Łukasiewicz
Łódzki Instytut Technologiczny

IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa

Polimery w Medycynie

Łódź, 23-24 maja 2023 r.

Organizator:

Łukasiewicz
Łódzki Instytut Technologiczny

Partnerzy:

FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe

Pure clinical

mdrregulator

Patronat honorowy:

Wojewoda Łódzki

Prezydent Miasta Łodzi
Hanna Zdanowska

Uniwersytet Łódzki

Politechnika Łódzka

Grzegorz Schreiber
Marszałek
Województwa Łódzkiego

Uniwersytet Medyczny w Łodzi

Miejsce Konferencji: Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź

Komitet Naukowy:
dr Radosław Dziuba
prof. dr hab. n. biol. Tomasz Popławski
dr hab. Michał Arabski, prof. UJK
dr hab. inż. Marek Piątkowski, prof. PK
dr hab. inż. Piotr Owczarz, prof. PŁ
dr hab. Elżbieta Czerwosz
dr Sylwia Terpiłowska

Komitet Organizacyjny:
dr Radosław Dziuba
dr Longina Madej-Kiełbik
dr inż. Maria Wiśniewska-Wrona
dr Klaudia Piekarska
dr Dorota Zielińska
mgr inż. Witold Madaj
mgr Katarzyna Drużdż
dr inż. Kinga Brzoza-Malczewska
mgr Bartłomiej Paluch
mgr Hanna Zawiśniewska

Szanowni Państwo,

IV Ogólnopolska Konferencja Naukowa Polimery w Medycynie jest inicjatywą pracowników Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzkiego Instytutu Technologicznego.

Tematyka medycznego zastosowania polimerów jest niezwykle istotna, a pogłębianie jej i dzielenie się wynikami badań w ramach konferencji może znacząco wpłynąć na dalszy rozwój w tym zakresie.

Żywię nadzieję, że spotkanie badaczy, ludzi nauki oraz biznesu z całej Polski w ramach konferencji przyczyni się do rozwoju polskiej nauki oraz zaowocuje nowymi pomysłami i wspólnymi projektami badawczo-rozwojowymi.

Wszystkim uczestnikom IV Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej Polimery w Medycynie życzę owocnych obrad.

W imieniu organizatorów i swoim,

Dyrektor Łukasiewicz – ŁIT

dr Radosław Dziuba

HARMONOGRAM KONFERENCJI

wtorek, 23.05.2023r.

8.00 – 9.30 **Rejestracja uczestników**

9.30 – 9.35 **Rozpoczęcie konferencji** - **dr Radosław** Dziuba – Dyrektor Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzkiego Instytutu Technologicznego

9.35 – 9.50 **Przedstawienie Centrum Inżynierii** Biomedycznej - dr Longina Madaj-**Kiełbik**, Dyrektor Centrum

9.50 – 11.05 Sesja plenarna I

Prowadząca sesję: dr Longina Madej-Kiełbik

1. Kolagen pochodzenia naturalnego jako biomateriał do zastosowań biomedycznych - **prof. dr hab. Tomasz Popławski** (Zakład Mikrobiologii i Biochemii Farmaceutycznej, Katedra Chemii i Biochemii Medycznej, Moduł Laboratoryjny Analizy Materiałów Biomedycznych, MOLecoLAB - Centrum Badań Molekularnych Chorób Cywilizacyjnych, Uniwersytet Medyczny, ul. Mazowiecka 5, CKD bud. A6, 92-215 Łódź)
2. Reo-optyczne metody wyznaczania punktu i kinetyki procesu żelowania - **dr hab. inż. Piotr Owczarz, prof. PŁ** (Katedra Inżynierii Chemicznej, Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka)
3. Metody domieszkowania biopolimerów nanoziarnami metali i zmiana ich właściwości - **dr hab. Elżbieta Czerwosz** (Instytut Mikro- i Optoelektroniki, Politechnika Warszawska, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa)

11.05 – 11.15 Przerwa kawowa

11.15 – 12.30 Sesja plenarna II

Prowadząca sesję: dr Klaudia Piekarska

1. Zastosowanie polimerów naturalnych w przeciwbakteryjnych terapiach alternatywnych - **dr hab. Michał Arabski, prof. UJK** (Zakład Biologii Medycznej, Instytut Biologii, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce)

2. Zaawansowane bioaktywne nanokompozyty chitozanowe do zastosowań medycznych - **dr hab. inż. Marek Piątkowski, prof.** PK (Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej, Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej, Politechnika Krakowska ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków)
3. Badanie właściwości biologicznych biomateriałów - dr Sylwia **Terpiłowska** (Katedra Medycyny Zabiegowej z Pracownią Genetyki Medycznej, Instytut Nauk Medycznych, Collegium Medicum, Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach, Al. IX Wieków Kielc 19A, 25-317 Kielce)

12.30 – 13.00 Lunch

13.00 – 15.00 Sesja III

Prowadząca sesję: dr inż. Maria Wiśniewska-Wrona

1. Biokompozyty polisacharydowe zawierające nanostruktury jako alternatywne, innowacyjne materiały opatrunkowe – dr hab. prof. URK Karen Khachatryan, dr hab. Gohar Khachatryan (Wydział Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie)
2. Aparatura w inżynierii biomedycznej - **mgr inż. Justyna Miszczak**, inż. Adam Nowak (Technolutions Sp. z o.o.)
3. Formulacje koktajli bakteriofagowych wykorzystywanych w walce z patogennymi bakteriami – mgr Jolanta Witaszewska (Proteon Pharmaceuticals S.A. ul. Tylna 3a, 90-364 Łódź)
4. Od projektu do wdrożenia. Wprowadzenie wyrobu medycznego do obrotu - dokumentacja techniczna i obowiązki producenta - Katarzyna Romaniszyn (MDR Regulator)
5. Przygotowanie do badania klinicznego w kontekście uzyskania grantu - **dr inż. Ilona Korczak** (Pure Clinical)
6. Biobank i biobankowanie - Piotr Christyniuk (Pure Clinical Lab Network)

15.00 – 15.40 Sesja Posterowa, przerwa kawowa

1. Bioaktywność kompozytów PGA modyfikowanych piomelaniną w procesie regeneracji tkanki kostnej – mgr Mateusz M. Urbaniak (Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Katedra Immunologii i Biologii Infekcyjnej)

2. Ocena jakości opakowań farmaceutycznych w świetle wymagań Farmakopei Europejskiej – mgr **Katarzyna Sieczyńska**, mgr inż. Magdalena Lasoń-Rydel, mgr inż. Małgorzata Krępska (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. Zgierska 73, 91-463 Łódź)
3. Porowate rusztowania na bazie polimerów naturalnych wzmacniane termoplastami drukowanymi 3d – **mgr inż. Anna Woźniak**, dr inż. Monika Biernat, prof. dr hab. inż. Wojciech Święszkowski, dr inż. Bartłomiej Kryszak, dr hab. inż. Konrad Szustakiewicz (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Grupa Badawcza Biomateriały, ul. Cementowa 8, 31-983 Kraków)
4. Możliwości otrzymania porowatych polimerowych struktur kompozytowych techniką druku 3D – **mgr inż. Anna Woźniak**, dr inż. Monika Biernat, prof. dr hab. inż. Wojciech Święszkowski, dr inż. Bartłomiej Kryszak, dr hab. inż. Konrad Szustakiewicz (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Grupa Badawcza Biomateriały, ul. Cementowa 8, 31-983 Kraków)
5. Biomateriały z poli(kwasu mlekowego) o strukturze porowatej – mgr **inż. Karolina Gzyra-Jagieła**, mgr inż. Anna Bednarowicz, dr Longina Madej Kiełbik, mgr Sylwia Majchrzak, dr inż. Dorota Zielińska (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. M. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź; Politechnika Łódzka, Instytut Materiałoznawstwa Tekstyliów i Kompozytów Polimerowych, ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź)
6. Skóry owcze wyprawy bezchromowej z zabezpieczeniem mikrobiologicznym do zastosowań medycznych i terapeutycznych – mgr Michalina Falkiewicz-Dulik (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź)
7. Właściwości biologiczne frakcji peptydowych i aminokwasowych otrzymanych z preparatów kolagenu pochodzących z mieszanych produktów odpadowych ryb – **mgr inż. Magdalena Lasoń –** Rydel, dr Iwona Masłowska – Lipowicz, mgr Katarzyna Sieczyńska, dr hab. inż. Katarzyna Ławińska, mgr inż. Małgorzata Krępska, mgr Milena Decka, mgr Andrzej Rostocki (Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi, ul. Zgierska 73, 91-463; Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, Wólczańska 171/173, 90-924 Łódź)
8. Właściwości reologiczne roztworów alginianu amonu w obecności związku małocząsteczkowego – mg**r inż. Nina Tarzyńska**, mgr inż. Anna Bednarowicz, dr inż. Ewelina Pabjańczyk- Wlazło, dr hab. inż.

Zbigniew Draczyński, prof. PŁ (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź; Politechnika Łódzka, Instytut Materiałoznawstwa Tekstyliów i Kompozytów Polimerowych, ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź)

9. Wytwarzanie polimerowych włókien metodą elektroprzędzenia do zastosowań medycznych – **inż. Patryk Śniarowski,** dr inż. Paulina Król, dr Klaudia Piekarska (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź)
10. O rany, na co te rany, czyli jaki opatrunek wybrać i czym właściwie się one różnią? **– dr inż. Paulina Król**, dr Klaudia Piekarska, mgr inż. Cesar Hernandez, dr hab. Marcin Kudzin, dr inż. Katarzyna Śledzińska, dr hab. inż. Maciej Boguń, mgr inż. Piotr Kaczmarek, mgr inż. Aleksandra Dyrała, mgr inż. Marzena Dymel, mgr inż. Zdzisława Mrozińska, mgr inż. Gabriela Pałucka (Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź)
11. Matryca na bazie chitozanu jako nośnik dla bakteriofagów – mgr Monika Sikora, dr hab. Michał Arabski, dr inż. Maria Wiśniewska-Wrona (Zakład Biologii Medycznej Instytutu Biologii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce, Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź)
12. Polimerowe kompozycje hydrożelowe jako nośnik aktywnych ekstraktów roślinnych stosowanych w leczeniu onkologicznym – mgr Monika Owczarek, dr inż. Maria Wiśniewska-Wrona (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź)

17.00 – 19.00 **Wycieczka zabytkowym tramwajem po Łodzi**

19.00 – 23.00 Uroczysta kolacja (Restauracja Roma)

środa, 24.05.2023r

10.00 – 11.15 Sesja IV

Prowadzący sesję: mgr inż. Witold Madaj

1. Hybrydowe materiały węglowe do zastosowań w medycynie regeneracyjnej – **dr hab. inż. Maciej Boguń**, dr inż. Paulina Król, dr hab. Marcin Kudzin, mgr Irena Kamińska, mgr inż. Sylwia Magdziarz, dr hab. inż. Justyna Frączyk, prof. dr hab. inż. Beata Kolesińska, dr hab. inż. Ewa Stodolak-Zych (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź)
2. Wpływ polimerowych materiałów stosowanych we wkładkach na wysokość i rozmieszczenie nacisków na podeszwowej stronie stopy – dr Robert Gajewski, mgr Katarzyna Piotrowska, mgr Małgorzata Janocha, mgr inż. Joanna Kwiecień (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi, ul. Zakopiańska 9, 30-418 Kraków).
3. Technologia podkładów opatrunków medycznych w oparciu o biomateriały syntetyczne - dr hab. inż. Zbigniew Mikołajczyk, **dr inż. Magdalena Kłonowska**, dr inż. Konrad Sulak, mgr inż. Dominik Borkowski, dr inż. Piotr Czarnecki, Sławomir Kęska (Politechnika Łódzka, Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Katedra Technologii Dziewiarskich i Maszyn Włókienniczych, ul. Żeromskiego 116, 90-543 Łódź)
4. Materiały polimerowe z polimerów naturalnych w formie filmu i hydrożelu – **dr inż. Maria Wiśniewska**-Wrona (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź)
5. Badania przyspieszonego starzenia włóknin na bazie biopolimerów – **dr inż. Dorota Zielińska**, mgr Karolina Gzyra-Jagieła, dr Longina Madej-Kiełbik, mgr inż. Anna Bednarowicz, Piotr Cichacz, Sławomir Kęska (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź)

11.15 – 11.30 Przerwa kawowa

11.30 – 12.30 Sesja V – **Sesja młodych**

Prowadząca sesję: dr Dorota Zielińska

1. Degradacja hydrolityczna włóknin z biopolimerów – **mgr. inż.** Anna Bednarowicz, mgr Karolina Gzyra-Jagieła, dr Longina Madej Kiełbik, mgr Sylwia Majchrzak, dr Dorota Zielińska, dr inż. Piotr Czarnecki, Piotr Cichacz, mgr inż. Sylwia Jagodzińska (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź, Politechnika Łódzka, Instytut Materiałoznawstwa Tekstyliów i Kompozytów Polimerowych, ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź)
2. Wpływ katalizatorów aminowych na właściwości lepkosprężystych pianek poliuretanowych do zastosowań biomedycznych - **mgr inż. Dominik Grzęda**, mgr inż. Grzegorz Węgrzyk, dr hab. Adriana Nowak, prof. PŁ, mgr inż. Gabriela Komorowska, dr Leonard Szczepkowski, prof. dr hab. inż. Joanna Ryszkowska, (Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, ul. Wołoska 141, 02-507 Warszawa)
3. Hallo, czy coś tam żyje? Jałowość opatrunków okiem Farmakopei - **mgr inż. Marzena Dymel**, dr Dorota Kaźmierczak, mgr inż. Krystyna Guzińska (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź)
4. Ciecze jonowe w medycynie – **mgr inż.** Witold Madaj, dr hab. inż. Dariusz Wawro (Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź)

