

## OCENA PORÓWNAWCZA WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNYCH CZYSTEGO I WZMOCNIONEGO WŁÓKNAMI WĘGLOWYMI KOPOLIMERU P(LLA/GLA) PO WSZCZEPIENIU DO ŻUCHWY I TKANEK MIĘKKICH KRÓLIKÓW

MAGDALENA CIEŚLIK<sup>\*</sup>, DANIEL SABAT<sup>\*\*</sup>,  
AGATA CIEŚLIK-BIELECKA<sup>\*\*\*</sup>, MAREK ADWENT<sup>\*\*\*\*</sup>,  
GRZEGORZ BAJOR<sup>\*\*\*\*</sup>, PAULINA KŁAPCIŃSKA<sup>\*</sup>, TADEUSZ CIEŚLIK<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> KATEDRA I ZAKŁAD MATERIAŁOZNAWSTWA STOMATOLOGICZNEGO  
ŚAM, BYTOM

<sup>\*\*</sup> KATEDRA I ZAKŁAD PATOMORFOLOGII ŚAM, ZABRZE

<sup>\*\*\*</sup> I KATEDRA I KLINIKA CHIRURGII SZCZĘKOWO-TWARZOWEJ  
ŚAM, ZABRZE

<sup>\*\*\*\*</sup> KATEDRA CHIRURGII DZIECIĘCEJ ŚAM, BYTOM

### Streszczenie

*Celem pracy była analiza porównawcza wybranych właściwości biologicznych czystego i wzmocnionego włóknami węglowymi kopolimeru glikolidu z laktidem. Badane materiały wszczepiono w żuchwę i tkanki miękkie królików i oceniano ich zachowanie pod kątem klinicznym, radiologicznym i histopatologicznym. Otrzymane rezultaty badań wykazały, iż rany kostne w obecności kopolimeru z włóknami węglowymi znacznie szybciej ulegają regeneracji niż w obecności czystego kopolimeru. Rozpoczęcie procesu degradacji obu materiałów zaobserwowano od 6 tygodnia doświadczenia. W żadnym z wykonanych badań nie stwierdzono negatywnego (szkodliwego) wpływu produktów rozpadu badanych materiałów na tkanki otaczające i detoksykacyjne narządy wewnętrzne.*

**Słowa kluczowe:** biomateriały, polimery biodegradowalne, kopolimer P(LLA/GLA), włókna węglowe, regeneracja tkanki kostnej, badania na zwierzętach [Inżynieria Biomateriałów, 58-60,(2006),54-57]

### Wprowadzenie

Dobra biogodność poliglikolidu i jego kopolimerów powoduje ciągle wzrost zainteresowania tymi materiałami w codziennej praktyce klinicznej [1,2,3]. Stosuje się je do wytwarzania biodegradowalnych implantów w postaci śrub, płytek czy gwoździ chirurgicznych, a także zaopatruje się nimi uszkodzenia niektórych organów wewnętrznych [4, 5,6,7]. Kopolimery glikolidu z laktidem stosowane są również często jako nośniki leków w procesach ich kontrolowanego uwalniania do organizmu [8, 9]. Duże znaczenie odgrywają ponadto w inżynierii tkankowej jako podłoża dla nowo powstających tkanek oraz w inżynierii genetycznej [6,10,11,12].

Z uwagi, iż są to materiały termoplastyczne możliwe jest wytwarzanie z nich metodami wtrysku czy wytłaczania

In our study carbon fibres in the initial period of experiment gradually condensed, next weakened and stabilized. This process was caused by influence of several biological, chemical as well as mechanical factors on the tracheal prosthesis.

