



# BioLetyn

Kwartalnik Studenckiego Koła Naukowego Biotechnologów  
przy Centrum Biotechnologii Politechniki Śląskiej

Kwiecień 2015 nr 15/I/2015



**INSPIRACJA Z OKŁADKI:**  
**Wodne niedźwiadki!**

**ŚCIEŻKI WIEDZY:**

Terapia komórkowa  
nadzieją na walkę z  
chorobami



**BIO OD KUCHNI:**  
**(Nie)zwykła kurkuma**



**NIE TYLKO NAUKA:**  
**Bezrobocie?**  
**Czyli rynek pracy  
w biotechnologii**



## W tym numerze piszą dla Was:

Agata Szymanek (AEiI)  
Anna Rotarska (AEiI)  
Barbara Kociolek (ISiE)  
Bożena Mika (AEiI)  
Daria Kogut (AEiI)  
Katarzyna Mrowiec (AEiI)  
Katarzyna Smejda (AEiI)  
Krzysztof Kraśnicki (ISiE)  
Nina Hławiczka (MS)

## O BioLetyn dbają też:

Opieka merytoryczna  
dr Aleksandra Ziemińska - Buczyńska

Projekt okładki  
Paweł Zajączkowski (ISiE)

Strona internetowa  
Ewelina Sowka (AEiI)

## Kontakt z redakcją

Artykuły i uwagi prosimy przysyłać na adres:  
[bioletyn@gmail.com](mailto:bioletyn@gmail.com)

Bezpośredni kontakt z redakcją:

Redaktor Naczelna: [aagata.szymanek@gmail.com](mailto:aagata.szymanek@gmail.com)  
Z-ca Redaktor Naczelnej: [sowkaewelina@gmail.com](mailto:sowkaewelina@gmail.com)

Zapraszamy również na dyżury w biurze  
Studenckiego Naukowego Koła Biotechnologów  
w każdy czwartek w godz. 10<sup>15</sup> - 11<sup>30</sup>

Szukajcie nas też na facebooku!  
[www.facebook.com/bioletyn](http://www.facebook.com/bioletyn)

## Współpraca:



Bioinformatyczne  
Studenckie Koło  
Naukowe



Wydział  
Automatyki,  
Elektroniki i  
Informatyki



Wydział  
Chemiczny



Wydział  
Inżynierii  
Środowiska i  
Energetyki

---

## DRODZY CZYTELNICY!

---

Razem z wiosną nadchodzą nowe wyzwania. Dla nas takim wyzwaniem jest BioLetyn- staramy się, aby pod opieką nowej załogi czasopismo nadal było dla was interesujące i inspirujące. W tym numerze będziecie mogli dowiedzieć się co nieco o terapii komórkowej i kim jest sympatyczna istota z naszej okładki. Spragnieni wiedzy jak zawsze znajdą ciekawe artykuły w dziale *Ścieżki wiedzy*, a Ci, którzy inspiracji szukają na każdym kroku będą mogli przekonać się, że medycyna indyjska naprawdę działa. Jeśli interesuje was nie tylko nauka, ale i sprawy bardziej przyziemne jak to, co czeka was po studiach, również zajrzyjcie dalej- w końcu nie samymi studiami student żyje. Oprócz tego piszemy dla was o wydarzeniach- zarówno tych, które miały miejsce, jak i o tych, które dopiero przed nami. Mamy nadzieję, że w tym numerze każdy znajdzie coś dla siebie. Pamiętajcie też, że czekamy na Wasze artykuły – może natchnienie znajdziecie właśnie podczas czytania najnowszego BioLetynu?

Agata Szymanek

Redaktor Naczelna BioLetynu

### W tym numerze:

#### Inspiracja z okładki

Wodne niedźwiadki	4
-------------------	---

#### Ścieżki wiedzy

O obrotach białek w komórce, czyli jak działa proces degradacji i ubikwitynacji.	6
Terapia komórkowa nadzieją na walkę z chorobami.	9
Produkty pszczele: miód- czyli to co Puchatek lubi najbardziej. Część 2	12

#### BIO od kuchni

(Nie)zwykła kurkuma	16
---------------------	----

#### Nie tylko nauka

Wakacje na kółkach- relacja z Camp America	19
BezroBOcie? Czyli rynek pracy w biotechnologii	21

#### Dzieje się!

Opiekun SKNB w finale polskiej edycji FameLab!	26
IV Koniugacja Międzyrocznikowa	27
FunLab	28
Szkolenia, konferencje, spotkania	30

## Wodne niedźwiadki

Barbara Kociołek

Ścieki to z całą pewnością brudny interes, dlatego niewiele osób chce mieć z nimi cokolwiek wspólnego. Niektórzy słysząc, że „osad czynny to kłaczkowata zawiesina mikroorganizmów (głównie bakterii właściwych), pierwotniaków (*Protozoa*) i zwierząt wielokomórkowych (*Metazoa*)...” machinalnie szukają wzrokiem drzwi, bo to oznacza że najprawdopodobniej zapowiada się coś nudnego. Wcale jednak nie musi tak być. W osadzie czynnym można bowiem znaleźć niesamowite stworzonka - nawet niedźwiadki [3].

Absolutnie nie żartuję z tymi niedźwiadkami – może nie są to zwierzęta takie jak te widziane w zoo lub telewizji, tym bardziej daleko im do Kubusia Puchatka – ale takie „miniaturowe misie”, a dokładniej mówiąc niedźwiadki wodne (ang. *water bears*). Oczywiście nazwa ta jest tylko potoczna, w literaturze naukowej spotkamy się raczej z terminem niesporczak (łac. *tardigrado* – wolno kroczący) [4]. Niesporczak nie brzmi jednak specjalnie sympatycznie, a po spojrzeniu na zdjęcie tego zwierzątka (Rys. 1) mimo woli nasuwają się przyjazne skojarzenia z misiem. Uroku dodaje mu także sposób poruszania, który podobnie jak kształt ciała przypomina niedźwiadka.



Rysunek 1. Niesporczak (źródło: <http://polimaty.pl/2013/04/niesporczak-superman-przyrody/>).

Jednak ten przedstawiciel *Metazoa* mógłby się pochwalić nie tylko wyglądem, ale przede wszystkim swoją niemalże niezniszczalnością - okrzyknięty został nawet najbardziej wytrzymałym organizmem na świecie [5]. Choć charakteryzuje się małymi rozmiarami (ok. 0,250,5 mm, największy 1,2 mm), posiada umiejętność przechodzenia w stan spoczynkowy, tzw. kryptobiozę. Niesporczak w takiej wysuszonej formie (ang. *tun*) nie tylko przetrwa lata bez wody, ale zyskuje też odporność na ekstremalne warunki [1]. Może wytrzymać temperatury od -272 °C do +150 °C, co jest niemałym wyczynem zważywszy na fakt, że temperatura -273 °C to już tzw. zero absolutne [6].

Naukowcy z uniwersytetów w Niemczech i Szwecji postanowili dodatkowo przekonać się, jak niesporczak poradzi sobie w warunkach kosmicznych. Dlatego w sierpniu 2007 r. wysłali dwa gatunki wodnych niedźwiadków: *Richtersius coronifer* i *Milnesium tardigradum* na 10-dniową wycieczkę po niskiej orbicie okołoziemskiej. Wszystkie niesporczaki były poddane działaniu próżni kosmicznej, niektóre też promieniowaniu UV (UVAB 280-400 nm oraz UVAll 116-400 nm). Okazało się, że o ile ekstremalne warunki ciśnienia te niezwykle zwierzątka tolerują na tyle, że nie wpływały one na ich przeżycie i reprodukcję, o tyle promieniowania słonecznego nie zniosły tak dobrze – większość z nich nie przetrwała. Należy jednak zaznaczyć, że niektórym przedstawicielom *Milnesium tardigradum*

się to udało [2]. Nasuwa to pytanie, na które naukowcy jeszcze nie znają odpowiedzi: jakie mechanizmy pozwoliły zapobiec uszkodzeniu DNA lub tak szybko je naprawić? Otwarta jest także kwestia tego po co organizmom ziemskim zdolność przetrwania w przestrzeni kosmicznej – może życie niekoniecznie rozpoczęło się na naszej planecie [6]?

Mimo, że cechy małego niedźwiadka wodnego są raczej niezwykle, to pod względem występowania jest on bardzo powszechny. Występuje praktycznie we wszystkich warunkach – najczęściej można go spotkać w mchu, ale obecny jest także w wodach słodkich i słonych oraz w osadzie czynnym.

Mówi się, że jak Cię widzą, tak Cię piszą, ale przykład niesporczaka pokazuje, że pozory mylą i w małym, nieporadnie wyglądającym ciałku mogą kryć się ogromne możliwości.

### Bibliografia:

- [1] Goldstein B., Blaxter M.: *Tardigrades*. Current Biology, tom 12, 2002.
- [2] Jönsson K.I., Rabbow E., Schill R.O., Harms-Ringdahl M., Rettberg P.: *Tardigrades survive exposure to space in low Earth orbit*, Current Biology, tom 18, 2008.
- [3] Kocwa-Haluk R., Woźniakiewicz T.: *Analiza mikroskopowa osadu czynnego i jej rola w kontroli procesu technologicznego oczyszczania ścieków*. Czasopismo Techniczne. Środowisko, tom 108 (2), 2011.
- [4] [Internet] <http://en.wikipedia.org/wiki/Tardigrade> [dostęp 8.03.2015 r.]
- [5] [Internet] Brennan E: *Tardigrades: Water bears in space*. BBC Nature [dostępny online] <http://www.bbc.co.uk/nature/12855775> [dostęp: 8.03.2015 r.]
- [6] [Internet] Zell M. (ESA – European Space Agency): *Tiny animals survive exposure to space* [dostępny online]
- [7] [Internet] [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/Research/Tiny\\_animals\\_survive\\_exposure\\_to\\_space](http://www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space) [dostęp 8.03]



