

Hydrolityczny kinetyczny rozdział racemicznych estrów glicydylowych wobec chiralnego salenowego kompleksu kobaltu(III) na nośniku polimerowym

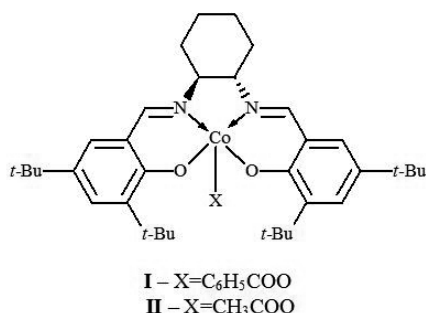
Agnieszka BUKOWSKA*, Wiktor BUKOWSKI, Sabina KLECZYŃSKA, Katarzyna MATKIEWICZ - Wydział Chemiczny, Politechnika Rzeszowska, Rzeszów

Prosimy cytować jako: CHEMIK 2016, 70, 7, 375–382

Wstęp

Hydrolityczny kinetyczny rozdział (ang. *Hydrolytic Kinetic Resolution*, HKR) *rac*-epoksydów katalizowany przez chiralne salenowe kompleksy kobaltu(III) został odkryty przypadkowo przez Jacobsena i wsp. podczas badań aktywności katalitycznej kompleksu **I** (Schemat 1) w reakcji epoksydów z kwasem benzoesowym [1]. Zaobserwowali oni, że oprócz oczekiwanego chiralnego monoestru glikolu i chiralnego epoksydu, w mieszaninie poreakcyjnej pojawia się diol o wysokiej czystości optycznej (>98% ee). Powstawał on na skutek konkurencyjnej hydratacji epoksydu wywołanej przypadkową obecnością wody w mieszaninie reakcyjnej. Odkrycie to zwróciło uwagę zespołu Jacobsena na wodę jako najbardziej atrakcyjny reagent do kinetycznego rozdziału racemicznych związków epoksydowych. Równoczesne otrzymywanie dwóch cennych produktów w następstwie otwarcia pierścienia epoksydowego pod wpływem wody (chiralnego epoksydu i diolu) przyczyniło się do szybkiego rozpowszechnienia technologii HKR, jako sposobu wytwarzania tych związków w skali przemysłowej [2].

Badania nad kinetyką procesu HKR *rac*-epoksydów wobec kompleksu **II** (Schemat 1) doprowadziły Jacobsena i wsp. do wniosku, że kluczową składową mechanizmu hydratacji jest kooperatywne działanie dwóch jednostek (salen)Co(III), z których jedna jest odpowiedzialna za aktywację epoksydu, a druga stanowi źródło nukleofila [3]. Odkrycie tego faktu zainspirowało badaczy do dalszych prac nad poprawą aktywności i stabilności katalizatorów salenowych poprzez zaprojektowanie katalizatorów o strukturze ułatwiającej wzajemny kontakt dwóch jednostek katalitycznych. Otrzymano w ten sposób nowe dimeryczne [4, 5] i oligomeryczne [6, 7] układy katalityczne, a także takie zawierające jednostki salenowe immobilizowane na nośnikach organicznych [8, 9] i nieorganicznych [10]. Takie katalizatory przewyższały znacząco aktywność proponowanego pierwotnie monomerycznego kompleksu w formie octanowej [3].



Schemat 1. Salenowe kompleksy Co(III)

Badania przeprowadzone w zespole Autorów niniejszej publikacji pokazały, na przykładzie rozdziału *rac*-epichlorohydryny, że bardzo aktywne i stabilne katalizatory dla HKR epoksydów można otrzymać po immobilizacji chiralnego salenowego kompleksu kobaltu(III) na odpowiednio zaprojektowanych usieciowanych żelach polimerowych z funkcjami hydroksylowymi [11]. Takie żele otrzymano w wyniku kopolimeryzacji metakrylanu 2-hydroksyetylu ze styrenem i kilkoma różnymi monomerami sieciującymi (żywice HEMA). W niniejszej pracy zaprezentowano wyniki badań nad wykorzystaniem jednego z katalizatorów otrzymanych w naszym laboratorium w procesie HKR racemicznych estrów glicydylowych alifatycznych kwasów monokarboksylowych.

