniona mieszaniną gazową zawierającą tlen, której stężenie można regulować w zależności od potrzeb. Krew, przepływając pomiędzy kapilarami, oddaje dwutlenek węgla a pobiera cząsteczki tlenu – jest to proces, który normalnie odbywa się w płucach.

Wiele ze znanych dotychczas układów do utlenowania krwi zbudowanych jest z membran w postaci kapilar ułożonych równolegle względem siebie, jednak prostopadle do kierunku przepływu krwi lub przecinających się pod kątem 90°, ale ułożonych w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku przepływu krwi w urządzeniu.

Materiały zastosowane do budowy membrany nie uwalniają związków chemicznych toksycznych dla komórek oraz same nie powodują reakcji patogennych w komórkach. Obecnie kapilary wykonane są z organicznego materiału składającego się z bazy w postaci polimeru fluorowego, korzystnie

poli(tetrafluoroetylenu) (PTFE, teflon) lub polifluorku winylidenu (PVDF) lub kopolimeru tetrafluoroetylenu i heksafluoropropylenu (FEP), oraz domieszki albuminy wbudowanej w mikrostrukturę materiału bazowego. W miarę użytkowania membrany następuje stopniowe uwalnianie albuminy i wzrostu liczby porów otwartych, co skutkuje większą powierzchnią wymiany gazowej, czyli lepszą oksygenacją. Dochodzi również do powstawania nowych porów, które przejmują funkcję gazowymienną od porów otwartych, które mogły zostać zablokowane przez stopniowo powstające skrzepliny lub tworzenie się biofilmu na powierzchni membrany.

Wystąpienia Uczestników

Ekologiczny i modyfikowany nowy asortyment żywic alkilofenolowo-furfualowych

***Marta Depta**, marta.depta@icso.lukasiewicz.gov.pl, Grupa Badawcza Procesy Katalityczne, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia” Kędzierzyn-Koźle, https://www.icso.com.pl/*

***Katarzyna Jaszcz**, katarzyna.jaszcz@polsl.pl, Katedra Fizykochemii i Technologii Polimerów, Wydział Chemiczny, Politechnika Śląska, https://www.polsl.pl/rch/*

Żywice fenolowe oparte na furfuralu są znane od lat 20. XX wieku, kiedy to zostały opracowane i rozpoczęła się ich produkcja przemysłowa. Jednakże, ich popularność i udział w rynku żywic fenolowych, nie był zbyt znaczący aż do końca XX wieku, kiedy to ze względów ekologicznych zaczęły przeżywać swój renesans.

Żywice fenolowo-furfuralowe mogą stać się w przyszłości alternatywą dla żywic fenolowo-formaldehydowych, ponieważ toksyczny formaldehyd może zostać zastąpiony (częściowo lub całkowicie) przez korzystniejszy dla środowiska i zdrowia furfural, który dodatkowo jest surowcem odtwarzalnym, otrzymywanych z odpadów rolnych. Ochrona zdrowia oraz środowiska i racjonalne wykorzystanie surowców odnawialnych w trosce o środowisko, skłoni w przyszłości producentów żywic do całkowitej zamiany formaldehydu na inny aldehyd, bardziej przyjazny dla otoczenia i człowieka. W planowanych do otrzymania żywic, fenol zostanie zastąpiony alkilofenolami, które są zdecydowanie mniej toksyczne i bardziej przyjazne dla człowieka i środowiska. Nowy produkt osiągnie więc neutralność klimatyczną i gospodarczą.

Innowacyjność produktu opiera się głównie na modyfikacji tych żywic na drodze eteryfikacji grup hydroksylowych obecnych w żywicach alkoholami, lub ich estryfikacji z udziałem nienasyconych kwasów tłuszczowych. Rezultatem tego rodzaju modyfikacji żywicy, jest zwiększenie elastyczności wyrobu, przyczepności do podłoża, połysku, odporności chemicznej i mechanicznej. Dzięki swoim właściwościom chemicznym, uzyskane żywice odróżniają się od innych materiałów polimerowych i w ten sposób mogą stać się bardziej pożądanym produktem na rynku. Należy wyjść naprzeciw coraz bardziej rosnącym wymaganiom klientów.