12.30 – 12.35 **Zakończenie konferencji**

I SESJA PLENARNA

KOLAGEN POCHODZENIA NATURALNEGO JAKO **BIOMATERIAŁ DO ZASTOSOWAŃ BIOMEDYCZNYCH**

Tomasz Popławski

Zakład Mikrobiologii i Biochemii Farmaceutycznej,
Katedra Chemii i Biochemii Medycznej,
Moduł Laboratoryjny Analizy Materiałów Biomedycznych,
MOLecoLAB - Centrum Badań Molekularnych Chorób Cywilizacyjnych,
Uniwersytet Medyczny, ul. Mazowiecka 5, CKD bud. A6, 92-215 Łódź

Kolagen jest najliczniej występującym białkiem o dużej masie cząsteczkowej zarówno w organizmach bezkręgowców, jak i kręgowców, w tym ssaków. Kolagen pełni rolę strukturalną, występując w postaci zróżnicowanych form w zależności od jego lokalizacji w różnych tkankach. Kolagen pochodzenia naturalnego zyskał w ostatnich dekadach duże zainteresowanie środowisk akademickich i przemysłowych, znajdując zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu związanych ze zdrowiem, w tym w przemyśle spożywczym, medycznym, farmaceutycznym i kosmetycznym w zastosowaniach związanych z regeneracją tkanek. Przemysł biotechnologiczny stale poszukuje nowych, naturalnych źródeł kolagenu oraz udoskonalonych metod jego produkcji. Najpopularniejszy jest kolagen pochodzenia bydlęcego i wieprzowego, ale możliwa jest również jego ekstrakcja z organizmów wodnych, zarówno słodkowodnych jak i morskich. Do pozyskiwania kolagenu wykorzystuje się różnorodne organizmy, co umożliwia zrównoważoną produkcję kolagenu, którego właściwości zależą od gatunku organizmu (i jego środowiska naturalnego) oraz metodyki pozyskiwania. Kolagen pochodzący od organizmów wodnych ma wyraźne zalety w porównaniu z kolagenem pochodzącym od ssaków, w tym zmniejszone ryzyko przenoszenia chorób odzwierzęcych, brak ograniczeń kulturowo-religijnych, efektywność kosztową procesu produkcyjnego oraz lepszą biodostępność. Z tego powodu zastosowanie kolagenu pochodzącego np.: z odpadów rybnych (tj. skóry, łusek) szybko się upowszechniło. Wpływ na to miał głównie fakt, że produkty uboczne

są tanie, a potrzeba minimalizacji wpływu odpadów przemysłu rybnego na środowisko utorowała drogę do wykorzystania odrzutów w rozwoju produktów opartych na kolagenie o niezaprzeczalnej wartości dodanej w porównaniu do kolagenu pochodzącego z innych, naturalnych źródeł.

REO-OPTYCZNE METODY WYZNACZANIA PUNKTU **I KINETYKI PROCESU ŻELOWANIA**

Piotr Owczarz

Politechnika Łódzka,
Katedra Inżynierii Chemicznej,
ul. Wólczańska 213, 90-924 Łódź,
e-mail: piotr.owczarz@p.lodz.pl

Słowa kluczowe: polisacharydy, punkt żelowania, pomiary reologiczne, oscylacyjne widma mechaniczne, rozpraszanie światła monochromatycznego

W ostatnich latach obserwuje się rosnące zainteresowanie hydrożelami uzyskanymi w wyniku przemiany fazowej indukowanej zmianą pH lub/i temperatury. Szczególnie interesujące są koloidalne układy uzyskane poprzez rozpuszczenie wielkocząsteczkowych polimerów naturalnych m.in. układy koloidalne zawierające polisacharydy wykazujące zjawisko przemiany fazowej pod wpływem wzrostu temperatury. W większości przypadków hydrożele te uznawane są za żele fizyczne, w których struktura sieci przestrzennej formuje się w wyniku oddziaływań niekowalencyjnych. Istotnym z praktycznego punktu zastosowań takich układów jest wyznaczenie punktu (temperatury lub/i pH) żelowania oraz kinetyki tego procesu. Klasyczne metody wyznaczania punktu żelowania: metoda odwracanej probówki, metoda zatapiania kulki prowadzą do określenia tylko przybliżonej temperatury. Większość pozycji literaturowych, dotyczących badań nad zastosowaniem polisacharydów w medycynie i farmacji opiera się na wyznaczeniu punktu przemiany fazowej zol-żel jako temperatury przecięcia krzywych modułów zachowawczego G' i stratności G", wyznaczonego w pomiarach nieizotermicznych przy stałych, niewielkich odkształceniach oscylacyjnych, ω=const. i γ=const. Zastosowanie tego typu pomiarów oscylacyjnych prowadzonych w warunkach izotermicznych umożliwia wyznaczenie kinetyki procesu. Jednak wydaje się, że takie podejście prowadzi do licznych błędów. Punkt ten określa jedynie zmianę dominujących właściwości mediów z lepkich na sprężyste i nie może być

utożsamiany ze zbudowaniem pełnej struktury przestrzennej przez analizowany biomateriał. Jednocześnie wiele roztworów polimerów, nawet przy niewielkich stężeniach, wykazuje przewagę właściwości sprężystych w całym zakresie badanych temperatur. Jako alternatywną metodę wyznaczenia punktu żelowania, w oparciu o dane reometryczne z pomiarów oscylacyjnych prowadzonych zarówno w warunkach nieizotermicznych, można zastosować metodę opisaną przez Fredricksona-Larsona. Stosunek wyrażenia $(G'T/G''^2)^2$ w funkcji odwrotności temperatury 1/T, wyrażonej w Kelwinach, wykazuje nieciągłość w pobliżu punktu żelowania. Wartość odciętej w punkcie maksimum wyrażenia $(G'T/G''^2)^2$ określa temperaturę żelowania. Wyznaczone dzięki tej metodzie wartości temperatury żelowania są nieco wyższe od wartości wyznaczonych na podstawie punktu przecięcia krzywych modułów zachowawczego G' i stratności G". Ponieważ podstawy teoretyczne metody opierają się na wyznaczenie punktu nieciągłości równań opisujących energię skumulowaną w układzie, wyznaczona temperatura wskazuje rzeczywisty punkt przemiany fazowej zol-żel – zmianę ze stanu ciekłego w stan ciała quasi stałego mogącego przenosić obciążenia. Punkt przemiany fazowej można także wyznaczyć na podstawie zmian wartości promienia bezwładności R_G. Im jest ona mniejsza tym ściślejsze jest upakowanie węzłów masowych w strukturze żelu, a więc R_G może być miarą postępu procesu agregacji. Do wyznaczenia wartości promienia bezwładności R_G powszechnie stosowane są metody wykorzystujące rozpraszanie monochromatycznego światła spolaryzowanego, używane do badania zjawiska dyfuzji w roztworach. Wykorzystywana jest metoda analizy rozpraszania Rayleigh'a, zachodzącego, gdy rozmiary obiektu są dużo mniejsze od długości fali. Do najczęściej stosowanych technik pomiarowych należy zaliczyć metody SALS, SAXS oraz metody turbidymetryczne.

W pracy przedstawiono wyniki uzyskane dla koloidalnych układów chitozanu z dodatkiem soli β-glicerofosforanu disodu oraz wodnych roztworów hydroksypropylocelulozy (HPC) ulegające przemianie fazowej zol-żel w warunkach fizjologicznych tj. temperaturze 37°C i pH w zakresie 6,8-7,2. Wybrane polimery stanowią powszechne materiały badawcze ze względu na ich biomedyczny potencjał

aplikacyjny wynikający z ich biokompatybilności oraz dostępności. Badania wyznaczenia temperatury żelowania oraz kinetyki procesu przeprowadzono zarówno klasycznymi metodami reometrycznymi, jak i metodami opartymi na analizie rozpraszania światła. Na podstawie analizy wyników przeprowadzonych badań zaproponowano mechanizmy agregacji cząstek oraz udowodniono, że agregacja w reżimie perykinetyki (limitowana dyfuzją) jest procesem wolniejszym od agregacji pod wpływem gradientu prędkości (ortokinetyka) ze względu na synergistyczny efekt zmian molekularnych, dyfuzyjnych oraz cieplnych. W skrajnym przypadku (HPC) agregacja limitowana stochastycznymi ruchami Browna nie wystąpiła pomimo, że zaobserwowano dla takiego układu polimerowego agregację w warunkach ścinania.

METODY DOMIESZKOWANIA BIOPOLIMERÓW NANOZIARNAMI METALI I ZMIANA ICH WŁAŚCIWOŚCI

Elżbieta Czerwosz

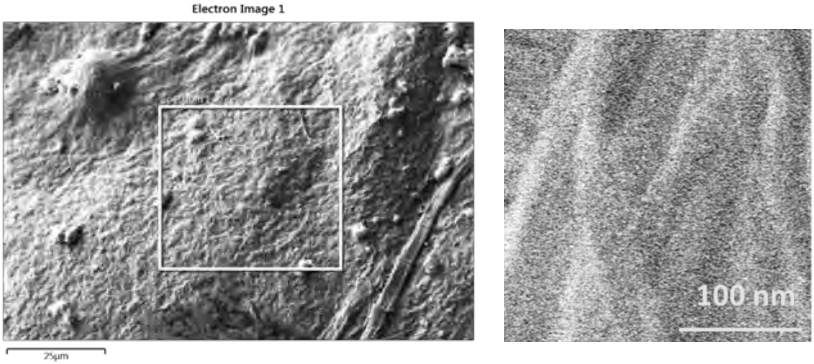
Politechnika Warszawska,
Instytut Mikro- i Optoelektroniki,
ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa,
e-mail: elzbieta.czerwosz@pw.edu.pl

Słowa kluczowe: włókna, polimery, nanoziarna metali, technologia domieszkowania

Celem tej prezentacji jest przedstawienie, na tle aktualnego stanu wiedzy, wyników prac własnych zespołu IMiO PW oraz Łukasiewicz – Łódzkiego Instytutu Technologicznego [1-4] dziedzinie domieszkowanie różnych biopolimerów nanoziarnami srebra, złota i palladu.

Nanocząsteczki różnych metali (w tym srebro złoto i pallad) są znane i stosowane od dawna do różnych celów (zdobienia, antyseptyka, kataliza). W ostatnich latach rozwinęła się świadomość tego, że metale występujące w postaci nanocząstek mogą zmieniać właściwości materiałów w skład których wchodzą. W tej prezentacji będą pokazane różne sposoby domieszkowania takich materiałów jak polimery i biopolimery nanocząsteczkami metali. Zaprezentujemy również wyniki własnych prac technologicznych oraz charakteryzacji otrzymanych materiałów.

Stosowana przez nas metoda fizycznego osadzania nanocząsteczek metali w próżni (PVD – Physical Vacuum Deposition) jest tania i prosta i może być z powodzeniem stosowana do osadzania różnych metali (Ag, Au, Pd) na różnego rodzaju podłożach. Polimery otrzymywane w Łukasiewicz – Łódzkim Instytucie Technologicznym były domieszkowane przez nas palladem w celu wykonania opasek detekcji wodoru do stosowania na liniach przesyłowych wodoru.



Rys. 1

a) Obraz SEM z powierzchni polimeru domieszkowanego nanoziarnami palladu

b) filtrującego materiału polimerowego domieszkowanego srebrem

Literatura

1. S.Terpiłowska, S. Głuszek , E. Czerwosz, H. Wronka, P. Firek, J. Szmidt, M. Suchańska, J. Kęczkowska, B. Kaczmarska, M. Kozłowski, R. Diduszko, Nano-Ag particles embedded in C -matrix: preparation, properties, and application in cell metabolism, Materials, Materials 2022, 15, 5826. https://doi.org/10.3390/ma15175826.
2. E. Czerwosz, H. Wronka, R. Diduszko, M. Kozłowski, A. Sitek, M. Suchańska, J. Kęczkowska, B. Kaczmarska, C-nAg nanocomposite films deposited on filtration materials, rozdz. w Monografii SBŁ-ITR 2020.
3. J. Rymarczyk, E. Czerwosz, Nanokompozytowe materiały węglowe z nanocząstkami złota – synteza, charakteryzacja, zastosowania, Elektronika 2019, Vol. 60, nr 12, ss. 14-18.
4. Elżbieta Czerwosz, Halina Wronka, Ryszard Diduszko, Mirosław Kozłowski, Sławomir Krawczyk, Natalia Gutowska, Justyna Wietecha PREPARATION AND PROPERTIES OF NANOCOMPOSITE nC-nPd FILM ON BIO - DEGRADABLE TAPE, Monografia SBŁ- ITR Vacuum Technics & Technology (2020) 53-65

SESJA PLENARNA II

ZASTOSOWANIE POLIMERÓW NATURALNYCH W PRZECIWBAKTERYJNYCH TERAPIACH ALTERNATYWNYCH

Michał Arabski[1,2]

[1]*Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach,*
Zakład Biologii Medycznej, Instytut Biologii,
ul. Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce,
e-mail: arabski@ujk.edu.pl
[2]*Główny Urząd Miar, ul. Elektoralna 2, 00-137 Warszawa*

Słowa kluczowe: bakteriofagi, nanozwiązki, chitosan, karaginian, LPS

Oporność patogenów na powszechnie stosowane antybiotyki wymaga poszukiwania nowych metod leczenia. Alternatywne środki bakteriobójcze stanowią nowe podejście terapeutyczne (nanozwiązki) lub oparte są na znanych i opisanych w literaturze metodach jak eradykacja bakterii przez bakteriofagi. Rozwój technik biologii molekularnej umożliwił ewolucję „tradycyjnej" terapii fagowej w kierunku nowych możliwości, z których jedną jest wykorzystanie kodowanych przez fagi endolizyn odpowiedzialnych za degradację otoczek bakteryjnych. Opracowanie nowych narzędzi wymaga nie tylko oceny mechanizmu ich działania, skuteczności bójczej czy też efektów ubocznych, lecz również metod ich optymalnej podaży. Systemy podaży oparte na polimerach naturalnych nie tylko umożliwiają zaprojektowanie mechanizmu działania czynników bakteriobójczych lecz mają znacznie szersze zastosowanie w opracowaniu terapii przeciwbakteryjnej. Przedmiotem wykładu jest charakterystyka zastosowania chitozanu na różnych etapach opracowania nowych strategii bakteriobójczych opartych na środkach bakteriobójczych tj. od etapu ich oczyszczania po projektowanie systemu podaży mogące podnieść skuteczność terapeutyczną rozwiązania.

