



MIKRO- I NANO-SYSTEMY W CHEMII I DIAGNOSTYCE BIOMEDYCZNEJ MNS-DIAG



PROJEKT KLUCZOWY WSPÓLFINANSOWANY PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ Z EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO; UMOWA Nr. POIG.01.03.01-00-014/08-00

RAPORT CZĄSTKOWY PROJEKTU MNS DIAG 3 μ BioRK Bio- mikro- reaktory do hodowli komórkowych

Raport 3 - 3. Eksploatacja i upowszechnianie
wyników projektu, stan na koniec 2013 r.

D. Pijanowska

Zatwierdził:

Dr inż. Piotr Grabiec, prof. ITE
Koordynator Projektu MNS DIAG

Data:01.2014....

1. Planowana eksploatacja wyników projektu.

IBIB PAN:

W wyniku realizacji projektu powstały nowe modele miniaturowych bioreaktorów do hodowli komórkowych, dostosowanych do wymagań komórek wątrobowych - hepatocytów. Bioreaktory są wykorzystywane w pracach nad optymalizacją warunków hodowli np. badaniach wpływu różnych białek macierzy zewnątrzkomórkowej na rozwój i aktywność syntetyczną hepatocytów, a w niedalekiej przyszłości zostaną zastosowane do hodowli innych typów komórek. Na bazie uzyskanych wyników oraz doświadczeń zgromadzonych podczas wykonywania projektu (w tym wykorzystania nowych technologii m.in. miękkiej fotolitografii PDMS, obróbki plazmowej, obróbki laserowej) IBIB PAN planuje skonstruowanie bardziej złożonych układów, takich jak biosztuczna wątroba, czy bioreaktory z wbudowanymi układami monitorowania stanu hodowli i aktywności metabolicznej komórek.

Ponadto, uzyskane trwale fluoryzujące linie komórkowe (produkujące białka fluoryzujące GFP i DdRed2) są bardzo wygodnym materiałem badawczym, który może być wykorzystywany nie tylko w realizowanym projekcie, ale również w projektach kolejnych np. związanych z badaniem cytotoksyczności różnych substancji. Szczególną zaletą tych linii komórkowych jest możliwość bieżącej obserwacji mikroskopowych komórek w kulturach bez konieczności ich dodatkowego barwienia

PŁ:

Niezwykle interesującym rezultatem pod kątem wdrożenia jest wytworzenie mikrostruktur w diamencie polikrystalicznym przy pomocy lasera Nd:YAG o długości fali 355 nm. Badania przy pomocy spektroskopii ramanowskiej wykazały, że przy użyciu lasera można otrzymywać mikrostruktury zarówno nie zmieniając materiału wyjściowego jak również modyfikować materiał (diament) w konkretnych miejscach poprzez jego grafityzację, amorfizację, zmianę chropowatości itp.

AGH:

Opracowano układ detekcji fluorescencji z wykorzystaniem fotopowielaczy krzemowych oraz układ pomiarowy oparty na układzie ASIC i FPGA (programowalna matryca bramek). Jako demonstrator zaproponowanych rozwiązań technicznych przygotowano system wykorzystujący układ ASIC sterowany z programowalnego układu FPGA. Demonstrator został wykorzystany do badań nad detekcją wybranych związków fluoryzujących: fluoresceinian sodu, rezorufina w układach mikroprzepływowych.

Zespoły IBIB PAN, AGH i ITE planują wykorzystanie opracowanych technologii w dalszych wspólnych projektach.

2. Zrealizowane działania upowszechniające.

IBIB PAN:

W ramach prac nad projektem, w dniach 21-24.05.2009 zostało zorganizowane seminarium poświęcone projektowi 3, na którym przedstawiono 8 referatów związanych z problematyką bioreaktorów komórkowych, ich konstrukcją i technologią. Celem seminarium było upowszechnienie informacji o rozpoczętej wówczas realizacji projektu MNS-DIAG oraz związanych z jego tematyką zagadnień naukowo-badawczych. W seminarium wzięli udział m.in. goście zagraniczni, w tym: dr Duncan Cheng-En Lue (CGU, Tao-Yuan, Taiwan) oraz dr Carlos Lopez (Hospital de Tortsu Verge de la Cinta, Hiszpania).