Fotoutwardzalne światłem widzialnym powłoki polimerowe otrzymywane z monomerów pochodzenia roślinnego

***Paweł Niezgoda**, pawelniezgodaa@gmail.com, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków*

***Dominika Krok**, dominika.krok11@interia.pl, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków*

***Joanna Ortyl**, joanna.ortyl@photohitech.com, Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, Photo4Chem sp. z o.o.; ul. J. Lea 114, 30-133 Kraków, Photo HiTech sp. z o.o.; ul. Bobrzyńskiego 14, 30-348 Kraków*

Fotopolimeryzacja jest procesem polegającym na polimeryzacji monomeru w obecności fotoinicjatora, który pod wpływem światła o odpowiedniej długości fali z zakresu ultrafioletowego (UV) lub widzialnego (VIS) ulega rozkładowi z wytworzeniem centrów aktywnych inicjujących reakcję. Główną zaletą polimeryzacji inicjowanej światłem jest przede wszystkim prędkość jej przebiegu, co z punktu widzenia przemysłowego wytwarzania bezrozpuszczalnikowych powłok polimerowych jest niezwykle cenną właściwością. Powłoki te znajdują zastosowanie w niezwykle szerokim spektrum dziedzin życia począwszy od przemysłu meblarskiego, przez motoryzację, podzespoły elektroniczne czy materiały opakowaniowe. W dzisiejszych czasach, kiedy to zdrowie ludzkie, a także ekologia są tematami priorytetowymi, zakłady przemysłowe starają się odchodzić od wykorzystania klasycznych monomerów pochodzenia ropopochodnego szukając ekologicznych zamienników. Zastosowanie kompozycji bioodnawialnych, opartych o monomery pochodzenia roślinnego pozwala znacząco zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych w zakładach przemysłowych.

Przeprowadzono badania, których głównym założeniem była inicjacja procesu polimeryzacji wspomnianym w tytule promieniowaniem świetlnym z zakresu fal widzialnych, które jest bezpieczne dla ludzkiego zdrowia.

Wykorzystanie tego promieniowania wpływa również korzystnie na sumaryczne zużycie energii elektrycznej, co znacząco oddziałuje na walory pro-ekologiczne zastosowanej metody. W przeprowadzonych badaniach wykorzystano dwa monomery pochodzenia roślinnego: epoksydowany olej sojowy oraz tlenek limonenu. Przygotowano odpowiednie kompozycje oparte o fotosensybilizator w postaci tioksantonu, sól jodoniową, a także o wspomniane monomery pochodzenia roślinnego wraz z monomerem epoksydowym CADE. Efektywność procesu badano metodą FT-IR w czasie rzeczywistym, która wykazała optymalną z technologicznego punktu widzenia konwersje.

Powyższe badania zostały sfinansowane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej w ramach projektu TEAM TECH. Numer projektu TEAM TECH/2016-2/15 (POIR.04.04.00-00-204B/16-00)

Nowatorskie kierunki zastosowania ligniny, ze szczególnym uwzględnieniem procesów biotechnologicznych

***Agnieszka Anna Pilarska**, pilarska@up.poznan.pl, Katedra Mleczarstwa i Inżynierii Procesowej, Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań*