Część eksperymentalna

Materiały

Racemiczne estry glicydydowe kwasów octowego, propionowego i masłowego, które posłużyły jako związki modelowe w badaniach procesu HKR, otrzymano z wykorzystaniem dwuetapowej metody opracowanej w ramach wcześniejszych prac [12]. Katalizator polimerowy, zawierający chiralny salenowy kompleks kobalt(III) (0,314 mmol Co/g) immobilizowany na terpolimerze uzyskanym z mieszaniny zawierającej 20% mol. metakrylanu 2-hydroksyetylu, 77% mol. styrenu i 3% mol. dimetakrylanu glikolu dietylenowego metodą polimeryzacji suspensyjnej, otrzymany był zgodnie z metodą opisaną w pracy [11].

HKR racemicznych estrów glicydylowych

W zakręcanych buteleczkach o poj. 5 ml wyposażonych w magnetyczny element mieszający umieszczano naważkę polimerowego katalizatora salenowego (0,5% mol. Co) i dodawano mieszaninę racemicznego estru glicydydowego i rozpuszczalnika organicznego (eteru metylowo-*tert*-butylowego, chlorku metylenu, tetrahydrofuranu lub acetonitrylu) w stosunku objętościowym 1:1. Następnie do układu reakcyjnego wprowadzono 20 μ l cykloheksanonu (wzorec wewnętrzny) oraz wodę (0,7 ekw. w stosunku do estru). Zabezpieczone nakrętkami buteleczki umieszczano na mieszadle magnetycznym. Reakcje prowadzono w temp. 25°C. W założonych odstępach czasowych pobierano próbki mieszanin reakcyjnych w ilości 4 μ l, które rozpuszczano w 2 ml eteru dietylenowego. Uzyskane w ten sposób roztwory przepuszczano przez kolumny z żelą krzemionkowym w celu usunięcia resztek wody. Tak spreparowane próbki analizowano metodą chromatografii gazowej w celu określenia stopnia konwersji wyjściowego estru glicydydowego oraz nadmiaru enancjomerycznego nieprzereagowanego izomeru. Wykorzystywano w tym celu chromatograf gazowy Agilent Technologies typ 7980A z dozownikiem typu *split-splitless* i detektorem płomieniowo-jonizacyjnym, wyposażony w kolumnę Chiraldex G-TA (Gamma Cyclodextrin Trifluoroacetyl, 20 m x 0,25 mm x 0,12 μ m).

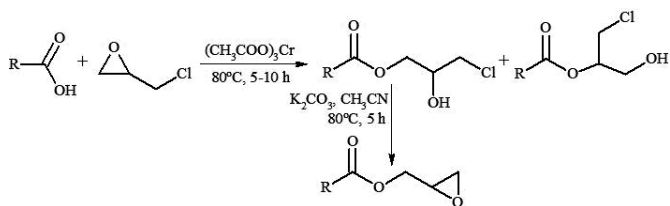
Autor do korespondencji:
Dr inż. Agnieszka BUKOWSKA, e-mail: abuk@prz.edu.pl

Widma FTIR

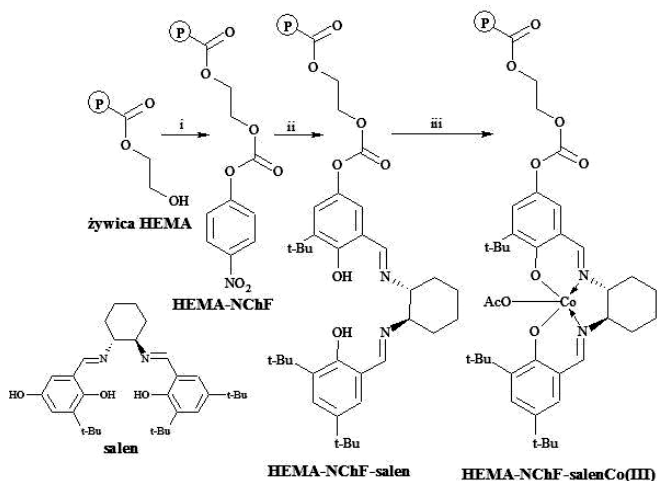
Widma FTIR żywicy HEMA i produktów jej modyfikacji zarejestrowano dla pojedynczych ziaren polimerowych (*single bead method FTIR*) w wykorzystaniem mikroskopu FTIR Nicolet iN10 MX. Próbkę do analizy przygotowano przez sprasowanie kilku ziaren odpowiedniego polimeru pomiędzy dwoma okienkami diamentowymi umieszczonymi w mikrocelce ciśnieniowej.