Publikacje i doniesienia:

- F. Ilnicki, B. Wawro, D. Pijanowska, W. Torbic. Modelowanie hydrodynamiki w układach mikroprzepływowych. Plakat, XI Konferencja Naukowa Czujniki Optoelektroniczne i Elektroniczne, 20-23 czerwca, 2010.
- F. Ilnicki, B. Wawro, D. Pijanowska, W. Torbic. Modelowanie hydrodynamiki w układach przepływowych. Przegląd Elektrotechniczny, 2010, 10, 86, 27-29.
- W. Kaczorowski, D. Batory, A. Karczemska, B. Wawro, D. Pijanowska. (2010). Diamond-like coatings as supports for cell culturing. Plakat, 5-th Wide Bandgap Materials – Progress in synthesis and

applications / 7-th Diamond and related materials / 2-th International Workshop on Science and Applications of Nanoscale Diamond Materials, Zakopane 2010. Wyróżnienie.

- B. Wawro and D. Pijanowska. Mikro-Bioreactors for cell cultures. Forum: Best of East – for Eastern Partnership. Warszawa 28-30 listopada, 2011.
- M. Baszczyk, S. Głąb, P. Dorosz, W. Kucewicz, Ł. Mik, D.G. Pijanowska, M. Sapor, R. Szczypiński, Detection of fluorescent light using silicon photomultipliers. Forum: Best of East – for Eastern Partnership. Warszawa 28-30 listopada, 2011.
- A. Samluk, K. Zakrzewska, K. Pluta, Generation of fluorescently labelled cell lines: C3A hepatoma cells and human skin fibroblasts. Forum: Best of East – for Eastern Partnership. Warszawa 28-30 listopada, 2011.
- D.G. Pijanowska, Biosensors and microsystems for biochemical analysis and tissue engineering, The 4th LABONFOIL Annual Workshop “Lab-on-a-Chip multidisciplinary partnership”, Wrocław, May 11th, 2011.
- D.G. Pijanowska, Department of Hybrid and Analytical Micro-biosystems - Research Activities, Brain Storming Meeting. University of Strasbourg, Strasbourg, France, April 14th, 2011.
- R. Szczypiński, J. Grzelka, A. Baraniecka, D.G. Pijanowska, M. Górka, R. Grodecki, A. Panas, P. Grabiec, J.M. Łysko, Microfluidic Preconcentrator and Microfluidic Chip for Bacterial Cells Detection. Acta Optica Applicata, XLI/2, 2011, 395-401.
- J. Grzelka, R. Szczypiński, D.G. Pijanowska, R. Grodecki, J. Lesiński, P. Grabiec, J.M. Łysko, Optoelectronic Bacteria Cells Detection System, Acta Optica Applicata, XLI/2, 2011, 403-408.
- B. Wawro, F. Ilnicki, D.G. Pijanowska, W. Torbicz. Micro-bioreactors for Cell Culturing. Lecture Notes of the 127th ICB SEMINAR on “Micro and Nanosystems in Biochemical Analysis”, Warsaw, Oct. 18-19, 2012, vol. 91, pp. 73-76.
- B. Wawro, D. Pijanowska, A. Karczewska, W. Kaczorowski, D. Batory. Modulation of the behavior of C3A, HOS and HEK293 cells by diamond-like carbon coated PDMS. Mini-symposium poświęcone MNS-DIAG przy międzynarodowej konferencji EuroSensors XXVI, Kraków 9-11.IX, 2012.
- R. Szczypiński, Ł. Mik, J. Kruk, M. Baszczyk, P. Dorosz, S. Głąb, D.G. Pijanowska, W. Kucewicz. Fluorescence detection in microfluidics systems. Mini-symposium poświęcone MNS-DIAG przy międzynarodowej konferencji EuroSensors XXVI, Kraków 9-11.IX, 2012.
- A. Korzyńska, The quantification of the hepatocytes’ culture growth using sequences of microscopic images. Mini-symposium poświęcone MNS-DIAG przy międzynarodowej konferencji EuroSensors XXVI, Kraków 9-11.IX, 2012.
- J.M. Łysko, D.G. Pijanowska, A. Baraniecka, P. Grabiec, Microfluidic Devices for Bio-medical Applications. Przegl. Elektrotech., 88/3a, 2012, 212-214.
- B. Kazimierzczak, A. Baraniecka, M. Dawgul, D.G. Pijanowska, W. Torbicz, M. Górka, P. Grabiec, Platynowe i grafitowe immunoczuJNIKI amperometryczne do oznaczania białka C-reaktywnego, (Platinum and graphite amperometric immunosensors for determination of C-reactive protein). Przegl. Elektrotech., 10a, 2012, 147-148.
- R. Szczypiński, D.G. Pijanowska, Ł. Mik, W. Kucewicz, Fluorescence detection in microfluidics systems. Przegl. Elektrotech., 10b, 2012, 88-91.
- R. Szczypiński, D.G. Pijanowska, Ł. Mik, W. Kucewicz, Mikrocytometr przepływowy wykonany z PDMS z układem detekcji optycznej. XII Konferencja Naukowa, Czujniki Optoelektroniczne i Elektroniczne, COE 2012, Karpacz, 24–27.06.2012.
- B. Wawro, A. Karczewska, Microfluidics based bioreactors and DLC layers as carriers for cell culturing, MNSDIAG/SMART FRAME conference on “Micro- and nano- systems technology for modern industrial applications” Warsaw 20-21 February 2013.
- A. Samluk, K.E. Zakrzewska, K.D. Pluta, Generation of Fluorescently Labeled Cell Lines, C3A Hepatoma Cells and Human Adult Skin Fibroblasts, to Study Coculture Models. J. Artif. Organs, 2013, 37, 123-130.

