

ABSTRAKTY

1

OTRZYMYWANIE MEMBRAN I MIKRONOŚNIKÓW HYDROŻELOWYCH DO ZASTOSOWAŃ BIOMEDYCZNYCH

Julia Sztrumpf – I rok, II stopień

Koło Naukowe Materiałów Funkcjonalnych SMART-MAT, sekcja SmrtMat
Opiekunowie – mgr inż. Magdalena Bańkosz, dr hab. inż. Bożena Tylińczak, prof. PK

Celem pracy było opracowanie nowych metod syntezy membran oraz mikronośników hydrożelowych, przeznaczonych do zastosowań biomedycznych, takich jak dostarczanie leków i regeneracja tkanek. Materiały, które były podstawą badań, zawierały polimery naturalne i syntetyczne oraz bioaktywne ekstrakty roślinne z Różańca Górskiego i Gotu Kola. W ramach prac eksperymentalnych oceniono zdolności absorpcyjne materiałów w różnych płynach (PBS, płyn Ringera, woda destylowana), przeprowadzono testy inkubacyjne w temperaturze 37°C oraz ocenę aktywności antyoksydacyjnej. Dodatkowo, badano paroprzepuszczalność membran polimerowych, co pozwoliło na określenie ich właściwości w kontekście aplikacji medycznych. Przeprowadzona analiza FT-IR ujawniła obecność kluczowych grup funkcyjnych odpowiedzialnych za fizykochemiczne właściwości materiałów. Bioaktywne ekstrakty roślinne poprawiły właściwości antyoksydacyjne materiałów, co może być istotne w ochronie przed stresem oksydacyjnym. Mikroskopia optyczna potwierdziła jednorodną strukturę i odpowiednią porowatość mikronośników, co jest kluczowe dla transportu biomolekuł. Otrzymane wyniki sugerują, że opracowane membrany i mikronośniki hydrożelowe mają duży potencjał w biomedycynie, szczególnie w zastosowaniach takich jak nośniki leków, biomateriały w inżynierii tkankowej i opatrunki regeneracyjne.

Bibliografia

- [1] G. Agrawal and R. Agrawal, "Functional Microgels: Recent Advances in Their Biomedical Applications," *Small*, vol. 14, no. 24, pp. 201801724, 2018. doi: 10.1002/sml.201801724.
- [2] N. A. Peppas, J. Z. Hilt, A. Khademhosseini, and R. Langer, "Hydrogels in biology and medicine: From molecular principles to bionanotechnology," *Advanced Materials*, vol. 18, no. 11, pp. 1345–1360, 2006. doi: 10.1002/adma.200501612.
- [3] J. Bernatoniene, V. Jakstas, and D. M. Kopustinskiene, "Phenolic Compounds of *Rhodiola rosea* L. as the Potential Alternative Therapy in the Treatment of Chronic Diseases," *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 24, no. 15, pp. 12293, 2023. doi: 10.3390/ijms241512293

2

MODYFIKACJA MEMBRAN HYDROŻELOWYCH EKSTRAKTAMI ROŚLINNYMI

Zuzanna Stępińska – I rok, II stopień

Koło Naukowe Materiałów Funkcjonalnych SMART-MAT, sekcja SmrtMat
Opiekunowie - mgr inż. Magdalena Bańkosz, Dr hab. inż. Bożena Tylińczak, prof. PK

Przeprowadzono badania dotyczące modyfikacji membran hydrożelowych za pomocą ekstraktów roślinnych, z uwzględnieniem ich potencjalnych zastosowań biomedycznych. Ekstrakty z roślin, takich jak krwawnik pospolity i mącznica, zostały pozyskane różnymi metodami ekstrakcji i zastosowane w syntezie matryc hydrożelowych opartych na poliwinylpirolidonie (PVP). Wykonane materiały charakteryzowano pod kątem zdolności pęcznienia, aktywności antyoksydacyjnej oraz paroprzepuszczalności. Badania wykazały, że obecność ekstraktów roślinnych korzystnie wpłynęła na właściwości pęcznienia i aktywność antyoksydacyjną matryc. Ponadto, przeprowadzono analizę paroprzepuszczalności, która pozwoliła ocenić zdolność materiałów hydrożelowych do wymiany gazów, co jest istotnym czynnikiem przy ich potencjalnym zastosowaniu w opatrunkach biomedycznych. Przeprowadzone eksperymenty inkubacyjne w różnych płynach, takich jak PBS i płyn Ringera, wykazały stabilność tych materiałów, co czyni je obiecującymi nośnikami dla substancji bioaktywnych. Wyniki wskazują na duży potencjał tych modyfikowanych matryc w zastosowaniach medycznych, w tym dostarczaniu leków i wspomaganiu regeneracji tkanek.