Dyskusja wyników

Racemiczne estry glicydylowe syntezuje się głównie z wykorzystaniem dwustopniowej metody, polegającej na addycji kwasów karboksylowych do epichlorohydryny i dehydrochlorowaniu wytworzonych karboksylanów 3-chloro-2-hydroksypropylu (Schemat 2). Wydajność otrzymywanych w ten sposób estrów glicydylowych uzależniona jest w dużej mierze od selektywności pierwszego z etapów. Wcześniejsze prace tego samego zespołu pokazały, że wysoką selektywność i regioselektywność addycji uzyskuje się poprzez użycie na tym etapie syntezy octanu chromu(III) jako katalizatora [12]. Wykorzystując ten katalizator na etapie addycji oraz metodę dehydrochlorowania opisaną w pracy [13] zsyntezowano racemiczne estry glicydylowe, które wykorzystano do kinetycznego hydrolytycznego rozdzielania wobec heterogenicznego katalizatora kobaltowego. Synteza katalizatora uwzględniała otrzymanie niesymetrycznie podstawionego liganda salenowego, modyfikację żywicy HEMA w reakcji z chloromrówczanem 4-nitrofenylu w kierunku uzyskania żywicy HEMA-NChF, immobilizację chiralnego liganda salenowego (HEMA-NChF-salen) oraz kompleksowanie jonów kobaltu(II) z ich następczym utlenianiem do formy kobaltu(III) (HEMA-NChF-salenCo(III)) (Schemat 3).



Schemat 2. Synteza estrów glicydylowych

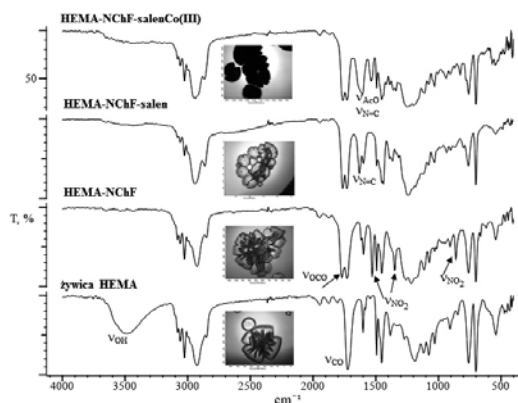


Schemat 3. Synteza katalizatora salenowego:

i – 10 ekw. chloromrówczanu 4-nitrofenylu, 5 ekw. NEt_3 , CH_2Cl_2 , 24 h, temp. pokojowa, ii – 2 ekw. salen, 1 ekw. 4-dimetyloaminopirydyny (DMAP), 2 ekw. N,N-diizopropioloetyloaminy (DIPEA),
iii – 1: $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Co}$ 4 H₂O, 2: CH_2Cl_2 : CH_2OH (3:1 v/v), powietrze, kwas octowy (2-4 ekw.), 1 h, 25°C

Przebieg wielostopniowej modyfikacji prowadzącej do otrzymania chiralnego katalizatora polimerowego kontrolowany był techniką mikroskopii FTIR poprzez rejestrację widm dla sprasowanych ziaren polimerowych uzyskanych po każdym etapie (Rys. 1).

W wypadku przemian chemicznych dokonywanych na grupach funkcyjnych obecnych w żywicach polimerowych technika ta stanowi w pewnym stopniu odpowiednik chromatografii TLC wykorzystywanej w syntezie organicznej, umożliwiając śledzenie zmian w strukturze chemicznej polimeru [14].