Lignina jest jedną z najczęściej spotykanych substancji odnawialnych na świecie, po celulozie i olejach naturalnych. To także przykład surowca odpadowego, wytwarzanego w dużych ilościach podczas roztwarzania drewna oraz w produkcji biopaliw. Powstaje w reakcji polimeryzacji trzech organicznych monomerów, pochodnych alkoholi fenolowych: koniferylowego, synapinowego, kumarylowego, różniących się stopniem metoksylacji. Cenne właściwości ligniny, w tym porowatość, dobrze rozwinięcia powierzchnia właściwa, chłonność, stabilność termiczna, aktywność polarograficzna, a także specyficzna budowa strukturalna, przyczyniły się do rozwoju wielu zastosowań tego materiału, m.in. jako napełniacza w szerokiej grupie polimerów, nośnika oraz komponentu nośnika do immobilizacji enzymów, materiału konstrukcyjnego w produkcji elektrochemicznych sensorów. Obecność licznych grup funkcyjnych na powierzchni ligniny sprawia, że może ona pełnić rolę biosorbentu jonów metali ciężkich. Dzięki swoim właściwościom fizykochemicznym, materiał ten spełnia warunki efektywnego materiału nośnikowego. Zastosowanie ligniny jako dodatku w beztlenowej degradacji osadów ściekowych, przynosi korzystne rezultaty. Zrealizowane badania dowiodły, że dodatek ligniny w układzie z krzemionką, przyczynia się do wydłużenia aktywności i stabilności konsorcjum mikroorganizmów, a tym samym do zwiększenia wydajności wytwarzania biogazu. Nośnik działa ochronnie na komórki immobilizowanych mikroorganizmów, w przypadku niepożądanych zmian wartości pH, temperatury i składu podłoża. Stopniowe odkrywanie potencjału ligniny, wynikającego z jej interesującej budowy chemicznej, przyczynia się do rozwoju rozmaitych kierunków zastosowań. Intensywny rozwój nowoczesnej biotechnologii i technologii chemicznej, daje duże możliwości wykorzystania tego materiału w licznych nowatorskich projektach.

Nowe wysokowydajne systemy fotoinicjujące wykorzystywane do procesów fotopolimeryzacji rodnikowej i kationowej w zakresie światła widzialnego

***Paweł Stalmach**, pawel.stalmach05@gmail.com, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków*

***Wiktoria Tomal**, wiktoriatomall@gmail.com, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków*

***Patryk Szymaszek**, szymaszek.patryk@gmail.com, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków*

***Joanna Ortyl**, joanna.ortyl@photohitech.com, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, Photo4Chem sp. z o.o.; ul. J. Lea 114, 30-133 Kraków, Photo HiTech sp. z o.o.; ul. Bobrzyńskiego 14, 30-348 Kraków*

Fotopolimeryzacja to powszechnie znana metoda wytwarzania materiałów polimerowych, mająca liczne zalety takie jak: prowadzenie reakcji w temperaturze otoczenia, brak rozpuszczalników i niezwykle krótki czas obróbki. Polimeryzacja inicjowana światłem jest stosowana zarówno w przemyśle chemicznym, optoelektronice, biomedycynie, a także w druku 3D, który od kilku lat zyskuje niezwykłą popularność, głównie ze względu na bezpośrednią możliwość wykorzystania elementów drukowanych 3D lub możliwość szybkiego prototypowania dzięki krótkiemu czasowi druku i precyzyjnym wykonaniu skomplikowanych elementów oraz możliwości wprowadzania licznych poprawek przed wprowadzeniem do masowej produkcji.

Istotne jest, aby stosowane inicjatory posiadały charakterystykę absorpcji kompatybilną z charakterystyką emisji stosowanych źródeł światła, najlepiej z zakresu widzialnego. Niestety obecnie występujące na rynku fotoinicjatory procesów polimeryzacji inicjowanej światłem absorbują zaledwie do 320 nm. W stosunku do emisji powszechnie używanych źródeł światła jest to od wiele za krótki zakres. Dlatego też zrodziła się potrzeba opracowania nowych i wydajnych rozwiązań w tym zakresie. Efektywność komercyjnie stoso-

wanych inicjatorów można zwiększyć poprzez znalezienie związków, które nadawałyby się do pełnienia roli fotosensybilizatorów tych inicjatorów. W związku z powyższym w niniejszej pracy zaproponowano kompleksy irydu do roli wysokowydajnych sensybilizatorów handlowo stosowanego inicjatora w postaci soli jodoniowej w procesach fotopolimeryzacji kationowej i rodnikowej. Przeanalizowano charakterystykę spektroskopową tych związków, a także ich przydatność w systemach fotoinicjujących. Zbadano kinetykę procesu polimeryzacji przy użyciu metody Real Time FT-IR, a wyniki przedstawiono w postaci stopnia konwersji grup funkcyjnych poszczególnych monomerów. Monitorowano również przebieg procesu fotopolimeryzacji przy użyciu metody Fluorescence Probe Technology (FPT).