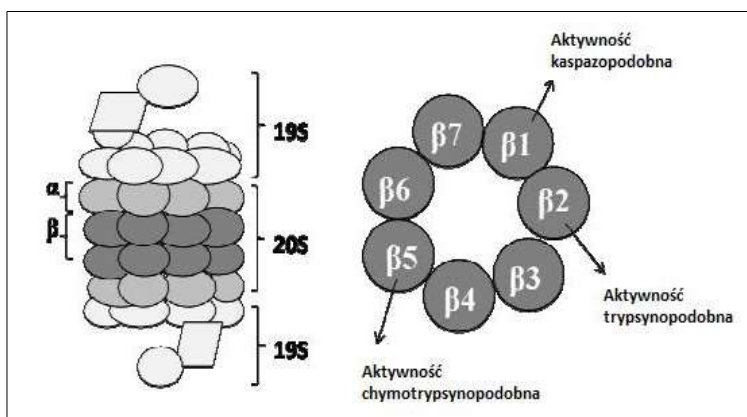
# O obrotach białek w komórce, czyli jak działa proces degradacji i ubiquitynacji

Daria Kogut

W komórkach eukariotycznych obserwuje się proces samooczyszczania komórki inaczej nazywany kontrolowaną degradacją. Do produkcji białek dochodzi tylko w przypadku katalizy konkretnej reakcji. Degradacja białek jest istotnym procesem, ponieważ ich nadmiar może prowadzić do niekorzystnych zmian w metabolizmie komórki; poza tym po pewnym czasie zabrakło by miejsca w komórce. Czas rozpadu białka waha się od kilku godzin (białka regulatorowe), do kilku dni (aktyna czy miozyna), a nawet miesięcy (hemoglobina). Cały proces syntezy, jak i degradacji musi być zrównoważony, ponieważ jeżeli dojdzie do jakichkolwiek zachwiał, konsekwencją może być zaburzona homeostaza. Do rozpadu białek może dojść na kilka sposobów: poprzez endocytozę, trawienie enzymami, które znajdują się w lizosomach oraz przez ubiquitynację. Za wyjaśnienie tego ostatniego procesu Irwin Rose, Avram Hershko i Aaron Ciechanover w 2004 r. otrzymali Nagrodę Nobla.

Ubikwityna pełni bardzo istotną rolę w procesie degradacji białek. Jest to niewielkie białko złożone z 76 aminokwasów o masie 8.5 kDa. Ubikwityna znakuje białka przeznaczone do degradacji poprzez kowalencyjne wiązanie się z nimi. Istnieje w komórkach szlak zajmujący się usuwaniem białek przez ubiquitynację – UPP (ang. Ubiquitin- proteasome pathway). Ścieżka ta składa się ze zsynchronizowanych enzymów; ubikwityna przyłącza się do białka, które ma zostać usunięte w procesie zależnym od ATP i trzech enzymów, o których będzie mowa później. Po przyłączeniu się łańcucha ubikwitynowego do białka, proteasom 26S, który degradowuje kompleksy białko-ubikwityna do małych peptydów, rozpoznaje daną sekwencję i rozpoczyna degradację.

Sam proces przyłączenia ubikwityny wymaga trzech komponentów: enzymu katalizującego Ub (E1), nośnika E2 oraz ligazy E3 pełniącej kluczową rolę w tym procesie. Ligaza ta odpowiedzialna jest za przeniesienie i połączenie ubikwityny z danym białkiem.



Rysunek 1. Budowa proteasomu 26S

Proteasom 26S jest dużą wewnątrzkomórkową proteazą (enzymem hydrolizującym wiązania peptydowe) o masie ok. 1500-2000 kDa, która składa się z rdzeniowego kompleksu katalitycznego 20S oraz dwóch kompleksów regulatorowych 19S. Jest zbudowany z dwóch pierścieni zewnętrznych i dwóch wewnętrznych, które tworzą formę cylindryczną. Zewnętrzny

pierścień składa się z siedmiu podjednostek (zwanymi podjednostkami α czy też bramkami

molekularnymi), a wewnętrzny z siedmiu podjednostek  $\beta$ . W badaniach *in vitro* wykazano, że niektóre z podjednostek  $\beta$  trzy główne aktywności proteasomu: trypsynopodobną, chymotrypsynopodobną oraz kaspazopodobną. (Rys. 1)

W pierwszym etapie działa enzym E1, tzw. enzym aktywujący ubikwitynę. Wówczas przy współudziale ATP zostaje utworzone wysokoenergetyczne wiązanie między glicyną na C-końcu ubikwityny a grupą -SH reszty cysteinowej w centrum E1 i powstaje kompleks E1-U.

Następnie cząsteczka ubikwityny jest przenoszona na resztę cysteinową enzymu E2 i tworzy się kompleks E2-U. W końcowym etapie, za pomocą enzymu E3 (ligaza ubikwityny) reszta ubikwityny przenoszona jest na substrat z utworzeniem produktu U-NH<sub>2</sub>-białko.

O tym jak szybko białko degradowe decyduje skład aminokwasowy przy N- końcu tego białka. Jest to tzw. Zasada N- końca opracowana przez A. Varshavsky'ego w 1986 r. N – koniec jest to koniec łańcucha polipeptydowego, który zawiera resztę aminową -NH<sub>2</sub> lub amoniakową -NH<sub>3</sub><sup>+</sup>. Drugi koniec natomiast nazywany jest C-końcem, ponieważ zawiera on resztę aminokwasową -COO-. Umownie przyjęto N-koniec za początek sekwencji. Skład aminokwasów przy N- końcu determinuje długość degradacji i okresu półtrwania białek. W zależności od tego jaki aminokwas znajduje się na końcu, tak długo będzie zachodzić proces degradacji.

### **Metody wyznaczania okresu półtrwania białek**

Obserwacja zjawiska degradacji w białkach jest złożonym procesem składającym się z kilku etapów. Pierwszym krokiem jest zahamowanie syntezy białek poprzez dodanie inhibitora – np. cykloheksimidu czy laktymidomycyny, które blokują translację (możliwe jest też blokowanie na poziomie transkryptu używając Aktynomycyny D) [7]. Kolejnym etapem jest znakowanie białek, obserwacja oraz zmierzenie (o ile jest to możliwe) poziomu stężenia

Aminokwas	Czas degradacji białka (h)
Walina	100
Metionina	30
Glicyna	30
Prolina	20
Izoleucyna	20
Treonina	7.2
Leucyna	5.5
Alanina	4.4
Histydyna	3.5
Tryptofan	2.8
Tyrozyna	2.8
Seryna	1.9
Asparagina	1.4
Lizyna	1.3
Cysteina	1.2
Kwas Asparaginowy	1.1
Fenylalanina	1.1
Kwas Glutaminowy	1.0
Arginina	1.0
Glutamina	0.8

Rysunek 2. Czasy degradacji poszczególnych aminokwasów przy N- końcu (na podstawie [5])

białek. Ostatnim etapem jest wyrysowanie krzywej zależności ilości białka w czasie i na jej podstawie wyznaczyć okres półtrwania białek.

Jedną z najbardziej znanych metod jest Western blot, który zastosowano w tym eksperymencie. Polega on na znakowaniu konkretnych białek na trwałym nośniku przy użyciu przeciwciał sprzężonych z enzymami.

Oprócz techniki Western blottingu literatura podaje także inne metody pozwalające zaobserwować proces degradacji białek – fluorescencyjne oznaczanie białkami fluorescencyjnymi (bleach-chase) i uzyskiwanie informacji na podstawie obserwacji pod mikroskopem fluorescencyjnym.

Inną metodą jest SILAC (ang. stable isotope labeling by/with amino acids in cell culture), która polega na znakowaniu białek aminokwasami (np. arginina lub lizyna) zawierającymi izotopy takie jak  $^{13}\text{C}$  czy  $^{15}\text{N}$ . Ilość białek sprawdza się poprzez spektrometrię masową (MS), gdzie porównuje się na podstawie masy dwie próby- znakowaną ciężkimi izotopami i nieoznakowaną próbę kontrolną. Obydwie próbki (znakowane i nieoznakowane) miesza się ze sobą i przeprowadza się analizę przesunięć. Białka znakowane będą miały inne przesunięcia niż białka nieoznakowane. Ilość białek można wyznaczyć na podstawie intensywności sygnału.

## Bibliografia:

- [1] Eran Eden, Naama Geva-Zatorsky et al., Proteome Half-Life Dynamics in Living Human Cell, *Nature*
- [2] Gili Ben-Nissan and Michal Sharon, Regulating the 20S Proteasome Ubiquitin-Independent Degradation Pathway. *Bio-molecules* 2014, 4, 862-884;
- [3] Stewart H. Lecker, Alfred L. Goldberg and William E. Mitch, Protein degradation by the Ubiquitin-Proteasome Pathway in normal and disease states. *JASN* July 2006 vol. 17 no. 71807-1819.
- [4] A. Varshavsky, The N-end rule pathway of protein degradation.
- [5] Gonda DK, Bachmair A, Wüning I, Tobias JW, Lane WS, Varshavsky A., Universality and Structure of the N- end Rule. *The journal of Biological Chemistry*, Vol. 264, No. 28, Issue of October 5, pp. 16700-16712, 1989
- [6] Robin van der Lee, Benjamin Lang et al. Intrinsically disordered Segments Affect Protein half- life in the cell and during evolution.
- [7] Izumi V. Hinkson and Joshua E. Elias, The dynamic state of protein turnover: It's about time. *Trends in Cell Biology*, May 2011, 293-303.
- [8] Gili Ben-Nissan and Michal Sharon, Regulating the 20S Proteasome Ubiquitin-Independent Degradation Pathway. *Bio-molecules* 2014, 4, 862-884;
- [9] Tahrin Mahmood, Ping-Chang Yang Western Blot- Technique, theory and trouble shooting., *N Am J Med Sci*. Sep 2012; 4(9): 429-434.
- [10] Zubin Dastoor and Jean-Luc Dreyer, Potential role of nuclear translocation of glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase in apoptosis and oxidative stress. *Journal of Cell Science* 114, 1643-16



# Terapia komórkowa nadzieją na walkę z chorobami

Katarzyna Smejda  
Agata Szymanek

---

**Teoria komórkowa zakłada, że wszystkie organizmy: rośliny, zwierzęta, bakterie, zbudowane są z komórek, które są ich podstawowymi jednostkami strukturalnymi i fizjologicznymi. Uzupełnienie teorii komórkowej to założenie, że nowe komórki powstają przez podział już istniejących i dziedziczą ich cechy. W 1859 roku Karol Darwin opublikował teorię ewolucji, a kilka lat później Thomas Morgan poszerzył mendelowską teorię dziedziczności, co w połączeniu z teorią komórkową pozwoliło nakreślić podstawy chromosomowo-genowej teorii dziedziczności. Te oraz późniejsze odkrycia pozwoliły naukowcom poznać tajniki funkcjonowania komórek i wiedzę tą zastosować w walce z chorobami.**

## *Czym są komórki macierzyste?*

Komórki macierzyste to pierwotne komórki, które tworzą struktury organizmu. Posiadają cechy, które sprawiają, że są potencjalnie idealnym środkiem terapeutycznym w wielu chorobach, takie jak zdolność do nieskończonej liczby podziałów i różnicowania się w wyspecjalizowane typy komórek potomnych. Źródłem komórek macierzystych mogą być: szpik kostny, krew obwodowa lub pępowinowa, embriony oraz tkanka, np. tłuszczowa czy nerwowa [2].