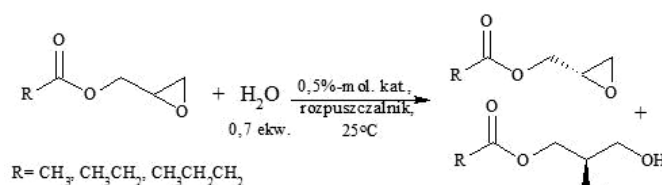


Rys. 1. Porównanie widm FTIR żywicy HEMA i produktów jej modyfikacji w kierunku wytworzenia katalizatora polimerowego

Immobilizacja jednostek 4-nitrofenylowęglanowych skutkowałą zanikiem szerokiego pasma absorpcyjnego przy ok. 3500 cm^{-1} , charakterystycznego dla grup OH w żywicy HEMA i pojawieniem się nowych pasm przy 1730 cm^{-1} (C=O w jednostkach węglanowych) oraz 1530, 1350 i 860 cm^{-1} (drżania grup NO_2). Podstawienie grupy 4-nitrofenoksylowej przez OH-podstawiony ligand salenowy skutkowało zanikiem pasm odpowiadającym drżaniom grup nitrowych i pojawieniem się pasma przy 1630 cm^{-1} pochodzących od drżań rozciągających grup C=N. Te obserwacje potwierdzają kowalencyjną immobilizację ligandów salenowych na polimerze. Zmiany w absorpcji w zakresie 1630–1605 cm^{-1} zaobserwowane w efekcie koordynacji jonów kobaltu(II) i ich utlenienia do formy kobaltu(III) potwierdzają zaangażowanie grup C=N w kompleksowanie tych jonów (widmo d). Dodatkowe pasma absorpcyjne pojawiające się w widmie kompleksu przy 1539 cm^{-1} potwierdzają obecność w jego strukturze jonów octanowych.

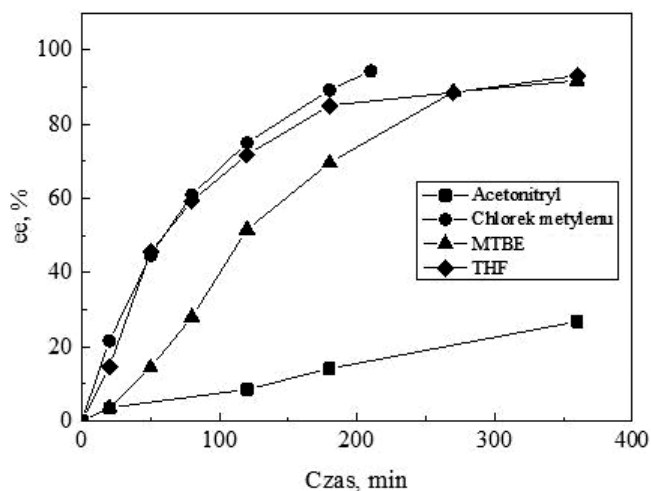
Badania przeprowadzone w niniejszej pracy miały na celu sprawdzenie przydatności opisanych wcześniej, bardzo aktywnych i stabilnych katalizatorów polimerowych [11] w procesie HKR kolejnej grupy związków epoksydowych.

Do analizy przebiegu reakcji hydratacji zastosowano metodę chromatografii gazowej. Dysponowano trzema kolumnami kapilarnymi z dwoma różnymi chiralnymi fazami stacjonarnymi dedykowanymi, m.in. do analizy nadmiaru enancjomerycznego związków epoksydowych: dwiema kolumnami Chiraldex G-TA (20 m x 0,25 mm x 0,12 μm i 40 m x 0,25 mm x 0,12 μm), jak również kolumną Cyclodextrin 3P (30 m x 250 μm x 0,12 μm). Dla serii racemicznych estrów alifatycznych liniowych kwasów monokarboksylowych C_2 - C_{10} rozdział enancjomerów uzyskano jedynie dla octanu, propionianu i maślanu, wykorzystując kolumny Chiraldex G-TA. Z tego też powodu badania nad procesem HKR racemicznych estrów glicydylowych ograniczono do tych trzech substratów (Schemat 4). Proces HKR prowadzono w temp. 25°C, stosując 0,7 ekwiwalentu wody w stosunku do *rac*-estru. Estry przed dodaniem katalizatora i wody rozcieńczano w proporcji 1/1 v/v acetonitrylem, chlorkiem metylenu, eterem metylo-*tert*-butylowym lub tetrahydrofuranem.



