

# BADANIE BIOZGODNOŚCI KOPOLIMERÓW GLIKOLIDU I LAKTYDU OTRZYMYWANYCH Z WYKORZYSTANIEM NOWEGO INICJATORA CYRKONOWEGO LUB CYNOWEGO W OPARCIU O BADANIA IN VITRO

B. CZAJKOWSKA\*, M. BERO\*\*, P. DOBRZYŃSKI\*\*,  
J. KASPERCZYK\*\*

\* KATEDRA IMMUNOLOGII COLLEGIUM MEDICUM  
UNIwersytet Jagielloński, Kraków

\*\* CENTRUM CHEMII POLIMERÓW  
PAN, ZABRZE

W pracy podjęto się oceny reakcji wybranych typów komórek na próbki folii sporządzonych z kopolimerów laktidu i glikolidu (85:15) uzyskanych przy użyciu inicjatora cyrkonowego i cynowego. Badaniom poddano próbki kopolimerów syntetyzowanych w identycznych warunkach (kopolimeryzacja prowadzona w masie w temp. 100°C przez okres 72 godzin), o porównywalnych własnościach fizykochemicznych, a różniących się jedynie pozostającym w materiale rodzajem metalu jakiego związek wykorzystano w roli inicjatora kopolimeryzacji. Przebadano próbki o różnej końcowej zawartości metalu (ok. 0.1% i 0.25%). Stężenie to jest związane z wymaganą konieczną ilością inicjatora w procesie syntezy tych materiałów.

Przeprowadzone badania miały na celu wstępną ocenę i porównanie biozgodności kopolimerów w oparciu o badania in vitro.

Polimery i kopolimery  $\alpha$ -hydroksykwasów należą do resorbowalnych biomateriałów stosowanych do zespolenia głównie w obrębie tkanki łącznej, dlatego też zdecydowano się na użycie do badań komórek linii fibroblastycznej Baron i osteoblastycznej Saos2. Ponieważ każde zastosowanie biomateriału wiąże się z zabiegiem chirurgicznym a tym samym z indukcją stanu zapalnego, wydawało się również konieczne przeprowadzenie badań nad reakcją makrofagów czyli komórek, które biorą udział w reakcjach zapalnych a jednocześnie spełniają ważną rolę we wszystkich etapach odpowiedzi immunologicznej. Do badań zastosowano linię ludzką makrofagową U-937, a część eksperymentów przeprowadzono na mysich makrofagach otrzewnowych.

Reakcję komórek na badane materiały oceniano poprzez oznaczenie żywotności komórek po 7 i 14 dniach hodowli na badanych materiałach, po tych samych czasach oznaczano poziom wyprodukowanego kolagenu przez komórki Saos2 i Baron a w supernatantach znajd makrofagów oznaczano poziom prozapalnych cytokin II-6 i TNF  $\alpha$  po 24 godzinach.

W wyniku badań stwierdzono, iż żywotność komórek hodowanych na badanych materiałach jest różna w zależności od użytych komórek, czasu hodowli i materiału.

Lepsze przeżycie wszystkich rodzajów komórek stwierdzono na materiałach otrzymanych w wyniku kopolimeryzacji prowadzonej z udziałem acetylacetonianu cyrkonu w porównaniu z analogicznymi kopolimerami otrzymanymi z

# RESEARCH ON BIOCOMPATIBILITY OF GLYCOLIDE AND LACTIDE COPOLYMERS OBTAINED WITH THE USE OF NEW ZIRCONIUM OR TIN INITIATORS ON THE BASIS OF IN VITRO EXPERIMENTS

B. CZAJKOWSKA\*, M. BERO\*\*, P. DOBRZYŃSKI\*\*,  
J. KASPERCZYK\*\*

\*COLLEGIUM MEDICUM DEPARTMENT OF IMMUNOLOGY,  
JAGIELLONIAN UNIVERSITY, CRACOW

\*\*THE CENTER OF POLYMER CHEMISTRY,  
POLISH ACADEMY OF SCIENCES, ZABRZE

The paper presents the results of experiments concerning the reaction of selected types of cells to the foil samples of lactide and glycolide copolymers (85 : 15) obtained with zirconium and tin initiators. Samples of copolymers synthesized under identical conditions ( copolymerization carried out in mass at the temperature 100°C for 72 hours) have been examined. The samples were of comparable physico-chemical properties, the only difference being the type of metal compounds employed as initiators. Samples of different final metal content (approx. 0.1% and 0.25%) have been examined. Such concentrations are connected with the required amount of initiators in the process of synthesis of these materials.

The aim of these experiments was the initial evaluation and comparison of the copolymers biocompatibility based on in vitro investigation.

Polymers and copolymers of  $\alpha$ -hydroxyacids belong to biomaterials used mainly in connective tissue anastomosis because they can be resorbed. Therefore fibroblastic cell line Baron and osteoblastic cell line Saos2 have been used in the experiments. Every act of utilization of biomaterials is inevitably connected with surgical procedures thereby with inflammatory processes; hence it seemed necessary to examine the reaction of macrophages, the cells which take part in inflammatory states and whose occurrence on every stage of immune response is of vital importance. Human macrophage line U-937 has been used in the experiments and some of the research has been conducted with the use of mice peritoneal macrophages.