Podziękowania

Niniejsze badania były finansowane z projektu TEAM TECH (FNP), numer umowy POIR.04.04.00-00-204B/16-00 – TEAM TECH/2016-2/15 „Molecular design, synthesis and application photoinitiator-catalysts(PICs) for photopolymerization reactions”. Dodatkowe, szczególne podziękowania kieruję do kierownika projektu dr hab. inż. Joanny Ortyl, Prof. PK.

Opracowanie nowych systemów fotoinicjujących do otrzymywania polimerowych materiałów hydrożelowych metodą fotopolimeryzacji wykorzystującej światło z zakresu widzialnego

***Katarzyna Starzak**, katarzynastarzak1998@gmail.com, Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej, Wydział inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, www.pk.edu.pl*

***Wiktoria Tomal**, wiktoriatomall@gmail.com, Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej, Wydział inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, www.pk.edu.pl*

***Patrycja Środa**, patrycjasroda@gmail.com, Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej, Wydział inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, www.pk.edu.pl*

***Joanna Ortyl**, jortyl@pk.edu.pl, Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej, Wydział inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska, ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków, www.pk.edu.pl; Photo4Chem sp. z o.o., ul. J. Lea 114, 30-133 Kraków; Photo HiTech sp. z o.o.; ul. Bobrzyńskiego 14, 30-348 Kraków; www.photohitech.com*

Materiały hydrożelowe są to niezwykle interesujące pod względem aplikacyjnym, między innymi z uwagi na fakt, że ich właściwości strukturalne oraz biochemiczne są zbliżone do macierzy zewnątrzkomórkowej (ECM) w większości tkanek. Materiały te ze względu na swoje właściwości takie jak wysoka porowatość, miękkość oraz plastyczność, czy też właściwości absorpcyjne, znajdują liczne zastosowania m.in. w medycynie oraz farmacji. Jednymi z ważniejszych metod otrzymywania materiałów hydrożelowych są procesy fotopolimeryzacji *in situ*. Zapewnia ona również możliwość kontroli czasoprzestrzennej procesu polimeryzacji. Proponowana metoda, z ekonomicznego punktu widzenia, jest niezwykle efektywna pod względem energetycznym albowiem jest ona inicjowana fotochemicznie, więc jej czas liczony jest w sekundach, a cały proces prowadzony jest w temperaturze otoczenia. Aktualnie dąży się do otrzymywania materiałów przy użyciu nieszkodliwych warunków, w tym przy użyciu źródeł światła z zakresu widzialnego.

W związku z tym, opracowanie nowych systemów fotoinicjujących, działających w zakresie światła widzialnego oraz charakteryzujących się polepszoną rozpuszczalnością w wodzie jest kluczowe dla wydajnego i bezpiecznego wytwarzania materiałów hydrożelowych. W niniejszej pracy zaproponowano nowe związki chemiczne powstałe w procesie pirolizy kwasu cytrynowego i jego pochodnych z różnymi dodatkami, jako efektywne fotosensybilizatory soli jodoniowej. Takie dwuskładnikowe systemy fotoinicjujące zapewniły wysoką efektywność procesu fotopolimeryzacji, w tym polimeryzacji rodnikowej oraz polimeryzacji w środowisku wodnym – do wytwarzania światłoczułych materiałów hydrożelowych. Przeprowadzono pełną charakterystykę spektroskopową, elektrochemiczną i termodynamiczną nowych pochodnych w celu określenia ich właściwości sensybilizujących. Proces tworzenia materiałów hydrożelowych monitorowano przy użyciu techniki FT-IR w czasie rzeczywistym co pozwoliło na analizę samej kinetyki fotopolimeryzacji.

Podziękowania

Powyższe badania zostały sfinansowane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej w ramach projektu TEAM TECH. Numer projektu TEAM TECH/2016-2/15 (POIR.04.04.00-00-204B/16-00).

