

Ogólnopolska Konferencja Naukowa
„Biopolimery
– źródło nowych materiałów”

Abstrakty

**Ogólnopolska Konferencja Naukowa
„Biopolimery
– źródło nowych materiałów”**

Abstrakty

Redakcja:
Kamila Talarek
Izabela Mołdoch

Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL
Lublin 2020

Ogólnopolska Konferencja Naukowa
„Biopolimery – źródło nowych materiałów”
3 września 2020 r.

Abstrakty

Redakcja:
Kamila Talarek
Izabela Mołdoch

Skład i łamanie:
Monika Maciąg

Projekt okładki:
Marcin Szklarczyk

© Copyright by Fundacja na rzecz promocji nauki i rozwoju TYGIEL

ISBN 978-83-66261-66-2

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

Komitet Naukowy:

- **dr hab. n. farm. Anna Belcarz**, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie
- **dr hab. Małgorzata Marczak**, Katedra Mikrobiologii i Genetyki, Wydział Biologii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej
- **dr hab. n. farm. Agata Przekora-Kuśmierz**, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie
- **dr inż. Zbigniew Czyż**, Wydział Lotnictwa, Lotnicza Akademia Wojskowa
- **dr inż. Ewelina Jamróz**, Katedra Chemii, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Komitet Organizacyjny:

- Ewelina Chodźko
- Alicja Danielewska
- Joanna Jędrzejewska
- Kamil Maciąg
- Monika Maciąg
- Izabela Mołdoch
- Aleksandra Surma
- Marcin Szklarczyk
- Paulina Szymczyk
- Magdalena Śliwa
- Kamila Talarek

Organizator:



Fundacja
TYGIEL

Spis treści

Wystąpienia Gości Honorowych

Biomateriały na bazie polisacharydów do stosowania w inżynierii tkankowej i medycynie regeneracyjnej..... 12

Furcelleran – innowacyjny biopolimer jako składnik folii biodegradowalnych..... 13

Wystąpienia Uczestników

Alginyan sodu jako biomateriał stosowany w leczeniu zwężenia cewki moczowej..... 16

Badania przydatności pochodnych 2-amino-4,6-difenylo-pirydyno-3-karbonitru jako nowych sond fluorescencyjnych do analizy kinetyki on-line oraz in-situ procesów fotopolimeryzacji..... 18

Badanie nanostruktury biopolimerów dedykowanych produkcji sensorów śladowych zanieczyszczeń wód..... 20

Bakteryjne polihydroksyalcaniany (PHA) produkowane z kwasów tłuszczowych jako cenny materiał do różnorodnych zastosowań 21

Biodruk – technologia przyszłości..... 23

Fotochemiczne otrzymywanie powłok polimerowych opartych na epoksydowanych monoterenach jako monomerach pochodzenia naturalnego 25

Foto-inicjowana polimeryzacja z otwarciem pierścienia epoksydowego przy wykorzystaniu nowych systemów fotoinicjujących..... 26

Innowacyjne aplikacje żelatyny pozyskanej z ryb 27

Kurdlan jako baza do wytworzenia bioaktywnego, piankowego opatrunku na rany..... 28

Metody przewidywania czasu życia biodegradowalnych materiałów polimerowych 30

<i>Modyfikacja chemioterapeutyków biopolimerami – nowe perspektywy leczenia nowotworów, badania in vitro</i>	31
<i>Modyfikowany hydrożel kurdlanowy dla potencjalnych zastosowań medycznych</i>	32
<i>Monitorowanie procesów fotopolimeryzacji monomerów biodegradowalnych przy zastosowaniu molekularnych sensorów fluorescencyjnych</i>	34
<i>Możliwości syntezy poliamidów i kopoliamidów na bazie kwasu 2,5-furanodikarboksylowego oraz jego pochodnych</i>	35
<i>Nanorurki węglowe w nanotechnologii</i>	37
<i>Opracowanie i wdrożenie zrównoważonych rozwiązań w produkcji i stosowaniu bioplastiku w celu ochrony środowiska lądowego i morskiego w Europie</i>	38
<i>Otrzymywanie fotoutwardzalnych kompozytów polimerowych z monomerów pochodzenia roślinnego</i>	40
<i>Oznaczenie właściwości bakteriostatycznych nanokomponentów zawierających nanocząstki srebra na mikroorganizmach pobranych z jamy ustnej psów i kotów</i>	41
<i>Peptydy antymikrobiologiczne (AMP) – nowa strategia w walce z zakażeniami okołoprotezowymi</i>	43
<i>PHB – wszechstronny biopolimer bakteryjny pozyskiwany z glicerolu</i>	45
<i>Stabilność sflokulowanych emulsji z dodatkiem soli sodowej karboksymetylocelulozy i polioli</i>	47
<i>Synteza i ocena właściwości termicznych poliuretanosacharydów modyfikowanych materiałami fazowo-zmiennymi</i>	49
<i>Właściwości adsorpcyjne poliuretanowych kompozytów modyfikowanych chitozanem</i>	50
<i>Właściwości reologiczne roztworów soli sodowej karboksymetylocelulozy w mieszaninie butano-1,3-diol/woda</i>	51

<i>Wpływ dodatków do żywności na właściwości reologiczne produktów mlecznych</i>	<i>53</i>
<i>Wpływ średniej masy cząsteczkowej materiału fazowo-zmiennego (PCM) na właściwości rusztowania na bazie poliuretanosacharydów</i>	<i>55</i>
<i>Wykorzystanie w materiałach celulozowych substancji wiążących wodę</i>	<i>57</i>
<i>Zastosowanie biopolimerów w inżynierii tkankowej.....</i>	<i>58</i>
<i>Zastosowanie materiałów poliuretanowych modyfikowanych funkcjonalizowanym hydroksypatytem do regeneracji tkanki kostnej</i>	<i>59</i>
<i>Zastosowanie molekularnych sond fluorescencyjnych do monitorowania kinetyki otrzymywania hydrożelowych superabsorbentów polimerowych</i>	<i>61</i>
<i>Indeks autorów</i>	<i>63</i>

Wystąpienia
Gości Honorowych

Biomateriały na bazie polisacharydów do stosowania w inżynierii tkankowej i medycynie regeneracyjnej

dr hab. n. farm. Agata Przekora-Kuśmierz, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie

Konwencjonalna strategia terapeutyczna stosowana w medycynie regeneracyjnej opiera się na wykorzystaniu autologicznych lub allogenicznych przeszczepów tkankowych. Niemniej jednak, w niektórych przypadkach – takich jak rozległe ubytki kostne, złamania osteoporotyczne, ubytki kostne/złamania u pacjentów onkologicznych po przebytej radioterapii, przewlekłe trudno gojące się rany, ciężkie oparzenia – procesy regeneracyjne są utrudnione i wymagają zastosowania nowoczesnej strategii jaką jest inżynieria tkankowa.

Inżynieria tkankowa wykorzystuje wszczepialne biomateriały jako rusztowania dla komórek w celu tymczasowego utrzymania funkcji, wzrostu i organizacji tkanki podczas procesu jej regeneracji. Innowacyjne produkty inżynierii tkankowej (PIT) – zawierające biomateriały, komórki pacjenta (np. komórki macierzyste, fibroblasty skóry), związki bioaktywne lub czynniki wzrostu/cytokiny – pozwalają poprawić ukrwienie w miejscu wszczepu, a tym samym usprawnić proces regeneracji. Zaobserwowano, że biomateriały na bazie naturalnych polimerów charakteryzują się lepszymi właściwościami biologicznymi niż materiały wytworzone z polimerów syntetycznych, zapewniając szybki proces regeneracji. Z tego względu polimery pochodzenia naturalnego są często wykorzystywane do wytwarzania bioaktywnych materiałów do zastosowań w medycynie regeneracyjnej. Co ważne, stosowanie biopolimerów w inżynierii tkankowej dobrze wpisuje się w koncepcję „zielonej chemii” (green chemistry), ponieważ naturalne polimery zazwyczaj są dobrze rozpuszczalne i nie wymagają stosowania agresywnych rozpuszczalników, są łatwo biodegradowalne, a ich źródło jest odnawialne. W ramach wykładu zaprezentuję możliwości wykorzystania polisacharydów (chitozanu, agarozy, glukanu) do produkcji bioaktywnych rusztowań kostnych, substytutów skóry i opatrunków na rany. Ponadto, przedstawię główną koncepcję inżynierii tkankowej, a także najważniejsze cechy optymalnych biomateriałów do zastosowań w medycynie regeneracyjnej.

Furcelleran – innowacyjny biopolimer jako składnik folii biodegradowalnych

*dr inż. Ewelina Jamróz, Katedra Chemii, Wydział Technologii Żywności,
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie*

Algi morskie stanowią obszerne źródło polisacharydów, które mogą być wykorzystane w wielu różnych dziedzinach życia. Jednym z polisacharydów, ekstrahowanym z alg czerwonych *Furcellaria lubricalis* jest furcelleran. W ostatnich latach, ten biopolimer o ujemnym ładunku zyskał duży rozgłos ze względu na dobre właściwości błonotwórcze. Dlatego celem niniejszego wystąpienia jest charakterystyka furcelleranu oraz jego zastosowanie jako jednego z głównych składników do otrzymywania materiałów opakowaniowych typu „smart” w przemyśle spożywczym. Materiały opakowaniowe typu „smart” można podzielić na opakowania aktywne (przedłużające jakość przechowywania produktów spożywczych, dzięki swoim właściwościom biologicznym) oraz inteligentne (monitorujące oraz informujące konsumenta o niekorzystnych zmianach zachodzących w produkcie spożywczym oraz jego otoczeniu). Obecnie, zespoły naukowe na całym świecie starają się otrzymać biodegradowalne materiały opakowaniowe, które będą wzbogacone o wartość dodaną – właściwości aktywne oraz inteligentne. Omówione zostały właściwości użytkowe (mechaniczne, termiczne, wodne) oraz biologiczne (antyoksydacyjne i antymikrobiologiczne) materiałów opakowaniowych na bazie furcelleranu, a także ich wpływ na jakość przechowywania produktów spożywczych (serów miękkich, sushi z łososia, owoców oraz ryb). Również scharakteryzowano dotychczasowe osiągnięcia w dziedzinie enkapsulacji z wykorzystaniem furcelleranu. Otrzymane wyniki są obiecujące i wskazują na dalsze kierunki badań. Ostatecznie omówione zostały wyzwania dla zastosowania furcelleranu oraz jego perspektywy na przyszłość w różnych dziedzinach.