## COMPARATIVE VALUATION OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF PURE AND REINFORCED BY CARBON FIBERS P(LLA/GLA) CO- POLYMER AFTER IMPLANTATION IN RABBITS MANDIBLE AND SOFT TISSUES

MAGDALENA CIEŚLIK<sup>\*</sup>, DANIEL SABAT<sup>\*\*</sup>,  
AGATA CIEŚLIK-BIELECKA<sup>\*\*\*</sup>, MAREK ADWENT<sup>\*\*\*\*</sup>,  
GRZEGORZ BAJOR<sup>\*\*\*\*</sup>, PAULINA KŁAPCIŃSKA<sup>\*</sup>, TADEUSZ CIEŚLIK<sup>\*\*\*</sup>

<sup>\*</sup> DEPARTMENT & SECTION OF STOMATOLOGICAL

MATERIALS SCIENCE OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, BYTOM

<sup>\*\*</sup> DEPARTMENT OF PATHOMORFOLOGY

OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, ZABRZE

<sup>\*\*\*</sup> I DEPARTMENT AND CLINIC OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SUR-  
GERY OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, ZABRZE

<sup>\*\*\*\*</sup> DEPARTMENT OF CHILDREN SURGERY  
OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, BYTOM

### Abstract

*The main purpose of this investigation was comparison of some biological properties of pure and reinforced by carbon fibers lactide/glycolide co-polymer. The research of both materials were carried out on rabbits. The findings subjected to clinical, radiological and histopathological estimation. The osseous wounds filled by lactide/glycolide co-polymer with carbon fibers regenerate faster than its filled by pure co-polymer. The beginning of degradation process for both materials were started from 6 week of examination. In all made up investigations it wasn't any negative (harmful) influence of their degradation on surrounding tissues and internal organs.*

**Keywords:** biomaterials, biodegradable polymers, lactide/glycolide co-polymer, carbon fibers, osseous tissue regeneration, experiments on animals

[Engineering of Biomaterials, 58-60,(2006),54-57]

### Introduction

Good biocompatibility of polyglycolide and its copolymers is the reason of the observed growing interest of these materials in clinical practice [1, 2, 3]. They are used as biodegradable implants shaped into screws, plates or surgical nails and also as dressing for the wounds of some internal organs [4,5,6,7]. The lactide/glycolide co-polymers are also often used as drug carries for a controlled drug release in human body [8, 9]. They are of great importance as the scaffolds in tissue engineering or genetic engineering [6,10,11,12].

Considering they are thermoplastic materials it is possible to shape them by injection moulding to obtain the articles for medical applications. However, they have relatively low mechanical parameters, which essentially limits the applications to the regions where it is not necessary that they bear

wyrobów przeznaczonych dla medycyny. Niewątpliwie kopolimery te posiadają stosunkowo słabe parametry wytrzymałościowe, co w zasadzie ogranicza zakres ich użyteczności w medycynie do przypadków, gdzie nie są narażone na przenoszenie znacznych obciążeń mechanicznych [13]. Poszerzenie pola aplikacji tych materiałów do wszczepów podporowych czy stabilizujących wiąże się z tworzeniem kopolimerów, które dodatkowo są wzmacniane różnego rodzaju napełniaczami pochodzenia naturalnego czy syntetycznego. Przykładem mogą tu być włókna węglowe [14,15] czy włókna wykonane z tego samego materiału co matryca polimerowa (materiały „samowzmacniające”) [16], a także wpływające głównie na bioaktywność powstałego z ich udziałem kompozytu bioszklka [17] czy hydroksyapatyt (HA) [18,19].

## Material i metody

W pracy oceniano i porównywano wybrane właściwości biologiczne kopolimeru glikolidu z laktidem - P(LLA/GLA) oraz jego kompozytu z włóknami węglowymi - P(LLA/GLA)+CF. Kopolimer został zsyntetyzowany w obecności inicjatora o stosunkowo niskiej toksyczności – acetyloacetonianu cyrkonu [20]. Próbkki do badań przygotowano w postaci walców o średnicy 3,2 mm i poddano sterylizacji w autoklawie.

Do badań użyto 56 królików rasy mieszanej, różnej płci i wadze od 2600–3200 gramów, które podzielono na dwie równe grupy – po 28 zwierząt w każdej.