Właściwości adsorpcyjne chitozanu modyfikowanego cieczą jonową w stosunku do jonów fluorkowych

***Agnieszka Dzieniszewska**, agnieszka.dzieniszewska@ipispan.edu.pl, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, ipis.pan.pl*

***Janusz Nowicki**, janusz.nowicki@icso.lukasiewicz.gov.pl, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ciężkiej Syntezy Organicznej „Blachownia”, www.icso.com.pl*

***Justyna Czupioł**, justyna.czupiol@ipispan.edu.pl, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, ipis.pan.pl*

***Joanna Kyzioł-Komosińska**, joanna.komosinska@ipispan.edu.pl, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, ipis.pan.pl*

Szybki rozwój cywilizacji oraz wzrastające potrzeby społeczeństwa sprawiają, że zwiększa się zużycie wody oraz generowana jest coraz większa ilość ścieków, co negatywnie odbija się na jakości środowiska wodno-glebowego. Ważną klasą zanieczyszczeń wód są aniony nieorganiczne, w tym fluorki. Mimo że pewna ilość fluoru w wodzie pitnej ma korzystny wpływ na zdrowie człowieka, to spożywanie wody o stężeniu fluoru przekraczającym 1,5 mg/l prowadzi do rozwoju chorób układu kostnego oraz dolegliwości neurologicznych. Spośród różnych sposobów usuwania fluoru z wód i ścieków, adsorpcja nadal pozostaje jedną z bardziej efektywnych i ekonomicznych metod, dlatego stale prowadzone są badania nad nowymi wysokosprawnymi materiałami adsorpcyjnymi. Obecnie duże zainteresowanie wzbudza chitozan ze względu na swoje unikalne cechy oraz łatwość modyfikacji. Wprowadzenie określonych grup funkcyjnych może znacznie poprawić zdolności wiązania zanieczyszczeń oraz selektywność, co ma duże znaczenie w przypadku zastosowania chitozanu jako adsorbentu.

Celem badań było określenie wpływu modyfikacji chitozanu za pomocą imidazolowej cieczy jonowej na jego właściwości adsorpcyjne w stosunku do fluorków. Badania pojemności adsorpcyjnej chitozanu przed i po modyfikacji przeprowadzono w statycznych warunkach kontaktu faza stała: roztwór z uwzględnieniem różnych warunków prowadzenia procesu, tj. pH, dawka adsorbentu oraz stężenie początkowe jonów w roztworze. Do interpretacji

wyników eksperymentalnych zastosowano cztery izotermy – Langmuira, Freundlicha, Dubinina-Raduszkiewicza i Sipsa, a na podstawie oszacowanych parametrów określono maksymalną pojemność adsorpcyjną oraz mechanizm wiązania jonów. Na podstawie uzyskanych rezultatów stwierdzono, że modyfikacja miała znaczący wpływ na ilość wiązanych fluorków. Proces adsorpcji zależał również od warunków prowadzenia eksperymentu, a dane doświadczalne najlepiej opisywała izoterma Sipsa, co wskazuje na złożony mechanizm wiązania jonów fluorkowych.

Wpływ biokrzemionki okrzemkowej na właściwości kompozytów na bazie elastomerów dielektrycznych

***Weronika Brzozowska**, weronika.brzozowska@phd.usz.edu.pl, Instytut Nauk o Morzu i Środowisku, Uniwersytet Szczeciński, https://nms.usz.edu.pl*

***Izabela Wojtczak**, izabelawojtczak1991@gmail.com, Katedra Chemii Środowiska i Bioanalityki, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, https://www.chem.umk.pl/kchsib/*

***Myroslav Sprynskyy**, mspryn.umk.pl, Katedra Chemii Środowiska i Bioanalityki, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, https://www.chem.umk.pl/kchsib/*

***Ewa Olewnik-Kruszkowska**, Ewa.Olewnik@umk.pl, Katedra Chemii Fizycznej i Fizykochemii Polimerów, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, https://www.chem.umk.pl/kchfifp/*

***Przemysław Dąbek**, przemyslaw.dabek@usz.edu.pl, Instytut Nauk o Morzu i Środowisku, Uniwersytet Szczeciński, https://nms.usz.edu.pl*