The response of the cells to the investigated materials was evaluated determining the vitality of the cells after 7 and 14 days of cultivation on researched materials. After the same periods of time the level of collagen produced by Saos2 and Baron cells has been determined and in macrophage supernatants the level of pro-inflammatory cytokines II-6 and TNF $\alpha$  has been specified after 24 hours.

The results of the investigation show that the vitality of the cells cultivated on the researched materials is different depending on type of the cells, cultivation time and the materials themselves.

Higher vitality of all types of cells has been observed on the materials obtained as a result of copolymerization with the use of zirconium acetylacetonate than on analogous copolymers obtained with the use of standard tin octenate



wykorzystaniem standartowego już inicjatora jakim jest oktenian cyny. Ponadto stwierdzono w wypadku próbek otrzymanych z użyciem związku cyrkonu wzmoczoną produkcję kolagenu przez komórki Saos2 i Baron. W wypadku analogicznych próbek otrzymanych z zastosowaniem oktenianu cyny produkcja ta jest hamowana ( w porównaniu do komórek kontrolnych).

Zaden z badanych materiałów nie indukuje wytwarzania IL-6 i TNF $\alpha$  przez makrofagi otrzewnowe mysie.

Na podstawie powyższych badań stwierdzono, iż kopolimery otrzymywane z udziałem inicjatora cyrkonowego wydają się być bardziej biogodne z tkanką łączną (z której wywodzą się komórki Baron i Saos2) niż analogiczne kopolimery otrzymane na drodze kopolimeryzacji inicjowanej oktenianem cyny. Inicjator cyrkonowy może być z powodzeniem stosowany w procesie otrzymywania kopolimerów glikolidu z laktydem do zastosowań w medycynie i pozwala otrzymać kopolimery o nie tylko, w wielu wypadkach lepszych, własnościach mechanicznych, ale również bardziej przyjazne dla organizmu człowieka w porównaniu z kopolimerami otrzymanymi na drodze konwencjonalnej z użyciem związków cyny.

## Podziękowania

Badania były finansowane przez projekt grantowy KBN nr. TO B01017

initiator. Moreover, in the case of samples obtained with zirconium compound, intensified production of collagen by Saos2 and Baron cells has been observed. As far as analogous samples achieved with tin octenate are concerned, the production of collagen is inhibited when compared with control cells.

None of the researched materials induces the production of IL-6 and TNF $\alpha$  by mice peritoneal macrophages.

The results of the research indicate that copolymers obtained with zirconium initiators seem to be more biocompatible with connective tissue, which Baron and Saos2 cells originate from, than analogous copolymers obtained via copolymerization initiated by tin octenate. Zirconium initiator can be successfully employed in the process of obtaining copolymers of glycolide with lactide to be applied in medicine. Not only does it allow to obtain copolymers with better mechanical properties but also the copolymers are more friendly to the human body in comparison with the copolymers obtained conventionally with the use of tin compounds.

## Acknowledgements

This work was supported by The State Committee for Scientific Research (Grant No. TO B01017)

# WŁASNOŚCI MECHANICZNE POLIMERÓW CIEKŁOKRYSTALICZNYCH WZMACNIANYCH WŁÓKNAMI SZKLANYMI W ZASTOSOWANIACH NA ŚRUBY CHIRURGICZNE

JAN CHŁOPEK\*\*, STANISŁAW KUCIEL\*,  
STANISŁAW MAZURKIEWICZ\*, MAGDALENA PROSZE\*

\*POLITECHNIKA KRAKOWSKA, KRAKÓW

\*\*AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA, KRAKÓW

## Wstęp

Polimery ciekłokrystaliczne (PLCs) stanowią nową klasę materiałów polimerowych o korzystnych własnościach. Są one szczególnie użyteczne w zastosowaniach, gdzie wymagana jest wysoka odporność na temperaturę, dokładność odwzorowania kształtu i sztywność oraz niska przewodność cieplna. W porównaniu do polimerów konstrukcyjnych PLCs wykazują wysoką czystość w połączeniu z odpornością chemiczną, niską palność, wysoki moduł i często niezwykłą łatwość wytwarzania. PLCs zawierające sztywne wzmocnienia jakim jest biowłókno szklane w połączeniu z elastyczną matrycą polimerową wytwarzają pierwotne wiązania chemiczne wewnątrz łańcucha kopolimeru. Dotychczas PET był używany jako biomateriał, PHB jako

# MECHANICAL PROPERTIES OF LIQUID CRYSTAL COPOLYMERS REINFORCED BY GLASS FIBERS IN APPLICATION ON ORTHOPEDIC SCREWS

JAN CHŁOPEK\*\*, STANISŁAW KUCIEL\*,  
STANISŁAW MAZURKIEWICZ\*, MAGDALENA PROSZE\*

\*TECHNICAL UNIVERSITY OF CRACOW

\*\*UNIVERSITY OF MINING AND METALLURGY, CRACOW

## Introduction

Polymer liquid crystals (PLCs) constitute an important class of polymeric materials with advantageous properties. They are particularly useful in applications in which high service temperatures, high resistance to deformation and low thermal expansivity are required. As compared to engineering plastics, PLCs show clearly superiority with regard to chemical resistance, low flammability, high modulus and often unusual ease of processing. PLCs include a rigid reinforcement connected with a flexible matrix by primary chemical bonds; thus both kinds of sequences appear inside the same PLC copolymer chains. Since PET has been used as a biomaterial and PHB is an inert material, PLC here is tested as promising biomaterial [1,2].