Wystąpienia Uczestników

Alginian sodu jako biomateriał stosowany w leczeniu zwężenia cewki moczowej

Jagoda Kurowiak, j.kurowiak@ibem.uz.zgora.pl, Katedra Inżynierii Biomedycznej, Instytut Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Zielonogórski, www.uz.zgora.pl

Agnieszka Mackiewicz, a.mackiewicz@ibem.uz.zgora.pl, Katedra Inżynierii Biomedycznej, Instytut Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Zielonogórski, www.uz.zgora.pl

Tomasz Klekiel, t.klekiel@ibem.uz.zgora.pl, Katedra Inżynierii Biomedycznej, Instytut Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Zielonogórski, www.uz.zgora.pl

Romuald Będziński, r.bedzinski@ibem.uz.zgora.pl, Katedra Inżynierii Biomedycznej, Instytut Inżynierii Materiałowej i Biomedycznej, Wydział Mechaniczny, Uniwersytet Zielonogórski, www.uz.zgora.pl

Stenoza cewki moczowej to schorzenie dotyczące głównie mężczyzn. Jej terapia ma na celu przywrócenie drożności dolnych dróg moczowych. Obecne leczenie stentami metalowymi, wymaga ponownej ingerencji chirurgicznej zmierzającej do ich usunięcia, co może być przyczyną dodatkowych dolegliwości i urazów. Problemy te skłaniają do zastosowania materiałów o specyficznych własnościach mechanicznych, chemicznych i biologicznych, które będą samoistnie degradować w czasie niezbędnym do przebudowy tkanek. W efekcie pojawiła się propozycja leczenia z wykorzystaniem stentów na bazie alginianu sodu. Wydaje się to naturalne z uwagi na własności biologiczne alginianu, tj. biogodność, biodegradowalność i zdolności tkankotwórcze, jak i ze względu na korzyści płynące z braku potrzeby usuwania stentu z kanału cewki po leczeniu.

Przebadano właściwości materiałowe stentu alginianowego. Jedną z cech materiału jest jego pęcznienie. Przedmiotem analizy były zmiany geometrii wynikające ze zmiany objętości. Głównym celem badań było określenie stopnia pęcznienia. W tym celu wykorzystano nowatorską metodę analizy z wykorzystaniem systemu cyfrowej korelacji obrazu. Ponadto zbadano właściwości mechaniczne i degradacyjne.

Badania mechaniczne wykazały, że stężenie alginianu sodu wpływa na właściwości mechaniczne. Przebadano próbki alginianowe w zakresie stężeń 30-50 mg/ml, sieciowane kationami Ca^{2+} , Ba^{2+} lub ich kombinacją $\text{Ca}^{2+}/\text{Ba}^{2+}$ o różnym stężeniu. Najlepsze cechy wykazała próbka o stężeniu 50mg/ml alginianu, sieciowana Ba^{2+} o stężeniu 1.5M. Uzyskane wyniki są obiecujące, a badane pęcznienie systemem cyfrowej korelacji obrazu, okazało się niezwykle cenne i innowacyjne. Zaproponowany materiał wykazuje zbliżone parametry do tych panujących w tkance cewki moczowej. Należy podjąć dalsze kroki mające na celu analizę przepływów oraz pracy mięśni wpływających bezpośrednio na zachowanie się cewki.

Praca powstała w ramach projektu badawczego o nr 2016/21/B/ST8/01972 finansowanego przez NCN.

Badania przydatności pochodnych 2-amino-4,6-difenylo- pirydyno-3-karbonitru jako nowych sond fluorescencyjnych do analizy kinetyki on-line oraz in-situ procesów fotopolimeryzacji

Anna Skrzypek, *skrzypek.anna147@gmail.com*, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej

Patryk Szymaszek, *szymaszek.patryk@gmail.com*, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej

Techniki fotochemiczne wykorzystujące zjawisko fluorescencji zyskują coraz większe znaczenie w różnych dziedzinach nauki, od biologii molekularnej po chemię polimerów, ze względu na ich wysoką czułość, selektywność i nie destrukcyjność. Nowoczesne zastosowanie fluorescencji w chemii polimerów dotyczy zarówno procesów fotopolimeryzacji, jak i metod kontroli procesów polimeryzacji i charakterystyki otrzymywanych tworzyw. Intensywny rozwój technik fotochemicznych w chemii polimerów nastąpił wraz z rozwojem technologii fluorescencyjnych sond molekularnych, zwanej w skrócie FPT (*Fluorescence Probe Technology*). W chemii polimerów FPT znajduje zastosowanie w monitorowaniu postępu procesów polimeryzacji i fotopolimeryzacji, a także w kontroli jakości surowców stosowanych do produkcji polimerów i parametrów gotowych polimerów. Podstawą prezentowanej metody jest pomiar zmian właściwości fluorescencyjnych sondy w miarę zmiany właściwości środowiska, w której znajduje się sonda. Reakcje fotopolimeryzacji są zazwyczaj bardzo szybkie, co jest ich główną zaletą. W celu monitorowania takich procesów konieczna jest szybka metoda pomiarowa oraz szybki sposób zbierania i przetwarzania danych. Sondy fluorescencyjne reagują na zmiany zachodzące w ich otoczeniu w czasie nanosekund, dzięki czemu metoda FPT spełnia wymagania dotyczące szybkości. Z tego powodu metoda ta jest najbardziej popularna w śledzeniu szybkich procesów fotopolimeryzacji, jednak może być również wykorzystywana do monitorowania

powolnych procesów. W zależności od środowiska pomiarowego, wymagana jest odpowiednia czułość i wydajność kwantowa sondy. Dlatego też nie istnieją całkowicie uniwersalne sondy molekularne. W związku z tym uzasadnione jest poszukiwanie nowych sensorów fluorescencyjnych do monitorowania procesów fotopolimeryzacji. W prezentacji przedstawiono badania przydatności pochodnej 2-amino-4,6-difenylo-pirydyny-3-karbonitrylu jako sensora fluorescencyjnego do monitorowania postępu polimeryzacji rodnikowej i kationowej.

Podziękowania: Niniejsze prace były finansowane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej (FNP) w ramach projektu TEAM TECH numer umowy POIR.04.04.00-00-204B/16-00 - TEAM TECH/2016-2/15.

Badanie nanostruktury biopolimerów dedykowanych produkcji sensorów śladowych zanieczyszczeń wód

Magdalena Goździuk, *magdalena.gozdziuk@poczta.umcs.lublin.pl*, Instytut Fizyki, Katedra Fizyki Materiałowej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, *www.umcs.pl*

Bożena Zgardzińska, *bozena.zgardzinska@poczta.umcs.lublin.pl*, Instytut Fizyki, Katedra Fizyki Materiałowej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, *www.umcs.pl*

Taras Kavetskyy, *kavetskyy@yahoo.com*, Państwowy Uniwersytet Pedagogiczny im. Iwana Franki w Drohobyczu, Katolicki Uniwersytet Lubelski Jana Pawła II w Lublinie *www.dspu.edu.ua/eng/*, *www.kul.pl*

W celu zbadania nanostruktury biopolimerów dedykowanych produkcji biosensorów śladowych zanieczyszczeń wód bazujących na olejach roślinnych wykorzystano Spektroskopię Czasów Życia Pozytonów (PALS). Badano następujące parametry: stabilność próbek w temperaturze pokojowej oraz azotowej, wpływ temperatury oraz wpływ wilgotności i właściwości sorpcyjne próbek na zmiany nanostruktury. Badane matryce składały się z epoksydowanego oleju lnianego (ELO), akrylowanego epoksydowanego oleju sojowego (AESO), eteru trójglicydylowego trimetylopropanu (RD1), dimetakrylanu waniliny (VDM), soli heksafluorofosforanu triarylosulfoniowego (PI) i 2,2-dimetoksy-2-fenylfosforanu DMPA). Dwie grupy próbek, na bazie oleju lnianego (ELO/PI, ELO/10RD1/PI) oraz na bazie oleju sojowego (AESO/VDM, AESO/VDM/DMPA) otrzymano odpowiednio w reakcjach fotopolimeryzacji kationowej i rodnikowej. Aby poprawić gęstość usieciowienia otrzymanych polimerów, 10% mol. RD1 zastosowano jako reaktywny rozcieńczalnik w kationowej fotopolimeryzacji ELO. Jednocześnie VDM był stosowany jako plastyfikator w reakcjach fotopolimeryzacji rodnikowej AESO. Przedstawione zostaną przeanalizowane wyniki PALS dla powyższych układów – wnioski oparto na zmianach czasu życia orto-pozytu ($o\text{-Ps}$) τ_3 i jego natężenia I3 obserwowanych w funkcji temperatury w zakresie 120-320 K oraz procesu sorpcji / desorpcji wody w próbkach obu grup.

Przeprowadzone badania nanostruktury są kluczowe przy korelacji czułości i dokładności biosensorów z ich nanoobjętościami. Badania wpływu wilgotności otoczenia na zmiany nanostruktury wykazały, że sorpcyjne właściwości matryc polimerowych na poziomie nanoskali są decydującym parametrem dla właściwości detekcyjnych biosensorów

Bakteryjne polihydroksyalkaniany (PHA) produkowane z kwasów tłuszczowych jako cenny materiał do różnorodnych zastosowań

Katarzyna Haraźna, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków

Justyna Prajsnar, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków

Wojciech Snoch, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków

Jakub Staroń, Instytut Farmakologii im. Jerzego Maja Polskiej Akademii Nauk, ul. Smętna 12, 31-343 Kraków

Andrzej J. Bojarski, Instytut Farmakologii im. Jerzego Maja Polskiej Akademii Nauk, ul. Smętna 12, 31-343 Kraków

Małgorzata Witko, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków

Maciej Guzik, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. Jerzego Habera Polskiej Akademii Nauk, ul. Niezapominajek 8, 30-239 Kraków

Polihydroksyalkaniany (PHA) to poliestry o unikatowych właściwościach, cennych zarówno dla środowiska, jak i medycyny, farmacji. Stanowią różnorodną grupę biopolimerów cechujących się biodegradowalnością oraz biokompatybilnością, a dodatkowo często produkowane są z odpadów przemysłowych, petrochemicznych czy komunalnych. PHA są najczęściej wytwarzane na drodze fermentacji w komórkach wielu szczepów bakterii środowiskowych. Zbudowane są z (R)-3-hydroksykwasów, co czyni je dodatkowo bogatym źródłem optycznie czynnych związków.

W prowadzonych badaniach, wykorzystano średnio łańcuchowe kwasy tłuszczowe, jako źródło węgla, do biosyntezy mcl-PHA w szczepach *Pseudomonas putida* KT2440 oraz CA3. W pracy otrzymano: poli(3-hydroksyoktanian) (P(3HO)) oraz poli(3-hydroksynonanian) (P(3HN)). Prezentowane badania dotyczą różnych zastosowań P(3HO), jak również cząsteczek pochodzących z depolimeryzacji P(3HN). P(3HO) ze względu na

biogodność oraz odpowiednie właściwości mechaniczne, stanowi obiecujący materiał do zastosowań w medycynie regeneracyjnej, m.in. w produkcji materiałów opatrunkowych, konstruowaniu systemów dostarczania leków czy sporządzaniu kompozytów przeznaczonych do regeneracji tkanki kostnej.

Dodatkowo, czyste chiralnie monomery (R)-3-hydroksykwasów pochodzących z rozkładu P(3HN), zostały poddane chemicznym modyfikacjom oraz reakcjom z cukrami katalizowanych lipazami. Otrzymane estry cukrowe wykazywały właściwości przeciwbakteryjne oraz przeciwgrzybiczne. Trwają również badania nad antyproliferacyjnym charakterem tych związków. Co więcej, bakteryjne monomery, jako bogate źródło różnorodnych związków, zostały wykorzystane do modyfikacji rdzeni β -laktamowych, w celu otrzymania nowych antybiotyków, o poszerzonym spektrum działania, obejmującym lekooporne szczepy bakterii.