Bibliografia:

- [1] A.C. Pedro, O.G. Paniz, I.d.A.A. Fernandes, D.G. Bortolini, F.T.V. Rubio, C.W.I. Haminiuk, G.M. Maciel, W.L.E. Magalhães, "The Importance of Antioxidant Biomaterials in Human Health and Technological Innovation: A Review," *Antioxidants*, vol. 11, no. 1644, (2022).
- [2] N.I.M. Fadilah, S.J. Phang, N. Kamaruzaman, A. Salleh, M. Zawani, A. Sanyal, M. Maarof, M.B. Fauzi, "Antioxidant Biomaterials in Cutaneous Wound Healing and Tissue Regeneration: A Critical Review," *Antioxidants*, vol. 12, no. 787, (2023).
- [3] T.-C. Ho, C.-C. Chang, H.-P. Chan, T.-W. Chung, C.-W. Shu, K.-P. Chuang, T.-H. Duh, M.-H. Yang, Y.-C. Tyan, "Hydrogels: Properties and Applications in Biomedicine," *Molecules*, vol. 27, no. 2902, (2022).

3

HIERARCHICZNE RUSZTOWANIA - NOWOCZESNE ROZWIĄZANIE W LECZENIU UBYTKÓW TKANKI CHRZĘSTNO-KOSTNEJ

Dominika Träger - III rok, I stopień

Koło Naukowe Materiałów Funkcjonalnych SMART-MAT, sekcja BioMat
Opiekunowie - dr inż. Katarzyna Haraźna, prof. dr hab. inż. Agnieszka Sobczak-Kupiec

Tematyka implantów, materiałów wykorzystywanych do ich syntezy oraz metod leczenia ubytków w tkance chrzęstno-kostnej stanowi przedmiot badań nauk medycznych już od ubiegłego wieku. Od tego czasu pojawiło się wiele rozwiązań używanych do dnia dzisiejszego, bazujących również na przeszczepach części tkanki pochodzącej od dawcy (allografy) lub pacjenta (autografy) [1]. Niestety pomimo zastosowania materiałów naturalnych pochodzących z tkanek, problem odrzucenia, braku receluryzacji czy zakażenia pooperacyjnego nie

został zniwelowany [2]. Dodatkowo, ze względu na coraz częstsze występowanie schorzeń i chorób układu kostno-stawowego, związanego z intensywnym trybem życia oraz wydłużeniem średniej długości życia, wystąpił wzrost zapotrzebowania na nowe rozwiązania w leczeniu ubytków tkanki chrzęstno-kostnej. W celu eliminacji potencjalnego wystąpienia negatywnych skutków oraz wsparcia leczenia układu kostno-stawowego, biomateriały powinny charakteryzować się trójwymiarową porowatą strukturą, zgodną z geometrią tkanki kostnej i chrzęstnej. Ponadto, winne wykazywać zdolność do wspierania adhezji, proliferacji i różnicowania komórek.

W odpowiedzi na stawiane wymagania, polimery, jako materiały o ściśle określonej geometrii oraz mikro-/makromolekularnej organizacji, mogą stanowić bazę dla hierarchicznego rusztowania spełniającego podane wyżej kryteria.

W niniejszej pracy, zostanie przedstawiony proces syntezy oraz modyfikacji hierarchicznego rusztowania na bazie poliestru z dodatkiem fosforanu wapnia oraz polisacharydu. Ponadto, przedstawiona zostanie analiza fizyko-chemiczna oraz badania biologiczne in vitro. Przeprowadzona analiza jest podstawą do stwierdzenia, iż proponowane hierarchiczne rusztowanie wykazuje potencjał jako biomateriał w leczeniu ubytków tkanki chrzęstno-kostnej.