***Andrzej Witkowski**, andrzej.witkowski@usz.edu.pl, Instytut Nauk o Morzu i Środowisku, Uniwersytet Szczeciński*

***Bogusław Buszewski**, bbusz@umk.pl, Katedra Chemii Środowiska i Bioanalityki, Wydział Chemii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, https://www.chem.umk.pl/kchsib/; Centum Nowoczesnych Technologii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, https://icnt.umk.pl/badania/zespoly/*

Polimery elektroaktywne (EAPs), które reagują zmianami kształtu na stymulację elektryczną, pojawiły się na początku lat 90. i pobudziły kreatywność wielu badaczy. Polimery te są miękkie, wytrzymałe i zazwyczaj zapewniają większe odkształcenia przy większych natężeniach prądu, aniżeli konwencjonalne piezoelektryki. Sprawia to, że stają się one lepszą alternatywą dla wielu zastosowań użytkowych. Szczególną klasą polimerów elektroaktywnych są elastomery dielektryczne (DE). Obecnie naukowcy wciąż poszukują nowych materiałów polimerowych charakteryzujących się poprawionymi właściwościami mechanicznymi, termicznymi oraz dielektrycznymi. Należy także zwrócić szczególną uwagę na zwiększenie przenikalności dielektrycznej danego elastomeru, które można osiągnąć za pomocą kompozytów elastomerowych. Koncepcja tego podejścia bazuje na połączeniu

wysokich wartości stałej dielektrycznej niektórych wypełniaczy z wysoką wytrzymałością mechaniczną osnowy polimerowej. Wiąże się to jednak z możliwością zwiększenia strat dielektrycznych, a także wartości naprężeń rozciągających, mogących zmniejszyć wydajność elektromechaniczną zastosowanego elastomeru. Dążąc do uzyskania kompozytów elastomerowych o wysokiej przenikalności elektrycznej przeprowadzono syntezę kompozytów na bazie polidimetylosiloksanu z dodatkiem unikatowego przedstawiciela materiałów krzemianowych, jakim jest biokrzemionka okrzemkowa. Otrzymane materiały zostały przetestowane pod kątem ich morfologii, właściwości termicznych i mechanicznych. Ponadto oceniono stałą dielektryczną otrzymanych materiałów. Uzyskane wyniki wykazały, że obecność biokrzemionki okrzemkowej znacząco podnosi właściwości dielektryczne, nie wpływając przy tym znacząco na właściwości mechaniczne otrzymanych kompozytów.

Wpływ domieszki biopolimerowej na bazie skrobi na właściwości mieszanek oraz stwardniałych kompozytów cementowo-szklanych

***Waldemar Łasica**, waldemar.lasica@wat.edu.pl, Zakład Budownictwa Ogólnego, Instytut Inżynierii Lądowej, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, www.wat.edu.pl*

***Marcin Małek**, marcin.malek@wat.edu.pl, Zakład Budownictwa Ogólnego, Instytut Inżynierii Lądowej, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, www.wat.edu.pl*

Tematem prezentacji jest wpływ domieszki biopolimerowej na właściwości mieszanek cementowo-szklanych oraz stwardniałych kompozytów cementowo-szklanych. Badaniom podlegały próbki mieszanek cementowych ze stosem okruchowym zaprojektowanym w całości z granulatów szklanych sodowych pozyskanych z recyklingu szkła pokonsumpcyjnego – stłuczki szklanej kolorowej opakowań żywności. Zawarto opis metodyki projektowania składów kompozytów cementowo-szklanych modyfikowanych materiałami odpadowymi w postaci dodatków pyłu szklanego sodowego, popiołu lotnego krzemionkowego, włókien polimerowych oraz kordów stalowych i tekstylnych pozyskanych ze zużytych opon pojazdów mechanicznych. Przedstawiono wyniki badań w zakresie statycznego oddziaływania obciążenia dla stwardniałych kompozytów modyfikowanych domieszką biopolimerową na bazie skrobi oraz wyniki badań dla mieszanek cementowych modyfikowanych w ilości od 0,25% do 2,50% masy spoiwa cementowego. Badania wytrzymałości mechanicznej wykonano dla próbek kompozytowych belkowych, sześciennych oraz cylindrycznych dla prób statycznego ściskania, rozciągania przy rozłupywaniu oraz rozciągania przy zginaniu. Opisano korzyści wynikające z zastosowania w składach poszczególnych mieszanek biopolimerowej domieszki na bazie skrobi, m.in. zwiększona jednorodność i szczelność struktury wewnętrznej kompozytu, ograniczenie zjawiska „bleedingu” oraz segregacji składników, przedstawiono możliwości zastosowań domieszki biopolimerowej na bazie skrobi w technologii kompozytów cementowych.