Biodruk – technologia przyszłości

Kacper Przykaza, przykaza.kacper@poczta.umcs.lublin.pl, Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, www.umcs.pl

Klaudia Woźniak, klaudia.wozniak@poczta.umcs.lublin.pl, Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, www.umcs.pl

Agata Ładniak, agata.gozdecka@poczta.umcs.lublin.pl, Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, www.umcs.pl

Małgorzata Jurak, malgorzata.jurak@poczta.umcs.lublin.pl, Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, www.umcs.pl

Agnieszka Ewa Wiącek, a.wiacek@poczta.umcs.lublin.pl, Katedra Zjawisk Międzyfazowych, Wydział Chemii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, www.umcs.pl

Technologia biodruku (*bioprinting*) to proces polegający na organizowaniu w przestrzeni cząstek niekomórkowych i komórkowych w celu budowy i naśladowania funkcjonalnych i żywych tkanek ludzkich. Biodruk w pozwala biomateriałów i żywych komórek z bardzo dużą precyzją, co skutkuje powstaniem złożonych żywych tkanek, a nawet narządów. Generalnie, biodrukowanie 3D można podzielić na 3 etapy: przygotowania/modelowania, inkubacji i przetwarzania końcowego. Etapy te obejmują pozyskiwanie planu określonej tkanki lub narządu za pomocą technik obrazowania medycznego, takich jak obrazowanie metodą rezonansu magnetycznego (MRI) lub tomografia komputerowa (CT), komputerowe generowanie projektu danej tkanki / narządu. Na tym etapie przetwarzania możliwe jest osadzanie materiałów, takich jak żywe komórki, kwasy nukleinowe, cząsteczki leków, białka, czynniki wzrostu i inne czynniki biologiczne warstwa po warstwie, tworząc funkcjonalny kompleks żywych komórek, rusztowań i dodatków. Kolejnymi etapami są inkubacja wydrukowanych struktur tkankowych w bioreaktorze oraz przetwarzanie końcowe. Obecnie biodrukowanie jest na wczesnym etapie rozwoju i nadal istnieje wiele wyzwań do rozwiązania, np. brak konkretnych biotuszów, czy niewystarczająca rozdzielczość drukarek 3D. Jednak technologia biodruku jest nadal zdecydowanie najbardziej obiecującym podejściem do budowania funkcjonalnych struktur narządów

i tkanek. Niemniej technologia ta znalazła już zastosowanie w pozyskiwaniu tkanek i narządów ludzkich, takich jak chrząstka, skóra, kości, zastawka aortalna, nerki. Uważa się, że dalszy rozwój technologii biodruku oraz innych dziedzin medycyny regeneracyjnej pozwoli na tworzenie tkanek i narządów nawet z komórek macierzystych ludzi, a ich wysoka biokompatybilność zminimalizuje ryzyko wystąpienia zespołu ostrego odrzutu po przeszczepie.

Fotochemiczne otrzymywanie powłok polimerowych opartych na epoksydowanych monoterpenuch jako monomerach pochodzenia naturalnego

Alicja Gruchała, alicja_alis@wp.pl, Laboratorium Fotochemii i Spektroskopii Optycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki

W dzisiejszych czasach bardzo ważną rolę odgrywają zagadnienia związane z proekologiczną produkcją tworzyw chemicznych, takich jak powłoki polimerowe. Z tego powodu warto rozważyć zastosowanie monomerów pochodzenia naturalnego, zamiast monomerów będących produktami przemysłu petrochemicznego. Daje to możliwość prowadzenia produkcji w sposób bardziej zrównoważony i przyjazny dla środowiska. Przykładem takich substancji są monoterpenu, które wychodzą w skład większej grupy zwanej terpenami – są to jedne z wtórnych metabolitów roślin. Jednym z nich jest limonen pozyskiwany ze skórek owoców cytrusowych. Ma on szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, kosmetycznym, medycynie, ale również przy syntezie biopolimerów, dzięki obecności wiązań podwójnych w jego strukturze. Innym przedstawicielem tej klasy związków jest α -pinen pozyskiwany z drzew iglastych. Stanowi on przede wszystkim istotny odczynnik w przemyśle farmaceutycznym oraz kosmetycznym.

W ramach pracy zbadano zastosowanie pochodnych powyższych związków: tlenku limonenu oraz tlenku α -pinenu jako monomerów, w celu wytworzenia powłok polimerowych na drodze fotopolimeryzacji kationowej realizowanej w zakresie światła UV-Vis. Potwierdzono, że surowce pochodzenia naturalnego mogą być z powodzeniem wykorzystywane do otrzymywania biodegradowalnych polimerowych powłok.

Podziękowania: Niniejsza praca była finansowana przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej (FNP) w ramach projektu TEAM TECH numer umowy POIR.04.04.00-00-204B/16-00 (TEAM TECH/2016-2/15).

Foto-inicjowana polimeryzacja z otwarciem pierścienia epoksydowego przy wykorzystaniu nowych systemów fotoinicjujących

Dominika Krok, *dominika.krok11@interia.pl* Laboratorium Optyki i Fotochemii
Stosowanej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska

Aktualnie dużym zainteresowaniem na rynku chemicznym cieszą się reakcje fotopolimeryzacji, wykorzystujące światło jako czynnik powodujący zajście reakcji chemicznej. Dzięki swoim licznym zaletom, tj. dużej szybkości reakcji, możliwości prowadzenia procesu w temperaturze pokojowej, czy brakiem konieczności stosowania rozpuszczalnika, reakcje fotopolimeryzacji są popularne m.in. w przemyśle powłok polimerowych, w poligrafii, czy druku 3D. Spośród reakcji polimeryzacji inicjowanej światłem, duże nadzieje wiąże się obecnie z reakcją polimeryzacji z otwarciem pierścienia z ang. *ring-opening polymerization* (ROP). Fotopolimeryzacja z otwarciem pierścienia może przebiegać poprzez reakcję polimeryzacji rodnikowej, anionowej lub kationowej, prowadzącej do powstania polimeru przez otwarcie pierścienia – w przypadku monomerów epoksydowych, pierścienia oksiranowego. Temu rodzajowi polimeryzacji ulegają biodegradowalne monomery o wysokiej reaktywności, m.in. olej sojowy czy tlenek limonenu. Celem pracy było zbadanie kinetyki reakcji fotopolimeryzacji kompozycji na bazie monomerów pochodzenia naturalnego, przy wykorzystaniu spektroskopii czasu rzeczywistego FTIR z użyciem światła monochromatycznego z zakresu UV-A.

Niniejsze badania przedstawiają wnikliwą analizę reakcji fotopolimeryzacji monomerów epoksydowych pochodzenia naturalnego, ich kinetyki oraz opis powstałych produktów. Przeprowadzone badania wykazały, że tania i łatwo dostępne monomery pochodzenia naturalnego, takie jak olej sojowy oraz tlenek limonenu z powodzeniem mogą być użyte jako surowce do produkcji różnorodnych wyrobów takich jak farby, kleje, kompozyty.

Podziękowania: Niniejsze prace były finansowane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej (FNP) w ramach projektu TEAM TECH numer umowy POIR.04.04.00-00-204B/16-00 - TEAM TECH/2016-2/15.

Innowacyjne aplikacje żelatyny pozyskanej z ryb

Szymon Szczepanik, *sszczepanik1@gmail.com*, Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Mirosława Prochoń, *mroslawa.prochon@p.lodz.pl*, Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Oleksandra Dzeikala, *207144@edu.p.lodz.pl*, Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Obecnie rynek branż medycznych i kosmetycznych przedstawia duży popyt na produkty oparte na peptydach otrzymanych z ryb. Wspomniane branże przede wszystkim medycyna estetyczna, regeneracyjna wykorzystują kolageny pozyskane z białka rybiego w celu wytworzenia materiałów przyspieszających gojenie ran. I choć te branże są zdecydowanie dominujące przy wykorzystaniu tego typu materiałów to zaczynają się one pojawiać w innych dziedzinach. Na przestrzeni ostatnich lat poznano nowe materiały jakimi są filmy żelatynowe. Podjęto kroki w kierunku badania tych materiałów i udowodniono, że mogą być one zastosowane w wielu dziedzinach. Branża spożywcza, produkująca nutraceutyki dodając m.in. kolagen wzbogaca swoje produkty o dodatkowe właściwości. Jednakże te branże nie muszą być jedynymi, które wykorzystują produkty rybne. Poprzez modyfikacje tych filmów za pomocą np. beta-1,3-głukanu lub nanocząstek ZnO wytworzono wytrzymałe materiały. Ze względu na ich elastyczność, wytrzymałość mechaniczną, odporność na wodę, absorpcję UV czy stabilność termiczną można zastosować żelatynę do produkcji opakowań na skalę przemysłową. Natomiast poprzez biokompatybilność żelatyny, materiał wytworzony z jej udziałem, znajduje zastosowanie w protetyce lub implantologii. Zastosowanie materiału żelatynowego w postaci implantu obniża prawdopodobieństwo odrzutu czy reakcji alergicznych, a tym samym zmniejsza zagrożenie dla pacjenta. Dzięki takim aplikacjom problem zarówno rybnych odpadów jak i słabo biodegradowalnych tworzyw sztucznych, które są aktualnie wykorzystywane w przemyśle opakowań, zostałyby rozwiązany w sposób korzystny dla środowiska. Dlatego też w tej pracy zostały przedstawione wartościowe aplikacje żelatyny i materiały ją wykorzystujące, które noszą potencjał materiałów biodegradowalnych i biokompatybilnych przyszłości.

Kurdlan jako baza do wytworzenia bioaktywnego, piankowego opatrunku na rany

Michał Wójcik, michal.wojcik@umlub.pl, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, www.umlub.pl

Paulina Kazimierczak, paulina.kazimierczak@umlub.pl, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, www.umlub.pl

Vladyslav Vivcharenko, vlad.vivcharenko@gmail.com, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, www.umlub.pl

Katarzyna Kurkiewicz, katarzyna.kurkiewicz@umlub.pl, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, www.umlub.pl

Katarzyna Kowalczyk, katarzyna.kowalczyk@umlub.pl, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, www.umlub.pl

Agata Przekora, agataprzekorakusmierz@umlub.pl, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Wydział Farmaceutyczny, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, www.umlub.pl

Skóra jest złożonym organem, pełniącym wielorakie funkcje, a jedną z najważniejszych jest ochrona organizmu przed czynnikami zewnętrznymi. Uszkodzenie skóry prowadzi do powstania rany, natomiast sama regeneracja jest złożonym i kilkietapowym procesem. Zaburzenia w rekonstrukcji tego organu prowadzą do dotkliwych i trudno gojących się ran, również wysiękowych. Obecnie poszukuje się uniwersalnych i skutecznych materiałów, które zapewniłyby efektywne wspomaganie leczenia uszkodzeń zewnętrznej powłoki ciała.

Celem niniejszej pracy było stworzenie biomateriału mającego potencjalne zastosowanie jako opatrunek miejscowy na rany wysiękowe, wspomagający proces regeneracji skóry. W ramach badań dopracowano skład i strukturę materiału kurdlanowo-agarozowego, określono jego toksyczność w warunkach

kach *in vitro*, oceniono współczynnik przenikliwości pary wodnej oraz ustalono stopień degradacji.

Realizacja projektu pozwoliła na uzyskanie wysoce chłonnego materiału o wysokiej stabilności, złożonego wyłącznie z naturalnych polimerów, odpowiedniej porowatości, oraz elastyczności. Testy biogodności na modelach komórkowych *in vitro* oraz barwienie fluorescencyjne live/dead komórek (na powierzchni oraz obok materiału) wykluczyły toksyczność biomateriału w stosunku do ludzkich fibroblastów skóry. Ponadto materiał opatrunkowy wykazywał zadowalającą dla procesu gojenia się rany przenikliwość pary wodnej, a także ulegał rozpadowi pod wpływem roztworów enzymatycznych, co wskazuje na jego dobrą biodegradowalność.