ZAAWANSOWANE BIOAKTYWNE NANOKOMPOZYTY **CHITOZANOWE DO ZASTOSOWAŃ MEDYCZNYCH**

Marek Piątkowski

Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki,
Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej,
Katedra Biotechnologii i Chemii Fizycznej,
ul. Warszawska 24, 31-155 Kraków,
e-mail: marek.piatkowski@pk.edu.pl

Słowa kluczowe: biomateriały, nanokompozyty, bioaktywność, chitozan

Na całym świecie oparzenia stanowią bardzo poważny problem medyczny, społeczny i ekonomiczny. W Polsce corocznie oparzeniom ulega ok. 300-400 tys. osób, z czego 50-70% stanowią dzieci [1]. W przypadku urazów skóry pełnej grubości, leczenie wymaga przeszczepu. W związku z tym rozwój materiałów bioaktywnych, które promują regenerację uszkodzonych tkanek stanowi doskonałą alternatywę dla autoprzeszczepów. Na szczególną uwagę zasługują trójwymiarowe rusztowania, które są nietoksyczne dla komórek skóry i mogą naśladować macierz pozakomórkową, która składa się głównie z nanowłóknistych białek. Wśród najnowszych technik stosowanych w dziedzinie biomateriałów wykorzystywane jest elektroprzędzenie, które umożliwia otrzymywanie nanowłókien. W ramach przeprowadzonych badań opracowano nowy typ hybrydowego bioaktywnego nanokompozytowego rusztowania opartego na nanowłóknach PLA, acylowanym chitozanie i nanocząstkach o właściwościach przewodzących. Wykonane analizy potwierdziły nanowłóknistą i wysoce porowatą architekturę kompozytów. Warstwę wierzchnią otrzymano z nanowłókien PLA, natomiast warstwę dolną przygotowano z acylowanego chitozanu. Hybrydowe biomateriały dodatkowo zmodyfikowano trzema rodzajami nanocząstek (NP): ZnO, Fe_3O_4 i Au. W celu weryfikacji ich potencjału w leczeniu ran oparzeniowych, wyznaczono podatność na biodegradację, paroprzepuszczalność oraz przewodność metodą elektrostymulacji. Następnie przeprowadzono badania

cytotoksyczności za pomocą testu XTT i analizy morfologicznej przy użyciu zarówno linii komórkowej fibroblastów, jak i komórek pierwotnych.
Wykonane analizy zarówno właściwości fizykochemicznych, jak i biologicznych potwierdziły ogromny potencjał zaawansowanych bioaktywnych nanokompozytów chitozanowych w inżynierii tkankowej.

Badania były finansowane z projektu Sonata (Narodowe Centrum Nauki), nr rej. Projektu 2017/26/D/ST8/00979.

Literatura

1. L. Sitarz, T. Pop, S. Gonek, M. Kędzior. Przyczyny i leczenie oparzeń u dzieci. Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego i Narodowego Instytutu Leków w Warszawie Rzeszów 2011, 4, s.452–460.
2. J. Radwan-Pragłowska, Ł. Janus, M. Piątkowski, D. Bogdał, D. Matysek. Hybrid bilayer PLA/chitosan nanofibrous scaffolds doped with ZnO, Fe_3O_4, and Au nanoparticles with bioactive properties for skin tissue engineering. Polymers, 2020, 12 (1), 1-19.

BADANIA WŁASNOŚCI BIOLOGICZNYCH BIOMATERIAŁÓW

Sylwia Terpiłowska

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach,
Katedra Medycyny Zabiegowej z Pracownią Genetyki Medycznej,
Instytut Nauk Medycznych, Collegium Medicum,
Al. IX Wieków Kielc 19A, 25-317 Kielce,
e-mail: sylwia.terpilowska@ujk.edu.pl

Słowa kluczowe: biokompatybilność, toksyczność, biomateriały

Biomateriały to substancje opracowane w celu zastosowania jako samodzielna lub część składowa systemu używanego do kontaktu ze składnikami żywych organizmów ludzi i zwierząt podczas leczenia lub diagnostyki. Biomateriały dzieli się na metaliczne, polimery syntetyczne, materiały ceramiczne, węglowe i kompozytowe.
W związku z tym, iż biomateriały mają stały lub okresowy kontakt z organizmem człowieka lub zwierząt muszą wykazywać odpowiednie właściwości, które z jednej strony będą umożliwiały wypełnianie określonych funkcji, a z drugiej będą wykazywać biozgodność. Badania mające na celu określenie właściwości biologicznych wyrobów medycznych określa norma PN-EN ISO 10993-1:2021-06: *Biologiczna ocena wyrobów medycznych -- Część 1: Ocena i badanie w procesie zarządzania ryzykiem*. Badania nowych biomateriałów obejmują określenie właściwości mechanicznych, fizykochemicznych oraz biologicznych przeprowadzanych w warunkach *in vitro* i *in vivo*, w ramach badań przedklinicznych i klinicznych.
Badania *in vitro* obejmują określenie cytotoksyczności, genotoksyczności i mutagenności. Badania *in vivo* prowadzone są z udziałem modelowych organizmów zwierzęcych do określenia wczesnego i odległego oddziaływania na tkanki. Prowadzi się badania histopatologiczne tkanek mających kontakt lub poddanych oddziaływaniu biomateriału oraz ocenę zasięgu oddziaływania materiału. Dodatkowo konieczne jest określenie toksyczności ogólnoustrojowej substancji uwalnianych z biomateriału w miejscu użycia i narządach oddalanych od miejsca implantacji. Dodatkowo dla wyrobów medycznych wykonuje się badanie działania

drażniącego i uczulającego na skórę. W zależności od charakteru biomateriału i miejsca jego zastosowania wykonuje się testy: reaktywności śródskórnej czy hemokompatybilności. Kolejny etap badań stanowi użycie kliniczne biomateriału.

Bardzo istotnym zjawiskiem związanym z zastosowaniem biomateriałów w organizmach ludzi i zwierząt jest tworzenie na ich powierzchni biofilmu. Stąd istotny element badań biomateriałów stanowią metody służące określnie interakcji pomiędzy materiałem a tkankami.

SESJA III

BIOKOMPOZYTY POLISACHARYDOWE ZAWIERAJĄCE NANOSTRUKTURY JAKO ALTERNATYWNE, INNOWACYJNE MATERIAŁY OPATRUNKOWE

Karen Khachatryan*, Gohar Khachatryan

Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie,
Wydział Technologii Żywności,
ul. Balicka 122, 30-149 Kraków,
e-mail: karen.khachatryan@urk.edu.pl

Słowa kluczowe: polisacharydy, bionanokompozyty, nanosrebro, grafen, nanokapsułki

Pierwsze materiały nanostrukturalne są dziełem natury i powstały wiele milionów lat temu, jednak nanotechnologia jako nauka narodziła się stosunkowo niedawno. W ciągu kilku dekad nanotechnologia i nanonauka zaczęły się dynamicznie rozwijać, umożliwiając projektowanie materiałów o zupełnie nowych, unikatowych, niespotykanych wcześniej właściwościach fizycznych, chemicznych i biologicznych. Nanotechnologia znalazła szerokie zastosowanie w wielu sektorach, w tym farmaceutycznym, medycznym, kosmetycznym i spożywczym. W sektorze farmaceutycznym oraz medycznym obejmuje takie procesy, jak kapsułkowanie i ukierunkowane dostarczanie substancji bioaktywnych, kontrola szybkości uwalniania związków bioaktywnych, stosowanie nanocząstek o właściwościach przeciwdrobnoustrojowych oraz wykrywanie patogenów i wirusów. Projektowanie i otrzymywanie nanomateriałów na bazie naturalnych składników, w zależności od rodzaju nanostruktur i ich nośników, umożliwi częściowe lub całkowite rozwiązanie wielu współczesnych globalnych problemów.

Nanostruktury często stosowane w przemyśle farmaceutycznym i w medycynie to sferyczne nanocząstki (takie jak nano/mikrokapsułki i micele), nanometale, kropki kwantowe oraz nanostruktury węglowe.

Zastosowanie naturalnych biopolimerów jako nośników składników bioaktywnych w postaci nanokapsułek umożliwiło uzyskanie materiałów o lepszych właściwościach użytkowych. Zsyntezowano

biokompozyty w matrycach polisacharydach zawierające nanocząstki srebra, grafen oraz nano/mikrokapsułki zawierające takie składniki bioaktywne jak: ekstrakt z kurkumy, ekstrakt z hibiskusa, propolis, shilajit, olejki eteryczne, naturalne i ozonowane oleje roślinne. Otrzymane nanostruktury scharakteryzowano za pomocą mikroskopii elektronowej, UV-Vis, fluorescencji oraz spektroskopii FTIR. Badano również właściwości mikrobiologiczne i cytotoksyczność.

TECHNOLUTIONS
solutions for sci-tech

Technolutions Sp. z o.o. jest dostawcą zaawansowanej aparatury badawczo – pomiarowej, technologii oraz systemów dla firm produkcyjnych i uczelni. Specjalizujemy się w obszarze nanoszenia powłok, modyfikacji powierzchni, mikroskopii świetlnej i profilometrii oraz badań mechanicznych w tym twardości, odporności na zarysowania czy zużycia. Proponowane przez nas produkty znajdują zastosowanie w różnych dziedzinach nauki: w inżynierii materiałowej, fizyce, chemii, nanotechnologii, biologii, medycynie i wielu innych.

doxa Microfluidics

SONO-TEK Corporation

NenoVision

alemnis engineering your ideas

Lyncée tec

BENEQ

ELMARCO

HIROX EUROPE

Anton Paar

MOORFIELD NANOTECHNOLOGY

Park SYSTEMS

ZEISS

Opto

FORMULACJE KOKTAJLI BAKTERIOFAGOWYCH WYKORZYSTYWANYCH W WALCE Z PATOGENNYMI BAKTERIAMI

Jolanta Witaszewska

Proteon Pharmaceuticals S.A.
ul. Tylna 3a, 90-364 Łódź,
e-mail: jwitaszewska@proteonpharma.com

Słowa kluczowe: bakteriofagi, polimery, innowacyjność, formulacja

W dzisiejszych czasach obserwuje się wzrost zakażeń wielolekoopornymi drobnoustrojami co powoduje, że klasyczna antybiotykoterapia przestaje być skuteczna. Dlatego konieczne staje się poszukiwanie alternatywnych metod zwalczania antybiotykoopornych patogenów. Jedną z obiecujących opcji, która cieszy się coraz większym zainteresowaniem, jest wykorzystanie w tej walce bakteriofagów – wirusów, dla których gospodarzami są bakterie. Bakteriofagi, po raz pierwszy opisane ponad 100 lat temu, są najbardziej rozpowszechnionymi organizmami na Ziemi.

Największą zaletą ich wykorzystania jest precyzja – atakują wyłącznie bakterie nie wywołując przy tym skutków ubocznych dla organizmów wyższych, są nietoksyczne i całkowicie biodegradowalne. Prawdopodobieństwo wystąpienia zjawiska oporności na bakteriofagi jest zdecydowanie niższe niż w przypadku antybiotyków. Preparaty bakteriofagowe podobnie jak chemioterapeutyki muszą być przygotowane w odpowiedniej formulacji umożliwiającej jak najefektywniejszą dystrybucję oraz zachowanie swoich właściwości w miejscu docelowym. Ze względu na złożony charakter bakteriofagów to właśnie formulacja gotowego produktu jest jednym z największych wyzwań towarzyszących fagoterapii.

Wizją firmy Proteon Pharmaceuticals jest opracowywanie naturalnych dodatków paszowych, które pomagają usuwać antybiotyki z łańcucha pokarmowego, przyczyniając się do poprawy zdrowia zwierząt i ludzi. Firma od 15 lat zajmuje się udoskonalaniem własnej platformy technologicznej pozwalającej z powodzeniem rozwijać produkty na bazie bakteriofagów i wdrażać nowe strategie

zwalczania chorobotwórczych bakterii, wpływających negatywnie na hodowlę przemysłową. Platforma ta umożliwia projektowanie wysoce skutecznych produktów składających się z koktajlu (mieszanki) starannie wyselekcjonowanych i scharakteryzowanych genotypowo litycznych bakteriofagów, które eliminują bakterie chorobotwórcze, nie powodując przy tym skutków ubocznych i jednocześnie wspierając lepsze wyniki wydajności.

Skuteczność danej formulacji preparatu jest zależna od wielu czynników, w tym od organizmu docelowego i typu infekcji bakteryjnej. Stąd konieczne jest opracowywanie zróżnicowanych postaci produktów bakteriofagowych. W firmie testowane są różne formulacje preparatów, przy czym główne parametry brane pod uwagę przy wyborze obejmują stabilność, a także efektywność w testach *in vitro* i *in vivo*. W portfolio firmy znajdują się preparaty zarówno w formulacji płynnej, żelowej, jak i stałej – proszki i kapsułki. Opracowywany jest również preparat w postaci oprysku na paszę.