Bibliografia

[1] Gómez Cimiano FJ, Garcés Zarzalejo C, Estellés M, De León LR, et al. Osteochondral allograft transplantation in the knee, after prolonged fresh storage at 37 °C. Determination of viability of human cartilage allografts, indications, technique, and evidence. Follow up 10 years. Rev Esp Cir Ortopédica Traumatol Engl Ed, 65(5), 340–348 (2021).

[2] Ge Y, Li H, Tao H, et al. Comparison of tendon–bone healing between autografts and allografts after anterior cruciate ligament reconstruction using magnetic resonance imaging. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 23(4), 954–960; (2015).

4

WPLYW PARAMETRÓW RĘCZNEGO SPAWANIA LASEROWEGO NA KSZTAŁT I WYBRANE WŁASNOŚCI SPOINY

Mikołaj Straż - II rok, II stopień

Koło Naukowe Materiałów Funkcjonalnych SMART-MAT sekcja InżMat

Opiekunowie - dr inż. Sławomir Parzych, mgr inż. Julia Silezin

Ręczne spawanie laserowe to zaawansowana technologia łączenia materiałów, która dzięki skoncentrowanej wiązce światła laserowego umożliwia tworzenie spoin o wysokiej jakości przy minimalnym oddziaływaniu cieplnym na materiał. Materiałem do badań było: aluminium serii 1000 (tj. czyste aluminium) oraz stal nierdzewna w gatunku 1.4301. W eksperymencie użyto spawarkę laserową ręczną firmy MaxPhotonics X1w-1500 z podajnikiem drutu Abicor – Abidrive v2. Otrzymane złącza podano badaniom radiograficznym, makroskopowym i mikroskopowym z pomiarami geometrycznymi oraz rozciąganie złącza poprzecznego. Celem pracy było zbadanie wpływu parametrów ręcznego spawania laserowego na geometrię złączy oraz wybrane własności mechaniczne otrzymanych złączy. Otrzymane wyniki pozwoliły na sformułowanie wniosków. Badania te miały na celu identyfikację zależności pomiędzy parametrami procesu spawania, a kształtem, makrostrukturą, mikrostrukturą i wybranymi własnościami spoiny.

Bibliografia:

[1] Jan Pilarczyk, Marek St. Węglowski: Spawanie wiązką elektronów, 2015

[2] Anna Grochowska: Wpływ metod i technologii spawania na kształtowanie jakości złączy spawanych stali nierdzewnej, Politechnika Warszawska – Wydział inżynierii materiałowej, Warszawa 2011

5

LICZNIK GEIGERA

Karol Putyra - III rok, I stopień, Marcin Konik - IV rok, I stopień, Miłosz Pulit - I rok, I stopień

Koło Naukowe KWARK

Opiekun - dr inż. Paweł Karbowniczek

Celem projektu było stworzenie przenośnego detektora promieniowania jonizującego, opartego na liczniku Geigera-Müllera, z przeznaczeniem do detekcji promieniowania beta i gamma. Nasze prace objęły zaprojektowanie i własnoręczne wykonanie dwóch płytek PCB w technologii montażu przewlekane (THT), które następnie sfrezowaliśmy na maszynie CNC. Koncepcja płyty głównej zakładała integrację mikrokontrolera sterującego, układów stabilizacji napięcia, przetwornicy generującej 400V dla tuby SBM-20 oraz układu odnotowywania impulsów z detektora. Detekcję promieniowania sygnalizujemy akustycznie za pomocą buzzera. Użyty przez nas mikrokontroler za pomocą przetworników analogowo-cyfrowych monitoruje napięcie baterii oraz napięcie na wyjściu generatora. W celu utrzymania odpowiedniego napięcia na zaciskach tuby wykorzystujemy sygnał PWM w pętli regulatora typu PID. Drugą wykonaną płytką jest panel frontowy urządzenia. Wyposażyliśmy go w wyświetlacz, przyciski sterujące oraz diodę LED sygnalizującą wysoki poziom promieniowania. Obudowę w całości wydrukowaliśmy w technologii druku 3D. Zaimplementowaliśmy także oprogramowanie umożliwiające prezentację i podstawową analizę mierzonych wartości. Stworzony przez nas licznik Geigera może być wykorzystany w celach edukacyjnych oraz do przeprowadzania podstawowych pomiarów dozymetrycznych.