Na podstawie otrzymanych wyników można domniemywać, że materiał ma wysoki potencjał do zastosowania w medycynie regeneracyjnej, jednakże, aby to potwierdzić konieczne jest przeprowadzenie dalszych badań.

Finansowanie: Badania były realizowane w ramach grantu Opus 16 nr UMO-2018/31/B/ST8/00945 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. Badania były również częściowo finansowane z projektu DS3/2020 w ramach działalności statutowej UM w Lublinie.

Metody przewidywania czasu życia biodegradowalnych materiałów polimerowych

Angelika Plota, *angelika.plota@gmail.com*; Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka;

Anna Masek, *anna.masek@p.lodz.pl*; Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział Chemiczny, Politechnika Łódzka

Wyznaczanie bezpiecznego okresu użytkowania materiałów polimerowych ma zasadnicze znaczenie dla ich pomyślnego zastosowania w przemyśle opakowań, medycynie, inżynierii i dóbr konsumpcyjnych. Zrozumienie chemicznych i fizycznych zmian, które zachodzą w strukturze różnych polimerów podczas ich przechowywania, eksploatacji oraz pod wpływem długotrwałego działania czynników zewnętrznych (np. ciepła, ozonu, tlenu, promieniowania UV, promieniowania świetlnego, substancji chemicznych, pary wodnej) doprowadziło do stworzenia modeli, które można wykorzystać do kontrolowania ostatecznego okresu użytkowania materiałów poprzez stabilizację lub przyspieszenie reakcji degradacji. Dokładne przewidywanie czasu życia wyrobów jest bardzo ważne z punktu widzenia bezpieczeństwa, szczególnie biorąc pod uwagę materiały konstrukcyjne. Ponadto, co raz częściej polimery biodegradowalne stanowią substytuty tradycyjnych materiałów w obszarach tak różnorodnych, jak opakowania czy do produkcji rusztowań komórkowych w inżynierii tkankowej, co uwydatniło potrzebę przeglądu sposobów przewidywania oczekiwanej długości życia tych materiałów. Dokonano przeglądu najnowszych relacji dotyczących wpływu najczęściej występujących czynników środowiskowych na proces degradacji materiałów polimerowych. Dodatkowo opisano metody przewidywania czasu życia materiałów polimerowych z wykorzystaniem testów przyspieszonego starzenia i ekstrapolacji danych, opierając się na poszczególnych modelach: model Arrheniusa, superpozycja czas-temperatura (TTSP), model Williamsa-Landela-Ferry'ego (WLF).

Modyfikacja chemioterapeutyków biopolimerami – nowe perspektywy leczenia nowotworów, badania *in vitro*

Karolina Matulewicz, *karola.matulewicz@gmail.com*, Zakład Inżynierii Tkankowej, Collegium Medicum UMK w Bydgoszczy; *www.wl.cm.umk.pl*

Archi Roy, *archiroy07@gmail.com*, Universitat Rovira i Virgili; Departament d'Enginyeria Química, Tarragona, Spain; *www.urv.cat/en/*

Anna Bajek, *a_bajek@wp.pl*, Zakład Inżynierii Tkankowej, Collegium Medicum UMK w Bydgoszczy; *www.wl.cm.umk.pl*

Rak pęcherza jest w czołówce najczęściej występujących nowotworów, dlatego wciąż udoskonala się obecnie stosowane metody leczenia. W ostatnich latach coraz częściej łączy się cytostatyki z biopolimerami, co może zmniejszać ich toksyczność i poprawić zdolność terapeutyczną. Chitozan jest nietoksycznym, biokompatybilnym i degradowalnym polimerem, szeroko stosowanym w medycynie. Lewofloksacyna jest syntetycznym lekiem z grupy fluorochinolonów III generacji, coraz częściej badanym w kierunku leczenia nowotworów. Celem badania było porównanie cytotoksyczności lewofloksacyny i lewofloksacyny połączonej z chitozanem na komórki raka pęcherza moczowego. Badania *in vitro* przeprowadzono na linii komórkowej raka pęcherza moczowego T24. Badano roztwory lewofloksacyny w połączeniu z chitozanem w stężeniach 10-1000 μM oraz samego leku. Lek łączono z biopolimerem za pomocą metody chemicznej. Ocenę morfologiczną komórek wykonano za pomocą mikroskopu z odwróconą optyką (Nikon, Japonia). Żywotność komórek oceniono za pomocą testu MTT (Abcam, UK). Apoptoza została zidentyfikowana na podstawie aktywności kaspazy-3/-7 (Invitrogen by Thermo Fisher Scientific, USA). Wyniki wykazują spadek żywotności komórek poddanych działaniu obu związków w czasie, wprost proporcjonalnie do rosnącego stężenia. Na podstawie testu MTT zauważalna jest wyższa cytotoksyczność lewofloksacyny modyfikowanej chitozanem. Oba związki powodują śmierć na drodze apoptozy, zwłaszcza w najwyższych stężeniach. Wyniki pokazują, że enkapsulacja lewofloksacyny chitozanem może być obiecującym kierunkiem w leczeniu nowotworów układu moczowo-płciowego.

Modyfikowany hydrożel kurdlanowy dla potencjalnych zastosowań medycznych

Sylwia Sobczak, *sylwia_911100@wp.pl, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin, umlub.pl*

Anna Michalicha, *anna.michalicha@gmail.com, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin, umlub.pl*

Anna Belcarz, *annabelcarz@umlub.pl, Katedra i Zakład Biochemii i Biotechnologii, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, ul. Chodźki 1, 20-093 Lublin, umlub.pl*

Współczesna medycyna boryka się z wieloma wyzwaniami. Należy do nich wytwarzanie nowych funkcjonalnych materiałów dla potrzeb medycyny regeneracyjnej, w tym plastrów opatrunkowych do leczenia trudnych ran, odleżyn lub ran poparzeniowych, a także do regeneracji ubytków tkanej, na przykład tkanki kostnej. Do wytwarzania takich materiałów wykorzystywane są obecnie różne polimery syntetyczne oraz naturalne. Kurdlan, naturalny wysokocząsteczkowy egzogenny polisacharyd, przeprowadzony w postaci hydrożelu wykazuje dużą wytrzymałość, sprężystość i plastyczność oraz zdolność retencji płynów. Kurdlan, również modyfikowany różnymi metodami, wykazuje właściwości przeciwwirusowe, przeciwbakteryjne oraz przeciwrodnikowe.

Jednak istniejące metody chemicznej modyfikacji kurdlan skutkują zwiększeniem jego rozpuszczalności i utratą pożądanych właściwości mechanicznych. Jednym ze sposobów modyfikacji różnych materiałów bez zmiany ich właściwości strukturalnych i mechanicznych jest modyfikacja za pośrednictwem funkcjonalnych powłok. Do takich powłok należy polidopamina, która ma zdolność do osadzania się na wielu rodzajach powierzchni i stanowi platformę dla immobilizacji różnych cząsteczek aktywnych biologicznie. Przykładem takich cząsteczek są enzymy z klasy oksydoreduktaz (np. peroksydaza), mogące przyczynić się do leczenia ran poprzez zmniejszenie poziomu wolnych rodników w tkankach.

W przeprowadzonych badaniach dokonano zatem optymalizacji warunków osadzania warstwy polidopaminowej na hydrożelu kurdlanowym. Optymalnymi warunkami dla tego procesu było lekko zasadowe (8,5) pH oraz jednoczesna obecność tlenu i określonego stężenia jonów miedziowych. Warstwa ta okazała się stabilna w dużym zakresie wartości pH oraz w obecności symulowanego płynu tkankowego. Za jej pośrednictwem możliwe było związanie określonej ilości peroksydazy na hydrożelu kurdlanowym z zachowaniem jej aktywności enzymatycznej. Wyniki sugerują, że proponowana modyfikacja jest obiecująca dla wytworzenia nowych funkcjonalnych hydrożeli wspomagających leczenie ran.

Monitorowanie procesów fotopolimeryzacji monomerów biodegradowalnych przy zastosowaniu molekularnych sensorów fluorescencyjnych

Patrycja Środa, *patrycjasroda@gmail.com*, *Laboratorium Fotochemii i Spektroskopii Optycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki*

Największymi zaletami monomerów pochodzenia naturalnego są biodegradowalność, czyli możliwość podlegania procesowi biodegradacji oraz zdolność do pozyskiwania z odnawialnych źródeł. Biodegradacja jest znaczącym procesem szczególnie dla środowiska, ponieważ ulegające jej biopolimery nie muszą być składowane na wysypiskach śmieci przez wiele lat i nie powodują zanieczyszczenia. W wyniku rozkładu biopolimerów przez organizmy żywe powstają proste związki nieorganiczne, które mogą zostać przyswojone przez rośliny. Wykorzystanie monomerów naturalnych w syntezie tworzyw sprzyja zatem zachowaniu równowagi w przyrodzie, co czyni je proekologicznymi. Z tego względu konieczne jest monitorowanie polimeryzacji monomerów naturalnych szybkimi technikami. Należy do nich FPT (z języka angielskiego *Fluorescence Probe Technology*), która stosuje sensory fluorescencyjne do tego celu. Technika ta polega na pomiarze zmian charakterystyki fluorescencji sensora fluorescencyjnego w miarę postępu reakcji fotopolimeryzacji. W badaniach jako monomerów pochodzenia naturalnego zastosowano olej sojowy epoksydowany oraz tlenek limonenu (mieszanka *cis* i *trans*). Olej sojowy zawiera liczne kwasy wielonienasycone, a w wyniku utleniania w odpowiednich warunkach następuje epoksydacja wiązań podwójnych, które z kolei uczestniczą w procesie polimeryzacji z otwarciem pierścienia. Tlenek limonenu także zawiera ugrupowania epoksydowe. Do roli sensora fluorescencyjnego wykorzystano pochodną kumaryny, która również stanowi związek pochodzenia naturalnego. Pochodna kumaryny w przygotowanych i badanych kompozycjach pełniła dodatkowo rolę fotosensybilizatora, dzięki czemu polimeryzacja mogła być zrealizowana w zakresie światła UV-A.

Podziękowania: Niniejsze prace były finansowane przez Fundację na rzecz Nauki Polskiej (FNP) w ramach projektu TEAM TECH numer umowy POIR.04.04.00-00-204B/16-00 - TEAM TECH/2016-2/15.