Prace studentów:

Artur Gębalski - student Wydz. Chemicznego PW, kierunek: Biotechnologia, specjalność: Biotechnologia Przemysłowa, praca magisterska pt.: „Badania uwalniania albuminy z mikrokapsulek alginianowych w minireaktorach przepływowych”. Opiekun naukowy: prof. n.z. dr hab. inż. D.G. Pijanowska, termin obrony: styczeń 2011.

Łukasz Chudorliński – student Wydz. Mechatroniki PW, praca przejściowa pt.: „Pompa perystaltyczna do zastosowań w układach mikroprzepływowych”. Opiekun naukowy: prof. n.z. dr hab. inż. D.G. Pijanowska, termin zakończenia: czerwiec 2012.

Łukasz Chudorliński, student Wydz. Mechatroniki PW, praca dyplomowa magisterska pt.: „Budowa i sterowanie mikrozaworu w układach mikroprzepływowych do zastosowań w systemach diagnostyki medycznej i hodowli komórkowej”. Opiekun naukowy: prof. n.z. dr hab. inż. D.G. Pijanowska termin obrony: luty 2013.

Publikacje prasowe:

- Notka dla PAP serwis Nauka w Polsce pt.: "Krok ku biosztucznej wątrobie", dotycząca projektu MNS-DIAG, podprojekt "Mikro-bioreaktory do hodowli komórkowych" - dr B. Wawro, prof. n.z. dr hab. inż. D. Pijanowska; <http://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news.396526.krok-ku-biosztucznej-watrobie.html>. (02-08-2013).
- Program radiowy popularyzujący projekt MNS-DIAG, podprojekt "Mikro-bioreaktory do hodowli komórkowych" - dr B. Wawro, prof. n.z. dr hab. inż. D. Pijanowska, Program I PR: Magazyn Europejski PLUS (emisja 20-10-2013, godz. 23:10).