6

BETON Z DODATKIEM TALKU JAKO MATERIAŁ DO PRODUKCJI OZDOBNYCH ELEMENTÓW ARCHITEKTONICZNYCH

Jakub Piątkowski - II rok, II stopień

Koło Naukowe Materiałów Funkcjonalnych SMART-MAT sekcja BudMat

Opiekun - dr hab. inż. Michał Łach, prof. PK

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań nad zastosowaniem talku jako dodatku modyfikującego właściwości mieszanki betonowej przeznaczonej do produkcji elementów architektury ozdobnej. Celem badań było określenie wpływu dodatku talku w ilości 10% i 20% na właściwości mechaniczne, cieplne oraz estetyczne betonu architektonicznego. Próbkę zostały przygotowane w oparciu o zróżnicowane proporcje składników, a następnie poddane testom wytrzymałościowym, obserwacjom mikroskopowym oraz badaniom przewodnictwa cieplnego. Wyniki wykazały, że już dodatek 10% talku korzystnie wpływa na wytrzymałość na ściskanie i urabialność mieszanki, poprawiając jednocześnie plastyczność oraz estetykę finalnego produktu. Zaobserwowano jednak problem aglomeracji piasku i talku przy jego większym udziale w mieszance. Przeprowadzone badania wskazują na potencjał talku jako dodatku funkcjonalnego do betonu architektonicznego, zwłaszcza w kontekście produkcji elementów o złożonej geometrii i wysokich walorach wizualnych. W pracy zaproponowano kierunki dalszych badań, obejmujące m.in. odporność na ścieranie i działanie czynników agresywnych, a także optymalizację składu mieszanki w kontekście zrównoważonego rozwoju.

Bibliografia:

- [1] Azad, A., Mousavi, S.F., Karami, H. et al. Application of Talc as an Eco-Friendly Additive to Improve the Structural Behavior of Porous Concrete. Iran J Sci Technol Trans Civ Eng 43 (Suppl 1), 443–453 (2019). <https://doi.org/10.1007/s40996-018-0177-1>
- [2] C.J. Ngally Sabouang, J.A. Mbey, F. Hatert, D. Njopwouo; Talc-based cementitious products: Effect of talc calcination; Journal of Asian Ceramic Societies; Volume 3, Issue 3, 2015, Pages 360-367, ISSN 2187-0764, <https://doi.org/10.1016/j.jascer.2015.07.003>.
- [3] C.J. Ngally Sabouang, J.A. Mbey, Liboum, F. Thomas, D. Njopwouo; Talc as raw material for cementitious products formulation; Journal of Asian Ceramic Societies, Volume 2, Issue 3, 2014, Pages 263-267, ISSN 2187-0764, <https://doi.org/10.1016/j.jascer.2014.05.007>

7

GARD-EN

Anna Kraśnieńska - II rok, II stopień, Mateusz Górniewicz, II rok, II stopień (Politechnika Śląska)

Koło Naukowe KWARK

Opiekun - dr inż. Paweł Karbowiczek

Podczas prezentacji zostanie omówiona ostatnia wersja projektu inteligentnej doniczki, łącząca wszystkie poprzednie funkcjonalności. Jest to autonomiczny ogród wielu doniczek, które są kontrolowane za pomocą jednego centrum sterowania. Sterowanie umożliwiające zostało dzięki możliwości połączenia do dowolnego urządzenia w sieci przez przeglądarkę. Posiada wcześniej zastosowane czujniki światła oraz wilgotności gleby, a nowym elementem jest zbiornik z wodą i pompą, którą można sterować ręcznie podlewanie wybranej doniczki. Całość działa dzięki układowi elektronicznemu Esp32 oraz programów napisanych w języku C++ w środowisku esp-idf.