Możliwości syntezy poliamidów i kopoliamidów na bazie kwasu 2,5-furanodikarboksylowego oraz jego pochodnych

***Agata Zubkiewicz**, agata.zubkiewicz@zut.edu.pl, Katedra Fizyki Technicznej, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, www.zut.edu.pl*

***Sandra Paszkiewicz**, sandra.paszkiewicz@zut.edu.pl, Katedra Technologii Materiałowych, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, www.zut.edu.pl*

***Anna Szymczyk**, anna.szymczyk@zut.edu.pl, Katedra Fizyki Technicznej, Wydział Inżynierii Mechanicznej i Mechatroniki, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, www.zut.edu.pl*

Kwas 2,5-furanodikarboksylowy (FDCA) wyróżniony został przez Amerykański Departament Energii jako jeden z dwunastu najbardziej obiecujących związków pochodzenia roślinnego do syntezy materiałów polimerowych. Otrzymywany jest on z 5-hydroksymetylofurfuralu (HMF), który uzyskiwany jest z monosacharydów C₆ (fruktozy, glukozy) i polisacharydów (celulozy, skrobi). Z powodu jego budowy podobnej do kwasu tereftalowego (PTA), FDCA może stać się alternatywą dla związków pochodzenia petrochemicznego, takich jak PTA, kwas izoftalowy (PIA), a także kwas adypinowy (AA). Liczne prace opublikowane w ostatnich latach dowiodły, że FDCA, oraz jego pochodne z powodzeniem mogą być wykorzystywane do syntezy zarówno poliestrów, poliuretanów jak i poliamidów. Wszechstronność FDCA, sprawiła, że jest on obecnie produkowany na dużą skalę, a zainteresowanie polimerami na jego bazie wciąż rośnie.

Pomimo tego, że pierwsze syntezy poliamidów opartych na FDCA miały miejsce ponad 50 lat temu, wciąż jest stosunkowo niewiele prac opisujących ich właściwości. Związane jest to prawdopodobnie z trudnością w uzyskaniu odpowiednio wysokich stopni polimeryzacji poliamidów. Niska stabilność termiczna FDCA, może prowadzić do dekarboksylacji podczas syntezy, co uniemożliwia otrzymanie poliamidów o wystarczająco dużej masie cząsteczkowej. Prace badaczy skupiały się głównie na poliestrach takich jak

poli(furanian etylenu) (PEF), poli(furanian trimetylenu) (PTF) czy poli(furanian butylenu) (PBF), które są łatwiejsze w otrzymaniu.

W niniejszej pracy dokonano przeglądu badań naukowych dotyczących otrzymania poliamidów i kopolii(amido estrów) na bazie kwasu 2,5-furanodikarbo-ksyowego. Przedstawione zostały różne propozycje syntezy tych materiałów.

Prace badawcze zostały sfinansowane z projektu badawczego Sonata o nr 2018/31/D/ST8/00792 ze środków Narodowego Centrum Nauki.

Nanorurki węglowe w nanotechnologii

Katarzyna Magdalena Matyszczuk, *k.m.m.casa1@gmail.com*, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Nanotechnologia jest obecnie jedną z najbardziej interesujących dziedzin nauki. Znalazła zastosowanie w wielu sektorach przemysłu. Niezwykle ważne i przydatne możliwości nanotechniki pozwalają na kreowanie innowacyjnych materiałów w skali nano. W ostatnich latach obserwuje się zainteresowanie materiałami nanokompozytymi. Są to układy, w których jeden lub więcej składników charakteryzuje się jednym lub kilkoma wymiarami w obszarze nanometrowym. Poza wytrzymałością mechaniczną i przewodnością elektryczną kompozytów opartych na nanorurkach, zaletą jest ich łatwość mechanicznej obróbki. Szczególnie ważny jest brak ich pękania (charakterystyczny dla włókien węglowych). Nanorurki węglowe są pochodnymi strukturami fullereny. Zbudowane są ze zwiniętej płaszczyzny grafenowej. Nanorurki węglowe znalazły zastosowanie w nanoelektronice. W zależności od średnicy i stopnia skręcenia mogą się zachowywać jak metal lub półprzewodnik. Bardzo silne wiązania między atomami węgla w płaszczyźnie grafitowej dają nanorurkom ogromną trwałość. Mają bardzo dużą przewodność cieplną właściwą. Możliwe jest regulowanie ich biokompatybilności poprzez modyfikacje chemiczne. Cechą charakterystyczną nanorurek węglowych jest tworzenie pęczków i skupisk. Ze względu na chiralność (skrętność) nanorurki można podzielić na: fotelowe, zygzak, chiralne (skrętne). Skrętność nanorurek jest jednym z czynników wpływających na przewodnictwo tych materiałów i właściwości optyczne. Badania nad nanorurkami stanowią ważny zakres badań nanotechnologii.

Opracowanie i wdrożenie zrównoważonych rozwiązań w produkcji i stosowaniu bioplastiku w celu ochrony środowiska lądowego i morskiego w Europie

Radosław Ślęzak, radoslaw.slezak@p.lodz.pl, Katedra Inżynierii Bioprocessowej,
Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka,
www.wipos.p.lodz.pl

Liliana Krzystek, liliana.krzystek@p.lodz.pl, Katedra Inżynierii Bioprocessowej,
Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka,
www.wipos.p.lodz.pl

Ewa Liwarska-Bizukojć, ewa.liwarska-bizukojc@p.lodz.pl, Instytut Inżynierii
Środowiska i Instalacji Budowlanych, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii
Środowiska, Politechnika Łódzka, www.bais.p.lodz.pl

Przemysł tworzyw sztucznych stoi przed dużym wyzwaniem związanym z negatywnym stosunkiem odbiorców do wyrobów z plastiku. Pomimo to globalna produkcja tworzyw sztucznych rośnie w zastraszającym tempie, przekraczając zdolność przerobową systemów gospodarki odpadami. Odpady z tworzyw sztucznych spotykane są w całym środowisku przyrodniczym, od atmosfery po ocean. Częściowym rozwiązaniem problemu mogą być tworzywa sztuczne pochodzenia biologicznego ulegające biodegradacji.

Celem pracy jest przedstawienie wizji i zadań projektu realizowanego przez 22 partnerów z 13 krajów w ramach programu Horyzont 2020. Koordynatorem projektu jest Hamburg University of Applied Sciences, Niemcy. Wśród partnerów projektu są dwie firmy wytwarzające bioplastik, do których należą: Natureplast i Arctic Biomaterials.

Projekt ma na celu wypracowanie zrównoważonej strategii i rozwiązań w zakresie tworzyw sztucznych pochodzenia biologicznego, aby wspierać strategię UE dotyczącą tworzyw sztucznych i gospodarkę o obiegu zamkniętym. Realizowany projekt nie tylko koncentruje się na badaniach laboratoryjnych, ale także analizuje złożone i dynamiczne procesy transformacji społecznej wywołane nową świadomością stosowania tworzyw sztucznych pochodzenia biologicznego, które tworzą szansę do tworzenia innowacyjnych rozwiązań. Ważnym efektem prac zespołów badawczych będą innowacyjne

projekty produktów i modele biznesowe, ułatwiające ponowne jego wykorzystanie.

Głównymi zadaniami realizowanymi w projekcie są:

- opracowanie innowacyjnego produktu,
- tworzenie bazy danych o tworzywach sztucznych,
- badanie biodegradacji i ekotoksyczności bioplastików,
- tworzenie standardów bezpiecznego wykorzystywania tworzyw sztucznych,
- opracowanie nowych modeli biznesowych oraz wspieranie polityki dotyczącej produktów opartych na bioplastiku,
- ocena oddziaływania na środowisko oraz cyklu życia produktów.

W projekcie będą badane materiały, w skład których wchodzi głównie bursztynian butylenu (PBS), poli(3-hydroksymaślan-co-3-hydroksywalerianian) (PHBV) i polilaktyd (PLA) do produkcji takich produktów jak folia ściółkowa, opakowania, sztucce oraz zabawki. Głównymi zadaniami Politechniki Łódzkiej, która bierze udział w projekcie, jest określenie biodegradowalności oraz ekotoksyczności innowacyjnych nowych bioplastików.

Otrzymywanie fotoutwardzalnych kompozytów polimerowych z monomerów pochodzenia roślinnego

Magdalena Jankowska, magdajankowska11@gmail.com, Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej

Fotopolimeryzacja jest procesem polimeryzacji, który jest inicjowany fotochemicznie przy wykorzystaniu promieniowania elektromagnetycznego z zakresu światła ultrafioletowego (UV) lub widzialnego. Fotoindukowane procesy polimeryzacji są obecnie szeroko rozpowszechnione oraz pręźnie rozwijają się za sprawą technologii związanych z drukiem 3D oraz przemysłem poligraficznym, gdzie powszechnie stosowane są do fotoutwardzania lakierów i farb UV.

Proces fotopolimeryzacji polega na polimeryzacji monomerów w obecności fotoinicjatora oraz odpowiedniego źródła światła emitującego promieniowanie elektromagnetyczne z zakresu od ultrafioletowego (UV) do widzialnego (VIS). Odpowiedni fotoinicjator stosowany w kompozycji ulegającej polimeryzacji absorbuje promieniowanie emitowane przez źródło światła i pod jego wpływem ulega rozpadowi na rodniki lub rodnikokationy lub jony, które z kolei odpowiedzialne są za inicjowanie procesu polimeryzacji. Tym samym w procesie inicjacji w zależności od typu mechanizmu fotopolimeryzacji oraz od rodzaju użytego inicjatora tworzą się centra aktywne, które są zdolne do inicjowania reakcji polimeryzacji. Na efektywność procesu fotopolimeryzacji mają wpływ takie czynniki jak: budowa monomeru, liczba oraz rodzaj reaktywnych grup funkcyjnych obecnych w strukturze użytego monomeru, temperatura, intensywność użytego promieniowania, czas prowadzenia reakcji polimeryzacji, a także rodzaj zastosowanego fotoinicjatora.

W trakcie procesu fotopolimeryzacji można zaobserwować zmiany intensywności sygnałów, które są charakterystyczne dla odpowiednich ugrupowań chemicznych obecnych w monomerze. Do monitorowania procesów fotopolimeryzacji w czasie rzeczywistym zastosowano metodę real-time FT-IR. Dzięki tej metodzie możliwe było wyznaczenie stopnia konwersji grup funkcyjnych obecnych w monomerach pochodzenia naturalnego w funkcji czasu.

Oznaczenie właściwości bakteriostatycznych nanokomponentów zawierających nanocząstki srebra na mikroorganizmach pobranych z jamy ustnej psów i kotów

Miłosz Rutkowski, miłoszr131@gmail.com, Koło Naukowe Technologów Żywności Sekcja Nanomateriałów, Katedra Chemii, Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy, Kraków,

Lidia Krzemińska-Fiedorowicz, lidia.krzeminska-fiedorowicz@urk.edu.pl, Katedra Chemii, Wydział Technologii Żywności, UR Kraków https://wtz.urk.edu.pl/Katedra_Chemii.html,

Anna Lenart-Boroń, anna.lenart-boron@urk.edu.pl, Katedra Mikrobiologii i Bio-monitoringu Wydział Rolniczo-Ekonomiczny Uniwersytet Rolniczy Kraków <https://wre.urk.edu.pl/index/site/6899>

Jama ustna stanowi zróżnicowane środowisko bytowania mikroorganizmów. U zwierząt różnice między gatunkami mikroflory wynikają z różnego składu ilościowego i jakościowego. Ze względu na uodparnianie się mikroorganizmów na antybiotyki wielu naukowców poszukuje nowych substancji o właściwościach bakteriostatycznych. Folie zawierające nanocząstki srebra wykonano stosując alginian sodu, do którego, po skleikowaniu, dodano azotan(V)srebra oraz kolejno: ksylozę, hydrazynę, cytrynian sodu i borowodorek sodu, jako reduktory. Celem badań było oznaczenie właściwości bakteriostatycznych nanokomponentów zawierających nanocząstki srebra na mikroorganizmach pobranych z jamy ustnej psów i kotów. Po pobraniu wymazu wykonano posiew na podłożu ogólnym TSA. Po 24 godzinnej inkubacji wyizolowano materiał bakteryjny i rozcieńczano go w roztworze soli fizjologicznej, by następnie określić gęstość optyczną bakterii za pomocą densytometru. Analizę działania bakteriostatycznego nanocząstek srebra wykonano posiewając izolaty bakterii na agarze Mueller-Hinton oraz układając na powierzchni kawałki folii. Szalki inkubowano w temp. 37°C. Po upływie 24 godzin odczytano wyniki, mierząc średnice zahamowania wzrostu bakterii wokół folii. Identyfikację oparto na obserwacji preparatów barwionych metodą Grama. Stwierdzono obecność Gram-dodatnich oraz

Gram-ujemnych form kulistych tj. ziarniaki, dwoinki, pakietowce oraz form cylindrycznych tj. laseczki. W badanych próbkach przeważała obecność bakterii Gram-dodatnich. Najsilniejsze działanie bakteriostatyczne stwierdzono w przypadku folii otrzymanej poprzez użycie ksylozy. Najśłabsze działanie stwierdzono w przypadku folii otrzymanej poprzez użycie hydrazyny. Wnioskuje się, że najlepsze do wykorzystania w weterynarii są nanocząstki srebra pozyskane przez wykorzystanie ksylozy jako reduktora, gdyż to one wykazały najsilniejsze działanie bakteriostatyczne. Mogłyby one odnaleźć swoje zastosowanie w produkcji preparatów bakteriobójczych dla zwierząt.