PL:

Publikacje i doniesienia:

- J.Grabarczyk, W.Kaczorowski, D.Batory, A.Karczemska, D.Pijanowska; “Diamond coatings for micro-bio-systems”; in Book of Abstracts of the VACUUM AND PLASMA SURFACE ENGINEERING jointly with The International Workshop on Science and Applications of Nanoscale Diamond Materials Liberec-Hejnice, 22nd-26th October 2009, Czech Republic.
- W. Kaczorowski, D. Batory, A. Karczemska, B. Wawro, D. Pijanowska. (2010). Diamond-like coatings as supports for cell culturing. Plakat, 5-th Wide Bandgap Materials – Progress in synthesis and applications / 7-th Diamond and related materials / 2-th International Workshop on Science and Applications of Nanoscale Diamond Materials, 1. Zakopane 2010. Wyróżnienie.
- D.Batory, A.Karczemska, W.Kaczorowski, „PDMS with diamond-like carbon for biomedical applications”, poster na Special Forum & Exhibition on Best of East – for Eastern Partnership Challenges and Opportunities for Collaboration European Union - Poland - Eastern Europe Countries November 28-30, 2011 Warsaw, Poland.
- Referat na spotkaniu Sekcji Nanomateriałów Komitetu Nauki o Materiałach PAN 19 stycznia 2011 r zatytułowany: „Nanoproszki i warstwy węglowe w modyfikacjach podłoży polimerowych”.
- Udział w XII Ogólnopolskim Seminarium Techniki Jonowej, Szklarska Poręba, 2 -5 marca 2011 r. – referat plenarny zatytułowany: „Nanoproszki i warstwy węglowe w modyfikacjach podłoży polimerowych”.
- D.Batory, W.Kaczorowski, M.Kozanecki, A.Karczemska; „Polydimethylsiloxane Modified with Carbon-based Coatings for Biomedical Applications”; Abstract NANO-394 in Abstract Book of NANOSMAT 7th International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials, Editors: Nasar Ali, Jeff D-Hosson, Imran Patel; Prague, Czech republic, 18-21 September 2012.
- B.Wawro, A.Karczemska; “Microfluidics based bioreactors and DLC layers as carriers for cell culturing”; MNSDIAG/SMART FRAME conference on “Micro- and nano- systems technology for modern industrial applications” Warsaw 20-21 February 2013.
- Karczemska; "Diamond materials for microfluidic devices"; in "Diamond-based materials for biomedical applications" Ed. R. Narayan; Woodhead Publishing Series in Biomaterials: Number 55; © Woodhead Publishing Limited, 2013 (rozdział książce).

Na Politechnice Łódzkiej upowszechniano wiedzę o projekcie wśród studentów, zarówno polskich jak i z innych krajów Unii Europejskiej. Dr Anna Karczemska prezentowała wiedzę o projekcie MNS DIAG na wykładach z Aparatury i Sprzętu Medycznego na wydziale Organizacji i Zarządzania Politechniki Łódzkiej. Zostały również przeprowadzone dwa projekty w ramach European Project Semester (prowadzący dr Anna

Karczemska oraz dr Witold Kaczorowski), w czasie których studenci z różnych krajów Unii Europejskiej (Francja, Wielka Brytania, Portugalia, Hiszpania) uczestniczyli w pracach badawczych w ramach projektu. Były to projekty interdyscyplinarne, gdzie mieliśmy studentów z Wydziału Mechanicznego i z Buisnessu. Studenci brali udział w badaniach naukowych jak również sami promowali projekt wśród swoich kolegów (między innymi poprzez prezentacje wygłoszone dla kilkudziesięciu osób na IFE - PL). Studenci w ramach projektu napisali też raport: Fabio Brito; Alexandre Derian; Soufiane Nabih; Fernando Amores Cárdenas; European Project Semester 2012 "Diamond coatings for biomedical engineering"; supervisors: A. Karczemska & W. Kaczorowski; Technical University of Lodz, IFE, 2012.

Dr Anna Karczemska przedstawiła też referat zawierający informacje o projekcie MNS DIAG na seminarium Instytutu Maszyn Przepływowych w roku 2012. Opowiadała też o badaniach prowadzonych w projekcie dzieciom w jednym z łódzkich gimnazjów na lekcji fizyki.

Wydrukowano też szereg plakatów upowszechniających badania zrealizowane w projekcie przez Politechnikę Łódzką, które wiszą na naszej uczelni.

Raporty i prace studentów:

M.J.Pierścińska; "Surface modification of PDMS using hybrid RF PACVD/MS technology for preparing Micro-Bio Systems"; Bachelor of engineering Thesis, supervisor:D.Batory; Technical University of Lodz 2011.