Do bocznej powierzchni żuchwy docierano cięciem u jej podstawy po stronie prawej. Frezem wiertarki klinicznej wykonano kanały kostne o średnicy 3.2 mm oraz głębokości około 4.5 mm. W tak wykonane ubytki wciskano uprzednio przygotowane próbki. W I grupie były one wykonane z P(LLA/GLA), a w II z kompozytu P(LLA/GLA)+CF.

Ponadto w obu grupach, po wygoleniu sierści wzdłuż kręgosłupa lędźwiowego zwierząt, nacięto skórę i uformowano kieszeń w tkance podskórnej i mięśniach lędźwiowych, gdzie także umieszczono przygotowane próbki. Rany w okolicy podżuchwowej i lędźwiowej zaszywano warstwowo Dexonem.

U wszystkich zwierząt wykonano obserwacje kliniczne gojenia ran, a po ich zabiciu badania radiologiczne w 7 i 21 dobie oraz w 6,12,24 i 48 tygodniu doświadczenia, a także histopatologiczne 7, 14 i 21 dobie oraz w 6, 12, 24 i 48 tygodniu doświadczenia. Badano również narządy wewnętrzne zwierząt doświadczalnych (wątrobę i nerki).

## Wyniki i dyskusja

Obrazy radiologiczne z kompozytem wykazały, że już po 21 dobie doświadczenia pojawiło się przejaśnienie okalające wypełniony nim ubytek. Był to dowód na toczący się proces tworzenia tkanki kostnej. Po 12 tygodniu praktycznie cały ubytek pokryty był nowo powstałą tkanką kostną (brak jakiegokolwiek przejaśnienia). Po 24 tygodniu obserwacji pojawił się wyraźny cień świadczący o obecności bardziej zmineralizowanej tkanki kostnej w miejscu kanału. Proces kościotworzenia w przypadku czystego kopolimeru glikolidu z laktidem przebiegał wolniej. Zacienienie zaobserwowano dopiero po 12 tygodniu doświadczenia, a nadmierna mineralizacja w postaci intensywnego zacienienia na obwodzie ubytku była obecna po 48 tygodniach badań.

Obrazy histopatologiczne bez wątplenia potwierdzają badania radiologiczne. W przypadku kopolimeru P(LLA/GLA)+CF ujawniły po 21 dobie obserwacji obecność beleczek kostnych bez cech aktywności osteoblastycznej przylegających do tkanki łącznej pokrywającej kanał. W tym

significant loads [13]. Increase of application possibility of these materials to supporting and stabilizing elements is connected with composition of co-polymers which are reinforced by different natural or synthetic fillers: carbon fibers [14,15], fibers made of this same material what polymer matrix (self-reinforced materials) [16] or bioactive bio-glass [17] or hydroxyapatite [18,19].

## Material and methods

In this work the selected biological properties of lactide/glycolide co-polymer - P(LLA/GLA) and his composite with carbon fibres - P(LLA/GLA)+CF were estimated and compared. The synthesis of co-polymer was done by use to without any toxic additives a new initiator – acetyloacetoniolate zirconium [20]. Specimens to the research were prepared in the form of 3,2 mm diameter cylinders and sterilized in the autoclave.

The experimental study was performed on 56 rabbits, both sex and weight between 2600-3200 grams which were divided into equal parts – 28 animals in each group.

In the first stage of surgery the flank of mandible on the right side was exposed and in this place the canals were done with 3,2 mm diameter bur. Then the canals were filled with glycolide-lactide co-polymer (I group) and its composite with carbon fibres (II group).

In the second stage of surgery under skin on the left side of backbone was made pocket however on the right side separated the muscles of the back. Implants were placed in the both holes. In the all cases Dextron was used to wounds suture.