## *Regeneracja mięśnia sercowego*

Badania przedkliniczne, poprzedzające pierwsze próby zastosowania klinicznego trwają już 20 lat. Pierwsze kliniczne zastosowanie komórek macierzystych w regeneracji mięśnia sercowego wiąże się ze świeżym uszkodzeniem tkanki serca, drugie ma miejsce w przypadku długotrwałego uszkodzenia serca, np. w związku z bliznami pozawałowymi.

W badaniach klinicznych BEST-Heart study obserwowano poprawę funkcji skurczowej u chorych poddawanych transplantacji komórek szpikowych kilka lat po zawale. Może to wynikać z osiedlaniem się tych komórek na granicy z blizną lub ze stymulacją angiogenezy.

Udokumentowano w badaniach przedklinicznych tworzenie nowych włókien mięśniowych w okolicy blizny pozawałowej z przeszczepionych mioblastów. Ponadto po zastosowaniu mioblastów szkieletowych widoczna była poprawa funkcji skurczowej. Może być to związane z osiedlaniem się komórek macierzystych na granicach blizny oraz z ich funkcją endokrynną, stymulującą angiogenezę, czyli powstawanie nowych naczyń krwionośnych. Nie oszacowano niestety zbyt dużej poprawy – za przyczynę przyjęto zbyt małą liczbę komórek przeszczepionych do blizny pozawałowej [1].

Badania przeprowadzone przez naukowców z Walii wykazały przejawy początków regeneracji uszkodzonej tkanki serca. Zespół badaczy powołany został przez laureata Nagrody Nobla Sir Martina Evans'a, który w 1981 roku odkrył komórki macierzyste [3].

Naukowcom z Izraela, udało się pobrać komórki skóry, które po odpowiedniej obróbce stały się zdrowymi komórkami mięśnia sercowego. Co więcej zaobserwowano,

że komórki te, po wprowadzeniu ich do organizmów szczurów, zaczęły tworzyć połączenia z otaczającą je tkanką [4]. Zastosowanie takiej procedury oznaczałoby dla pacjenta możliwość przeszczepienia do jego serca własnych komórek macierzystych, co bez wątpienia stanowi ułatwienie w terapii.

Eksperymenty w laboratoriach uniwersyteckich w Cardiff i Swansea oraz Izraelu dają nadzieję na opracowanie nowych metod leczenia niewydolności serca w ciągu najbliższych pięciu lat.

### **Kompleksowa terapia dla SLA**

SLA- stwardnienie zanikowe boczne (z łacińskiego: *sclerosis lateralis amyotrophica*) to uszkodzenie neuronów, które odpowiadają za ruchy mięśni. Przeciętny czas życia po postawieniu diagnozy to 2,5 roku. Choroba ta objawia się obniżoną aktywnością mięśni, prowadząca do ich zaniku, zaburzeń połykania i mowy, skurczów i bólów mięśni. Objawy postępują stopniowo, a na koniec choroba dotyka układu oddechowego i zmysłu wzroku [6]. W leczeniu stosuje się leki jedynie opóźniające rozwój choroby lecz nie powodują one jej zatrzymania.

Badania nad zastosowaniem terapii komórkowej w SLA prowadzą między innymi polscy naukowcy z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego. Według ich badań leczenie komórkami macierzystymi umożliwia poprawę stanu pacjenta przez regenerację uszkodzonych i martwych neuronów, co skutkuje złagodzeniem objawów pacjenta i spowolnienie postępu choroby. Otrzymane wyniki porównywalne są do tych, które uzyskali naukowcy we Włoszech, Izraelu czy Stanach Zjednoczonych. Ciągłe trwają badania nad przywróceniem pracy zanikających nerwów. Metoda terapii SLA komórkami macierzystymi, zastosowana przez olsztyńskich naukowców, polega na pobraniu szpiku kostnego od chorego i wyselekcjonowaniu odpowiednich komórek, tzn. mezenchymalnych komórek macierzystych, które są multipotentne, czyli mogą różnicować się w więcej niż jeden rodzaj wyspecjalizowanych komórek. Następnie komórki hoduje się, a gdy jest ich odpowiednia ilość, podaje się je choremu. Wszystko wskazuje na to, że miejsce aplikacji komórek nie jest istotne dla terapii [7].

#### ***Dla zainteresowanych:***

*25.04.2015 w Łodzi planowana jest I Konferencja Weterynaryjnej Medycyny Regeneracyjnej. Odbędzie się tam dyskusja na temat: "Zastosowanie progenitorów glejowych w leczeniu mielopatii zwyrodnieniowej u psów w badaniach przedklinicznych leczenia stwardnienia zanikowego bocznego u ludzi."*

### **Badania dają nadzieję**

Terapia komórkowa daje nadzieję na regenerację różnych tkanek. Praktyczne zastosowanie tej metody jest jednak jeszcze odległe- jednym z ograniczeń jest nakład finansowy. Ponadto wciąż trwają badania kliniczne nad zastosowaniem metod terapii wykorzystujących komórki macierzyste- niezbędna jest pewność, że terapia komórkowa jest terapią bezpieczną. Najlepiej poznanym i najczęściej stosowanym rodzajem terapii komórkowej jest leczenie komórkami krwi, wykorzystywane

w chorobach układu krwionośnego oraz immunologicznego, a także w stanach po zastosowaniu chemioterapii, w celu odbudowania układu krwionośnego [5]. Do dnia dzisiejszego kilka tysięcy chorych zostało poddanych terapii komórkowej. Nie zaobserwowano działania niepożądanego wynikającego z przeprowadzonego leczenia. Komórki te wydają się być bezpieczne z powodu ich naturalnego występowania w organizmie i ich właściwości regeneracyjnych, co daje nadzieję na przyszłość dla pacjentów cierpiących nie tylko z powodu SLA i chorób serca, ale wielu innych dolegliwości.

### **Bibliografia:**

- [1] Siminiak T., *Terapia komórkowa- stan obecny* [online], Kardiologia Polska 2009, dostępny w internecie: [www.ojs.kardiologiapolska.pl/kp/article/download/1352/4534](http://www.ojs.kardiologiapolska.pl/kp/article/download/1352/4534)
- [2] <http://progenis.pl/o-krwi/czym-sa-komorki-macierzyste.html>
- [3] Messenger S., *Cell Therapy's heart tissue regeneration hope* [online], dostępny w internecie: <http://bbc.com/news/uk-wales-25560547>
- [4] Selvadurai E., *Skin cells turned into healthy heart muscle cells* [online], dostępny w internecie: <http://www.bbc.com/news/health-18158122>
- [5] [http://closerlookatstemcells.org/Top\\_10\\_Stem\\_Cell\\_Treatment\\_Facts.html](http://closerlookatstemcells.org/Top_10_Stem_Cell_Treatment_Facts.html)
- [6] <http://mozginerwy.pl/pl/zwyrodnienia/sla-stwardnienie-zanikowe-boczne/>
- [7] <http://naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,402450,dobre-rezultaty-leczenia-sla-komorkami-macierzystymi.htm>

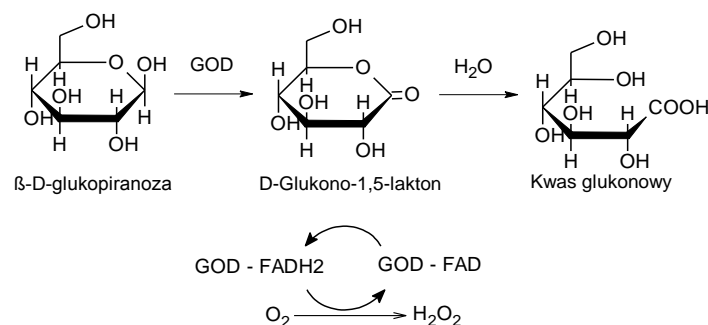
# Produkty pszczele: miód- czyli to co Puchatek lubi najbardziej. Część 2

Bożena Mika

„A jedyny powód robienia miodu to ten, żebym ja go jadł”- powiedział Puchatek. Wiedza bajkowego bohatera na temat miodu i jego wielu zaskakujących właściwości z pewnością była niewielka. Jednak czy my sami doceniamy ten produkt?

## Działanie bakteriobójcze

Bakteriobójcze właściwości miodu wykorzystywali już starożytni Egipcjanie, którzy dodawali go do balsamu używanego do mumifikacji ciał faraonów [1]. Ta właściwość wynika między innymi z wysokiego ciśnienia osmotycznego, będącego skutkiem dużego stężenia cukrów. Również obecność kwasów organicznych uniemożliwia rozwój wielu mikroorganizmów, ze względu na kwaśny odczyn (pH miodów wynosi ok. 3,8 - 4,9). Dzięki aktywności enzymów wytwarzanych w gruczołach pszczół następuje zahamowanie wzrostu drobnoustrojów. Oksydaza glukozowa jest enzymem, który katalizuje utlenianie  $\beta$ -D-glukozy do glukonolaktonu, wykorzystując tlen cząsteczkowy jako akceptor elektronów. Następnie po przyłączeniu cząsteczki wody, glukonolakton przechodzi w kwas glukonowy (Rys.1). Ubocznym produktem reakcji jest nadtlenek wodoru ( $H_2O_2$ ), który hamuje rozwój mikroorganizmów. Po rozcieńczeniu miodu wodą, jego działanie bakteriobójcze może wzrosnąć nawet 220 krotnie w porównaniu z miodem nierozcieńczonym. Jednak  $H_2O_2$  jest nietrwałym związkiem, który rozpada się pod wpływem promieni słonecznych i temperatury. Dodatkowo rozpad nadttlenku wodoru na wodę i tlen jest katalizowany przez obecną w miodach nektarowych katalazę (pochodzącą z pyłku kwiatowego), co obniża aktywność antybiotyczną miodów [2, 3].