A.Jeszka, A.Erdogan, G.Muir, M.Gendre; "Diamond Coatings for Biomedical Applications"; European Project Semester, supervisors:A.Karczemska &W.Kaczorowski; Technical University of Lodz, IFE, 2011.

Fabio Brito; Alexandre Derian; Soufiane Nabih; Fernando Amores Cárdenas; European Project Semester 2012 "Diamond coatings for biomedical engineering"; supervisors:A.Karczemska&W.Kaczorowski ; Technical University of Lodz, IFE, 2012.

Adam Nowak; "Surface modification of PDMS for preparing Micro-Bio-Systems"; praca inżynierska (obrona marzec 2013, promotor dr Witold Kaczorowski); Politechnika Łódzka, IFE, 2013.

AGH:

Publikacje i doniesienia:

- Ł. Mik, J. Stępień, M. Jastrząb, W. Kucewicz, M. Sapor - „System for low intensity fluorescence light measurement based on silicon photomultiplier”, ICSES’2010 Proceedings, 7-10 Sept. 2010, 383-386.
- Ł.Mik, M. Jastrząb, W. Kucewicz, M. Sapor, A. Czermak, B. Sowicki – „System for Photon Counting with Silicon Photomultiplier”, ICSES’2010 Proceedings, 7-10 Sept. 2010, 439-442.
- Jerzy Barszcz, Mateusz Baszczyk, Piotr Dorosz, Wojciech Kucewicz, Maria Sapor – „Four Channels Data Acquisition System for Silicon Photomultipliers”, Elektronika 12/2011 (2011) 28-31.
- Ł. Mik, W.Kucewicz, J. Barszcz, M. Sapor, S. Głąb - „Silicon Photomultiplier as Fluorescence Light Detector”, Elektronika 12/2011 (2011) 61-65.
- J. Barszcz, M. Baszczyk, P. Dorosz, W. Kucewicz, M. Sapor– „Four Channels Data Acquisition System for Silicon Photomultipliers”, Proceedings of MIXDES’2011 (2011) 690-693.
- Ł. Mik, W. Kucewicz, J. Barszcz, M. Sapor, S. Głąb – „Silicon Photomultiplier as Fluorescence Light Detector”, Proceedings of MIXDES’2011 (2011) 663-666.
- R. Szczypiński, Ł. Mik, J. Kruk, M. Baszczyk, P. Dorosz, S. Głąb, D.G. Pijanowska, W. Kucewicz – „Fluorescence detection in microfluidics devices” – Przegląd elektrotechniczny 10b (2012) 88.
- R. Szczypinski, Ł. Mik, J. Kruk, M. Baszczyk, P. Dorosz, S. Głąb, D.G. Pijanowska, W. Kucewicz. - Detekcja fluorescencji w układach mikroprzepływowych. XII Konferencja Naukowa Czujniki Optoelektroniczne i Elektroniczne, Karpacz 27-27 czerwca 2012.
- Mateusz Baszczyk, Piotr Dorosz, Sebastian Głąb, Wojciech Kucewicz, Łukasz Mik, Maria Sapor, Compensation of the Temperature Fluctuations in the Silicon Photomultiplier Measurement System, Elektronika 7 (2012) 64.
- P. DOROSZ, M. BASZCZYK, S. GLAB, W. KUCEWICZ, L. MIK, M. SAPOR, Silicon photomultiplier's gain stabilization by bias correction for compensation of the temperature fluctuations, Nuclear Instruments & Methods in Physics Research vol. 718, 2013 s. 202–204.

RAPORT MNS-DIAG

- P.DOROSZ, M. BASZCZYK, S. GLAB, W. KUCEWICZ, L.MIK, M. SAPOR, Thermal compensation of silicon photomultiplier's gain in measurement system, Forum Innowacji Młodych Badaczy, 16–17 listopada 2012, Łódź — ISSN 2082-4831, 21–24.
- M. BASZCZYK, P. DOROSZ, S. GLAB, W. KUCEWICZ, L.MIK, M. SAPOR, Self-coincidence system for cosmic ray measurements using silicon photomultipliers, Forum Innowacji Młodych Badaczy, 16–17 listopada 2012, Łódź - ISSN 2082-4831, 7–11.