For all animals healing of wounds clinical observations were carried out. Besides, after the rabbits were killed, the radiological (in 1,3,6,12,24 and 48 week of examination) and histopathological investigations (in 1,2,3,6,12,24 and 48 week of examination) were performed. It was investigated internal organs (kidney and liver) of the animals, too.

## Results and discussion

For composite the radiological X-ray pictures showed that already after 3 week of experiment it was appeared round alight surrounding the bone defect. It was proof the regeneration of bone tissue was not finish. After 12 week almost the whole defect was covered with a new osseous tissue (lack of any alight). After 24 week of observation it was appeared significant shade what bore testimony about existence of intensively mineralized bone tissue in the place of bone canal. The formation of osseous tissue in the case of pure glycolide-lactide co-polymer was following slower. The shade was observed not before than after 12 week of experiment and excessive mineralization in the form of intensively shade around canal was observed after 48 week of investigations.

The histopathological pictures confirm doubtless the radiological investigations. After 3 week of observation the examinations showed for P(LLA/GLA)+CF co-polymer presence of adjacent to connective tissue osseous trabeculas without osteoblasts. In this same period of study for pure co-polymer the osseous trabeculas indicated features of cellular activity alive. There were a lot of osteoblasts on their surface. In case of II group after 6 weeks of experiment only it were present a few, single osseous trabeculas which were surrounded with osteoblasts, whereas in case of I group it was observed a lot of osteoblasts (only borders of defect were covered with mature osseous tissue). For composite already after 12 weeks of examination the bone defect was filled with mature bone tissue without osteogenic activity, which

... samym okresie w obecności czystego kopolimeru beleccki kostne wykazywały cechy żywej aktywności komórkowej, na ich powierzchni znajdowały się liczne osteoblasty. Po 6 tygodniach obserwacji w grupie II obecne były tylko nieliczne, pojedyncze beleccki kostne obrzeżone osteoblastami, podczas gdy w grupie I nadal obserwowano aktywność osteoblastyczną (tylko brzegi kanału pokryte były dojrzałą tkanką kostną). W przypadku kompozytu już po 12 tygodniach kanał kostny wypełniała dojrzała tkanka kostna bez cech aktywności kościotwórczej, która w dalszych okresach badawczych rozrastała się i równocześnie przerastała pojedyncze włókna węglowe (RYS.1). Analizując czysty kopolimer stwierdzono, iż całkowite wygojenie i wypełnienie kanału kostnego dojrzałą kością zbitą nastąpiło po 48 tygodniach badań (RYS.2). W przypadku kompozytu obserwowano także ziarniniaki typu „około ciała obcego”. Były one rozmieszczone głównie wokół pojedynczych, znajdujących się poza torebką łącznotkankową włókien węglowych. Dało się je zauważyć do około 6 tygodnia doświadczenia. Ich pojawienie się można tłumaczyć tym, iż odłączone od ulegającego degradacji wszczepu włókna węglowe uległy przemieszczeniu i rozpadowi na mniejsze fragmenty, a to spowodowało spotęgowaną komórkową reakcję obronną.

W badanych narządach wewnętrznych (nerki i wątroba) nie wykazano żadnych zmian patologicznych związanych z zastosowanymi wszczepami.

## Podsumowanie

Ocena porównawcza czystego i wzmocnionego włóknami węglowymi kopolimeru glikolidu z laktidem wykazała, że rany kostne w obecności kompozytu szybciej ulegają regeneracji niż w obecności kopolimeru P(LLA/GLA). Obecność włókien węglowych powoduje bardziej aktywną odpowiedź tkankową, przejawiającą się pobudzeniem tkanki łącznej do szybszego i intensywniejszego tworzenia właściwej tkanki kostnej. Ma to wpływ na lepszą integrację wytworzonych z ich zawartością wszczepów z tkanką żywą oraz przyspieszenie jej odnowy.

Rozpoczęcie procesu degradacji obu materiałów zaobserwowano od 6 tygodnia doświadczenia, co potwierdziły obrazy histopatologiczne. W żadnym z wykonanych badań nie stwierdzono negatywnego (szkodliwego) wpływu produktów rozpadu badanych materiałów na tkanki otaczające i detoksykacyjne narządy wewnętrzne.