OD PROJEKTU DO WDROŻENIA.
WPROWADZENIE WYROBU MEDYCZNEGO
DO OBROTU - DOKUMENTACJA TECHNICZNA
I OBOWIĄZKI PRODUCENTA

Katarzyna Romaniszyn

MDR Regulator

Nowe Rozporządzenie MDR nakłada na producentów wyrobów medycznych szereg wymagań, które należy spełnić, aby wprowadzić do obrotu wyrób, który będzie skutecznie wspomagał leczenie różnego rodzaju schorzeń i zapewni pełne bezpieczeństwo dla pacjentów. Zaczynając od pomysłu należy przejść wszystkie, czasem niełatwe etapy projektowania wyrobu medycznego prowadzące do procesu certyfikacji i ostatecznie do zarejestrowania wyrobu na rynku polskim i zagranicznym. Dobranie właściwych surowców, przeprowadzenie wymaganych badań, zwalidowanie procesu wytwarzania
i przygotowanie odpowiedniej dokumentacji dla wyrobu stanowi duże wyzwanie dla podmiotów wprowadzających wyrób medyczny na rynek. Przygotowana prezentacja w zwięzły sposób pozwala zaznajomić się z wymaganiami dla producentów, poszczególnymi etapami projektowania wyrobu oraz wymaganą dokumentacją.

PRZYGOTOWANIE DO BADANIA KLINICZNEGO
W KONTEKŚCIE UZYSKANIA GRANTU

Ilona Korczak-Cegielska
Pure Clinical

Ocena wykonalności badania klinicznego pozwala na ocenę możliwości przeprowadzenia badania klinicznego w danym kraju i ośrodku badawczym. W proces oceny wykonalności wpisuję się też wstępne zaplanowanie badania klinicznego. W trakcie oceny procesu pozyskuję się wiedzę dotyczącą podejścia klinicznego, aspektów praktycznych oraz ewentualnych zagrożeń, które mogą wystąpić, jeśli wybierzemy dany kraj jako miejsce przeprowadzenia badania. Wybierając potencjalny ośrodek dokonujemy m.in. oceny dostępności specjalistów w interesującej nas dziedzinie terapeutycznej, dostępności badaczy w ośrodku, doświadczenia ośrodka w zakresie prowadzenia badań klinicznych, oceny niezbędnej infrastruktury diagnostycznej i terapeutycznej, jednak najbardziej istotnym elementem oceny wykonalności badania jest możliwość rekrutacji pacjentów. Podczas przeprowadzania oceny wykonalności badania Pure Clinical we współpracy z danym ośrodkiem klinicznym przeprowadza analizę profilu potencjalnych uczestników, ich charakterystykę oraz możliwości rekrutacyjne danej placówki medycznej.
Czynniki określone w ocenie wykonalności badania wpływają na określenie ryzyka przeprowadzenia badania klinicznego, finalne jego zaplanowanie wraz z określeniem ram czasowych oraz precyzują budżet badania klinicznego co jest niezbędnym krokiem w kontekście ubiegania się i uzyskania grantu na przeprowadzenie badania klinicznego.

BIOBANK I BIOBANKOWANIE

Piotr Christyniuk

Pure Clinical Lab Network

W prezentacji zostaną przedstawione zasady biobankowania w Pracowni Biobanku Mikrobiologicznego Laboratorium Diagnostycznego Pure Clinical Lab Network. Omówione zostaną także zasoby laboratorium, utrzymywanie jakości usług, cele dotyczące biobankowania oraz strategie pozyskiwania dawców.

SESJA POSTEROWA

BIOAKTYWNOŚĆ KOMPOZYTÓW PGA MODYFIKOWANYCH PIOMELANINĄ W PROCESIE REGENERACJI TKANKI KOSTNEJ

Mateusz M. Urbaniak[1,2], **Małgorzata Gazińska**[3], **Marcin Włodarczyk**[1], Monika Biernat[4], Justyna Sawicka[5], Sylwia Rodziewicz-**Motowidło**[5], **Przemysław Płociński**[1], Karolina Rudnicka[1], Magdalena Chmiela[1]

1. *Katedra Immunologii i Biologii Infekcyjnej, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki, ul. Banacha 12/16, 90-236 Łódź*
2. *Szkoły Doktorskiej BioMedChem Uniwersytetu Łódzkiego i Instytutów Polskiej Akademii Nauk w Łodzi, ul. Banacha 12/16, 90-236 Łódź*
3. *Katedra Inżynierii i Technologii Polimerów, Wydział Chemiczny, Politechnika Wrocławska, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław*
4. *Grupa Badawcza Biomateriały, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Oddział Ceramiki i Betonów w Warszawie, ul. Cementowa 8, 31-983 Kraków*
5. *Katedra Chemii Biomedycznej, Wydział Chemii, Uniwersytet Gdański, ul. Wita Stwosza 63, 80-308 Gdańsk*

Słowa kluczowe: piomelanina, alkaptomelainy, biokompozyty, osteoindukcja

Każdego roku około 1,5 miliona ludzi doznaje złamań kości i wymaga implantacji biokompozytów zastępczych. Jedynym z dominujących trendów w badaniach nad biomateriałami do celowanej regeneracji tkanki kostnej jest modyfikacja ich powierzchni lub części składowych substancjami biologicznie aktywnymi wspomagającymi proces osteoindukcji.

Powstawanie i gromadzenie się złogów alkaptomelaniny (ALKM) u pacjentów chorych na alkaptonurią prowadzi do patologicznego kostnienia stawów, interesującym więc wydaje się wykorzystanie piomelaniny (PioM) - ALKM wytwarzanej przez bakterie *Pseudomonas aeruginosa* jako substancji bioaktywnej indukującej kontrolowaną regenerację kości.

W ramach prac badawczych zoptymalizowano produkcję PioM przez *P. aeruginosa* z osiągnięciem wysokiej wydajności produkcji, zmniejszeniem poziomu zanieczyszczeń i utrzymaniem bioaktywność tego bakteryjnego polimeru. Opracowaliśmy metodę izolacji pierwotnej, rozpuszczalnej w wodzie formy PioM oraz scharakteryzowaliśmy ją fizykochemicznie. Wykazaliśmy szeroki zakres (1-1024 µg/ml) bezpieczeństwa biologicznego na liniach komórkowych (ludzkie monocyty, osteoblasty, chondrocyty) oraz na poziomie *in vivo* (model *Galleria mellonella*). Wykazaliśmy aktywność immunomodulującą PioM w kontekście wspomagania fagocytozy bakterii będących czynnikiem ryzyka w zakażeniach poimplantacyjnych. PioM wspiera proces regeneracji tkanki kostnej na poziomie *in vitro* oraz stymuluje osteoindukcję osteoblastów poprzez zwiększenie biosyntezy osteokalcyny, interleukiny (IL) 6, IL-10, fosfatazy alkalicznej oraz czynnika martwicy guza (TNF)-α. We współpracy opracowano biokompozytu PGA modyfikowane hydroksyapatytem zawierającym PioM (*in situ* oraz sprzęganą przez APTES) oraz scharakteryzowano fizykochemiczne (TGA, DSC, profil wydzielania PioM) oraz biologicznie (biokompatybilność, immunomodulacja, osteoindukcja) w celu dalszych badań implantacyjnych na modelach zwierzęcych.

Badania wykonano w ramach projektu „Wielofunkcyjne kompozyty aktywne biologicznie do zastosowań w medycynie regeneracyjnej układu kostnego (POIR.04.04.00-00-16D7/18)" realizowanego w ramach programu TEAM NET Fundacji na rzecz Nauki Polskiej współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego

OCENA JAKOŚCI OPAKOWAŃ FARMACEUTYCZNYCH W ŚWIETLE WYMAGAŃ FARMAKOPEI EUROPEJSKIEJ

Katarzyna Sieczyńska[1] , **Małgorzata Krępska**[1], **Magdalena Lasoń**-Rydel[1,2]

[1]*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi, ul. Zgierska 73, 91-463 Łódź,*
e-mail: katarzyna.sieczynska@lit.lukasiewicz.gov.pl,
malgorzta.krepska@lit.lukasiewicz.gov.pl,
magdalena.rydel.@lit.lukasiewicz.gov.pl,
[2]*Politechnika Łódzka, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności*

Słowa kluczowe: opakowania, pojemniki metale ciężkie, technika atomowej spektrometrii emisyjnej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie, Farmakopea Europejska, spektroskopia podczerwieni, FT-IR

W pracy przedstawiono wyniki analizy zawartości metali, takich jak: glin (Al), bar (Ba), kobalt (Co), chrom (Cr), german (Ge), mangan (Mn), antymon (Sb), tytan (Ti), wanad (V), cynk (Zn), cyrkon (Zr) w wybranych wyrobach z tworzyw sztucznych, stosowanych do produkcji pojemników - poliolefin, do których zalicza się m. in. polietylen, polipropylen, poli(tereftalan etylenu). W pracy uwzględniono etap przygotowania i badania próbek metodą atomowej spektrometrii emisyjnej z plazmą wzbudzoną indukcyjnie ICP-OES oraz spektroskopii podczerwieni FT-IR (ALPHA II). Wszystkie badane opakowania spełniły wymagania określone w Farmakopei Europejskiej (Ph. Eur.) w kontekście zawartości metali ciężkich i analizy tożsamości A. Widma badanych tworzyw wykazują maksima przy wymienionych w Ph. Eur. liczbach falowych dla danej próbki i są identyczne z widmem otrzymanym dla tworzywa wybranego na próbkę standardową. Badania wykazały, że opakowania do produktów leczniczych mogą zostać dopuszczone do zastosowania ich na terenie Unii Europejskiej.

POROWATE RUSZTOWANIA NA BAZIE POLIMERÓW NATURALNYCH WZMACNIANE TERMOPLASTAMI DRUKOWANYMI 3D

Anna Woźniak[1,2*], Monika Biernat[1],
Wojciech Święszkowski[3], **Bartłomiej Kryszak**[4],
Konrad Szustakiewicz[4]

[1]Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Centrum Ceramiki i Betonów, Grupa Badawcza Biomateriały, ul. Cementowa 8, 31-983 Kraków
[2]Politechnika Warszawska, Szkoła Doktorska
[3]Politechnika Warszawska, Wydział Inżynierii Materiałowej, Zakład Projektowania Materiałów, Grupa Biomateriały, ul. Wołoska 141, Warszawa
[4]Politechnika Wrocławska, Wydział Chemiczny, Katedra Inżynierii i Technologii Polimerów, ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370, Wrocław
**e-mail: anna.wozniak@icimb.lukasiewicz.gov.pl*

Słowa kluczowe: kompozyty, druk 3D, termoplasty, polimery naturalne, cząstki osteogenne

W przypadku porowatych materiałów implantacyjnych dedykowanych do odbudowy tkanki kostnej największe znaczenie przy ich projektowaniu odgrywa odpowiednia przestrzeń do migracji i proliferacji komórek oraz wytrzymałość mechaniczna [1]. Liofilizacja jako jedna z metod otrzymywania porowatych rusztowań (ang. *scaffold*) pozwala na otrzymanie w strukturze sieci porów o różnym kształcie i morfologii, które są ze sobą połączone [2]. Jednak rusztowania z polimerów naturalnych o cienkich ściankach, otrzymane tą metodą wykazują słabą wytrzymałość mechaniczną [3]. W celu poprawy wytrzymałości takich rusztowań często stosuje się dodatek ceramicznych cząstek stałych, np. syntetycznego hydroksyapatytu o działaniu osteogennym lub dodatki z innych polimerów o lepszych właściwościach mechanicznych, np. w postaci włókien.

Jedną z najnowszych technik otrzymywania skafoldów jest druk 3D.

Technika ta pozwala na uzyskanie rusztowania z polimerów m.in. termoplastycznych lub ich kompozytów, które charakteryzują się wyższą wytrzymałością mechaniczną niż struktury z polimerów naturalnych uzyskane w samej liofilizacji.

Celem pracy było otrzymanie wytrzymałych mechanicznie trójwymiarowych porowatych rusztowań kompozytowych z udziałem cząstek ceramicznych przez połączenie dwóch technik: liofilizacji i druku 3D. Zastosowanie rozwiązanie umożliwiło wprowadzenie do struktury dwóch kompozytowych materiałów polimerowych o różnych właściwościach. Uzyskane rusztowania zostały scharakteryzowane pod kątem mikrostruktury i wytrzymałości mechanicznej.

Bibliografia

1. Kim B.S., et. al., Design of artificial extracellular matrices for tissue engineering, Prog Polym Sci. 36, 2011, 238-268.
2. Biernat M., *et al.*, Porous chitosan/ZnO-doped bioglass composites as carriers of bioactive peptides, Int. J. Appl. Ceram. Technol. 17 (2020) 2807–2816.
3. Turnbull G., *et al.*, 3D bioactive composite scaffolds for bone tissue engineering, Bioact. Mater. 3 (2018) 278-314.

MOŻLIWOŚCI OTRZYMYWANIA POROWATYCH POLIMEROWYCH STRUKTUR KOMPOZYTOWYCH **TECHNIKĄ** DRUKU 3D

Monika Biernat[1*], Anna **Woźniak**[1]

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Ceramiki i Materiałów Budowlanych, Grupa Badawcza Biomateriały,
ul. Cementowa 8, 31-983 Kraków
**e-mail: monika.biernat@icimb.lukasiewicz.gov.pl*

Słowa kluczowe: druk 3D, kompozyty, rusztowania porowate, hydrożele, termoplasty

Tradycyjne metody wytwarzania implantów porowatych, jak np. termicznie indukowana separacja faz, pozwalają na stosowanie szerokiej gamy materiałów, jednak często nie mają możliwości dokładnego zaprojektowania wielkości i rozłożenia porów w całej objętości rusztowania. Jedną z najnowszych możliwości technologicznych dla medycyny regeneracyjnej, gdzie można uzyskać kształty i wymiary szczegółowo zaplanowane, jest druk 3D. To sprawia, że technika ta jest coraz częściej dedykowana np. do wytwarzania rusztowań naśladujących natywną tkankę kostną. Nie bez znaczenia pozostaje tu również dobór odpowiednich materiałów. Celem pracy było zbadanie możliwości otrzymywania trójwymiarowych rusztowań o strukturze porowatej z wybranych polimerów, przy użyciu techniki druku 3D. W wyniku przeprowadzonych badań określono parametry dotyczące przebiegu drukowania w celu uzyskania zaprojektowanej postaci rusztowania. Rezultatem pracy jest przygotowanie do wdrożenia usługi druku 3D mas hydrożelowych i polimerów termoplastycznych przy użyciu dedykowanej dla zastosowań w biotechnologii Drukarki CELLINK Bio X.