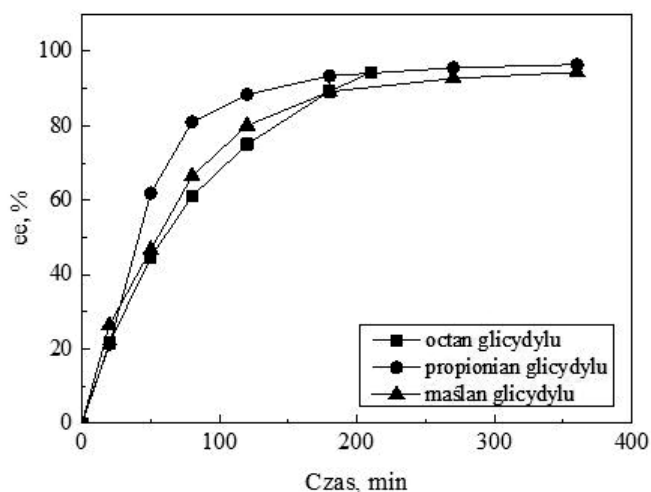
Schemat 4. HKR racemicznych estrów glicydylowych

Wpływ natury rozpuszczalnika na przebieg procesu HKR zbadano na przykładzie reakcji hydratacji racemicznego octanu glicydydu (Rys. 2). Stwierdzono, że największą szybkość HKR uzyskuje się w wypadku użycia jako środowiska reakcji CH_2Cl_2 . Trochę wolniej rozdział racematu obserwowano prowadząc hydratację w układzie rozcieńczonym THF. Oba te rozpuszczalniki, podobnie jak eter metylo-*tert*-butylowy, w obecności którego HKR racemicznego octanu glicydydu również przebiegał z zadowalającą szybkością, spęczniając ziarna katalizatora ułatwiając dostęp reagentów do kompleksów kobaltu(III) immobilizowanych na nośniku polimerowym, odpowiadających za aktywację pierścienia epoksydowego. Zdecydowanie najwolniej proces HKR racemicznego octanu glicydydu zachodził po rozcieńczeniu układu reakcyjnego acetonitrylem, tj. polarnym rozpuszczalnikiem charakteryzującym się najmniejszym powinowactwem do katalizatora polimerowego.



Rys. 2. Wpływ rodzaju rozpuszczalnika na szybkość HKR racemicznego octanu glicydydu

Porównując krzywe kinetyczne otrzymane dla HKR poszczególnych estrów glicydydowych w środowisku chlorku metylenu (Rys. 3) stwierdzono, że szybkość procesu rozdziału racemicznych substratów w stereospecyficznej reakcji hydratacji jest zbliżona i raczej trudno wnioskować, że zależy w jakiś szczególny sposób od długości reszty kwasowej. Dla każdego z estrów uzyskiwano po czasie 210–360 minut, ok. 96% nadmiaru enancjomeru S.



Rys. 3. Porównanie szybkości HKR racemicznych estrów glicydydowych

Podsumowanie

Zbadano możliwość wykorzystania salenowego kompleksu kobaltu(III) immobilizowanego na żelu metakrylanowo-styrenowym zawierającym mery metakrylanu 2-hydroksyetylu, styrenu i dimetakrylanu 1,4-butanodiolu w procesie hydrolytycznego kinetycznego rozdziału racemicznego octanu, propionianu i maślanu glicydydu. Stwierdzono, że wobec badanego katalizatora, najkorzystniejsze warunki dla przebiegu procesu HKR dla tego typu substratów zapewnia rozcieńczenie układu reakcyjnego chlorkiem metylenu, zaś najmniej korzystny jest dodatek acetonitrylu. Nie odnotowano istotnego wpływu struktury estru (długości łańcucha reszty kwasowej) na szybkość procesu HKR. Użyty w badaniach katalizator zawierający immobilizowane salenowe kompleksy kobaltu(III) o konfiguracji *R,R* umożliwił uzyskanie estrów S-glicydydowych z enancjoselektywnością ok. 96%.