Podsumowaniem wyników badań może być stwierdzenie, że oba badane materiały odznaczają się dobrą biozgodnością i w zadawalający sposób mogą posłużyć jako biomateriały do regeneracji zarówno tkanki kostnej jak i tkanek miękkich.



**RYS.1.** Grupa II-12 tydzień: Dojrzała tkanka kostna w kanale bez cech aktywności kościotwórczej (H.E.,100x).

**FIG.1.** II group-12 week: The mature osseous tissue without osteogenic activity (H&E, 100x).

**RYS.2.** Grupa I-48 tydzień: Kanał wypełniony przez dojrzałą kość zbitą bez cech aktywności osteoblastycznej (H.E.,200x).

**FIG.2.** I group-48 week: The bone defect filled by mature compact bone without osteogenic activity (H&E,200x).

in next periods of studies in the same time was growing and outgrowing single carbon fibres (FIG.1). During analysis of pure co-polymer the research showed that total healing and filling of bone defect with mature compact bone was after 48 weeks of experiment

(FIG.2). In case of composite it observed gigantocellular foreign body granulomas, too. They were located mainly around single carbon fibres which were outside a connective tissue capsule. The gigantocellular foreign body granulomas were present to about 6 week of experiment. Their appearance is due to separated during degradation of implant carbon fibres displaced and fragmented. It caused more active defense cellular reaction.

The histopathological evaluation of kidney and liver did not demonstrate any pathological changes.

## Conclusion

The comparative valuation of pure and reinforced by carbon fibers lactide/glycolide co-polymer showed that osseous wounds regenerate faster in contact with composite than P(LLA/GLA) co-polymer. The presence of carbon fibers cause more active tissue reaction which is connected with simulation of connective tissue to faster and more intensive formation of proper osseous tissue. It has bearing on better integration of implants with their contents in contact with alive tissue and acceleration its regeneration.

The beginning of degradation process for both materials were started from 6 week of examination what the histopathological pictures confirmed. In all made up investigations it wasn't any negative (harmful) influence of their degradation on surrounding tissues and internal organs.

As a summation of studies can be recognition that both materials characterize good biocompatibility and they can use as biomaterials to regeneration both osseous tissue and soft tissues.

## Piśmiennictwo

- [1] Bajor G., Adwent M., Cieślak-Bielecka A., Starzak P., Proszek M., Chłopek J., Sabat D., Cieślak T.: Wczesny okres obserwacji bioresorbowalnego kompozytu kopolimeru P(LLA/GLA) wprowadzonego w kość udową królika – badania doświadczalne. Inż. Biomat., 2004, 38-42, 228-231.
- [2] Bajor G., Adwent M., Cieślak-Bielecka A., Starzak P., Proszek M., Sabat D., Cieślak T.: Sześciotygodniowy okres obserwacji wszczepów P(LLA/GLA)+CF wprowadzonych w kość udową królika. Inż. Biomat., 2004, 38-42, 231-234.
- [3] Cieślak-Bielecka A., Adwent M., Proszek M., Bajor G., Sabat D., Cieślak T.: Ocena wstępna kopolimerów P(LLA/GLA)

## References

- wprowadzonych w tkanki miękkie i zuchwę królików nowozelandzkich. Inż. Biomat., 2004, 38-42, 238-239.
- [4] Böstman O., Pihlajamäki H.: Clinical biocompatibility of bio-degradable orthopedic implants for internal fixation: a review. Biomaterials, 2000, 21(24), 2615-2621.
  - [5] Lajtai G., Balon R., Humer K., Aitzetmuller G., Unger F., Orthner E.: Resorbable interference screws. Histologic study 4.5 years postoperative. Unfallchirurg., 1998, 101(11), 866-875.
  - [6] Pamuła E., Chłopek J., Błażewicz M., Makinen K., Dobrzyński P., Kasperczyk J., Bero M.: Materiały kompozytowe z nowego biodegradowalnego kopolimeru glikolid-laktid dla celów medycznych. Inż. Biomat., 2000, 12, 23-28.