Wpływ domieszki biopolimerowej na bazie skrobi na właściwości zaczynów cementowych oraz popiołowych

***Waldemar Łasica**, waldemar.lasica@wat.edu.pl, Zakład Budownictwa Ogólnego, Instytut Inżynierii Lądowej, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, www.wat.edu.pl*

***Marcin Małek**, marcin.malek@wat.edu.pl, Zakład Budownictwa Ogólnego, Instytut Inżynierii Lądowej, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, www.wat.edu.pl*

Tematem prezentacji jest wpływ nowych domieszek biopolimerowych na właściwości reologiczne zaczynów na spoiwie cementowym oraz popiołowym (popiół lotny krzemionkowy, wapienny oraz fluidalnych o zróżnicowanych mikrostrukturach, morfologii oraz składach chemicznych). Badaniom reometrycznym podlegały próbki zaczynów cementów portlandzkich (CEM I) powszechnego użytku, cementów wysokoglinowych (spoiwo do wyrobów ogniotrwałych) oraz cementów specjalnych (odmienne stopnie zmielenia) niskoalkalicznych o niskim cieple hydratacji, odpornych na działanie siarczanów dla różnych klasach wytrzymałościowych (42,5N; 52,5N; 42,5R; 52,5R) i zmiennych stosunkach wodno-cementowych (w zakresie od 0,40 do 0,55). Przedstawiono metodykę badawczą konsystencji, lepkości plastycznej dla danych prędkości ścinania, płynności oraz napowietrzenia zaczynów cementowych, popiołowych, cementowo-popiołowych o zmiennej zawartości spoiw oraz domieszki biopolimerowej na bazie skrobi dozowanej w zakresie od 0,50% do 2,50% masy spoiwa cementowego. Wykonano badania w zakresie wytrzymałości mechanicznej dla stwardniałych próbek zaczynów na spoiwach cementowych oraz popiołowych modyfikowanych domieszką biopolimerową na bazie skrobi, tj. wytrzymałość na ściskanie połówek belek oraz rozciąganie przy zginaniu próbek belkowych w zakresie statycznego oraz dynamicznego oddziaływania obciążenia. Opisano szereg korzyści zastosowania biopolimerowej domieszki stabilizującej na bazie skrobi na właściwości zaczynów cementowych, cementowo-popiołowych oraz popiołowych.

Wpływ domieszki biopolimerowej na bazie skrobi na właściwości zapraw cementowych oraz mieszanek betonowych

***Waldemar Łasica**, waldemar.lasica@wat.edu.pl, Zakład Budownictwa Ogólnego, Instytut Inżynierii Lądowej, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, www.wat.edu.pl*

***Marcin Małek**, marcin.malek@wat.edu.pl, Zakład Budownictwa Ogólnego, Instytut Inżynierii Lądowej, Wydział Inżynierii Lądowej i Geodezji, Wojskowa Akademia Techniczna, www.wat.edu.pl*