Podziękowanie: Praca sfinansowana ze środków na działalność bieżącą (subwencji) Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (0NS01B22).

BIOMATERIAŁY Z POLI(KWASU MLEKOWEGO) O STRUKTURZE POROWATEJ

Karolina Gzyra-**Jagieła**[1,2], Anna Bednarowicz[1,2], **Longina Madej Kiełbik**[1] Sylwia Majchrzak[1], **Dorota Zielińska**[1]

[1] *Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,*
e-mail: anna.bednarowicz@lit.lukasiewicz.gov.pl
[2] *Politechnika Łódzka, Instytut Materiałoznawstwa Tekstyliów i Kompozytów Polimerowych, ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź*

Słowa kluczowe: porowate biomateriały, rusztowania, PLA

Jedną z najczęściej spotykanych metod otrzymywania porowatych rusztowań jest metoda odlewania z roztworu, w połączeniu z wymywaniem porogenu (SCPL, ang. salt leaching/ solvent casting particulate leaching). Polega ona na selektywnym wymywaniu cząstek wcześniej zdyspergowanych w matrycy polimerowej. Najczęściej stosowanymi porogenami są: chlorek sodu, sacharoza, glukoza, sfery żelatynowe, winian sodu oraz cytrynian sodu. Do najczęściej wykorzystywanych materiałów polimerowych na rusztowania tkankowe zalicza się alifatyczne poliestry – polilaktyd (PLA), poliglikolid (PGA) i polikaprolakton (PCL), które cechują się łatwością przetwarzania i bioresorbują do nietoksycznych substancji. Jednakże przy stosowaniu techniki SCPL wymywanie cząstek progenu z termoplastycznych struktur jest utrudniony lub niemożliwy. Dlatego też, w ramach pracy zastosowano jako progen glikol etylenowy charakteryzujący się wysoką temperaturą wrzenia (197°C), niewielką masą cząsteczkową i nieograniczoną rozpuszczalnością w wodzie. Jako drugi modyfikator zastosowano cytrynian tributylu (TBC), który charakteryzuje się temperaturą wrzenia 140°C. W ramach pracy przygotowano roztwory poli(kwasu mlekowego) z progenami w chloroformie, a następnie w temperaturze otoczenia odparowano rozpuszczalnik. Uzyskane struktury rusztowań z PLA poddano badaniom morfologicznym za

pomocą skaningowego mikroskopu elektronowego. Po zastosowaniu glikolu etylenowego uzyskano jednorodną porowatą strukturę o średniej wartości średnicy porów na poziomie 10,5μm, po zastosowaniu TBC i glikol etylenowego uzyskano struktury porowate o średniej wartości średnicy porów na poziomie 9,25μm. W zależności od zastosowanego układu uzyskano inny rozkład średnicy porów.

SKÓRY OWCZE WYPRAWY BEZCHROMOWEJ
Z ZABEZPIECZENIEM MIKROBIOLOGICZNYM DO
ZASTOSOWAŃ MEDYCZNYCH I TERAPEUTYCZNYCH

Michalina Falkiewicz-Dulik

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny,
ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,
e-mail: michalina.falkiewicz@lit.lukasiewicz.gov.pl

Słowa kluczowe: skóra owcza z runem, wyprawa bezchromowa, zabezpieczenie antymikrobowe, prześcieradło przeciwodleżynowe

Celem pracy było opracowanie bezchromowej wyprawy skór owczych z zabezpieczeniem mikrobiologicznym do zastosowań medycznych i terapeutycznych, przeznaczonych na prześcieradła przeciwodleżynowe. Zakres tematyczny zrealizowanych zadań obejmował prace związane z modyfikacją technologii garbowania aldehydem glutarowym skór owczych z długim, gęstym włosem, prace nad doborem preparatów biocydowych i metod ich aplikacji na skóry z runem. Dla uzyskanych skór według nowo opracowanej technologii garbowania aldehydowo-syntanowego oraz dogarbowanych syntanowo-roślinnie przeprowadzono badania jakościowe parametrów fizyko-chemicznych, w tym parametru temperatury skurczu, zawartości chromu i formaldehydu, pH skóry i wełny oraz innych. Badania mikrobiologiczne objęły 4 próby skór owczych z runem (1 próba kontrolna i 3 próby z zabezpieczeniem antymikrobowym) w odniesieniu do wybranych gatunków bakterii i grzybów chorobotwórczych oraz środowiskowych. W badaniach uwzględniono trzy gatunki bakterii, jeden gatunek grzybów drożdżopodobnych, dwa gatunki grzybów strzępkowych: pleśnie i dermatofity.

W pracy przedstawiono wyniki badań i ocenę jakości skór owczych, wykończonych według nowej technologii, z których wykonano prześcieradła przeciwodleżynowe i przekazano do użytkowania

unieruchomionym osobom, długotrwale leżącym, w celu przetestowania.

Omówienie uzyskanych wyników:

1) Skóry owcze z runem pochodzące z IV i V próby technologicznej wyprawy bezchromowej uzyskały poprawę jakości parametru temperatury skurczu do wymaganego poziomu (skóry owcze futerkowe charakteryzują się temperaturą skurczu na poziomie 86 ^{o}C przy wymaganej temperaturze powyżej 70 ^{o}C).
2) Uzyskano poprawę parametru pH, który kształtuje się na poziomie 4,3 dla skóry właściwej i 3,5 dla wełnianego runa.
3) Wszystkie próby skór owczych wyprawione według opracowanej technologii charakteryzują się wysokimi parametrami wytrzymałościowymi (wytrzymałości na rozciąganie, wytrzymałości na rozdzieranie szwu, odporności na ścieranie), wysokimi parametrami zdrowotnymi (przepuszczalności pary wodnej, współczynnika pary wodnej) i higienicznymi (zawartość formaldehydu na poziomie 58 mg/kg przy wymaganym poniżej 75 mg/kg, chrom niewykrywalny).
4) Do obróbki mikrobiologicznej skór zastosowano produkt handlowy, zawierający jako substancję czynną formulację piritionianu cynku (CAS: 13463-41-7).
5) Spośród zastosowanych trzech metod aplikacji substancji czynnej mikrobiologicznie najkorzystniejszą okazała się metoda mieszana wykonana przez napawanie skór w kąpieli płuczącej po garbowaniu i natrysku krzyżowym po obu stronach skóry owczej.
6) Preparat, zastosowany w dawce 2% do masy suchych skór owczych daje dobry efekt antybakteryjny od strony mizdry, jak i runa wełnianego w odniesieniu do badanych bakterii chorobotwórczych: *Escherichia coli*, *Staphylococus aureus, Pseudomonas aeruginosa.*
7) Skóra owcza zabezpieczona preparatem o stężeniu 2% przy zastosowaniu dwóch metod aplikacji (w kąpieli płuczącej po garbowaniu i dodatkowo poprzez natrysk krzyżowy), wykazała skuteczne działanie przeciwgrzybiczne dla mizdry, jak i runa w odniesieniu do wszystkich użytych gatunków grzybów patogennych: *Aspergillus brasiliensis, Candida albicans, Trichophyton mentagrophytes.*

8) Na podstawie przeprowadzonych prób użytkowych prześcieradeł, wykonanych z nowo opracowanych skór owczych, stwierdzono ich przydatność podczas terapii dla osób długotrwale leżących, ponieważ przyczyniły się do poprawy komfortu leżenia osób przewlekle chorych, dawały odczuwanie ukojenia dolegliwości i odpoczynku.

   Duże zadowolenie i wysoki komfort użytkowania prześcieradeł przeciwodleżynowych oraz dobra jakość i estetyka wykonania zgłaszane przez użytkowników długotrwale leżących, także ich opiekunów medycznych, pozwala ocenić prześcieradło jako komfortowe do użytkowania dla osób chorych leżących, w profilaktyce zapobiegania odleżynom i powstawaniu innych zmian skórnych.

W pracy przedstawiono wyniki badań projektu POIR.02.03.02.-12-0048/20 pt.: „Opracowanie bezchromowej wyprawy skór owczych z zabezpieczeniem mikrobiologicznym do zastosowań medycznych i terapeutycznych", wykonanego w ramach POIR 2014-2020 Oś priorytetowa 2, poddziałanie 2.3.2 Bon na Innowacje dla MŚP Etap I usługowy.

WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNE FRAKCJI PEPTYDOWYCH I AMINOKWASOWYCH OTRZYMANYCH Z PREPARATÓW KOLAGENU POCHODZĄCYCH Z MIESZANYCH PRODUKTÓW ODPADOWYCH RYB

Magdalena Lasoń – Rydel[1,2]**, Iwona Masłowska –** Lipowicz[1]**, Katarzyna Sieczyńska**[1], **Katarzyna Ławińska**[1]**, Małgorzata Krępska**[1], Milena Decka[1], Andrzej Rostocki[1,3]

1. *Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi, ul. Zgierska 73, 91-463 Łódź,*
   e-mail: magdalena.rydel@lit.lukasiewicz.gov.pl
2. *Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 171/173, 90-924 Łódź;*
3. *Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska, Politechnika Łódzka, ul. Wólczańska 213, 93-005 Łódź*

Słowa kluczowe: kolagen rybi, białka, aminokwasy, biopolimery, biokomponenty

Produkty odpadowe z ryb, zwłaszcza skóry, są doskonałym źródłem kolagenu. Kolagen rozpuszczalny w kwasach organicznych, pochodzący z mieszanych produktów ubocznych ryb poddano procesowi ekstrakcji w celu uzyskania frakcji peptydowych oraz aminokwasowych. Otrzymane preparaty badano pod kątem oceny ich aktywności biologicznej i funkcjonalnej. Pozyskane frakcje peptydowe wykazują różną rozpuszczalność, aktywność przeciwutleniającą czy aktywność wychwytywania rodników hydroksylowych. Wyprodukowane, z odpadowych skór rybich, preparaty kolagenowe, stanowią potencjalną biotechnologiczną alternatywę dla przemysłu.

WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE **ROZTWORÓW ALGINIANU AMONU W OBECNOŚCI ZWIĄZKU MAŁOCZĄSTECZKOWEGO**

Nina Tarzyńska[1,2], Anna Bednarowicz[1,2],
Ewelina Pabjańczyk - Wlazło[2], **Zbigniew Draczyński**[2]

[1]*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi*
ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź
[2]*Politechnika Łódzka, Instytut Materiałoznawstwa Tekstyliów*
i Kompozytów Polimerowych, ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź
e-mail: nina.tarzynska@lit.lukasiewicz.gov.pl

Słowa kluczowe: alginian amonu, alginian sodu, polielektrolity

Alginiany to naturalnie występujące polisacharydowe kopolimery, składające się z reszt kwasu ß-D-mannuronowego (bloki M) i α-L-guluronowego (bloki G), połączonych razem wiązaniami glikozydowymi. Alginian sodu, ze względu na swoją specyficzną budowę polisacharydu, w rozcieńczonych wodnych roztworach wykazuje właściwości typowe dla polielektrolitów. Roztwory polielektrolitów składają się ze zdolnych do jonizacji cząsteczek polimeru, które charakteryzują się posiadaniem ładunku będąc w formie rozpuszczonej. Ich właściwości fizyczne wynikają z równowagi między hydrofobowymi oddziaływaniami łańcuchów polimerowych, a oddziaływaniami elektrostatycznymi bocznych grup polarnych.

Celem niniejszych badań było określenie wpływu obecności chlorku sodu na właściwości rozcieńczonych roztworów alginianów. Poza roztworami alginianu sodu analizie poddano również roztwory alginianu amonu. Roztwory alginianu amonu charakteryzują się niższymi lepkościami istotnymi niż roztwory z komercyjnie stosowanego alginianu sodu. Prawdopodobnie wynika to z faktu, iż alginian amonu jest solą słabego kwasu i słabej zasady, nie ulega więc reakcji hydrolizy. Obecność niezdysocjowanych grup alginianu amonu stanowi zawadę przestrzenną ograniczającą tworzenie się wiązań międzycząsteczkowych, typu wiązania wodorowe.

W celu scharakteryzowania algininu sodu- określenia stosunku reszt kwasu ß-D-mannuronowego do α-L-guluronowego- użyto spektroskopii ^{1}H NMR. Próbki alginianu sodu, kwasu alginowego oraz alginianu amonu, zostały poddane analizie FTIR ATR w postaci proszku aby potwierdzić zmiany w ich strukturze chemicznej. W celu oceny stopnia podstawienia kwasu alginowego grupami amonowymi, wykonano miareczkowanie konduktometryczne. Analizowano również zmiany przewodnictwa elektrycznego wodnych roztworów alginianu amonu, wobec 0,1M roztworu kwasu solnego. Rozcieńczone roztwory alginianu amonu poddano analizie spektroskopii UV-Vis, aby potwierdzić występowanie oddziaływań międzycząsteczkowych pomiędzy makrocząsteczką alginianu a NaCl. Ostatnim etapem badań były pomiary lepkości istotnej. Roztwory alginianu sodu oraz alginianu amonu, o stężeniu 0,4% polimeru, różniących się zawartością chlorku sodu przefiltrowano, a następnie zmierzono ich czas przepływu przez kapilarę stosując wiskozymetr Ubbelhode'a, a podstawie tych pomiarów wyznaczono lepkość istotną.