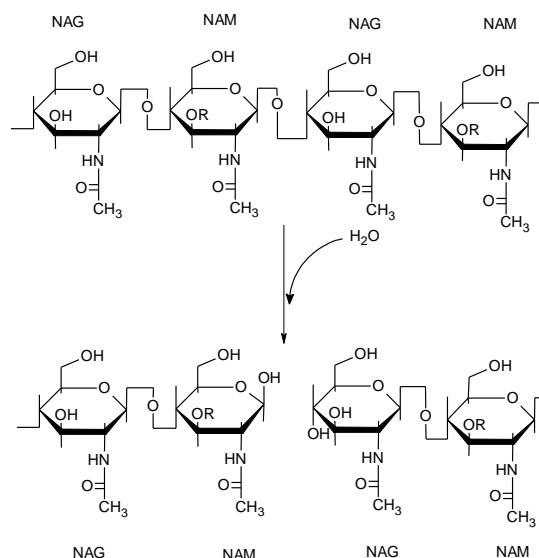


Rysunek 1. Przebieg reakcji katalizowanej przez oksydazę glukozową (GOD) [2].

Kolejnym enzymem znajdującym się w miodzie jest lizozym - glikozydaza, która powoduje rozerwanie ściany komórkowej bakterii. Jej substratem jest polimer, zbudowany z reszt N-acetyloglukozoaminy (NAG) i kwasu N-acetylomuraminowego (NAM), połączonych wiązaniami  $\beta$ -glikozydowymi. Aktywność enzymu powoduje hydrolizę wiązań glikozydowego między węglem C-1 NAM i C-4 NAG (Rys.2). W przypadku wysokiego ciśnienia osmotycznego wewnątrz komórki, rozcięcie już niewielkiej ilości łańcuchów polisacharydowych skutkuje rozerwaniem ściany komórkowej bakterii [1, 3, 4]. Dodatkowo



działanie bakteriobójcze miodu zapewniają również substancje pochodzące z nektaru roślin olejkowych i ze spadzi drzew iglastych, takie jak: tymol, cyneol,  $\alpha$ -bisabolol,  $\alpha$  i  $\beta$ -pinen, kamfen oraz kadynen. Aktywność antybakteryjną wykazują występujące w miodzie związki flawonoidowe, garbniki katechinowe, kwas benzoesowy oraz antranilin metylu [3]. Naukowcy dowiedli obecność w miodzie pszczelej defensyny-1, która również umożliwia jego skuteczne działanie przeciwbakteryjne [5].



Rysunek 3. Lizozym hydrolizuje wiązanie glikozydowe między resztą kwasu N-acetylmuraminowego (NAM) i resztą N-acetyloglukozoaminy (NAG); R- reszta kwasu mlekowego należąca do NAM [4].

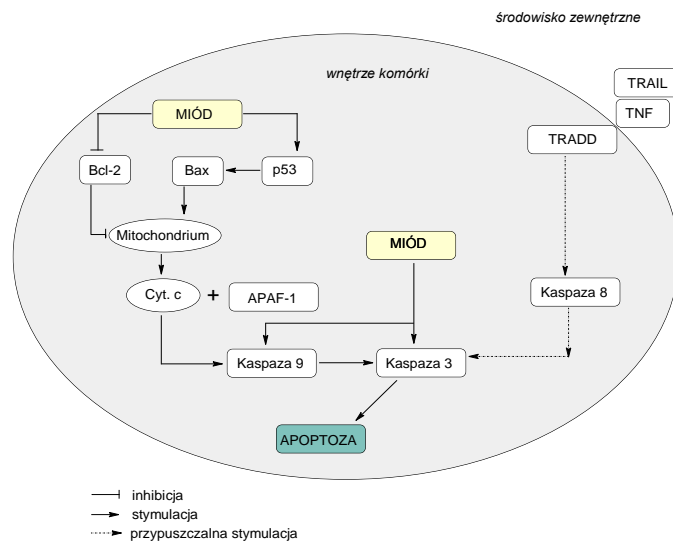
Wysokie działanie antybakteryjne wykazują miody spadziowe z drzew iglastych, miód gryczany i lipowy. Dodatkowo, zainteresowanie wśród naukowców wzbudza miód Manuka, pochodzący z Nowej Zelandii, który słynie z bardzo wysokich właściwości bakteriobójczych. Wynikają one z obecności w nim *metylglioksalu* [6].

### ***Działanie przeciwnowotworowe***

Ze względu na swoje właściwości, miód może być stosowany w profilaktyce przeciwnowotworowej. Powoduje zmniejszenie przewlekłych stanów zapalnych, poprawia stan układu immunologicznego oraz zmniejsza ilość infekcji wywołanych przez oporne mikroorganizmy. Niektóre polifenole znalezione w miodzie, takie jak kwas kawowy, ester fenyloetylowy kwasu kofeinowego, chryzyna, galangina, kemferol czy 4-metoksy-5,7-dihydroksyflawon znalazły zastosowanie w środkach farmakologicznych w profilaktyce i leczeniu raka. Naukowcy dowiedli również wysokie działanie antyoksydacyjne miodów [7].

Aktywność przeciwnowotworową miodu wykazano wobec tkanek i linii komórkowych raka piersi, jelita grubego, nerek, prostaty, endometrium, szyjki macicy oraz jamy ustnej. Stwierdzono, że hamowanie proliferacji komórek nowotworowych może odbywać się na skutek indukcji apoptozy, w wyniku depolaryzacji ich błony mitochondrialnej. Miód wpływa na aktywację kaspazy 3 (kaspazy efektorowej) lub kaspazy 9 (kaspazy inicjatorowej), która aktywuje kaspazę 3 odpowiedzialną za hydrolizę białek cytoszkieletu i błony jądrowej.

Kaspaza ta również związana jest z proteolizą inhibitora DNazy DFF40/CAD- enzymu degradowującego DNA. Miód wpływa także na aktywację białek p53 i *proapoptycznych białek Bax*. Dodatkowo hamuje on ekspresję białek *antyapoptycznych Bcl-2* (Rys. 3). Miód powoduje powstawanie reaktywnych form tlenu (ROS), które wywołują aktywację białka p53, które z kolei moduluje ekspresję białek pro- i *antyapoptycznych* [3 ,8, 9]. Wykazano również, że antyproliferacyjna aktywność miodu związana jest z zablokowaniem cyklu komórkowego komórek nowotworowych. Miód oraz jego składniki (tj. flawonoidy i związki fenolowe) blokują cykl komórkowy komórek raka okrężnicy, glejaka i czerniaka w fazie G0/G1, przy czym stwierdzono, że taka aktywność miodu jest zależna od jego dawki i czasu oddziaływania na komórki [9].



Rysunek 4. Schemat przedstawiający wpływ miodu na ścieżkę sygnałową aktywującą apoptozę (samobójczą śmierć komórki). Oznaczenia: Bcl-2 - B cell lymphoma 2 protein; Cyt.C: cytochrom C; Apaf-1 - apoptotic protease activating factor 1; TNF: tumor necrosis fac

### Miód a medycyna

Apiterapia (łac. *Apis* - pszczoła, *therapy* - terapia) jest to naturalna metoda leczenia, w której wykorzystuje się produkty pszczele. Właściwości lecznicze miodu były znane już w starożytności. Grecki lekarz Hipokrates (460- 370 p.n.e.) zalecał stosowanie miodu przy gorączce, do leczenia ran oraz jako środek kosmetyczny lub dietetyczny [1]. Z czasem wiedza na temat jego właściwości pogłębiała się i dziś znana jest ogromna ilość chorób, przy których stosowanie miodu wykazuje korzystne działanie. Dotyczy to chorób układu pokarmowego (np. wirusowe zapalenie wątroby, marskość wątroby, zapalenie woreczka żółciowego i inne), układu oddechowego (astma oskrzelowa, atopowa, kaszel), układu krążenia i wiele, wiele innych. Informacje na ten temat można znaleźć w książkach lub Internecie. Jednak należy podkreślić, że stosowanie miodu w celach leczniczych należy skonsultować z lekarzem.

Podsumowując - powinniśmy zadbać o to, aby wzbogacić swoją dietę w miód lub zastąpić nim zwykły cukier. Poza źródłem energii, jakim są cukry proste, miód dostarcza do naszego organizmu wiele składników niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania

jak mikro- i makroelementy. Regularne spożywanie miodu wspomaga układ immunologiczny, natomiast badania dotyczące jego działania przeciwnowotworowego dają szansę na wsparcie profilaktyki przeciwnowotworowej. Dzielne spożycie miodu dla dorosłej osoby powinno wynosić ok. 20 g (1 łyżka). W stanach wyczerpania pomaga przywrócić pełną witalność, natomiast w stresujących sytuacjach posiada właściwości uspokajające [10]. Z przeprowadzonego doświadczenia, w którym porównano bakterioobójcze działanie różnego typu miodów, produkty zakupione w sklepie nie wykazały takiej właściwości [11]. W związku z tym, polecam kupowanie miodu u zaprzyjaźnionego pszczelarza zamiast w supermarketach. Dzięki temu będziemy mieć pewność, iż dany produkt był przechowywany w odpowiednich warunkach, jest zdrowy oraz naturalny.