Literatura

- Jacobsen E.N., Kakichui F., Konsler R.G., Larrow J.F., Tokunaga M.: *Enantioselective catalytic ring opening of epoxides with carboxylic acids*. Tetrahedron Lett. 1997, 38, 773–776.
- Tokunaga M., Larrow J.F., Kakiuchi F., Jacobsen E.N.: *Asymmetric Catalysis with Water: Efficient Kinetic Resolution of Terminal Epoxides by Means of Catalytic Hydrolysis*. Science 1997, 277, 936–938.
- Nielsen L.P.C., Stevenson C.P., Blackmond D.G., Jacobsen E.N.: *Mechanistic investigation leads to a synthetic improvement in the hydrolytic kinetic resolution of terminal epoxides*. J. Am. Chem. Soc. 2004, 126, 1360–1362.
- Konsler R.G., Karl J., Jacobsen E.N.: *Cooperative Asymmetric Catalysis with Dimeric Salen Complexes*. J. Am. Chem. Soc. 1998, 120, 10780–10781.
- Venkatasubbaiah K., Gill C.S., Takatani T., Sherrill C.D., Jones C.W.: *A Versatile Co(bisalen) Unit for Homogeneous and Heterogeneous Cooperative Catalysis in the Hydrolytic Kinetic Resolution of Epoxides*. Chem. Eur. J. 2009, 15, 3951–3955.
- Ready J.M., Jacobsen E.N.: *A Practical Oligomeric [(salen)Co] Catalyst for Asymmetric Epoxide Ring-Opening Reactions*. Angew. Chem. Int. Ed. 2002, 41, 1374–1377.
- Zheng X., Jones Ch.W., Weck M.: *Ring-Expanding Olefin Metathesis: A Route to Highly Active Unsymmetrical Macrocyclic Oligomeric Co-Salen Catalysts for the Hydrolytic Kinetic Resolution of Epoxides*. J. Am. Chem. Soc. 2007, 129, 1105–1112.
- Zheng X., Jones C.W., Weck M.: *Engineering Polymer-Enhanced Bimetallic Cooperative Interactions in the Hydrolytic Kinetic Resolution of Epoxides*. Adv. Synth. Catal. 2008, 350, 255–261.
- Venkatasubbaiah K., Zhu X., Jones C.W.: *Effect of Counter-Ion on Recycle of Polymer Resin Supported Co(III)-Salen Catalysts in the Hydrolytic Kinetic Resolution of Epichlorohydrin*. Top. Catal. 2010, 53, 1063–1065.
- Gill C.S., Venkatasubbaiah K., Phan N.T.S., Weck M., Jones C.W.: *Enhanced Cooperativity through Design: Pendant Co(III)-Salen Polymer Brush Catalysts for the Hydrolytic Kinetic Resolution of Epichlorohydrin (Salen=N,N'-Bis(Salicylidene) ethylenediamine Dianion)*. Chem. Eur. J. 2008, 14, 7306–7313.
- Matkiewicz K., Bukowska A., Bukowski W.: *Novel highly active polymer supported chiral Co(III)-salen catalysts for hydrolytic kinetic resolution of epichlorohydrin*. J. Molec. Catal. A: Chemical 2013, 368, 43–52.
- Bukowska A., Bukowski W., Mossesy-Leszczak B.: *Synthesis of glycidyl esters*. J. Chem. Technol. Biotechnol. 1999, 74, 1145–1148.
- Bukowska A., Bukowski W.: *Kinetics of Acetic Acid Addition to Epichlorohydrin in the presence of Chromium Acetate and Chromic Anhydride*. J. Chem. Technol. Biotechnol. 1996, 67, 176–182.
- Yan B., Zhang B.: *Analytical Methods in Combinatorial Chemistry*. Sec. Ed. CRC Press, Taylor&Francis Group, 2011.