Peptydy antymikrobiologiczne (AMP) – nowa strategia w walce z zakażeniami okołoprotezowymi

Aleksandra Mordzińska, *olam98@gmail.com*, Wydział Biologii i Biotechnologii, Katedra Biochemii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, www.umcs.pl

Katarzyna Szalapatka, *katarzyna.szalapatka@poczta.umcs.lublin.pl*, Wydział Biologii i Biotechnologii, Katedra Biochemii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, www.umcs.pl

Anna Jarosz-Wilkolazka, *anna.wilkolazka@poczta.umcs.lublin.pl*, Wydział Biologii i Biotechnologii, Katedra Biochemii i Biotechnologii, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, www.umcs.pl

Postępy medycyny w ostatnich dekadach doprowadziły do rozwoju bardzo ważnej gałęzi nauki, jaką jest implantologia. Jest ona odłamem inżynierii tkankowej, zajmującej się wszczepianiem protez do różnych części ciała. Ludzkie tkanki podatne są na uszkodzenia w wyniku urazu lub choroby, a brak zdolności regeneracyjnych powoduje, że często konieczne staje się zastąpienie ich sztuczną protezą, która podtrzyma ich dotychczasową funkcję. Polski rynek oferuje szeroką gamę biomateriałów stosowanych w produkcji implantów. Ze względu na zastosowany materiał protezy możemy podzielić na: polimerowe, węglowe, ceramiczne lub metalowe. Niestety, wciąż jedną z poważnych wad implantów jest ich wysoka wrażliwość na zakażenia patogenami chorobotwórczymi takimi jak Gram-dodatnie bakterie *Staphylococcus aureus* i *Staphylococcus epidermidis* oraz drożdżak *Candida albicans*. Większość mikroorganizmów cechuje zdolność do tworzenia biofilmu, czyli wielokomórkowej struktury, zapewniającej im przetrwanie w niekorzystnych warunkach oraz zwiększającej oporność na działanie antybiotyków. Zmniejszająca się z czasem wrażliwość patogenów na konwencjonalne leki skłania badaczy do poszukiwania nowych substancji o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych.

W pracy zaproponowano użycie naturalnego peptydu antymikrobiologicznego – cekropiny A, która działa również hamująco na drobnoustrojowe enzymy proteolityczne, bezpośrednio odpowiedzialne za ich wirulencję. W trakcie

badani przeprowadzono immobilizację peptydu na polimerowej protezie naczyniowej, zbadano jej aktywność oraz wydajność procesu immobilizacji, a także stabilność tak przygotowanego preparatu w różnych warunkach środowiska. Otrzymane wyniki wykazały wysoką wydajność immobilizacji oraz wysoką aktywność i stabilność otrzymanych preparatów, co świadczy o potencjalnej możliwości wykorzystania cekropiny A do celów terapeutycznych.

Praca powstała w ramach realizacji projektu badawczego OPUS (2017/25/B/NZ7/01084) finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

PHB – wszechstronny biopolimer bakteryjny pozyskiwany z glicerolu

Olga Zastawny, *olga.zastawny@ikifp.edu.pl*, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN

Adam Szeligowski, *adam.szeligowski@ikifp.edu.pl*, Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN

Polihydroksyalkaniany (PHA) stanowią różnorodną grupę związków syntetyzowanych i użytkowanych jako rezerwuar energetyczny przez liczne gatunki mikroobów. Z chemicznego punktu widzenia PHA są poliestrami i w przeważnie zbudowane są z jednostek R-3-hydroksykwasyłów połączonych ze sobą w długie, liniowe łańcuchy. PHA tworzą klasę nietoksycznych, biodegradowalnych i biozgodnych polimerów coraz chętniej badanych i wykorzystywanych do produkcji materiałów o zastosowaniach w różnych gałęziach przemysłu i medycynie. Ponieważ właściwości PHA są w głównej mierze zależne od kompozycji monomerów, są to substancje o skrajnie różnych właściwościach, od twardych i kruchych po przypominające swą konsystencją płynny miód. Najbardziej popularnym pod względem badań i wykorzystania przedstawicielem PHA jest poli-3-hydroksymaślan (PHB). Może być on syntetyzowany chemicznie, jednak najbardziej intuicyjną oraz mniej inwazyjną drogą jego produkcji jest biokataliza z wykorzystaniem naturalnie akumulujących go bakterii takich jak *Zobellela denitrificans*. PHB swoją strukturą i właściwościami przypomina polipropylen, jednocześnie ulega pełnej degradacji w środowisku oraz jest nieszkodliwy dla organizmów ludzi i zwierząt. Ze względu na biozgodność oraz przepuszczalność tlenu PHB jest świetnym kandydatem do zastosowań biomedycznych takich jak stenty naczyniowe, implanty kości czy nowoczesne opatrunki. Największą przeszkodą we wdrażaniu tego typu materiałów są relatywnie wysokie koszty wytwórstwa w porównaniu z konwencjonalnymi plastikami. Najczęściej używanym substratem w biotechnologicznym procesie produkcji PHB jest glicerol. Ze względu na poszukiwania tańszych źródeł surowców coraz częściej w procesie tym wykorzystywany jest glicerol odpadowy, przykładowo po produkcji biodiesla.

Rozwiązuje to jednocześnie problem zagospodarowania znaczącej ilości odpadu poprodukcyjnego. Niniejsza praca opisuje sposób pozyskania PHB z glicerolu oraz inne potencjalne ścieżki produkcji tego cennego polimeru.

Stabilność sflokulowanych emulsji z dodatkiem soli sodowej karboksymetylocelulozy i polioli

Adrianna Frankiewicz, *adrianna.p.kuczora@doctorate.put.poznan.pl*, Zakład Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska

Jacek Różański, *jacek.rozanski@put.poznan.pl*, Zakład Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska

Patrycja Wagner, *patrycja.a.komorowska@doctorate.put.poznan.pl*, Zakład Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska

Sylwia Różańska, *sylwia.rozanska@put.poznan.pl*, Zakład Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska

Celem badań przedstawionych w tej pracy była ocena wpływu dodatku polioli na stabilność sflokulowanych emulsji zawierających sól sodową karboksymetylocelulozy (Na-CMC) o różnym stopniu podstawienia (DS).

W badaniach użyto Na-CMC (Sigma-Aldrich) o masie cząsteczkowej $M_w \approx 250\,000$ g/mol i trzech różnych stopniach podstawienia: DS=0,7, DS=0,9 oraz DS=1,2. Stężenie polimeru w fazie ciągłej emulsji wynosiło 1,6 %-wag. Do fazy ciągłej dodawano również poliole: erytrytol (Santini) oraz ksylitol (Santini). Jako emulgator zastosowano Tween® 40 (Sigma-Aldrich) o stężeniu 5 %-obj., natomiast fazę rozproszoną stanowił olej rzepakowy (ZT „Kruszwica” S.A.) o stężeniu 30 %-obj. Test śmietankowania przeprowadzono w cylindrze miarowym o pojemności 100 cm³. Rejestrowano wysokość fazy klarownej w funkcji czasu, przy czym odstępy czasowe odczytu wysokości były uzależnione od szybkości śmietankowania emulsji. Badania prowadzone były w temperaturze $22,7 \pm 0,7$ °C.

Z otrzymanych danych wynika, że wzrost stopnia podstawienia Na-CMC prowadzi do pogorszenia stabilności emulsji. Dodatek erytrytolu prowadzi do wzrostu ich stabilności. Efekt ten jest największy dla stopnia podstawienia polimeru równego 0,7. W tym przypadku faza wodna zawierająca Na-CMC i erytrytol została zaobserwowana po okresie 8 dni, natomiast w przypadku emulsji bez dodatku już po 5 dniach. Odwrotną zależność uzyskano w przy-

padku ksylitolu. Dodanie tego polioli do emulsji spowodowało pogorszenie stabilności emulsji. W tym przypadku faza wodna zawierająca Na-CMC i ksylitol została zaobserwowana już po okresie 3,5 dni dla DS=0,7.

Sól sodowa karboksymetylocelulozy jest przykładem polielektrolitu, który znalazł zastosowanie do stabilizacji emulsji. Uzyskane wyniki świadczą, że dodatek polioli do emulsji stabilizowanych Na-CMC może spowodować spowolnienie lub przyspieszenie śmietankowania w zależności od rodzaju użytego alkoholu polihydroksylowego.

Synteza i ocena właściwości termicznych poliuretanosacharydów modyfikowanych materiałami fazowo-zmiennymi

Klaudia Ordon, *klaudia.ordon@agh.edu.pl*, Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Kinga Pieliowska, Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Strukturę poliuretanów (PUR) można zaprojektować tak, aby uzyskać pożądane właściwości. Właściwości PUR zależą zarówno od warunków reakcji jak i chemicznego charakteru stosowanych surowców. Poprawę właściwości mechanicznych PUR można uzyskać poprzez jego przestrzenne usieciowane skrobią, która jest nietoksyczna, biodegradowalna i łatwo dostępna. Do magazynowania energii cieplnej, również tego wydzielającego się w czasie otrzymywania poliuretanu, można użyć materiałów fazowo-zmiennech (PCM). Materiały te oferują wysoką gęstość magazynowania energii w wąskim zakresie zmian temperatury.

PUR przygotowano dwuetapową metodą poliaddycji. W wyniku reakcji poli(ϵ -kapolakton) diolu i 1,6-heksametylenodiiizocyjanianu otrzymano prepolimer do którego wprowadzono hydroksyapatyt oraz wcześniej przygotowany PCM. Skrobię i 1,4-butanodiol zastosowano jako przedłużacz łańcucha/sieciownik.