## Bibliografia

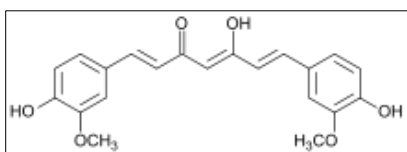
- [1] S. Stangaciu, E. Hartenstein, tł. z jęz. niem. B. Floriańczyk, „Leki z pszczelej apteki”, Klub dla Ciebie, Warszawa 2007.
- [2] S.B. Bankar, M.V. Bule, R.S. Singhal, L. Ananthanarayan, „Glucose oxidase - An overview” *Biotechnology Advances*, 2009, 27, 489-501.
- [3] H. Gałuszka, „Miód pszczelej, powstawanie, wartość odżywcza, zastosowanie”, Sądecki Bartnik, Nowy Sącz, 1998.
- [4] L. Stryer, przełożone pod redakcją J. Augystyniaka, „Biochemia”, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003.
- [5] P.H.S Kwakman, A.A. te Velde, L. de Boer, D. Speijer, C. M. J. E. Vandenbroucke-Grauls, S.A. J. Zaat, „How honey kills bacteria”, *The FASEB Journal*, 2010, 24, 2576-2582;
- [6] E. Mavric, S. Wittmann, G. Barth, T. Henle, „Identification and quantification of methylglyoxal as the dominant antibacterial constituent of Manuka (*Leptospermum scoparium*) honeys from New Zealand”, *Molecular Nutrition & Food Research*, 2008, 52, 483-489.
- [7] N.H. Othman, „Honey and Cancer: Sustainable Inverse Relationship Particularly for Developing Nations- A Review”, *Evid Based Complement Alternat Med.*, 2012, 2012, 410406.
- [8] <http://www.e-biotechnologia.pl/Artykuly/apoptoza>
- [9] S. Ahmed, N.H. Othman, „Honey as a Potential Natural Anticancer Agent: A Review of Its Mechanisms” *Evid Based Complement Alternat Med.*, 2013, 2013 829070.
- [10] W. Oberriesser, tł. z jęz. niem. Floriańczyk B., „Miód, propolis, pyłek, воск”, Multico Oficyna Wydawnicza, Warszawa 2009.
- [11] B. Mika, B. Tynka, A. Ziemińska-Buczyńska, „Porównanie bakterioobójczego działania różnych typów miodów i propolisu na bakterie gramdodatnie i gramujemne”, *Podstawy Biotechnologii Środowiskowej- trendy, badania, implementacje*, T. 6, praca zbiorowa pod red. dr Grzegorza Cemy, Gliwice: Katedra Biotechnologii Środowiskowej Politechniki Śląskiej, 2014, s. 79-89

# (Nie)zwykła kurkuma

Anna Rotarska

Badania Ekspertów WHO potwierdzają, że za ponad połowę zachorowań na raka wśród Amerykanów odpowiada ich kuchnia- bogata w cukier, sól, tłuszcze i konserwanty. Jej przeciwieństwem jest kuchnia hinduska. Przeprowadzone badania pokazują, że zachorowalność na raka wśród Hindusów jest o wiele mniejsza niż w krajach zachodnich. Na przykład na raka płuc chorują 8 razy rzadziej, a na nowotwór nerek aż 10 razy rzadziej! Odporność tą zyskują między innymi dzięki temu, że ich dieta jest uboga w mięso, a bogata w wiele przypraw, które wykazują właściwości antynowotworowe. Należy do nich między innymi kurkuma, której poświęcony jest artykuł

Kurkuma to przyprawa znana z czasów starożytnych. Pochodzi ona z Południowo- Wschodniej Azji. Wykorzystanie kurkumy sięga 4000 lat wstecz, aż do kultury wedyjskiej w Indiach, kiedy to zaczęto jej używać jako przyprawy. Miała również znaczenie religijne, używano jej jako naturalnego barwnika do nadawania koloru szatom religijnym.



Rysunek 1. Budowa chemiczna kurkuminy

Kurkumę (*Curcuma longa*) pozyskuje się z wieloletniej rośliny z rodziny imbirowatych, dokładniej z jej bulwiastych kłączy. Charakteryzuje się silnym zapachem, ostrym smakiem i żółtym kolorem. W czym kryje się antynowotworowa moc kurkumy? Otóż zawiera ona szereg związków bioaktywnych zwanych kurkuminoidami, z których najważniejsza jest kurkumina (Rys. 1), wykazująca działanie przeciwzapalne i antyoksydacyjne. Krótkotrwały stan zapalny pozwala organizmowi skutecznie zwalczać bakterie i wirusy, zapobiegając rozwojowi chorób. Problem pojawia się, gdy nie ustępuje on po kilku dniach i zmienia się w długotrwały stan zapalny, który wiąże się z rozwojem niemal wszystkich chorób przewlekłych, między innymi chorób serca, nowotworów, choroby Alzheimera. Okazuje się, że przeciwzapalne działanie kurkuminy jest silniejsze i skuteczniejsze niż użycie niektórych leków przeciwzapalnych. Reguluje ona pracę komórek poprzez osadzanie się w błonach komórkowych co powoduje, że są one mniej podatne na infekcje. Dodatkową zaletą jest fakt, że kurkumina nie daje skutków ubocznych. Działa ona na poziomie molekularnym, blokując działanie białka NF- $\kappa$ B, które jest podejrzewane o powiązanie z procesem powstawania stanów zapalnych i chorób nowotworowych.

Kurkuma jest też silnym przeciwutleniaczem, czyli chroni organizm przed niekorzystnym działaniem wolnych rodników, które powodują utlenienie napotkanych związków. Najczęściej ich "ofiarami" padają nienasycone kwasy tłuszczowe, białka i DNA. Zawarta w kurkumie kurkumina w dwojaki sposób wykazuje działanie antyoksydacyjne: bezpośrednio wpływa na wolne rodniki i blokuje je oraz pobudza aktywność mechanizmów antyoksydacyjnych organizmu.



Kurkuma wykazuje również właściwości grzybo- i bakteriobójcze oraz przeciwwirusowe, dlatego przez Hindusów stosowana jest zewnętrznie do leczenia ran. W krajach azjatyckich stanowi bazę maści antyseptycznej, działającej na ropne zakażenia.

Obecnie przedmiotem badań naukowców jest też wpływ kurkumy na funkcjonowanie mózgu- mianowicie bada się jej wpływ na stężenie BDNF, czyli czynnika neurotroficznego, który wspomaga zdolności dzielenia się neuronów. Z niedoborem tego czynnika są związane takie choroby, jak depresja czy choroba Alzheimera. Kurkuma może mieć istotny i korzystny wpływ na zawartość BDNF w mózgu, a poprzez to przyczyniać się do opóźniania i być może nawet do zapobiegania wielu chorobom związanych z obniżoną aktywnością mózgu. To bardzo ciekawy aspekt, który jest w trakcie badań klinicznych.

Wiele badań poświęca się również działaniu antynowotworowemu kurkumy. Obecnie sprawdzane są takie aspekty jak jej wpływ na angiogenezę oraz przeciwdziałanie przerzutom. Liczne badania wykazały, że kurkumina może hamować wzrost komórek nowotworowych w warunkach laboratoryjnych. Jako ciekawostkę można przytoczyć badania przeprowadzone przez naukowców z Illinois w Chicago, którzy obserwowali 44 mężczyzn ze stwierdzonymi zmianami chorobowymi okrężnicy. Pacjentom podawano dziennie po 4 gramy kurkuminy przez 30 dni. Po tym czasie stwierdzono, że zmiany w okrężnicy zmniejszyły się u pacjentów średnio o 40%. Są też dowody, że kurkumina wnika do środka komórek nowotworowych (np. raka piersi) i niszczy je. Dodatkowo prowadzone są badania w kierunku stosowania kurkumy jako wspomagacza chemioterapii- przyprawa ta dodatkowo uwrażliwia komórki nowotworowe na działanie chemioterapii. Istnieją badania, które pokazują korzystny wpływ tej przyprawy podczas leczenia glejaka.

Kurkuma wpływa również łagodząco na dolegliwości układu trawienia oraz poprawia przemianę materii. Można zaobserwować również jej wpływ na obniżanie cholesterolu oraz poziomu glukozy we krwi. Dodatkowo coraz więcej badań dowodzi zdolności kurkumy do opóźniania procesu starzenia komórek.

Zalet kurkumy nie widać końca i ciągle pojawiają się kolejne aspekty jej pozytywnego wpływu na organizm. Teraz kilka słów o tym, jak ją stosować. Wiele osób kojarzy ją z popularną mieszanką przypraw curry, w której właśnie ona odpowiada za żółty kolor. Jednak kurkuma stanowi tylko około 20% całej mieszanki. Obecnie w sklepach można ją kupić również osobno w postaci żółtego proszku. Substancje zawarte w przyprawie wykazują właściwości hydrofobowe, co negatywnie wpływa na jej wchłanianie przez organizm. Dowiedziono jednak, że jej połączenie z pieprzem lub papryką poprawia przyswajalność nawet do 2 tys. razy. Kurkumę poleca się zwłaszcza do potraw wysokobiałkowych, ponieważ wspomaga procesy trawienne, jednak może być stosowana również do potraw z ryżu, warzyw, zup, sałatek. Przyprawę tą powinno dodawać się na początek gotowania - wtedy daje ona najwięcej aromatu. Zaleca się spożywanie łyżeczki kurkumy dziennie.

Ciekawostką również jest to, że kurkumina kryje się pod symbolem E100. W przemyśle spożywczym można ją znaleźć jako barwnik stosowany np. w ciastach i margarynach.

Jak zostało pokazane w artykule, kurkuma już od tysięcy lat słynie ze swoich właściwości prozdrowotnych, które obecne są coraz lepiej poznawane. Powinna ona

stać się częścią zbilansowanej diety człowieka. Taka niewielka zmiana, jak wprowadzenie szczypty przyprawy może przynieść wiele korzyści dla zdrowia człowieka.



### Studenckie Koło Naukowe Biotechnologów - SKNB

przy Centrum Biotechnologii Politechniki Śląskiej

ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice

e-mail: sknbiotechnologow@gmail.com

WWW: <http://kbs.ise.polsl.pl/sknb/>



## KONKURS, KONKURS, KONKURS „WYMYŚL SOBIE PROJEKT”

POMYŚL...

Mamy dla Ciebie następujące odczynniki:

- polimeraza DNA,
- ligaza T4,
- enzymy restrykcyjne: HindIII i EcoRV.

CO Z TYM ZROBISZ?

SKNB ogłasza konkurs na projekt badawczy o dowolnej tematyce, który można wykonać w laboratoriach Politechniki Śląskiej. Zwycięzca otrzyma pakiet ww. odczynników oraz wsparcie merytoryczne opiekuna naukowego.