(Otrzymano – 23.06.2016)

Dr inż. Agnieszka BUKOWSKA ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej; kierunek – chemia, specjalność – chemia i technologia organiczna (1988). W 1991 r. uzyskała stopień doktora nauk chemicznych w Moskiewskim Instytucie Chemiczno-Technologicznym im. D.I. Mendelejewa. Jest adiunktem w Katedrze Technologii i Materiałoznawstwa Chemicznego Wydziału Chemicznego Politechniki Rzeszowskiej. Zainteresowania naukowe: reaktywne materiały polimerowe, wykorzystanie metali przejściowych i ich związków w katalizie.
e-mail: abuk@prz.edu.pl

Prof. dr inż. Wiktor BUKOWSKI ukończył studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej; kierunek – chemia, specjalność – chemia i technologia organiczna (1988). W 1991 r. uzyskał stopień doktora nauk chemicznych w Moskiewskim Instytucie Chemiczno-Technologicznym im. D.I. Mendelejewa, a w 2005 r. stopień doktora habilitowanego nauk technicznych na Wydziale Chemicznym Politechniki Łódzkiej. Tytuł profesora nauk chemicznych otrzymał w 2016 r. Od 2005 r. pracuje na stanowisku profesora nadzwyczajnego w Katedrze Technologii i Materiałoznawstwa Chemicznego Wydziału Chemicznego Politechniki Rzeszowskiej. W latach 2008–2012 był prodziekanem ds. ogólnych WCh PRz, zaś w kadencji 2012–2016 pełni funkcje prodziekana ds. nauki. Zainteresowania naukowe: chemia związków epoksydowych, reaktywne materiały polimerowe dla zastosowań katalitycznych, wykorzystanie metali przejściowych i ich związków w katalizie.

Mgr inż. Sabina KLECZYŃSKA ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej; kierunek – technologia chemiczna, specjalność – technologia organiczna i tworzywa sztuczne (2012). Aktualnie jest doktorantką studiów doktoranckich prowadzonych przez Wydział Chemiczny PRz. Zainteresowania naukowe: chemia i technologia polimerów, wykorzystanie materiałów polimerowych w katalizie.

Dr inż. Katarzyna MATKIEWICZ ukończyła studia na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej; kierunek – technologia chemiczna, specjalność – synteza organiczna (2008). W 2013 r. uzyskała stopień doktora nauk chemicznych na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej. Aktualnie jest zatrudniona w firmie Olimp Laboratories Sp. z o.o.

Aktualności z firm

News from the Companies

Dokończenie ze strony 374

Wyniki „Master of Innovation” – konkursu na najlepszy biotechnologiczny start-up

W dniach 9–10 maja br., w łódzkim Art_Inkubatorze odbyła się 15. edycja Bioforum – największego wydarzenia branżowego w Europie Środkowo-Wschodniej. Pierwszego dnia przewidziano m.in. konkurs „Master of Innovation”, którego celem było wyłonienie najlepszego start-upu związanego z rynkiem biotechnologicznym. Partnerem merytorycznym konkursu była reprezentowana przez Macieja Sadowskiego fundacja Startup Hub Poland.

Zasady były proste – prezentujący mieli 5 minut, żeby opowiedzieć o swoim pomysłu, udowodnić jego innowacyjność oraz przedstawić osoby zaangażowane w jego realizację. Nagrodą dla autorów najlepszego projektu była możliwość uczestnictwa w biznesowym cyklu mentoringowym. Ta nagroda przypadła w udziale spółce HiProMine, reprezentowanej przez dr hab. prof. Damiana Józefiaka (CEO) oraz dr Jakuba Urbańskiego (CTO). Firma HiProMine ma swoją fabrykę w Robakowie pod Poznaniem. Tam prowadzona jest hodowla przemysłowa ponad 30 gatunków owadów. Pracownicy firmy HiProMine chcą zidentyfikować i scharakteryzować nieznane wcześniej owadzie substancje bioaktywne, mogące mieć potencjalne zastosowanie w medycynie, farmacji, kosmetyce i przemyśle chemicznym. (kk)

(<http://biotechnologia.pl/>, 14.06.2016)