8

REBIOPACK (RECYCLED BIODEGRADABLE PACKAGING) RECYKLING ODPADOWYCH MATERIAŁÓW OWOCOWYCH DO PRODUKCJI BIODEGRADOWALNYCH OPAKOWAŃ SPOŻYWCZYCH POKRYTYCH BIOPOLIMEREM

Agnieszka Przybek - II rok, III stopień, Dominika Wanat - I rok, III stopień

Koło Naukowe Materiałów Funkcjonalnych SMART-MAT sekcja BudMat i sekcja SmartMat

Opiekunowie - dr hab. inż. Michał Łach, prof. PK, dr hab. inż. Bożena Tyliszczak, prof. PK

Projekt REBIOPACK koncentruje się na opracowaniu innowacyjnej technologii produkcji biodegradowalnych opakowań spożywczych poprzez wykorzystanie odpadów owocowych jako surowca bazowego. W dobie rosnącej świadomości ekologicznej i potrzeby ograniczania tworzyw sztucznych jednorazowego użytku, celem projektu jest stworzenie przyjaznej środowisku alternatywy dla tradycyjnych opakowań plastikowych. Odpadowe materiały owocowe – takie jak skórki, pestki czy miąższ – poddawane są procesowi przetwarzania w celu uzyskania naturalnej matrycy opakowaniowej. Dodatkowo, gotowe opakowania pokrywane są cienką warstwą biodegradowalnego biopolimeru, który poprawia ich właściwości mechaniczne oraz barierowe (przeciw wilgoci i tlenowi), jednocześnie zachowując pełną kompostowalność produktu końcowego. Proces produkcji opiera się na zasadach gospodarki cyrkularnej, wykorzystując odpady jako zasób i minimalizując negatywny wpływ na środowisko. Projekt obejmuje również ocenę trwałości opakowań, ich interakcji z żywnością oraz analizę cyklu życia (LCA). REBIOPACK wpisuje się w strategię zrównoważonego rozwoju, odpowiadając na wyzwania związane z nadmiernym zużyciem plastiku i potrzebą efektywnego zagospodarowania odpadów organicznych. Technologia opracowana w ramach projektu może być łatwo zaadaptowana do różnych typów produktów spożywczych. W dłuższej perspektywie REBIOPACK może znacząco przyczynić się do redukcji śladu węglowego sektora opakowań. Wdrożenie tej innowacji ma również potencjał do stymulowania lokalnych gospodarek poprzez tworzenie nowych łańcuchów wartości opartych na biogospodarce.

Bibliografia:

- [1] Merino, D., Quilez-Molina, A.I., Perotto, G., Bassani, A., Spigno, G., Athanassiou, A., A second life for fruit and vegetable waste: a review on bioplastic films and coatings for potential food protection applications, Green Chemistry, 24, 4703-4727 (2022).
- [2] Gupta, P., Toksha, B., Rahaman, M., A Review on Biodegradable Packaging Films from Vegetative and Food Waste, The Chemical Record, 22(7), e202100326 (2022).
- [3] Jahangiri, F., Mohanty, A.K., Misra, M., Sustainable biodegradable coatings for food packaging: challenges and opportunities, Green Chemistry, 26, 4934-4974 (2024).
- [4] Bayram, B., Ozkan, G., Kostka, T., Capanoglu, E., Esatbeyoglu, T., Valorization and Application of Fruit and Vegetable Wastes and By-Products for Food Packaging Materials, Molecules, 26(13), 4031 (2021).
- [5] Gupta, V., Biswas, D., Roy, S.A., Comprehensive Review of Biodegradable Polymer-Based Films and Coatings and Their Food Packaging Applications, Materials, 15(17), 5899 (2022).
- [6] Ali, M.Q., Ahmad, N., Azhar, M.A., Munaim, M.S.A., Hussain, A., Mahdi, A.A., An overview: exploring the potential of fruit and vegetable waste and by-products in food biodegradable packaging, Discover Food, 4, 130 (2024).
- [7] Yadav, A., Kumar, N., Upadhyay, A., Pratibha, Anurag, R. K., Edible Packaging from Fruit Processing Waste: A Comprehensive Review, Food Reviews International, 39(4), 2075-2106 (2023).