Zgłoszenia przyjmujemy do **15 kwietnia 2015r.** na załączonym formularzu. Skan wypełnionego formularza z podpisami należy wysłać na adres SKNB: [sknbiotechnologow@gmail.com](mailto:sknbiotechnologow@gmail.com).

## Wakacje na kółkach - relacja z Camp America

Nina Hławiczka

---

Podróże marzyły mi się zawsze, ale nigdy nie myślałam, że kiedykolwiek trafię do USA. Gdy tylko usłyszałam o wojażach po Stanach mojego znajomego, zaczęłam węszyć w poszukiwaniu informacji jak można wziąć udział w takim programie. Po dostaniu się na studia wypełniłam dokumenty i czekałam na *placement*. Traciłam już nadzieję, kiedy dostałam maila. Ale dobra, dobra, najpierw formalności, wiza, zdanie przynajmniej części przedmiotów na uczelni... Jak ja sobie poradzę? Biuro Camp America nie zawiodło mnie i jakiś czas później siedziałam spokojnie w samolocie z moimi przyszłymi współpracownikami, zastanawiając się, co mnie czeka na obozie dla harcerzyków w Maine.

Z lotniska odebrał nas przedstawiciel Campu. W drodze opowiedział nam co nieco o obozie, a niedługo później, już na miejscu, gromkimi brawami przywitali nas counesellorzy, po czym następnie wszyscy integrowaliśmy się na „chief’s party”. Podczas krótkiego okresu przejściowego w dzień przyzwyczajałam się do pracy, a wieczorami jeździliśmy do barów, na kręgle itp. W czasie całego trwania Campu miałam dużo przerw, podczas których mogłam korzystać z boisk, jeziora i wszystkich innych aktywności. Counesllorzy chętnie angażowali nas do gier z dziećmi. Jaka była praca? Z racji tego, że pracowałam w restauracji, w czasie największego ruchu trzeba było być zorganizowanym. Tyle. Praca nie była bardzo ciężka, a poza porami posiłków nie było jej wiele. Jednak bez tak wspaniałej grupy, na jaką trafiłam, z pewnością bym tak nie uważała. Było po prostu zabawnie i na luzie, a szefowie - najlepsi. Mogliśmy na nich liczyć, ale też zwyczajnie porozmawiać, stworzyli świetną atmosferę. Dodam, że pod koniec obozu zabrali naszą grupę na obiad na homara do najwspanialszej restauracji w jakiej kiedykolwiek byłam, nad samym oceanem! Counesllorzy, którzy przyjęli mnie do swojej campowej rodziny sprawili, że moje wakacje były jednymi z najlepszych w życiu mimo, iż było też to miejsce pracy. Dzięki nim miałam poczucie przynależności, z każdym mogłam porozmawiać i dowiedzieć się czegoś o krajach, z których pochodzą. Sprawili, że moje wspomnienia z Campu są niepowtarzalne - to chwile, które wspominam nadal z uśmiechem. Poza tym był to dłuższy czas spędzony w jednym miejscu oddalonym od rzeczywistości, zgiełku miasta, co dawało poczucie oderwania od dręczących na codzień problemów. Życie toczyło się z dnia na dzień, a mimo życia „w lesie”, każdy z nich przynosił coś nowego. Dla tego uczucia warto jest wziąć udział w takim przedsięwzięciu.

Po wielkim pożegnalnym ognisku z counesllorami, pomimo wszechobecnego smutku z powodu rozstania z obozem, ruszyłam w drogę do Bostonu z dziewczynami, z którymi pracowałam. Zwiedziłyśmy to jedno z najwspanialszych amerykańskich miast i następnego dnia byłyśmy już w Miami. Wypożyczyłyśmy dom na kółkach (Chevrolet Malibu), zapakowałyśmy się i wyjechałyśmy z terenu lotniska. Wtedy właśnie poczułyśmy wszechobecne gorąco, mimo nocnych godzin. Rano, jadąc bezkresnymi mostami, gdzie dookoła tylko błękit czyściutkich wód, dotarłyśmy na Key West. Niektórzy twierdzą, że nie ma tam nic ciekawego, ale jak można być w Miami i nie odwiedzić tego miejsca?! Czyste

plaże, kury i kameleony biegające wokoło, a wieczorem uliczki z pubami z muzyką na żywo, cygara i rum. Ludzie bawią się, rozmawiają beztrosko, otoczeni przez kubański klimat, życie niczym sprzed przynajmniej trzech dekad. I tak zaczynając od mili 0 stanowej drogi 1- Southernmost point (jednego z najbardziej wysuniętych na południe punktów USA), ruszyliśmy na północ. Zatrzymując się w następnym obowiązkowym punkcie - Everglades Aligator Park, miałam okazję trzymać małego aligatora i przejechać się po jeziorze na pojeździe podobnym do poduszkowca. Później zatrzymując się w pobliskich miasteczkach odbiliśmy trochę na zachód do Smokey Mountains, gdzie czekała na nas wioska indiańska, turlające się po drogach niedźwiadki i łosie stołujące się zaraz przy jezdni. W Waszyngtonie oddaliśmy samochód i stamtąd bussem dostałyśmy się do Nowego Jorku. Ogromu wieżowców, widoku z Empire State Building i Times Square nocą nie da się opisać. Z tego miejsca ze łzami w oczach powróciłam do szarej rzeczywistości. Decyzja o wyjeździe na Camp America to niewątpliwie jeden z najlepszych wyborów w moim życiu i najlepszy sposób spędzenia wakacji. Gdy wspominam ten czas, robi mi się ciepłutko na serduchu, a czasem nawet łzy cisną się do oczu z tęsknoty. Pisząc tę relację jestem pełna emocji, bo nawet po miesiącach nadal „żyje się Campem”. Jednak wspomnienia to nie jedyny benefit z wyjazdu, ważny jest także rozwój - podszkolenie języka, nowe znajomości z naprawdę świetnymi ludźmi, dobry punkt w CV, a także możliwość dalszej współpracy z Camp America - ja zostałam koordynatorem. Taki wyjazd otwiera też umysł. Zatem poznajcie świat w najlepszy sposób- jedźcie, zwiedzajcie, a przy tym zarabiacie!



# BezroBIOcie? Czyli rynek pracy w biotechnologii

Krzysztof Kraśnicki

Pośród braci studenckiej już od pierwszego roku studiów narasta zaniepokojenie związane z przyszłymi losami zarobkowymi przyszłych absolwentów dumnie brzmiącego kierunku jakim jest Biotechnologia. Pojawiają się pytania: Co dalej? Co po studiach? Wbrew powszechnie panującej demagogii o bezrobotnych inżynierach, rzeczywistość niekoniecznie musi rysować się w tak ciemnych barwach. Istnieje bowiem szereg dróg, którymi racjonalnie i trzeźwo myślący młody biotechnolog może podążać.

## *Oczekiwania i nadzieje*

Na początek trochę statystyki. Na 35 państwowych uczelniach w Polsce prowadzi się biotechnologię jako kierunek studiów, na który każdego roku zapisuje się ok. 10 000 studentów, z czego kończy je ok. 4 000 absolwentów. Istnieje obecnie w naszym kraju ok. 70 firm biotechnologicznych, wobec czego można dostrzec wyraźną rozbieżność pomiędzy liczbą miejsc zatrudnienia a liczbą osób ubiegających się o nie. Studia biotechnologiczne na uczelniach technicznych przyciągają corocznie młode umysły zwabione obiecującymi sloganami „przyszłościowy kierunek” oraz ogólnym przeświadczeniem iż „rynek pracy potrzebuje inżynierów”. Maturzyści decydujący się na podjęcie tych studiów często jednak nie są świadomi tego jakie możliwości faktycznie rysują się przed potencjalnymi absolwentami oraz jak naprawdę to wszystko wygląda w praktyce. Kandydaci na studia biotechnologiczne oczekują dużej ilości praktycznych zajęć laboratoryjnych związanych z tym, co każdy laik kojarzy z biotechnologią, czyli głównie z genetycznym modyfikowaniem organizmów czy też kulturami tkankowymi, odbywających się w wysoce specjalistycznych laboratoriach. Program studiów nie opiera się jednak wyłącznie na zajęciach praktycznych. Do ich realizacji niezbędne jest solidne teoretyczne przygotowanie w wielu dziedzinach nauki. Stąd mnogość zajęć realizowanych w formie czysto akademickiej, czego wymaga interdyscyplinarny charakter naszego kierunku. W rzucie ogólnym to jednak forma teoretyczna przeważa w programie studiów. Co więcej, można odnieść wrażenie, że część przedmiotów technicznych daleko mija się z generalnym wyobrażeniem przeciętnego zainteresowanego podjęciem tych studiów. Wszystkie te czynniki przyczyniają się do zauważalnego niedosytu graniczącego z rozczarowaniem. Należy jednak mieć na uwadze, iż nauka jest najsłabiej finansowanym w naszym kraju obszarem, stąd nie można oczekiwać cudów. Pod tym względem, na tle innych uczelni, Politechnika Śląska wypada znakomicie. Jednakże jeśli maturzyście po kilku latach studiów uda się przebrnąć przez dziesiątki mniej bądź bardziej interesujących przedmiotów, upora się z rzeczami, które wyposażą go w wiedzę i umiejętności, jak również przebrnie przez przedmioty, z których nie wyciągnie nic, to maturzysta ten zyskuje tytuł magistra inżyniera. Piekące pytanie pojawiające



się od początku studiów nie znika, a nawet pojawia się ze zwiększoną częstotliwością- czas wziąć się za poszukiwanie stałego zatrudnienia.