Instytut Chemii Przemysłowej Liderem Innowacji'2016

Instytut Chemii Przemysłowej otrzymał tytuł Lidera Innowacji'2016 w ramach XIV Edycji Krajowego Konkursu pod honorowym patronatem Wiceprezesa Rady Ministrów i Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego Jarosława Gowina. Instytut doceniono za innowacyjne badania rozwojowe i przemysłowe dla przedsiębiorstw przemysłu chemicznego, przewyższające istotne bariery rozwoju polskiej gospodarki przez tworzenie zrównoważonego przemysłu chemicznego. (kk)

(<http://www.ichp.pl/>, 27.06.2016)

Kryształowe Brukselki przyznane

Statuetka Kryształowej Brukselki jest przyznawana najlepszym polskim naukowcom i przedsiębiorcom za sukcesy w ramowych programach badawczych i innowacyjnych Unii Europejskiej. W tym roku wyróżniono nią uczestników trwającego właśnie największego w historii UE programu ramowego Horyzont 2020, którego budżet wynosi niemal 80 mld EUR. Najlepszą uczelnią został wybrany Uni-

wersytet Warszawski, zaś poznański Instytut Chemii Bioorganicznej PAN zwyciężył w kategorii instytutów. Firma Synektik SA okazała się najlepsza w kategorii małych i średnich przedsiębiorstw, a KGHM Polska Miedź SA w grupie dużych przedsiębiorstw. Nagrodą indywidualną wyróżniono prof. dr. hab. Mikołaja Bojańczyka z Wydziału Matematyki, Informatyki i Mechaniki Uniwersytetu Warszawskiego. W tym roku kapituła zdecydowała także o wyróżnieniu nagrodą specjalną dwóch wybitnych uczonych, popularyzatorów nauki i promotorów polskiego uczestnictwa w programach ramowych UE: prof. Janusza Bujnickiego z Międzynarodowego Instytutu Biologii Molekularnej i Komórkowej w Warszawie oraz prof. Janusza Hołysta z Politechniki Warszawskiej. (kk)

(<http://www.nauka.gov.pl/>, 7.06.2016)

Konkurs Forum Młodych Innowatorów: „Od pomysłu do przemysłu”

Grupa Azoty ZAK SA rozpoczyna poszukiwania młodych innowatorów. Ruszyły zgłoszenia do ogólnopolskiego konkursu na innowację, organizowanego z inicjatywy Grupy Azoty ZAK SA, opolskiego Stowarzyszenia „Park Przemysłowy Metalchem”, Kędzierzyńsko-Kozielskiego Parku Przemysłowego oraz Klastra Chemii Specjalistycznej CHEM-STER. Projekt towarzyszy II Międzynarodowej Konferencji Nowoczesne Technologie, Konstrukcje, Materiały dla Chemii i Energetyki (NTKM), która odbędzie się w październiku w Kędzierzynie-Koźlu. Mecenasem wydarzenia jest Grupa Azoty ZAK SA

Konkurs Forum Młodych Innowatorów, przeprowadzany pod hasłem „Od pomysłu do przemysłu”, ma na celu identyfikację i przygotowanie innowacyjnych pomysłów z zakresu nowoczesnych technologii, konstrukcji, materiałów dla chemii i energetyki. Zadaniem Komisji będzie wyłonienie najlepszych pomysłów młodych innowatorów, które mają potencjał wdrożeniowy. Tym samym promowane będą nowe idee, mające szanse praktycznego zastosowania w przemyśle.

Projekty o charakterze innowacyjnym mogą zgłaszać uczniowie szkół ponadgimnazjalnych oraz studenci i doktoranci do 30. roku życia, najpóźniej do 31 lipca 2016 r. Weryfikacja i ocena pomysłów pozwoli na wyłonienie finalistów konkursu, a ostateczna klasyfikacja zostanie przedstawiona podczas inauguracji II Międzynarodowej Konferencji NTKM.

Zasady konkursu Forum Młodych Innowatorów:
<http://konkurs-ntkm.pl/>; www.ntkm.pl/konkurs. (abc)
(<http://grupaaazoty.com/pl/wydarzenia>, 30. 06. 2016 r.)

Dokończenie na stronie 382