Strukturę otrzymanych PUR zbadano za pomocą spektroskopii FTIR. Temperaturę zeszklenia wyznaczono metodą różnicowej kalorymetrii skaningowej. Otrzymane biomateriały scharakteryzowano za pomocą analizy termograwimetrycznej (TG/DTG) i skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM). Wyniki TG/DTG pokazały, że PUR zawierający PCM charakteryzuje się lepszą stabilnością termiczną. Wyniki SEM potwierdziły równomierne rozproszczenie skrobi w matrycy PUR.

Praca wykonana w ramach projektu nr UMO-2016/22/E/ST8/00048 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki (NCN).

Właściwości adsorpcyjne poliuretanowych kompozytów modyfikowanych chitozaniem

Agnieszka Piotrowska-Kirschling, *a.piotrowska-kirschling@wpit.umg.edu.pl*, Katedra Towaroznawstwa Przemysłowego i Chemii, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa, Uniwersytet Morski w Gdyni, *www.umg.edu.pl*

Joanna Brzeska, *j.brzeska@wpit.umg.edu.pl*, Katedra Towaroznawstwa Przemysłowego i Chemii, Wydział Przedsiębiorczości i Towaroznawstwa, Uniwersytet Morski w Gdyni, *www.umg.edu.pl*

Problem dostępu do czystej wody na świecie staje się coraz poważniejszy. Występuje wiele regionów, w których woda jest zanieczyszczona pestycydami, nawozami, związkami organicznymi (lekami) i nieorganicznymi (metalami ciężkimi), odpadami przemysłowymi i domowymi (wyciekami olejów).

Chityna i chitozan to aminopolisacharydy pochodzenia naturalnego. Charakteryzują się one nietoksycznością, biodegradowalnością, właściwościami przeciwbakteryjnymi i przeciwgrzybiczymi. Źródłem chityny są głównie organizmy wodne, np. skorupki krewetek lub kryli oraz muszle krabów i raków. Natomiast chitozan (Chit) otrzymywany jest podczas chemicznej lub enzymatycznej deacetylacji chityny.

Poliuretany (PUR) to polimery syntezowane najczęściej w wyniku reakcji związków posiadających grupy izocyjanianowe i hydroksylowe. Są one powszechnie stosowanymi tworzywami sztucznymi. Modyfikacja PUR polisacharydami pochodzenia naturalnego, np. Chit może korzystnie wpływać na właściwości użytkowe tych materiałów, jak i na zdolność do degradacji w środowisku naturalnym.

Chit i PUR znajdują zastosowanie w procesach uzdatniania wody. Wykazują właściwości adsorpcyjne wobec kationów metali oraz organicznych barwników.

W pracy dokonano przeglądu literatury dotyczącej wpływu dodatku chitozanu w kompozytach PUR/Chit na właściwości adsorpcyjne.

Właściwości reologiczne roztworów soli sodowej karboksymetylocelulozy w mieszaninie butano-1,3-diol/woda

Patrycja Wagner, *patrycja.a.komorowska@doctorate.put.poznan.pl*, Zakład Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, www.put.poznan.pl

Sylwia Różańska, *sylwia.rozanska@put.poznan.pl*, Zakład Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, www.put.poznan.pl

Adrianna Frankiewicz, *adrianna.p.kuczora@doctorate.put.poznan.pl*, Zakład Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, www.put.poznan.pl

Jacek Różański, *jacek.rozanski@put.poznan.pl*, Zakład Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska, www.put.poznan.pl

Celem badań przedstawionych w tej pracy była ocena wpływu butano-1,3-diolu na właściwości reologiczne roztworów Na-CMC o różnym stopniu podstawienia (DS) oraz średniej masie cząsteczkowej (M_w) polimeru.

W badaniach wykorzystano cztery rodzaje Na-CMC: Na-CMC_{0,7}, Na-CMC_{0,9}, Na-CMC_{1,2} o $M_w \approx 2,5 \cdot 10^5$ g·mol⁻¹ (Sigma Aldrich) oraz Na-CMC_{0,7} o $M_w \approx 1,2 \cdot 10^6$ g·mol⁻¹ (Dow Chemical Company) (indeks dolny przy Na-CMC oznacza wartość DS deklarowaną przez dostawców). Pomiary reologiczne wykonano w zakresie lepkości liniowej w przepływie oscylacyjnym przy użyciu reometru Physica MCR 501 firmy Anton-Paar wykorzystując układ płytka-płytko. Wszystkie badania przeprowadzono w stałej temperaturze 20°C.

Z uzyskanych danych wynika, że dla roztworów Na-CMC w mieszaninie GB/woda, ze spadkiem stopnia podstawienia wartości modułu G' wzrastają, natomiast wartości kąta przesunięcia fazowego maleją ($\tan \delta$). Wzrost M_w polimeru prowadzi do uzyskania wyższych wartości modułu G' oraz niższych wartości $\tan \delta$ przy tym samym stężeniu procentowym polimeru oraz polioliu.

Uzyskane wyniki świadczą, że dodatek butano-1,3-diolu prowadzi do uzyskania płynów charakteryzujących się znaczną sprężystością i lepkością.

Ponadto wraz ze spadkiem stopnia podstawienia i wzrostem średniej masy cząsteczkowej Na-CMC dochodzi do powstania większej liczby węzłów między łańcuchami polielektrolitu.

Informacją praktyczną wynikającą z przeprowadzonych badań jest możliwość uzyskania płynu o określonych właściwościach lepkością przez dobór nie tylko odpowiedniej średniej masy cząsteczkowej polimeru, ale również odpowiedniego stopnia podstawienia polijonu oraz stężenia poliolu.

Wpływ dodatków do żywności na właściwości reologiczne produktów mlecznych

Sylwia Różańska, *sylwia.rozanska@put.poznan.pl, Zakład Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska*

Patrycja Wagner, *patrycja.a.komorowska@doctorate.put.poznan.pl, Zakład Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska*

Adrianna Frankiewicz, *adrianna.p.kuczora@doctorate.put.poznan.pl, Zakład Inżynierii i Aparatury Chemicznej, Wydział Technologii Chemicznej, Politechnika Poznańska*

Znajomość właściwości reologicznych produktów spożywczych, w tym również mleczarskich pozwala na odpowiedni dobór surowców, a także na optymalizację i kontrolę operacji jednostkowych procesu technologicznego. Obecność substancji żelujących i zagęszczających w produkcji wyrobów spożywczych pozwala na kształtowanie tekstury żywności nadając wyrobom tym nie tylko odpowiednią konsystencję, ale i cenne walory smakowe i dietetyczne.

Celem prezentowanych badań było porównanie właściwości reologicznych produktów mlecznych z dodatkiem polimerów wykorzystywanych jako stabilizatory żywności: sól sodowa karboksymetylocelulozy (Na-CMC), guma arabska (GA), guma ksantanowa (XG) oraz guma guar (GG). Pomiar reologiczne przeprowadzono z użyciem reometru rotacyjnego Physica MCR 501. Jako rozpuszczalniki zastosowano wodę destylowaną oraz mleko o różnej zawartości tłuszczu (0; 0,5; 2 i 3,2%). Stężenia polimerów wynosiły 0,6%. Wyjątek stanowiła guma arabska, której stężenie wynosiło 30%.

Z analizy badań wynika, że roztwory mleczne GG, Na-CMC i GA charakteryzują się wyższą lepkością niż ich roztwory wodne. Rośnie ona ze wzrostem zawartości tłuszczu w mleku. Dla roztworów mlecznych XG zaobserwowano odwrotną tendencję. Lepkość roztworów mlecznych była niższa niż w wodzie destylowanej, przy czym ze wzrostem stężenia tłuszczu, także w tym przypadku lepkość roztworu zwiększała się.

Kształt uzyskanych krzywych płynięcia oraz zależność odkształcenia od naprężenia dla wodnych i mlecznych roztworów XG wskazują na obecność

granicy płynięcia. W tym przypadku do opisu krzywych płynięcia wykorzystano model Herschlela-Bulkleya. Krzywe płynięcia roztworów GG oraz Na-CMC opisano za pomocą modeli Carreau, Carreau-Gahleitner'a and Carreau-Yasuda:

Dodanie do mleka gumy arabskiej powoduje znaczący wzrost lepkości w porównaniu z roztworami wodnymi i zależy on od zawartości tłuszczu w mleku. W tym przypadku krzywe płynięcia opisano za pomocą modelu potęgowego Ostwalda de Waele.

Wpływ średniej masy cząsteczkowej materiału fazowo-zmiennego (PCM) na właściwości rusztowania na bazie poliuretanosacharydów

Aleksandra Lach, alach@agh.edu.pl, Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland, www.kb.ceramika.agh.edu.pl

Kinga Pielichowska, kingapie@agh.edu.pl, Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie, Al. Mickiewicza 30, 30-059, Kraków, Poland, www.kb.ceramika.agh.edu.pl

Jednymi z najczęstszych urazów ciała ludzkiego są uszkodzenia tkanki kostnej. Wraz z rozwojem inżynierii tkankowej, zaczęto opracowywać materiały, które będą w stanie spełnić szereg wymagań, takich jak: biokompatybilność, brak toksyczności, bioaktywność. Bardzo ważnym aspektem jest także minimalizacja inwazyjności zabiegu wypełniania ubytku kostnego. Obecnie do tego celu używane są wstrzykiwalne cementy kostne na bazie poli(metakrylanu metylu) (PMMA). Pomimo długiej historii stosowania, cementy te wykazują dwie główne wady: silnie egzotermiczna reakcja polimeryzacji powodująca nekrozę termiczną tkanek oraz wyciek nieprzereagowanego monomeru powodujący nekrozę chemiczną tkanek.

W niniejszej pracy opisano wielofunkcyjne cementy na bazie poliuretanosacharydów jako alternatywę do powszechnie stosowanych cementów kostnych z PMMA. Poliuretany (PU) są dużą i różnorodną grupą syntetycznych polimerów, które ze względu na biokompatybilność oraz łatwość w modyfikacji, znalazły zastosowanie jako biomateriały. W celu minimalizacji egzotermicznego efektu polimeryzacji, do układu został dodany materiał fazowo-zmienny w postaci poli(glikolu etylenowego) (PEG). Syntezę materiału wykonano metodą dwustopniową w celu uniknięcia powstawania wolnych grup izocyjanianowych. Efektywność polimeryzacji potwierdzono w badaniach spektroskopowych (FTIR). Określono także wpływ różnej masy cząsteczkowej

dodanego PCM na właściwości termiczne (DSC, TG), mechaniczne oraz bioaktywność (SEM).

Wraz ze wzrostem masy cząsteczkowej PEG, materiał wykazywał gorszą stabilność termiczną oraz właściwości mechaniczne. Wszystkie próbki wykazywały bioaktywność, a masa cząsteczkowa PEG nie miała na nią wpływu. Spośród wytworzonych próbek, najlepsze wyniki uzyskano dla dodatku PEG4000 jako PCM. Następnym krokiem w badaniach będzie ocena dodatku PEG na efekt egzotermiczny polimeryzacji podczas wstrzykiwania układu.

Praca wykonana w ramach projektu nr UMO-2016/22/E/ST8/00048 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki.