[7] Tiainen J., Soini Y., Tormala P., Waris T., Ashammakhi N.: Self-reinforced polylactide/ polyglycolide 80/20 screws take more than 1(1/2) years to resorb in rabbit cranial bone. *J. Biomed. Mater. Res.*, 2004, 15;70B(1), 49-55.

[8] Jain R.A.: The manufacturing techniques of various drug loaded biodegradable poly(lactide-co-glycolide) (PLGA) devices. *Biomaterials*, 2000, 2475-2490.

[9] Jedliński Z., Juźwa M.: Leki cytotoksyczne na matrycach polimerowych. Nowe perspektywy w terapii nowotworów. *Inż. Biomat.*, 2001, 17-19, 21.

[10] Abu Bakar M.S., Cheng M.H.W., Tang S.M., Yu S.C., Liao K., Tan C.T., Khor K.A., Cheang P.: Tensile properties, tension-tension fatigue and biological response of polyetheretherketone-hydroxyapatite composites for load-bearing orthopedic implants. *Biomaterials*, 2003, 24(13), 2245-2250.

[11] Pamuła E., Błażewicz M., Buczyńska J., Czajkowska B., Dobrzyński P., Bero M.: Bioresorbowalne porowate podłoża dla inżynierii tkankowej z kopolimeru glikolidu z L-laktydem: wpływ mikrostruktury na osteoblasty in vitro. *Inż. Biomat.*, 2003, 30-33, 95-99.

[12] Kumar M.N.V.R., Bakowsky U., Lehr C.M.: Preparation and characterization of cationic PLGA nanospheres as DNA carriers. *Biomaterials*, 2004, 25(10), 1771-1777.

[13] Chłopek J., Kmita G., Dobrzyński P., Bero M.: Właściwości zmęczeniowe śrub z kopolimeru P(LLA/GLA) oraz kopolimeru wzmacnianego włóknem węglowym. *Inż. Biomat.*, 2002, 23-25, 88-90.

[14] Proszek M., Adwent M., Cieślik-Bielecka A., Bajor G., Sabat D., Cieślik T., Morawska A.: Ocena gojenia ran kostnych zuchwy królików wypełnionych kopolimerem P(LLA/GLA) wzmacnianym włóknami węglowymi. *Inż. Biomat.*, 2004, 38-42, 242-245.

[15] Proszek M.: Gojenie ran kostnych zuchwy królików wypełnionych kopolimerem P(LLA/GLA) wzmacnianym włóknami węglowymi. Rozprawa doktorska, Śląska Akademia Medyczna, Zabrze 2004.

[16] Tiainen J., Soini Y., Tormala P., Waris T., Ashammakhi N.: Self-reinforced polylactide/ polyglycolide 80/20 screws take more than 1(1/2) years to resorb in rabbit cranial bone. *J. Biomed. Mater. Res.*, 2004, 15;70B(1), 49-55.

[17] Kmita G., Chłopek J.: Ocena trwałości kompozytowych śrub polimerowych poddanych stałym obciążeniom w warunkach in vitro. *Inż. Biomat.*, 2001, 17-19, 67-69.