Tematem prezentacji jest wpływ domieszki biopolimerowej na bazie skrobi na właściwości zapraw cementowych, popiołowo-cementowych, jak i na mieszanki betonowe o różnych klasach konsystencji i stopniach napowietrzenia struktury wewnętrznej. Przedstawiono metodykę projektowania składów receptur zapraw cementowych oraz mieszanek betonowych z uwzględnieniem biopolimerowej domieszki stabilizującej na bazie skrobi. Badaniom podlegały próbki mieszanki zapraw cementowych, betonowych oraz stwardniałych kompozytów modyfikowanych dodatkami w postaci pylastych materiałów odpadowych, tj. popiołu lotnego krzemionkowego i wapiennego, pyłu krzemionkowego, pyłu szklanego sodowego oraz mączki szklanej o zróżnicowanych uziarnieniach. Przedstawiono wyniki badań w zakresie statycznego oraz dynamicznego oddziaływania obciążenia dla próbek belkowych, sześciennych, cylindrycznych oraz płytowych. Opisano metodykę badawczą stwardniałych próbek modyfikowanych materiałami odpadowymi oraz domieszką biopolimerową na bazie skrobi w ilościach od 1,0% do 3,0%, tj. statyczna próba ściskania kompozytu, rozciąganie przy rozłupywaniu próbek sześciennych, rozciąganie przy zginaniu trzypunkowym oraz badanie próbek cylindrycznych przeprowadzone za pomocą metody Hopkinsona - badanie dynamiczne techniką dzielonego pręta Hopkinsona. Wymieniono możliwości i rozwiązania mogące znaleźć szerokie zastosowanie w technologii zapraw, mieszanek betonowych oraz kompozytów cementowych, opisano szereg korzyści jakie oferują domieszki biopolimerowe na bazie skrobi dla mieszanek na spoiwach cementowych, tj. ograniczenie zjawiska segregacji składników, wzrost wytrzymałości na ściskanie oraz zwiększenie trwałości.

Indeks Autorów

Brzozowska W. 33
Buszewski B. 33
Czupioł J. 31
Dąbek P. 33
Depta M. 23
Dzieniszewska A. 31
Haberko J. 13
Jaszcz K. 23
Kolesińska B. 14
Krok D. 24
Kyzioł-Komosińska J. 31
Lewandowska K. 16
Łasica W. 35, 36, 37
Małek M. 35, 36, 37
Niezgoda P. 24
Nowicki J. 31
Olewnik-Kruszkowska E. 33
Ortyl J. 24, 27, 29
Pilarska A.A. 26
Sprynskyy M. 33
Stalmach P. 27
Starzak K. 29
Swinarew A. 18
Szmigielski M. 11
Szymaszek P. 27
Środa P. 29
Tomal W. 27, 29
Witkowski A. 33
Wojtczak I. 33

dr hab. Renata Włodarczyk, prof. CB

Rozwój i współczesne możliwości wykorzystania śladów biologicznych. Kryminalistyczne badania biologiczne na przykładzie przestępstw na tle seksualnym

Książka wydana pod patronatem
Polskiego Towarzystwa Kryminalistycznego

Zamówienia:

- www.wydawnictwo-tygiel.pl
- kontakt@wydawnictwo-tygiel.pl
- tel. 733 933 178 (Alicja Danielewska)
- ul. Głowackiego 35/348, Lublin
- https://allegro.pl/oferta/renata-wlodarczyk-podrecznik-do-kryminologii-8843332444

Zapraszamy do zapoznania się z aktualną ofertą
Wydawnictwa Naukowego TYGIEL

kontakt@wydawnictwo-tygiel.pl

www.wydawnictwo-tygiel.pl

DZIAŁALNOŚĆ

Wydawnictwo

Wydawnictwo Naukowe TYGIEL to podmiot zrodzony z doświadczenia oraz zaangażowania zespołu osób w pełni poświęconych promocji nauki i szeroko rozumianego rozwoju. Publikowane przez nas prace są odzwierciedleniem trendów badawczych oraz zainteresowań naukowych środowiska akademickiego.

DZIAŁALNOŚĆ

Biblioteka Cyfrowa

Biblioteka Cyfrowa należąca do Wydawnictwa Naukowego TYGIEL zawiera wszystkie publikacje wydawane przez Wydawnictwo. Dodatkowo została przyłączona do Federacji Bibliotek Cyfrowych, dzięki czemu mogą Państwo przeglądać zbiory udostępniane na całym świecie.

DZIAŁALNOŚĆ

Czasopisma naukowe

Wydawnictwo Naukowe TYGIEL rozpoczęło prace nad kilkoma tytułami czasopism naukowych. Więcej szczegółów wraz z aktualnym stanem prac dostępne jest w zakładce „Czasopisma naukowe". Osoby zainteresowane współpracą prosimy o kontakt.