WYTWARZANIE POLIMEROWYCH WŁÓKIEN METODĄ ELEKTROPRZĘDZENIA DO ZASTOSOWAŃ MEDYCZNYCH

Patryk Śniarowski, Paulina Król,
Klaudia Piekarska, Cesar Hernandez

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi
ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,
e-mail: patryk.sniarowski@lit.lukasiewicz.gov.pl;
paulina.krol@lit.lukasiewicz.gov.pl;
klaudia.piekarska@lit.lukasiewicz.gov.pl;
cesar.hernandez@lit.lukasiewicz.gov.pl

Słowa kluczowe: elektroprzędzenie, nanowłókna, polimery, nanomateriały, biomedycyna

Elektroprzędzenie jest jedną z podstawowych metod otrzymywania włókien o mikro- i nanometrycznych średnicach, w której płynem przędzalniczym jest roztwór polimeru w rozpuszczalniku lub układzie rozpuszczalników. Płyn przędzalniczy wytłaczany jest ze stałą prędkością przez igłę w pole elektryczne, a następnie w postaci pokładu włókien odbierany na kolektorze. Geometria włókien zależy od kształtu przekroju poprzecznego igły. Właściwości otrzymywanych włókien, w tym strukturę, morfologię, wytrzymałość można kontrolować poprzez zmianę parametrów tj.: wysokość napięcia, prędkość podawania roztworu, odległość dyszy od kolektora, temperatury otoczenia i wilgotności powietrza oraz zastosowanego rozpuszczalnika.

Wszechstronność metody umożliwia wytwarzanie różnego rodzaju włókien, zarówno jednolitych, jak i złożonych typu core-shall, które wykazują duży potencjał do wykorzystania w różnych dziedzinach życia, między innymi do zastosowań biomedycznych, a mianowicie w inżynierii tkankowej jako rusztowania komórkowe, biosensory w diagnostyce, opatrunki na rany i w kontrolowanym dostarczaniu leków.

Polimery zarówno naturalne jak i syntetyczne tj.: poli(alkohol winylowy) (PVA), kwas hialuronowy, czy kolagen są szeroko stosowane w tym obszarze badawczym, ze względu na szereg korzystnych właściwości, tj.: biozgodność, brak toksyczności oraz biodegradowalność.

W pracy przedstawiono schematyczny opis technologii wytwarzania włókien metodą elektroprzedzenia, uwzględniając parametry procesu oraz morfologię włókien ocenioną przy pomocy skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM).

O RANY, CO NA TE RANY, CZYLI JAKI OPATRUNEK WYBRAĆ I CZYM WŁAŚCIWIE SIĘ ONE RÓŻNIĄ?

Paulina Król, Klaudia Piekarska, Cesar Hernandez, Marcin Kudzin, Katarzyna Śledzińska, Maciej Boguń, Piotr Kaczmarek, Aleksandra Dyrała, Marzena Dymel, Zdzisława Mrozińska, Gabriela Pałucka

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi
ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź

Słowa kluczowe: materiały opatrunkowe, rany trudno gojące się, właściwości opatrunków

Wybór właściwego materiału opatrunkowego zarówno dla specjalistów (profesjonalistów - lekarzy i pielęgniarek), jak i dla pacjentów (laików) jest bardzo dużym wyzwaniem. Na rynku jest obecnie ok. 6 tysięcy różnego typu materiałów służących do opatrywania ran. Mnogość produktów o bardzo różnych właściwościach, otrzymywanych rozmaitymi technologiami powoduje trudności w rozróżnieniu poszczególnych opatrunków, znalezieniu różnic oraz ostatecznie w dokonaniu właściwego wyboru. W przypadku pacjentów, o tym jaki produkt zostanie wybrany do opatrywania ran, bardzo często decyduje przypadek lub cena produktu. Wybór ten nie zawsze jest wyborem świadomym. Specjalistom (profesjonalistom) również coraz trudniej jest wybierać najbardziej optymalne rozwiązania, zarówno efektywne kosztowo jak i jakościowo. Materiały opatrunkowe należą do grupy wyrobów medycznych i muszą być zgodne z wymaganiami prawnymi: ustawa o wyrobach medycznych [1], rozporządzeniem Ministra Zdrowia [2], Medical Device Regulation (MDR) [3]. Zgodnie z wytycznymi i zaleceniami krajowymi (Polskiego Towarzystwa Leczenia Ran PTLR [4,5], Stowarzyszenia Naukowego Leczenia Ran [6]), europejskimi (European Wound Managment Association (EWMA) [7,8], czy Angielskimi (NICE - National Institute for Health and Care Excellence [9]), rożnie we właściwościach poszczególnych materiałów są bardzo duże.

W pracy, realizowanej w ramach projektu *„O rany, co na te rany, czyli jaki opatrunek wybrać i czym właściwie się one różnią?”*, przeanalizowane zostaną opatrunki pochodzące ze wszystkich kluczowych grup i typów materiałów opatrunkowych (absorpcyjne, superabsorpcyjne, hydrożelowe, hydrokoloidowe, piankowe, alginianowe, antybakteryjne, silikonowe, włókniste, itp.) rozmaitych producentów, przeznaczone do ran trudno gojących się, wytypowane w porozumieniu z ekspertami.

Praca zrealizowana w ramach projektu w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą „Nauka dla Społeczeństwa", tytuł projektu: O rany, co na te rany, czyli jaki opatrunek wybrać i czym właściwie się one różnią?, UMOWA Nr NdS/547745/2022/2022.

Literatura:

1. Ustawa z dnia 7 kwietnia 2022 r. o wyrobach medycznych, Dz.U. 2022 poz. 974
2. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 5 listopada 2010 r. w sprawie sposobu klasyfikowania wyrobów medycznych, Dz.U. 2010 nr 215 poz. 1416
3. ROZPORZĄDZENIE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY (UE) 2017/745 z dnia 5 kwietnia 2017 r. w sprawie wyrobów medycznych, zmiany dyrektywy 2001/83/WE, rozporządzenia (WE) nr 178/2002 i rozporządzenia (WE) nr 1223/2009 oraz uchylenia dyrektyw Rady 90/385/EWG i 93/42/EWG
4. Leczenie odleżyn – zalecenia Polskiego Towarzystwa Leczenia Ran. Część II / Treatment of pressure ulcers – recommendations of the Polish Wound Management Association. Part II, LECZENIE RAN 2020; 17 (4): 151-184, DOI: https://doi.org/10.5114/lr.2020.103116
5. WYTYCZNE POSTĘPOWANIA MIEJSCOWEGO W RANACH NIEZAKAŻONYCH, ZAGROŻONYCH INFEKCJA ORAZ ZAKAŻONYCH - PRZEGLAD DOSTĘPNYCH SUBSTANCJI PRZECIWDROBNOUSTROJOWYCH STOSOWANYCH W LECZENIU RAN. ZALECENIA POLSKIEGO TOWARZYSTWA LECZENIA RAN, LECZENIE RAN 2020; 17 (1): 1-21, DOI: https://doi.org/10.5114/lr.2020.96820
6. Wytyczne Stowarzyszenia Naukowego Leczenia Ran - ALGORYTMY I WYTYCZNE POSTĘPOWANIA TERAPEUTYCZNEGO W RANACH TRUDNO GOJĄCYCH SIĘ - ALGORITHMS AND GUIDELINES FOR THERAPEUTIC MANAGEMENT IN NON-HEALING WOUNDS, FORUM LECZENIA RAN 2020;1(3); 95-116, Evereth Publishing, 2020
7. Piaggesi A, Läuchli S, Bassetto F et al. EWMA document: advanced therapies in wound management: cell and tissue based therapies, physical and bio-physical therapies smart and IT based technologies, JOURNAL OF WOUND CARE VOL 27 NO 6 EWMA DOCUMENT 2018
8. Probst S., Seppänen S., Gethin G. et al., EWMA Document: Home Care-Wound Care, JOURNAL OF WOUND CARE Vol 2 3 No 5 EWMA Document 2014
9. Chronic wounds: advanced wound dressings and antimicrobial dressings, Evidence summary Published: 30 March 2016, www.nice.org.uk/guidance/esmpb2

MATRYCA NA BAZIE CHITOZANU JAKO NOŚNIK DLA BAKTERIOFAGÓW

Monika Sikora[1,2], **Michał Arabski**[1], **Maria Wiśniewska**-Wrona[2]

[1]*Zakład Biologii Medycznej Instytutu Biologii Uniwersytetu Jana Kochanowskiego w Kielcach, Uniwersytecka 7, 25-406 Kielce,*
e-mail:arabski@ujk.edu.pl
[2]*Sieć Badawcza Łukasiewicz- Łódzki Instytut Technologiczny, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,*
e-mail:monika.sikora@lit.lukasiewicz.gov.pl;
maria.wisniewska-wrona@lit.lukasiewicz.gov.pl

Słowa kluczowe: chitozan, biopolimery, bakteriofagi, materiały opatrunkowe

Trudno gojące się rany są jednym z najczęstszych problemów w praktyce klinicznej, zwłaszcza u pacjentów z różnymi schorzeniami (głównie cukrzycą), ale także w okresie rekonwalescencji pooperacyjnej, czy leczenia pourazowego na różnych etapach. Gojenie się ran to dynamiczny i złożony proces, w którym kluczowe znaczenie ma zapobieganie infekcjom. Podczas gojenia zachodzi wiele ważnych zmian: od stanu zapalnego, przez migrację komórek, angiogenezę i syntezę macierzy komórkowej, po odkładanie się kolagenu i ponowne nabłonkowanie. Chitozan dzięki działaniu bakteriobójczemu na bakterie Gram-dodatnie i Gram-ujemne oraz właściwościom przeciwzapalnym i hemostatycznym jest doskonałym kandydatem do projektowania opatrunków do leczenia trudno gojących się ran. Ogromną zaletą tego biopolimeru jest jego zdolność do modyfikacji chemicznej, co pozwala na wytwarzanie różnych postaci użytkowych w zależności od potrzeb i późniejszego wykorzystania. Chitozan może być doskonałą matrycą polimerową dla aktywnie działających związków antybakteryjnych, antybiotyków i nie tylko. Nowatorskim podejściem do terapii przeciwbakteryjnej w opatrunkach mogą być wyselekcjonowane bakteriofagi. Niniejsza praca dotyczy

przygotowania i charakterystyki materiału opatrunkowego na bazie chitozanu w postaci filmu z dodatkiem fagów litycznych. Zbadaliśmy metodę wytwarzania polimeru na bazie mikrokrystalicznego chitozanu (MKCh) służącego jako matryca do unieruchomienia faga. Uwalnianie fagów i właściwości antybakteryjne przygotowanego biokompozytu badano na modelowym szczepie bakteryjnym *Pseudomonas aeruginosa* PAO1.

POLIMEROWE KOMPOZYCJE HYDROŻELOWE JAKO NOŚNIK AKTYWNYCH EKSTRAKTÓW ROŚLINNYCH STOSOWANYCH W LECZENIU ONKOLOGICZNYM

Monika Owczarek, Maria Wiśniewska-Wrona

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi
ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,
e-mail: monika.owczarek@lit.lukasiewicz.gov.pl

Słowa kluczowe: mata, hydrożele, ekstrakty roślinne, odleżyny.

Występowanie różnego rodzaju uszkodzeń powłok ciała, w tym tych najpoważniejszych w postaci ran czy odleżyn oraz problem z ich utrudnionym gojeniem się jest związany zarówno z samą chorobą nowotworową jak i ubocznymi skutkami leczenia onkologicznego. Proces powstawania ran jest złożony, ponieważ powstają one jako skutek oddziaływania czynników fizycznych, takich jak zabieg operacyjny, radioterapia, długotrwały ucisk na tkanki (odleżyny), a także chemicznych – w wyniku toksycznego działania leków stosowanych w trakcie chemioterapii powodujących uszkodzenia np. nabłonka jamy ustnej czy uszkodzenia śluzówki jelita cienkiego. Natomiast stosowanie chemioterapii i radioterapii powoduje obniżenie naturalnej odporności organizmu, co wpływa niekorzystnie na proces gojenia się ran. W poważniejszych przypadkach może to doprowadzić do wstrzymania leczenia onkologicznego do czasu opanowania problemu z ranami. Inną przyczyną powstawania ran i problemów z ich gojeniem się może być zaawansowany wiek pacjenta, ze względu na naturalne obniżenie parametrów odpornościowych, jak i większe prawdopodobieństwo występowania chorób współistniejących. Należy także zwrócić uwagę na sam problem bólu związanego z raną, może on stać się przyczyną ograniczenia ruchomości pacjenta i tym samym spotęgować problem gojenia się rany.

Zaproponowane w ramach projektu innowacyjne rozwiązanie w postaci mat/lub podkładów o specyficznych właściwościach biologicznych, dedykowane jest osobom, objętych chorobą

nowotworową i będących w trakcie leczenia onkologicznego, które ze względu na konieczność unieruchomienia, zagrożone są powstawaniem trudno gojących ran odleżynowych. Zastosowanie maty zwiększy skuteczność terapii onkologicznej i ma również ogromny wpływ na psychikę oraz samopoczucie pacjenta, jak też osób zajmujących się opieką medyczną i około medyczną, co przekłada się na efekty i skuteczność leczenia.