### ***Polskie realia***

Absolwent staje w obliczu polskiej rzeczywistości, w której- nie ma się co oszukiwać- liczba etatów dla biotechnologów jest ograniczona. Co więcej, prędko do absolwenta dociera, że szukających zatrudnienia absolwentów jest znacznie więcej, niż miejsc pracy oferowanych przez instytuty stricte zajmujące się biotechnologią. Po zapytaniu kilku znajomych absolwentów biotechnologii o ich dalsze losy zawodowe uzyskiwana odpowiedź zawsze była podobna. Wiedza i przygotowanie do pracy laboratoryjnej umożliwiają ubieganie się o zatrudnienie w laboratoriach analitycznych, farmaceutycznych, przedsiębiorstwach badań i ekspertyz środowiska, stacjach monitoringu środowiska, zakładach produkcji, przedsiębiorstwach przetwórstwa żywności, przy obsłudze technologicznych procesów przemysłowych itp. Wiąże się to jednak z przebranzowaniem się i pracowaniu w czymś innym, niż byliśmy do tej pory uczeni. Problem ten dotyczy każdej ze specjalizacji, gdyż zakład przetwórstwa żywności chętniej zatrudni technologa żywności, który ma praktyczniejszą wiedzę na temat realizowanych tam zadań niż biotechnologa przemysłowego, który zna się na wszystkim jedynie po części. Podobnie z bioinformatyką. Jeśli absolwent sam nie poświęci pracy na samodoskonalenie się i doksztalcenie, pracodawca zatrudni informatyka, który naprawdę zna się na programowaniu. Praca dla bioinformatyków jest, ale bardzo często wiąże się to z wyzbyciem się przedrostka „bio-”, co ponownie jest odejściem w inną dziedzinę, niż pierwotnie podjęta na studiach biotechnologia. Dla absolwentów IŚ'owej części naszego kierunku najczęściej praca również niewiele ma wspólnego z klasycznie pojmowanym założeniem naszego kierunku, a kończy się analitycznym oznaczaniem ChZTów w laboratorium środowiskowym, gdzie nie ma się za wiele do czynienia faktyczną biotechnologią.

Często zdarza się, że studenci biotechnologii decydują się na rozpoczęcie doktoratu i wiązą dalszą karierę naukową z pracą na uczelni, co związane jest również z ogromem włożonej pracy nad samodoskonaleniem się i ciągłym podnoszeniem kwalifikacji. Najczęstszą formą zatrudnienia jest praca jako przedstawiciel handlowy w firmach farmaceutycznych, medycznych itp. Powstaje pytanie: czy uczyłem się przez te lata wszystkich tych trudnych i ciekawych rzeczy, żeby zajmować się marketingiem, z którym nie miałem do tej pory nic wspólnego? Spośród znajomych absolwentów żaden nie pracuje w zawodzie. Wszyscy w dziedzinach pokrewnych, co wiązało się z zainwestowaniem czasu na przebranzowanie się.

### ***Zagraniczny american dream***

Polska biotechnologia wciąż nie jest dostatecznie dofinansowana. Skutkuje to brakiem nowoczesnego sprzętu. Trudno też liczyć na zarobki porównywalne z zachodnimi. Od lat światowymi centrami biotechnologii są Stany Zjednoczone, z największym koncernem biotechnologicznym *Monsanto Company*, czy kraje Skandynawskie. Polscy absolwenci wyruszają też często do Niemiec oraz krajów niemieckojęzycznych, czy Francji i Wielkiej Brytanii, ale dzisiaj można ich odnaleźć w firmach rozsianych po całym świecie. Ostatnio równie modnym kierunkiem migracji jest Australia i Oceania. Patrząc europejskimi realiami na uwagę zasługuje również obszar niderlandzki. Z całą pewnością Holandia jest krajem, którego błędy przeszłości, o których mówi się rzadko, związane z dość powszechnymi

praktykami kazirodczymi, skutkują daleko posuniętymi obciążeniami genetycznymi. Rząd holenderski wypłaca potężne środki na badania genetyczne, co stawia go na jednym z pierwszych miejsc wśród europejskich krajów w rankingu finansowania obszaru naukowego. Jest to atrakcyjny obszar na inwestycję w potencjał ludzki, gdzie absolwenci z tak rozległą wiedzą jak właśnie biotechnologowie mogą liczyć na wymarzoną pracę w zawodzie. W Polsce, przykładowo, praca jako asystent laboratorium badawczego to zawód znacznie mniej popularny niż za granicą. W Holandii warunki zatrudnienia na etacie asystenta laboratorium są niezwykle korzystne, a co najważniejsze jest tam też większa możliwość rozwoju zawodowego ze względu na dofinansowanie badań naukowych. Jednak oprócz kierunkowego wykształcenia zwykle wymagane jest doświadczenie w stosowaniu technik laboratoryjnych przy czym liczy się również udział w międzynarodowych programach stażowych typu Leonardo. Poza tym pracodawcy oczekują w tym zawodzie umiejętności współpracy w zespole, prowadzenia prezentacji, dokładności, sumienności, a także dyspozycyjności, nie jest to bowiem typowa praca o normowanym czasie pracy, lecz czasami trzeba zostać w laboratorium po godzinach aż do zakończenia eksperymentu. W holenderskich realiach przydaje się też pewność siebie, bez której ciężko się przebić. Patrząc generalnie na rynek pracy, ofert pracy w europejskiej biotechnologii jest mniej niż 5 lat temu, jednakże polscy absolwenci nadal mogą liczyć korzystniejszą sytuację niż w Polsce. Warto wiedzieć, iż odmiennie niż w Polsce, zawodem, który poza granicami naszego kraju nie jest uważany za ściśle związany z biotechnologią jest np. technolog produkcji, technolog chemiczny, technolog żywności itd., gdyż te zawody wymagają osobnych kwalifikacji, czyli kierunkowego dyplomu w tychże dziedzinach. Wiąże się to z odmiennym procesem kształcenia w krajach zachodnich, nie przystającym do studiów biotechnologicznych, wobec czego z tego samego powodu biotechnolog nie uzyska stanowiska technologa poza granicami naszego kraju.

Za granicą pracodawcy są nieco bardziej skłonni inwestować w osoby bez doświadczenia. Z drugiej jednak strony należy pamiętać, że samo wykształcenie akademickie uzyskane w krajach kojarzonych jako wysokorozwinięte łączy się zwykle z nabyciem przydatnego dla pracodawcy zestawu umiejętności praktycznych. W Polsce te pojęcia niestety nie są tożsame.

### ***Perspektywy***

Biotechnologia jest co prawda prężnie rozwijającą się w Polsce dziedziną, miejsc pracy nie będzie ubywać, a wręcz przeciwnie, z czasem będzie ich więcej. Jednakże już w trakcie studiów należy zwrócić uwagę, żeby oprócz samego dyplomu zyskać rzeczy równie ważne, jak nie ważniejsze. Należy wkładać pracę nie tylko w uzyskiwanie jak najlepszych stopni, ale również zyskiwać certyfikaty różnorodnych szkoleń i warsztatów, czy świadectwa potwierdzające znajomość języków, angażować się w działalność wszelakich organizacji studenckich, kół naukowych, brać udział w konkursach, niekoniecznie o charakterze naukowym, ubiegać się o staże i praktyki zarówno w kraju, jak i za granicą, wyjazdy typu *Socrates-Erasmus*, angażować się w projekty naukowe kół naukowych, brać czynny udział w konferencjach i seminariach naukowych. I najważniejsze chyba, żeby po studiach oprócz wiedzy, wynieść kontakty, które mogą zaplusować w przyszłości. Wszystkie te czynniki składają się na to, by pośród wszystkich potencjalnych pracowników

wyróżniać się ikrą. Wbrew powszechnej opinii nie studiujemy bezrobocia, a kariera biotechnologa nie musi zakończyć się w Tesco. To wszystko, co robi się poza samym studiowaniem, pokazuje, że jest się równie interdyscyplinarnym, jak obrany przez nas kierunek, a to pozwala na uzyskanie satysfakcjonującej pracy, do której każdego poranka wstaje się z uśmiechem.



# BAKCYL



Gdzie? -> Aula F

**29.05.2015**

Wydział Automatyki, Elektroniki i Informatyki, Politechnika Śląska

Wykłady popularnonaukowe poprowadzą:

Dr Aleksandra Ziemińska-Buczyńska [Politechnika Śląska]

Prof. dr hab. Katarzyna Lisowska [Centrum Onkologii]

Dr Magdalena Skonieczna [Politechnika Śląska]

Mgr inż. Anna Papież [Politechnika Śląska]

Mgr Damian Sojka [Centrum Onkologii]

Dr Artur Góra [Centrum Biotechnologii]

Mgr Alicja Wolny [Uniwersytet Wrocławski]

Mgr Mariusz Gogół [Uniwersytet Jagielloński]

Mgr Lidia Sonakowska [Uniwersytet Śląski]

+Zwiedzanie laboratoriów Centrum Biotechnologii!

**30.05.2015**

Warsztaty laboratoryjne dla uczniów szkół średnich

- Mikrobiologia i biologia molekularna [KBŚ]
- Biochemia [KBŚ]
- Bioinformatyka [AEiI]

ORGANIZATORZY:



## Opiekun SKNB dr Aleksandra Ziemińska - Buczyńska w finale polskiej edycji FameLab!

Agata Szymanek

FameLab to międzynarodowy konkurs dla młodych naukowców, przypominający formułą popularne konkursy talentów. Pierwszy raz został zorganizowany w 2005 r. w Wielkiej Brytanii. Dziś edycje FameLab odbywają się w ponad 20 krajach na świecie. Jego celem jest popularyzacja nauki, a uczestnicy mają za zadanie w ciągu 3 minut w zrozumiały i interesujący sposób opowiedzieć o wybranym przez siebie zagadnieniu badawczym. W tym roku odbywa się już czwarta edycja konkursu w Polsce organizowana przez Centrum Nauki Kopernik oraz British Council. Zgłosiło się do niej blisko 90 osób, spośród których jury wybrało 25 półfinalistów. Do ścisłego finału zakwalifikowało się 10 osób. W tym gronie znalazła się dr Aleksandra Ziemińska-Buczyńska z prezentacją pod tytułem *Co bakteria je?*



25 kwietnia spośród finalistów wybrany zostanie laureat polskiej edycji FameLab, który weźmie udział w światowym finale, odbywającym się w Cheltenham w Wielkiej Brytanii. Otrzyma on ponadto nagrodę w postaci 30 tys. zł na cele naukowe i 5 tys. zł na dowolne wydatki. Laureatowi głosowania publiczności przyznany zostanie voucher językowy od British Council.

**Dla zainteresowanych:**

<http://www.famelab.org.pl/>

Dotychczasowi laureaci polskich edycji konkursu odnieśli sukcesy również w międzynarodowych edycjach: Monika Koperska zajęła drugie miejsce w międzynarodowym finale, a Marcin Stolarski i Joanna Bagniewska znaleźli się w najlepszej światowej dziesiątce. Pozostaje nam więc liczyć, że i tym razem Polacy zaprezentują nas godnie – bez względu na to, czy naszym reprezentantem zostanie dr Ziemińska-Buczyńska (za którą trzymamy mocno kciuki), czy któryś z pozostałych finalistów.