Wykorzystanie w materiałach celulozowych substancji wiążących wodę

Oleksandra Dzeikala, *dzeikala.sandra@gmail.com*, Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział chemiczny, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 12/16, 90-924 Łódź, <http://polimbarw.p.lodz.pl>

Mirosława Prochoń, *mirosława.prochon@p.lodz.pl*, Instytut Technologii Polimerów i Barwników, Wydział chemiczny, Politechnika Łódzka, ul. Stefanowskiego 12/16, 90-924 Łódź, <http://polimbarw.p.lodz.pl>

Rozwój nowoczesnych technik analitycznych ujawnił ogromny problem zanieczyszczenia środowiska, a zwłaszcza żywności. Wzrastająca świadomość społeczeństwa, dla którego ekologia i produkty wolne od zanieczyszczeń stają się koniecznością powoduje znaczne zmiany w rolnictwie. Obecnie poszukuje się rozwiązań technologicznych zapewniających podobną wydajność produkcji, ale bezpiecznych dla środowiska naturalnego. Rozwiązaniem mogą być nowoczesne agrotekstyla oparte o biodegradowalne materiały, które nie generują odpadów. Wykorzystanie naturalnych surowców ma wiele zalet takich jak zazwyczaj niski koszt, znaczna retencyjność oraz dobre właściwości mechaniczne. Ponadto chronią one ziemię przed wysychaniem oraz ograniczają parowanie wody z gleby. Technologie ich pozyskiwania i produkcji są dobrze poznane, a ponieważ często stanowią odpad są łatwo dostępne.

W prowadzonych badaniach podjęto próbę stworzenia nowego materiału o właściwościach odżywczych i zatrzymujących wodę w podłożu jak i docelowo w glebie. Aby zapewnić konkurencyjność rozwiązania wykorzystano tanie i komercyjnie dostępne materiały takie jak surowce polipeptydowe oraz polisacharydowe a także pochodną boraksu ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$). Wszystkie wykorzystane substancje są biorozkładalne i nie wywierają szkodliwego wpływu na środowisko. Ponadto stanowią ekologiczny nawóz. Prowadzona modyfikacja powyższych składników wyjściowych dała możliwość uzyskania filmów oraz modyfikacji materiału lignocelulozowego. Wytworzone kompozyty dały zadowalające właściwości mechaniczne, przejawiały zdolność do pęcznienia i większej chłonności uzyskanych materiałów, ulegały procesowi biorozkładu w wyniku starzenia termooksydacyjnego. Na materiale lignocelulozowym implementowano wysiew roślin hodowlanych, które dzięki zastosowanym składnikom, cechowały się szybszym wzrostem.

Zastosowanie biopolimerów w inżynierii tkankowej

Agnieszka Vogt, *agnieszka.vogt@wp.pl*, *Studenckie Koło Naukowe Biotechnologów BIOM, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

Hubert Szczerba, *szczerba.hubert@gmail.com*, *Katedra Biotechnologii, Mikrobiologii i Żywienia Człowieka, Wydział Nauk o Żywności i Biotechnologii, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie*

Inżynieria tkankowa to obecnie jedna z prężnie rozwijających się dziedzin nauki zajmująca się projektowaniem oraz rozwojem substytutów tkanek i narządów, jako funkcjonalnej alternatywy dla konwencjonalnych przeszczepów narządowych i tkankowych.

W medycynie regeneracyjnej, duże właściwości aplikacyjne posiadają rusztowania tkankowe (ang. *scaffolds*). Te mikroporowate struktury, charakteryzujące się silnie rozwiniętą oraz trójwymiarową budową przestrzenną, stanowią doskonałe „podłoże” do wzrostu i dalszego różnicowania się komórek. Umieszczenie komórek wewnątrz porowatej, trójwymiarowej sieci umożliwia prowadzenie hodowli tkankowych. Zdecydowaną zaletą tego sposobu hodowli, w porównaniu do konwencjonalnych kultur dwuwymiarowych prowadzonych w podłożach mikrobiologicznych, jest znacznie lepsze odzwierciedlenie warunków fizjologicznych panujących w organizmie. W związku z tym, rusztowania te są obecnie szeroko stosowane m.in., jako implanty zawierające komórki startowe, pozwalające na regenerację uszkodzonych tkanek.

Spośród szerokiego spektrum biomateriałów wykorzystywanych do wytwarzania trójwymiarowych rusztowań na szczególną uwagę zasługują biodegradowalne polimery, takie jak kolagen, chityna, polikaprolakton (PCL), poliglikolid (PGA), polilaktyd (PLA), kopolimer polilaktyd-glikolid (PLGA), jak również hydroksyapatyt (HAp) i trójfosforan wapnia (TCP).

W niniejszej pracy przedstawiono główne założenia inżynierii tkankowej oraz rodzaje biomateriałów, które są wykorzystywane w medycynie regeneracyjnej oraz chirurgii jako materiały będące środowiskiem do wzrostu i różnicowania się komórek.

Zastosowanie materiałów poliuretanowych modyfikowanych funkcjonalizowanym hydroksypatytom do regeneracji tkanki kostnej

Monika Szlachta, szm@agh.edu.pl, Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Kinga Pielichowska, kingapie@agh.edu.pl, Katedra Biomateriałów i Kompozytów, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Poliuretany otrzymuje się w reakcji polimeryzacji polioliu z diizocyjanianem. Istnieje możliwość modyfikacji właściwościami poliuretanów poprzez dobór substratów oraz stosowanie odpowiednich warunków reakcji. Jednym z dodatków, najczęściej stosowanych w inżynierii biomateriałów jest hydroksypatyt, ze względu na jego podobieństwo chemiczne do fazy mineralnej ludzkiej kości. Hydroksypatyt wykazuje właściwości bioaktywne oraz osteokonduktywne, które wspomagają adhezję, wzrost oraz różnicowanie osteoblastów w trakcie regeneracji i remineralizacji kości. Jedną z wad hydroksypatytu jest ograniczona adhezja do różnych matryc polimerowych, co ogranicza jego zastosowanie. Sposobem rozwiązania tego problemu jest funkcjonalizacja hydroksypatytu łańcuchami polimerowymi, w celu zwiększenia kompatybilności z matrycą polimerową.

W prezentowanej pracy otrzymano materiały poliuretanowe modyfikowane funkcjonalizowaną ceramiką bioaktywną. Funkcjonalizację hydroksypatytu przeprowadzono za pomocą 1,6-diizocyjanianu heksametylenu oraz poli(glikolu etylenowego) o średniej masie cząsteczkowej 2000. W dwuetapowej syntezie otrzymano materiały poliuretanowe. Pierwszym etapem obejmował reakcję poli(ϵ -kaprolakton) diolu z 1,6-diizocyjanianem heksametylenu w atmosferze azotu. W kolejnym etapie przeprowadzono sieciowanie prepolimeru uretanowego z chitozaniem oraz 1,4-butanodiolem, dodatkowo wprowadzono funkcjonalizowany hydroksypatyt. Za pomocą analizy termograwimetrycznej, różnicowej kalorymetrii

skaningowej, mikroskopii elektronowej oraz spektroskopii w podczerwieni, zbadano właściwości oraz strukturę otrzymanych materiałów.

Praca wykonana w ramach projektu nr UMO-2016/22/E/ST8/00048 finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki. MSz dziękuje za wsparcie finansowe w ramach projektu POWR.03.02.00-00-I004/16.

Zastosowanie molekularnych sond fluorescencyjnych do monitorowania kinetyki otrzymywania hydrożelowych superabsorbentów polimerowych

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

Hydrożele to sieci polimerowe zdolne do odwracalnej absorpcji dużej ilości wody. Zdolność ta jest ściśle związana z hydrofilowym charakterem materiału. Woda w hydrożelu stanowi medium transportowe dla dyfuzji substancji, a stopień usieciowania matrycy polimerowej wpływa na właściwości ich transportu przez materiał. Zmieniając masę cząsteczkową polimeru pomiędzy wiązaniami poprzecznymi w sieci hydrożelu można otrzymać materiał będący rodzajem selektywnego sita molekularnego, stanowiącego barierę dla dużych cząsteczek np. immunoglobulin, a umożliwiającego dyfuzję mniejszych cząsteczek tj. glukozy czy insuliny. Dlatego też opracowanie narzędzi analitycznych do monitorowania procesu otrzymywania materiałów hydrożelowych jest niezwykle atrakcyjne z punktu widzenia aplikacyjnego i poznawczego. W związku z powyższym wykorzystano do tego celu technologię FPT (*Fluorescence Probe Technology*), która opiera swoje działanie na zastosowaniu fluorescencyjnych sond molekularnych. Jej podstawą są pomiary zmian charakterystyki fluorescencji sondy, w miarę zachodzących w układzie zmian. Technologia FPT dzięki wykorzystaniu sond fluorescencyjnych jest niedestruktywna, jak również zapewnia wysoką czułość pomiaru i krótki czas odpowiedzi ($<10^{-8}$ s). Sondy fluorescencyjne do zastosowań w technologii FPT zwykle reagują na zmiany mikrolepkości i/lub polarności otoczenia i w ten sposób działają jak czujniki molekularne, pozwalając śledzić postęp polimeryzacji. W chemii polimerów technologia FPT wykorzystywana jest w zakresie monitoringu postępu procesów polimeryzacji i fotopolimeryzacji, jak również kontroli jakości surowców stosowanych do produkcji polimerów oraz parametrów gotowych już polimerów. W prezentacji omówiono zastosowanie pochodnej 2-amino-4,6-

difenylo-pirydyny-3-karbonitrylu do monitorowania kinetyki otrzymywania superabsorbentów polimerowych w postaci hydrożeli.

Podziękowania: Prace współfinansowane z projektu TEAM-TECH - TECH/2016-2/15 Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (numer umowy POIR.04.04.00-00-204B/16-00-TEAM).

Indeks autorów

Bajek A.	31	Pielichowska K.	49, 55, 59
Belcarz A.	32	Piotrowska-Kirschling A.	50
Będziński R.	16	Plota A.	30
Bojarski A. J.	21	Prajsnar J.	21
Brzeska J.	50	Prochoń M.	27, 57
Dzeikała O.	27, 57	Przekora A.	28
Frankiewicz A.	47, 51, 53	Przekora-Kuśmierz A.	12
Goździuk M.	20	Przykaza K.	23
Gruchała A.	25	Roy A.	31
Guzik M.	21	Różańska S.	47, 51, 53
Haraźna K.	21	Różański J.	47, 51
Jamróz E.	13	Rutkowski M.	41
Jankowska M.	40	Skrzypek A.	18
Jarosz-Wilkołazka A.	43	Snoch W.	21
Jurak M.	23	Sobczak S.	32
Kavetsky T.	20	Staroń J.	21
Kazimierzczak P.	28	Szałapata K.	43
Klekiel T.	16	Szczepanik S.	27
Kowalczyk K.	28	Szczerba H.	58
Krok D.	26	Szeligowski A.	45
Krzemińska-Fiedorowicz L.	41	Szlachta M.	59
Krzystek L.	38	Szymaszek P.	18, 61
Kurkiewicz K.	28	Szymczyk A.	35
Kurowiak J.	16	Ślęzak R.	38
Lach A.	55	Środa P.	34
Lenart-Boroń A.	41	Vivcharenko V.	28
Liwarska-Bizukojć E.	38	Vogt A.	58
Ładniak A.	23	Wagner P.	47, 51, 53
Mackiewicz A.	16	Wiącek A. E.	23
Masek A.	30	Witko M.	21
Matulewicz K.	31	Woźniak K.	23
Matyszczuk K. M.	37	Wójcik M.	28
Michalicha A.	32	Zastawny O.	45
Mordzińska A.	43	Zgardzińska B.	20
Ordon K.	49	Zubkiewicz A.	35
Paszkiewicz S.	35		