IV SESJA

HYBRYDOWE MATERIAŁY WĘGLOWE DO ZASTOSOWAŃ W MEDYCYNIE REGENERACYJNEJ

Maciej **Boguń**[1], **Paulina Król**[1], Marcin Kudzin[1], **Irena Kamińska**[1], Sylwia Magdziarz[2], **Justyna Frączyk**[2], **Beata Kolesińska**[2], Ewa Stodolak-Zych[3]

[1]*Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,*
e-mail: maciej.bogun@lit.lukasiewicz.gov.pl
[2]*Politechnika Łódzka, Wydział Chemii, Instytut Chemii Organicznej, ul. Żeromskiego 116, 90-543 Łódź*
[3]*Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki, Katedra Biomateriałów i Kompozytów, al. Adama Mickiewicza 30, 30-059 Kraków*

Słowa kluczowe: włókna, włókniny węglowe, układy hybrydowe, alginian, magnetron

Materiały węglowe oraz ich kompozyty znalazły szerokie zastosowanie w wielu dyscyplinach medycyny. Są one wykorzystywane między innymi w chirurgii, kardiologii, czy ortopedii. Synergia pomiędzy materiałami węglowymi i różnymi biozgodnymi substancjami chemicznymi stwarza możliwość opracowywania nowych materiałów, które w sposób wydatni wpływają na proces leczenia pacjentów, a tym samym skracają czas ich hospitalizacji. Jednym z tego typu rozwiązań może być opracowanie biomateriału włóknistego łączącego wiele cech materiałowych bazujących na włókninie węglowej, której powierzchnia została poddana wielostopniowej modyfikacji.
Celem niniejszej pracy było opracowanie biomateriału stosowanego w procesach regeneracji tkanki kostnej oraz chrzęstnej. Podstawę niniejszego rozwiązania stanowiła włóknina węglowa o odpowiednio dobranej masie powierzchniowej, która następnie poddana została modyfikacji w wyniku osadzenia na jej powierzchni ferromagnetyku przy użyciu magnetronu. Cechą tego rozwiązania jest zapewnienie możliwości monitorowania implantu w warunkach *in vivo* przy

zastosowaniu klasycznych technik obrazowania w medycynie. Następny etap prac stanowiła modyfikacja włókniny alginianem sodu zawierającym nanododatek hydroksyapatytu, który jest głównym składnikiem części nieorganicznej tkanki kostnej. Końcowym elementem zaprojektowanego biomateriału była jego modyfikacja peptydem, umożliwiająca przyspieszenie procesów regeneracji uszkodzonych tkanek.

W ramach przeprowadzonych badań określono wpływ podstawowych parametrów procesu wytwarzania na strukturę i właściwości hybrydowego materiału węglowego.

Badania zostały sfinansowane przez Narodowe Centrum Nauki w Krakowie w ramach umowy UMO-2018/31/B/ST8/02418

WPŁYW POLIMEROWYCH MATERIAŁÓW STOSOWANYCH WE WKŁADKACH NA WYSOKOŚĆ I ROZMIESZCZENIE NACISKÓW NA PODESZWOWEJ STRONIE STOPY

Robert Gajewski, Katarzyna Piotrowska,
Małgorzata Janocha, Joanna Kwiecień

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi, ul. Zakopiańska 9, 30-418 Kraków,
e-mail: robert.gajewski@lit.lukasiewicz.gov.pl

Słowa kluczowe: materiały piankowe, wkładki ortopedyczne, materiały polimerowe

Głównym celem pracy było uzyskanie informacji o wpływie parametrów fizycznych elementów piankowych stosowanych we wkładkach na rozmieszczenie nacisków na podeszwowej stronie stopy.
Zgodnie z założeniami realizacji projektu, do badań wybrano materiały o różnym stopniu twardości w skali Shore'a A oraz o różnej grubości. W ramach realizacji prac związanych z działalnością statutową 2021 pozyskano układy materiałowe z pianek EVA i pianek wiscoelastycznych (VISCO) do badań o twardości: 20 i 25 w skali Shore A. Zestawienie wytypowanych materiałów oraz układów materiałowych przedstawiono w tabeli 1.
Badania prowadzono z użyciem systemu Pedar® służącego do badania rozmieszczenia nacisków na podeszwowej stronie stopy pacjenta wewnątrz obuwia. Każdorazowo osoba badana wykonywała 20 kroków na bieżni ustawionej z prędkością 2,5 km/h oraz 3,5 km/h. Wyniki opracowano i wprowadzono do bazy danych. Przebadano 14 osób. Zastosowano zarówno pianki EVA o grubości 2 i 3 mm o zadanej twardości 20 i 25 w skali Shore'a A, jak również pianki wiscoelastyczne (VISCO) o twardości 5 w skali Shore'a Badania wykonano z zastosowaniem pojedynczych materiałów oraz układów materiałowych (pianka wiskoelastyczna i kopolimer EVA).

Tabela 1. Zestawienie badanych materiałów i układów materiałowych

LP.	RODZAJ MATERIAŁU WIERZCHNIEJ WARSTWY WKŁADKI	RODZAJ MATERIALU SPODNIEJ WARSTWY WKŁADKI	TWARDOŚĆ SPODNIEJ WARSTWY WKŁADKI W SKALI SHORE'A A	GRUBOŚĆ CAŁEGO UKŁADU
1	Pianka EVA		20	2mm
2	Pianka EVA			4mm (*2mm + 2mm*)
3	Pianka EVA			6mm (*2mm + 2mm + 2mm*)
4	Pianka VISCO	Pianka EVA		9mm (3mm *VISCO + 2mm + 2mm + 2mm*)
5	Pianka EVA			8mm (*2mm + 2mm + 2mm + 2mm*)
6	Pianka EVA			10mm (*2mm + 2mm + 2mm + 2mm + 2mm*)
7	Pianka VISCO	Pianka EVA		13mm (3mm *VISCO + 2mm + 2mm + 2mm + 2mm + 2mm*)
8	Pianka EVA		25	2mm
9	Pianka EVA			3mm
10	Pianka EVA			4mm (*2mm + 2mm*)
11	Pianka EVA			5mm (*2mm + 3mm*)
12	Pianka EVA			6mm (*3mm + 3mm*)
13	Pianka VISCO	Pianka EVA		9mm (3mm *VISCO + 3mm + 3mm*)
14	Pianka EVA			7mm (*2mm + 2mm + 3mm*)
15	Pianka EVA			8mm (*3mm + 3mm + 2mm*)
16	Pianka EVA			10mm (*3mm + 3mm + 2mm + 2mm*)
17	Pianka VISCO			13mm (3mm *VISCO + 3mm + 3mm + 2mm + 2mm*)

Opis uzyskanych efektów (znaczenie dla rozwoju instytutu)

Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowanie wkładek redukuje naciski na podeszwową stronę stopy. Zarówno przy prędkości 2,5 km/h jak i 3,5 km/h redukcja przy 10 mm wynosi około 100 kPa, przy czym przy wyższej prędkości naciski otrzymują się na wyższym poziomie niż przy 2,5 km/h. Naciski zmieniają się w zależności od grubości wkładki. Nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w zależności od twardości pianek. Biorąc pod uwagę wcześniej prowadzone badania, gdzie badano materiały o znacząco różnej twardości (9 i 25 w skali ShoreA) i które wykazały zależność nacisków od twardości w tym przypadku należy uznać, że różnica w twardości 5 w skali ShoreA jest zbyt mała do wykrycia. Tym

samym materiały o twardości 20 – 25 w skali ShoreA, najczęściej dostępne na rynku mogą być stosowane wymiennie.
Wielkość nacisków określono dla różnych rejonów stopy: pięty, śródstopia, przodostopia i palców. Uzyskano wyniki, potwierdzające redukcję nacisków przy wykorzystaniu materiałów wkładkowych w przodostopiu, pięcie. Natomiast wzrost w śródstopiu – co wynika z faktu, że stosując miękkie materiały pod stopą, w dłuższy kontakt z podłożem wchodzą rejony zwykle słabo, lub nie obciążone. W przypadku palców nie stwierdzono istotnych zmian.
Określono również korelację pomiędzy wyjściowymi naciskami danej osoby a stopniem redukcji nacisków przy zastosowaniu materiałów piankowych. Wyniki potwierdziły wysoką korelację w przypadku wszystkich materiałów (około 0,8) co potwierdza efektywność redukcji nacisków u osób o wysokich naciskach, a więc takich, które wymagają zaopatrzenia we wkładki.
Porównanie wyników dla układów na których zastosowano materiały EVA o twardości 20 i 25 w skali ShoreA oraz warstwy pianki wiskoelastycznej o twardości 5 w skali ShoreA nie wykazały żadnej różnicy z układami materiałowymi wykonanymi z materiałów EVA o grubości takiej samej jak grubość warstwy EVA w układzie EVA+pianka wiskoelastyczna. Tym samym potwierdzone zostało, że stosowanie bardzo miękkich materiałów jest z punktu widzenia redukcji nacisków bezcelowe.

WNIOSKI:

1. Zastosowanie wkładek piankowych redukuje naciski na podeszwową stronę stopy.
2. Zależność jest linowa i skorelowana z naciskami danej osoby.
3. Stosowanie materiałów o twardości 5 w skali ShoreA nie wpływa na wysokość nacisków.

W pracy przestawiono wyniki badań uzyskanych w ramach subwencji ze środków Ministra Edukacji i Nauki na utrzymanie i rozwój potencjału dydaktycznego oraz potencjału badawczego za rok 2021.

TECHNOLOGIA PODKŁADÓW OPATRUNKÓW MEDYCZNYCH W OPARCIU O BIOMATERIAŁY SYNTETYCZNE

Zbigniew Mikołajczyk[1], **Magdalena Kłonowska**[1], Konrad Sulak[2], Dominik Borkowski[2], Piotr Czarnecki[2], **Sławomir Kęska**[2]

[1]Politechnika Łódzka, Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Katedra Technologii Dziewiarskich i Maszyn Włókienniczych
ul. Żeromskiego 116, 90-543 Łódź,
e-mail: magdalena.klonowska@p.lodz.pl
[2]Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, Centrum Biopolimerów i Włókien Chemicznych,
Grupa Badawcza Syntez Chemicznych i Tworzyw Sztucznych
ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,
e-mail: dominik.borkowski@lit.lukasiewicz.gov.pl

Słowa kluczowe: tekstylne podkłady opatrunków, przędza PLA, modyfikowana przędza PP, dzianina, włóknina meltblow, włóknina spunbond

W technologiach tekstylnych podkładów i samych opatrunków dominują włókniny otrzymywane różnymi technikami. W kontekście technologii podkładów opatrunków medycznych w niniejszej publikacji skupiono się na dwóch formach płaskich tekstyliów wytwarzanych techniką dziewiarską i technikami włóknin Spunbond oraz Meltblown. Niniejsze podkłady służą jako nośniki aktywnych opatrunków wytworzonych z tropokolagenu modyfikowanego nanodiamentami. Opracowane formy podkładów są alternatywnymi biomateriałami w stosunku do wykonywanych technikmi aero- lub elektrospinningu lub druku przyrostowego 3D.

W pierwszej technologii wytworzono dzianiny z przędzy biodegradowalnej poli(kwasu mlekowego), PLA – polilaktydu o masach liniowych w granicach od 102 do 600 dtex. Warianty wykonano w technologii dzianin rządkowych o splotach podstawowych i pochodnych. Wyznaczono parametry strukturalne i użytkowe dzianych podkładów, w tym: ścisłości powierzchniowe, wrobienia kierunkowe nitek, grubości, masy powierzchniowe, współczynniki liniowego, powierzchniowego i objętościowego

zapełnienia, wytrzymałości jedno- i wielokierunkowe. Dodatkowo podobną analizę właściwości przeprowadzono dla dzianin podkładowych opatrunków z przędz polipropylenowych PP „czystych" i modyfikowanych w masie polimeru jonami srebra.
Wykorzystując technikę Spunbond wytworzono podkłady włókninowe o masie powierzchniowej 25 g/m^2 i grubości 0,22 mm, a w technice Meltblown wytworzono włókniny o masie 30 g/m^2 i grubości 0,32 mm. Parametry strukturalne i wytrzymałościowe otrzymanych opatrunków poddano analizie porównawczej.
Zaprezentowana technologia służy budowie złożonych struktur opatrunków stosowanych w leczeniu trudno gojących się ran u pacjentów z owrzodzeniami odleżynowymi, naczyniowymi i w chorobie „stopy cukrzycowej".

Niniejsza praca przedstawia wybrane rezultaty badań realizowanego projektu „Opracowanie opatrunku wchłanialnego na bazie aktywnego tropokolagenu egzogennego ze skór rybich z dodatkiem modyfikowanych nanoproszków węgla" nr POIR.04.01.04-00-0077/20.

MATERIAŁY OPATRUNKOWE Z POLIMERÓW NATURALNYCH W FORMIE FILMU i HYDROŻELU

Maria Wiśniewska-Wrona

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny,
ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,
e-mail: maria.wisniewska-wrona@lit.lukasiewicz.gov.pl

Słowa kluczowe: materiały opatrunkowe, polimery naturalne, trudno gojące się rany, filmy, hydrożele

W ostatnich latach obserwuje się rosnące zapotrzebowanie na materiały opatrunkowe, które będą zapewniały ochronę i skuteczniejsze leczenie trudno gojących się ran w różnych stopniach ich zaawansowania, a jednocześnie będą pełniły rolę nośnika substancji leczniczych. Opatrunki takiego typu powinny być wykonane ze specjalnych resorbowalnych materiałów polimerowych charakteryzujących się odpowiednimi właściwościami użytkowymi i biologicznymi oraz będącymi dobrymi promotorami wchłaniania substancji czynnych.

Polimery naturalne z grupy poliaminosacharydów, a w szczególności chitozan i jego formy użytkowe z uwagi na specyficzne właściwości biologiczne (biozgodność, biodegradowalność, bioaktywność, wysoka aktywność przeciwdrobnoustrojowa oraz zdolność przyspieszenia procesu ziarninowania i epitelializacji rany) stanowią odpowiedni materiał do konstrukcji materiałów opatrunkowych przeznaczonych do leczenia trudno gojących się ran. Również alginian (sodowy i sodowo-wapniowy) ze względu na wysoką zdolność pęcznienia, wchłaniania płynów i wydzielin oraz właściwości hemostatyczne, staje się przydatny do wytwarzania opatrunków stosowanych w tzw. „wilgotnej terapii ran", jak i w leczeniu ran w trzech pierwszych fazach gojenia.