[18] Cieślik M., Cieślik-Bielecka A., Adwent M., Sabat D., Bajor G., Cieślik T., Wysoczańska M.: Obserwacje gojenia ran kostnych zuchwy królików wypełnionych kopolimerem glikolidu z laktydem z dodatkiem hydroksyapatytu – badania wstępne, *Przegląd Medyczny Uniwersytetu Rzeszowskiego*, 2005, 2,

## PORÓWNANIE WŁAŚCIWOŚCI BIOLOGICZNYCH CZYSTEGO I NAPEŁNIONEGO HYDROKSYAPATYTEM KOPOLIMERU GLIKOLIDU Z LAKTYDEM

MAGDALENA CIEŚLIK\*, AGATA CIEŚLIK-BIELECKA\*\*, MAREK ADWENT\*\*, DANIEL SABAT\*\*\*, GRZEGORZ BAJOR\*\*\*\*, PAULINA KŁAPCIŃSKA\*, MARKUS JAN WINKLER\*\*, TADEUSZ CIEŚLIK\*\*

\*KATEDRA I ZAKŁAD MATERIAŁOZNAWSTWA STOMATOLOGICZNEGO ŚAM, BYTOM

\*\*I KATEDRA I KLINIKA CHIRURGII SZCZĘKOWO-TWARZOWEJ ŚAM, ZABRZE

\*\*\*KATEDRA I ZAKŁAD PATOMORFOLOGII ŚAM, ZABRZE

\*\*\*\*KATEDRA CHIRURGII DZIECIĘCEJ ŚAM, BYTOM

### Streszczenie

*W pracy dokonano porównania wybranych właściwości biologicznych czystego i napełnionego hydroksyapatytem kopolimeru glikolidu z laktydem. Badania przeprowadzono w warunkach dotkankowej implantacji na zwierzętach. Uzyskane w ich trakcie wyniki poddano ocenie klinicznej, radiologicznej i histopatologicznej. Otrzymane rezultaty badań wykazały, iż oba materiały nie wywołują negatywnych odczynów miejscowych i ogólnoustrojowych. Ponadto odnowa tkanki kostnej zarówno w styczności z kopolimerem jak i z jego kompozytem następuje wraz z jego procesem degradacji. Obecność w biomateriale aktywnego biologicznie hydroksyapatytu wpływa na przyspieszenie regeneracji tkanki kostnej w porównaniu z jego czystą postacią.*

**Słowa kluczowe:** biomateriały, polimery biodegradowalne, kopolimer P(LLA/GLA), włókna węglowe, hydroksyapatyt, regeneracja tkanki kostnej, badania na zwierzętach

[Inżynieria Biomateriałów, 58-60,(2006),57-60]

## THE COMPARISON OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF PURE AND FILLED BY HYDROXYAPATITE LACTIDE/ GLYCOLIDE CO-POLYMER

MAGDALENA CIEŚLIK\*, AGATA CIEŚLIK-BIELECKA\*\*, MAREK ADWENT\*\*, DANIEL SABAT\*\*\*, GRZEGORZ BAJOR\*\*\*\*, PAULINA KŁAPCIŃSKA\*, MARKUS JAN WINKLER\*\*, TADEUSZ CIEŚLIK\*\*

\*DEPARTMENT & SECTION OF STOMATOLOGICAL MATERIALS SCIENCE OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, BYTOM

\*\*I DEPARTMENT AND CLINIC OF ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, ZABRZE

\*\*\*DEPARTMENT OF PATHOMORFOLOGY OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, ZABRZE

\*\*\*\*DEPARTMENT OF CHILDREN SURGERY OF SILESIA MEDICAL ACADEMY, BYTOM

### Abstract

*The main purpose of this investigation was estimation of some biological properties of pure and filled by hydroxyapatite biodegradable lactide/glycolide co-polymer. The studies of both materials were carried out on rabbits. The results of the researches subjected to clinical, radiological and histopathological estimation. The tested materials caused lack of local and general negative reactions. Besides the process of osseous tissue regeneration both a pure and filled by hydroxyapatite co-polymer was synchronizing with the process of their degradation. The presence of biological active hydroxyapatite influences on acceleration of osseous tissue regeneration in comparison with its pure form.*

**Keywords:** biomaterials, biodegradable polymers, lactide-glycolide co-polymer, carbon fibers, hydroxyapatite, osseous tissue regeneration, experiments on animals

[Engineering of Biomaterials, 58-60,(2006),57-60]