Gratulujemy i życzymy powodzenia w finale!



## IV Koniugacja Międzyrocznikowa

Katarzyna Mrowiec

---

16 marca 2015 roku odbyła się już czwarta edycja, organizowanej przez Koło Naukowe Biotechnologów, koniugacji międzyrocznikowej. Podczas wydarzenia studenci z wyższych lat dzielą się swoimi doświadczeniami z młodszymi kolegami. Największą grupę stanowili studenci drugiego roku. Nic w tym dziwnego, ponieważ już niedługo będą musieli oni zdecydować, którą z trzech specjalizacji oferowanych przez Politechnikę Śląską wybiorą. Podczas Koniugacji przedstawiciele każdego wydziału opowiadali czego dotyczą poszczególne specjalizacje, czego będzie można się nauczyć w trakcie toku studiów, a także podzielili się uwagami dotyczącymi tego na co młodszy koledzy powinni zwrócić szczególną uwagę. Nie zabrakło również pytań, na które udzielano szczerych odpowiedzi, dzięki czemu młodszy koledzy mogli zobaczyć dokładniejszy obraz swojej przyszłości.

Całe spotkanie nie dotyczyło jednak tylko i wyłącznie specjalizacji. Studenci opisywali także przedmioty z początkowych dwóch lat wspólnych studiów. Przyszli magistrzy prezentowali, jak wygląda drugi stopień studiów, a nawet poruszali temat pracy w zawodzie. Uświadamiali, że wysiłek na studiach może zaowocować w przyszłości, a nawet wcześniej - w trakcie studiów. Nie zabrakło także wtrąceń odnośnie możliwości rozwoju naukowego w formie projektów prowadzonych przez Koło. Przedstawione zostały przykładowe tematy i nazwiska osób zajmujących się danymi badaniami. Poruszony został również temat praktyk studenckich i wolontariatów. Bardziej doświadczeni polecali ośrodki oraz firmy godne uwagi, doradzali także gdzie można się rozglądać i do kogo się zgłaszać.

Wypada wspomnieć, o tym że starsi studenci okazali się dużym wsparciem dla młodszych kolegów. Cierpliwie zachęcali ich do dalszej pracy i niepoddawania się, gdy jest naprawdę ciężko. Starali się pokazać, że wszystko ma sens, nawet gdy w danej chwili się tego nie dostrzega.

Dzięki właśnie takim spotkaniom młodszy Biotechnolodzy mogą zobaczyć, że każdy może przebrnąć przez cały trud związany z Biotechnologią, a także mieć z tego korzyści. Dodatkowym plusem jest możliwość poznania osób, do których można się zwrócić w razie potrzeby.

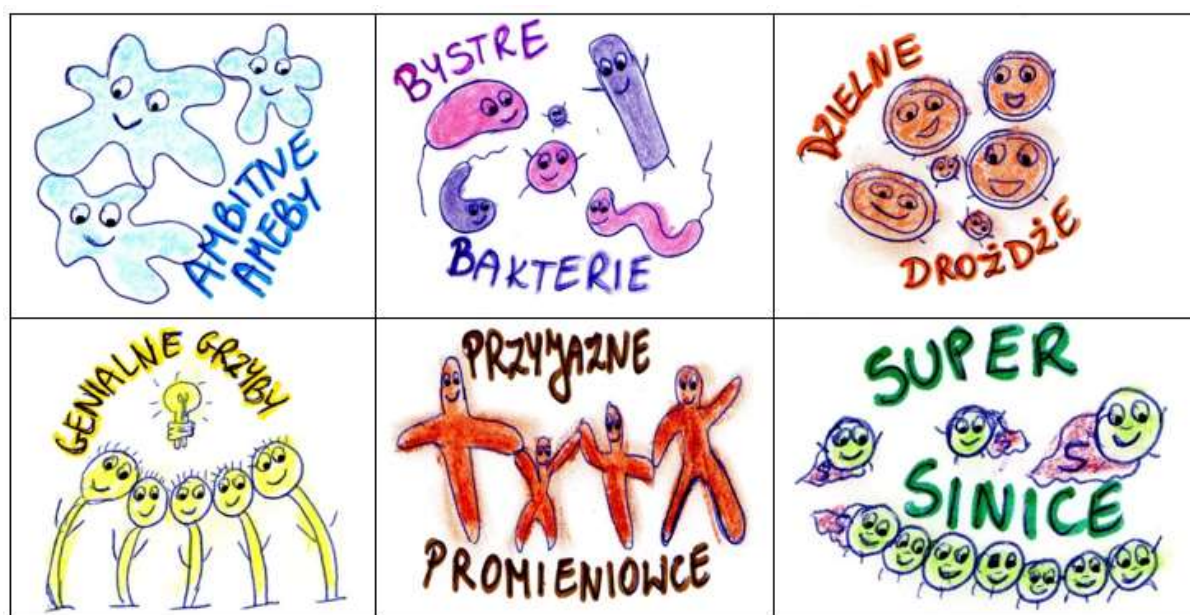
## FunLab

Barbara Kociołek

W czasie zimowych ferii (11 i 12 lutego 2015 r.) w ramach półkolonii w Bytomiu studenci z SKNB zorganizowali dla dzieci warsztaty „FunLab”. Biorący w nich udział mieli okazję zobaczyć jak wygląda drobny sprzęt laboratoryjny (m.in. pipetki, kolby, probówki, szalki Petriego), poczuć się jak prawdziwy badacz, zakładając fartuch oraz okulary, a także przeprowadzić różne proste eksperymenty. Młodzi Naukowcy zostali podzieleni na kilka grup, w których przechodzili pomiędzy stanowiskami (przy których wykonywali poszczególne doświadczenia), zdobywając tematycznie powiązane z realizowanymi zadaniami odznaki przyklejane na specjalne karty.

Dzieciaki miały sporo frajdy, bawiąc się cieczą nieniutonowską, która w zależności od nacisku miała formę ciała stałego lub cieczy, mogły także poobserwować morskie fale zamknięte w butelce, czy spróbować poodbijać wzmocnione dodatkiem gliceryny bańki mydlane. Ponadto zobaczyły, jak można zmieścić jajko w butelce, zapoznały się z domową metodą izolacji DNA, spróbowały zrobić jojo z rodzynek oraz przeprowadziły wiele innych doświadczeń. Młodzi Naukowcy z zainteresowaniem wykonywali swoje eksperymenty, a niektórzy postanowili nawet pochwalić się niektórymi z nich w domu, bo często potrzebne były tylko odczynniki, znajdujące się w prawie każdej kuchni.

Pierwszy wyjazdowy „FunLab” okazał się sukcesem, bo udało się zainteresować dzieci nauką oraz pokazać im trochę laboratoryjnego świata, a i prowadzącym dostarczył sporo radości.



# I MIĘDZYNARODOWE SYMPOZJUM STUDENTÓW I DOKTORANTÓW „BIOTECHNOLOGIA ŚRODOWISKOWA” W GLIWICACH

21-22 maja, 2015  
Gliwice, Polska

## Główne panele tematyczne

bioremediacja gruntów

biomonitoring

ekotoksykologia

hydrobiologia

bioreaktory membranowe

oczyszczanie ścieków miejskich  
i przemysłowych

niekonwencjonalne metody  
w ochronie środowiska

przeróbka i zagospodarowanie  
osadów ściekowych

mikrobiologia i biologia  
molekularna w biotechnologii  
środowiskowej

## Ważne informacje

### *Uczestnicy*

Młodzi naukowcy (studenci i doktoranci  
do 35. roku życia)

### *Język oficjalny konferencji*

Polski i angielski

### *Termin*

21 – 22 maja 2015r.

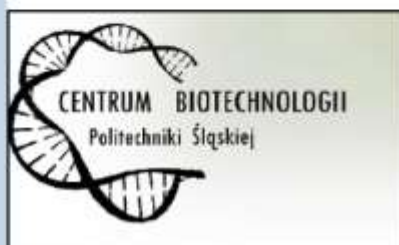
### *Miejsce*

Centrum Biotechnologii  
Politechniki Śląskiej  
ul. Krzywoustego 8  
44-100 Gliwice, Polska

## Ważne terminy

01.02.2015 – otwarcie rejestracji  
17.04.2015 – termin nadsyłania streszczeń  
24.04.2015 – termin nadsyłania pełnych tekstów artykułów  
15.05.2015 – zamknięcie rejestracji

## PATRONAT MEDIALNY:





## Szkolenia, konferencje, spotkania

---

### kwiecień

10.04	Poznań, Bioinformatyczne podstawy sekwencjonowania nowej generacji
24-25.04	Kraków, I Studencka Konferencja Genetyczna "Genomica"
25.04	Zabrze, BioMedTech Silesia 2015
25-26.04	Poznań, Programowanie dla biologów

### maj

08.05	Elbląg, Interdyscyplinarność jako droga rozwoju nauki
10-13.05	Warszawa, Multi-Pole Approach to Structural Science
13-17.05	Jaroszowiec/Kraków, Biomolecules and Nanostructures
15-16.05	Warszawa, Rak jajnika- nowe wyzwania diagnostyczno-terapeutyczne
17-22.05	Uniwersytet Wrocławski, 9th International Conference for Plant Mitochondrial Biology 2015
20-21.05	Wrocław, Bioforum 2015- Targi Biotechnologii i Biobiznesu
21-22.05	I Międzynarodowe Seminarium Studentów i Doktorantów „Biotechnologia środowiskowa” w Gliwicach
22-23.05	Uniwersytet Jagielloński, Kraków, Perspectives in Medical Biotechnology
28-29.05	Uniwersytet Medyczny w Łodzi, III Międzynarodowa Konferencja Radiofarmaceutyczna
29-30.05	Politechnika Śląska w Gliwicach, Śląskie Dni Biotechnologii BAKCYL
29-31.05	Uniwersytet Warszawski, Wydział Biologii, Sympozjum Biotechnologiczne „Symbioza”

### czerwiec

24-26.06	Gdańsk, Frontiers in Cancer Prevention: Fulfilled Promises, Translational Challenges and Future Directions
----------	--