W pracy przedstawiono badania związane z opracowaniem opatrunków, wytworzonych z wybranych polimerów naturalnych, w formie jedno- i dwuwarstwowego filmu oraz hydrożelu stanowiących nośnik dla substancji leczniczych o działaniu

przeciwbólowym (chlorowodorek lidokainy i lidokaina) oraz przeciwbakteryjnym (chloramfenikol). Ilość substancji aktywnej została ustalona w oparciu o dawkę zalecaną w Farmakopei Polskiej (FP XII, 2020) dla preparatów stosowanych do użytku zewnętrznego. Badania dostępności farmaceutycznej substancji leczniczych z opracowanych materiałów wykonano jak dla systemów transdermalnych.

Systemy terapeutyczne (TTS) poza możliwością kontrolowanego uwalniania leku pozwalają na podawanie substancji farmakologicznych, które rozkładane są w przewodzie pokarmowym lub ulegają metabolizmowi w wątrobie.

Uzyskane wyniki wskazały, że uwalnianie substancji leczniczych z badanych form opatrunku jest procesem złożonym i przebiega zgodnie z kinetyką I rzędu. Stwierdzono, że istotny wpływ na właściwości fizyko-mechaniczne oraz właściwości użytkowe (chłonność i sorpcyjność) ma skład ilościowy materiałów opatrunkowych oraz rodzaj wprowadzonej substancji aktywnej.

W ramach badań biologicznych dla wybranych materiałów opatrunkowych oceniono: cytotoksyczność metodą kontaktu bezpośredniego na fibroblasty mysie NCTC klon 929 oraz aktywność przeciwbakteryjną wobec bakterii *Gram (-) Escherichia coli* i *Gram (+) Staphylococcus aureus* (metoda ilościowa).

W warunkach naturalnych materiały te nie powinny powodować stanów zapalnych ze względu na naturalny odczyn środowiska w trakcie degradacji, a uwalniane podczas degradacji enzymatycznej aminocukry mogą przyspieszać proces gojenia rany.

BADANIA PRZYSPIESZONEGO STARZENIA WŁÓKNIN NA BAZIE BIOPOLIMERÓW

Dorota Zielińska[1], Karolina Gzyra-**Jagieła**[1,2], Longina Madej-**Kiełbik**[1], Anna Bednarowicz[1,2], Piotr Cichacz[1], **Sławomir Kęska**[1]

[1]Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny, ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,
e-mail: dorota.zielinska@lit.lukasiewicz.gov.pl
[2]Politechnika Łódzka, Instytut Materiałoznawstwa Tekstyliów i Kompozytów Polimerowych, Ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź

Słowa kluczowe: przyspieszone starzenie, włókniny, biopolimery

Celem pracy było zbadanie wpływu procesu przyspieszonego starzenia na właściwości fizyko-mechaniczne, użytkowe oraz strukturalne włóknin wytwarzanych techniką spun-bonded. W tym celu wytworzono trzy włókniny na bazie biopolimerów. Proces przyspieszonego starzenia pozwala symulować naturalne starzenie i określić czas życia materiału. Najszerzej stosowanym modelem do przewidywania czasu życia materiałów jest równanie Arrheniusa, w oparciu, o które przeprowadzano proces przyspieszonego starzenia w dwóch czasookresach tj.: dwóch oraz trzech lat. Wszystkie badane materiały poddano analizie w czasie zero (przed procesem przyspieszonego starzenia) badaniom fizyko-mechanicznym, jak również strukturalnym. Po każdym okresie symulacji procesu starzenia badane materiały zostały poddane badaniom, które przeprowadzone zostały dla materiałów wyjściowych. Badania starzeniowe pozwoliły m.in. na określenie zmian zachodzących w badanych parametrach oraz strukturze włóknin, jednocześnie dostarczyły informacji dotyczących terminu przydatności materiałów do użytku w warunkach rzeczywistych.

SESJA **MŁODYCH**

DEGRADACJA HYDROLITYCZNA WŁÓKNIN Z BIOPOLIMERÓW

Anna Bednarowicz[1,2], Karolina Gzyra-**Jagieła**[1,2], **Longina Madej Kiełbik**[1] Sylwia Majchrzak[1], **Dorota Zielińska**[1], Piotr Czarnecki[1], Piotr Cichacz[1], **Sylwia Jagodzińska**[1]

[1] Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny w Łodzi
ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,
e-mail: anna.bednarowicz@lit.lukasiewicz.gov.pl
[2] Politechnika Łódzka, Instytut Materiałoznawstwa Tekstyliów i Kompozytów Polimerowych
Ul. Żeromskiego 116, 90-924 Łódź

Słowa kluczowe: degradacja hydrolityczna, włóknina spun-bonded, biomateriały

Proces degradacji materiałów ma kluczowy wpływ na ich właściwości funkcjonalne, zmieniające się wraz z upływem czasu, a w konsekwencji na ich późniejsze zastosowanie. Materiały polimerowe degradują pod wpływem różnych czynników zewnętrznych, między innymi tlenu i podwyższonej temperatury (starzenie termooksydacyjne), wody (degradacja hydrolityczna), promieniowania ultrafioletowego UV (starzenie fotochemiczne) czy czynników biologicznych (biodegradacja).

Celem pracy było zbadanie wpływu procesu degradacji hydrolitycznej na właściwości fizyko-mechaniczne, użytkowe oraz strukturalne włóknin. Badaniom tym, w warunkach symulujących użytkowanie materiału jako wyrobu medycznego, zostały poddane włókniny wytworzone techniką spun-bonded - włókniny z bursztynianu polibutylenu i skrobi termopastycznej. Analizę właściwości mechanicznych, termicznych oraz rozkład mas molowych biowłóknin przeprowadzono po upływie 3, 5 i 10 tygodni w wodnym roztworze soli mineralnych (sodu, potasu, wapnia) w temperaturze 37°C.

Badania pozwoliły stwierdzić, że materiał wykorzystany do wytworzenia włókniny, ma bezpośredni wpływ na zachowanie

właściwości mechanicznych wraz z upływem czasu degradacji hydrolitycznej. We wszystkich badanych włókninach zaobserwowano depolimeryzację łańcuchów polimerów - degradację końcowych merów, jak i również degradację wiązania estrowego wewnątrz łańcucha polimerowego.

WPŁYW KATALIZATORÓW AMINOWYCH NA WŁAŚCIWOŚCI LEPKOSPRĘŻYSTYCH PIANEK POLIURETANOWYCH DO ZASTOSOWAŃ BIOMEDYCZNYCH

Dominik Grzęda[1*], **Grzegorz Węgrzyk**[1],
Adriana Nowak[2], Gabriela Komorowska[1],
Leonard Szczepkowski[3], Joanna Ryszkowska[1]

1 Wydział Inżynierii Materiałowej, Politechnika Warszawska
ul. Wołoska 141, 02-507 Warszawa
** e-mail: dominik.grzeda.dokt@pw.edu.pl*
2 Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności, Politechnika Łódzka
ul. Wólczańska 171/173 90-530 Łódź
3 Firma FAMPUR Adam Przekurat
ul. Theodora Wulffa 16, 85-862 Bydgoszcz

Słowa kluczowe: lepkosprężyste pianki poliuretanowe, katalizatory, cytotoksyczność, aplikacje biomedyczne

Substraty do produkcji pianek poliuretanowych mogą mieć negatywny wpływ na organizm ludzki, zwłaszcza w długotrwałym kontakcie. W zastosowaniach, w których pianka nie jest umieszczana bezpośrednio w ciele, badanie wpływu produktu jest często zaniedbywane. W przypadku skóry ludzkiej, wyróżniając coraz częściej występujące problemy atopii skóry, należy zwrócić na to większą uwagę. W prezentacji przedstawiono wyniki badań wpływu różnych układów katalitycznych na właściwości cytotoksyczne i termomechaniczne pianek poliuretanowych. Pianki wytwarzano m.in. z użyciem katalizatorów 1,4-diazabicyklooktanu (DABCO) oraz metaloorganicznego katalizatora cynowego, które są jednymi z najpowszechniej używanych w przemyśle poliuretanowym. Pianki scharakteryzowano pod względem właściwości termomechanicznych oraz poddano testowi cytotoksyczności wobec ludzkich keratynocytów. W testach biokompatybilności z komórkami skóry uzyskano bardzo zróżnicowane wyniki. Najmniejsze właściwości cytotoksyczne wykazywała pianka poliuretanowa z układem katalitycznym

składającym się z handlowej dietyloaminy (DEA) i katalizatora Addocat®105, lecz użycie tego zestawu katalitycznego spowodowało pogorszenie się właściwości mechanicznych.

HALLO, CZY COŚ TAM ŻYJE?
JAŁOWOŚĆ OPATRUNKÓW OKIEM FARMAKOPEI

Marzena Dymel, Dorota Kaźmierczak, Krystyna Guzińska

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny,
ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,
e-mail: marzena.dymel@email.pl

Słowa kluczowe: jałowość, sterylność, opatrunki, Farmakopea, włókna, polimery

Jałowość wyrobów medycznych jest jednym z badań jakie powinien wykonać wytwórca w celu oceny zgodności wyrobów medycznych zanim produkt trafi na rynek po raz pierwszy. Oceny zgodności dokonuje się na podstawie dokumentacji oraz badań. Wymagania jakie dany produkt musi spełnić opisane są w Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/745 z dnia 5 kwietnia 2017 r. w sprawie wyrobów medycznych. Rozporządzenie odsyła producenta do norm zharmonizowanych, zawierających uproszczone procesy oceny wyrobu. Do jednych z nich należy Farmakopea Europejska oraz jej tłumaczenie na język polski Farmakopea Polska. Ta seria monografii zawiera ogólne wytyczne dotyczące wytwarzania leków, metod analizowania substancji i leków, a także pewne ogólne wymagania dotyczące farmaceutycznych postaci leków (tabletek, kapsułek, zastrzyków itp.). Jednym z badań w niej opisanych jest badanie jałowości. Jałowość, inaczej sterylność to nieobecność w danym materiale zdolnych do życia drobnoustrojów w ich formach wegetatywnych, jak i przetrwalnikowych. Sposób przeprowadzenie badania ma kluczowe znaczenie dla określenia „czy coś tam żyje". Farmakopea podaje dokładne wytyczne co do ilości pobranych próbek do badania, ilości naważek danego produktu oraz wymagań co do użytego sprzętu. Badania prowadzone są w dwóch rodzajach podłoży, przeznaczonych do hodowli drobnoustrojów tlenowych i beztlenowych w różnych zakresach temperatur: 20-25°C

i 30-35°C. Inkubacja trwa 14 dni. Farmakopea podaje jaki stosunek badanego materiału do podłoża powinien być zachowany oraz co należy wykonać aby potwierdzić jałowości lub jej brak w przypadku, gdy specyfika produktu zakłóca odczyt wyników badania. Ponadto znajdziemy w niej wytyczne dotyczące kontroli czystości i żyzności podłoży jakie stosujemy. Ważne jest nie tylko, aby były one jałowe, ale również, aby pozwalały na wzrost wszystkich drobnoustrojów kontrolnych, które reprezentują różne grupy mogące znaleźć się w wyrobie medycznym. Również badany produkt nie może hamować ich wzrostu. Dlatego do każdej partii podłoży należy wykonać badanie żyzności i aktywności na sześciu szczepach kontrolnych o ściśle określonej gęstości. Tylko pełne wykonanie badania jałowości zapewnia pewność, że dany produkt jest jałowy.

CIECZE JONOWE W MEDYCYNIE

Witold Madaj, Dariusz Wawro

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Łódzki Instytut Technologiczny
ul. Skłodowskiej-Curie 19/27, 90-570 Łódź,
e-mail: witold.madaj@lit.lukasiewicz.gov.pl

Słowa kluczowe: ciecze jonowe, synteza leków, transport leków, kompozyt z polimerów naturalnych

W ostatnich latach ciecze jonowe stały się obiecującymi substancjami w wielu dziedzinach medycyny. Są wykorzystywane podczas syntezy leków oraz jako nośnik leków. Ciecze jonowe charakteryzują się niskim ciśnieniem parowania, wysoką stabilnością termiczną i chemiczną, a także zdolnością do tworzenia kompleksów z różnymi związkami chemicznymi. Dzięki tym właściwościom, ciecze jonowe znalazły zastosowanie w farmacji, medycynie, a także w technologiach biomedycznych.

W dziedzinie syntezy leków ciecze jonowe wykorzystuje się jako rozpuszczalnik w reakcjach chemicznych. Znakomicie sprawdzają się jako środowisko reakcji bezwodnych. Według badań, ciecze jonowe mogą zwiększyć wydajność reakcji i jednocześnie zmniejszyć ilość odpadów podczas reakcji. W reakcjach katalizowanych przez enzymy ciecze jonowe mogą pełnić rolę nośnika enzymów oraz zwiększać ich stabilność.

Ciecze jonowe znalazły również zastosowanie jako nośnik leków. Według autorów artykułu (Journal of Controlled Release, 2017), ciecze jonowe mogą zwiększyć stabilność i biodostępność wielu leków oraz umożliwiać kontrolowane uwalnianie leków, co jest szczególnie istotne w przypadku leków o krótkim czasie działania. Ponadto, ciecze jonowe są nietoksyczne i mogą być stosowane jako alternatywa dla tradycyjnych rozpuszczalników organicznych wywołujących szkodliwe efekty uboczne.

W dziedzinie dostarczania leków do komórek docelowych ciecze jonowe wykorzystuje się jako nośniki transportujące leki do wnętrza komórek. Według badań opublikowanych w (Advanced Drug Delivery Reviews, 2019), ciecze jonowe mogą pełnić rolę nośnika

dla transportera leku, co pozwala na kontrolowane uwalnianie leków w miejscu docelowym.

Podsumowując, ciecze jonowe są obiecującymi narzędziami w dziedzinie syntezy leków oraz dostarczania leków do organizmu, a ich wykorzystanie zostało udokumentowane w licznych artykułach naukowych. Kompozyt z naturalnych polimerów wytworzony przy użyciu cieczy jonowych może posłużyć jako wygodny nośnik cieczy jonowej, która wcześniej była środowiskiem reakcji syntezy leków, a następnie została nośnikiem samego leku.