

# Mikrofale w syntezie organicznej: historia i perspektywy

Teodozja Marianna Lipińska\*

## Wprowadzenie

Mikrofalowe promieniowanie elektromagnetyczne obejmuje zakres od 1-300 GHz, co odpowiada długości fal o zakresie 30 cm do 1 mm. Od strony dłuższych fal sąsiaduje z falami radiowymi, a od strony wyższej energii z promieniowaniem podczerwonym. Można powiedzieć, że pewnie dlatego mikrofałe wykorzystywane są zarówno w radiolokacji jak też do ogrzewania substancji. Jaka jest więc istota dwoistości zachowania mikrofal i obu zastosowań?

Historia ogrzewania mikrofalowego datuje się od 1947 roku, kiedy to żołnierze amerykańscy, posiadający na wyposażeniu mikrofalowe radary, zauważyli, że można je używać również do ogrzewania żywności i wody. Pierwszy piec mikrofalowy (RADA RANGE) ważył 340 kg i mierzył 1,6 m wysokości. W następnych latach rozwijało się zastosowanie mikrofal zarówno w technice wojskowej (radiolokacja), w przemyśle (osuszanie materiałów, wulkanizacja gumy), a także postępowała miniaturyzacja domowych kuchenek mikrofalowych. Życie w naszej uporządkowanej cywilizacji wymusiło konieczność ustalenia norm co do stosowanych częstości po to, aby zastosowania

przemysłowe i domowe nie zakłócały radiolokacji. Dozwolona częstość dla mikrofal stosowanych w urządzeniach grzewczych została ustalona jako 2,45 GHz. I tak dochodzimy do 1987 roku, kiedy to po raz pierwszy opublikowano dobre rezultaty syntez organicznych przy ogrzewaniu reagentów z użyciem kucharki mikrofalowej, stanowiącej socjalne wyposażenie laboratorium [4, 5]. To doniesienie sprawiło, że ćwierć wieku temu zaczęto badać znane i nowe syntez organiczne w warunkach naświetlania mikrofalami stosowanego zamiast ogrzewania konwencjonalnego. Opisywano procesy, które były bardzo korzystne ze względu na skrócenie czasu reakcji i zwiększenie wydajności produktów. Pionierami byli tu tacy badacze jak Varma i Abramovith [2,15]. Zaczęły się jednak rozpowszechniać wieści o niebezpieczeństwach wybuchów i pożarów podczas ogrzewania reagentów organicznych w zwykłych kuchenkach mikrofalowych. Spowodowane to było przegrzaniem i zapłonem par związków organicznych. Dla uniknięcia niebezpieczeństwa zalecano krótkie, ale kilkakrotne naświetlanie reagentów mikrofalami w naczyniu otwartym lub stosowanie zamkniętych

naczyń teflonowych. Okazało się wkrótce, że te ostatnie też nie zdały egzaminu, bo przy długim ogrzewaniu zniszczeniu ulegały zarówno reagenty jak i sam reaktor z powodu częstych przypadków niekontrolowanego wzrostu temperatury i ciśnienia. Dodatkowo donoszono o niemożliwości odtworzenia syntez przeprowadzanych w zwykłych kuchenkach mikrofalowych, gdzie nie było możliwości pomiaru i kontroli temperatury w naczyniu reakcyjnym.

## Na czym polega istota szybkiego ogrzewania mikrofalowego?

Oddziaływanie promieniowania mikrofalowego z materią zależy od jej budowy. Substancje niepolarne nie pochłaniają mikrofal i nie ogrzewają się, niezależnie od stanu skupienia. Główne składniki atmosfery tlen, azot, ditlenek węgla są przezroczyste dla mikrofal i dzięki temu mogą one być używane w radiolokacji. Również benzen i kwarc pozostają zimne podczas naświetlania mikrofalami. Materiały o budowie polarnej pochłaniają promieniowanie mikrofalowe i ogrzewają się. Istota zjawiska termicznego polega na ruchu rotacyjnym molekuł dipolowych, które ulegają działaniu składowej elektrycz-

nej fali elektromagnetycznej promieniowania mikrofalowego. Ruch molekuł wywołuje ich wzajemne tarcie, którego efektem makroskopowym jest wzrost temperatury. Efekt termiczny jest tym większy im bardziej polarna jest substancja. Wodne roztwory soli ogrzewają się szybciej niż czysty rozpuszczalnik, ponieważ do ruchu dipoli wody dołącza się ruch jonów, które wykonują ruchy wahadłowe z częstością odpowiadającą fali generowanej przez magnetron. Należy tu dodać, że substancje ferromagnetyczne oddziałują także ze składową magnetyczną mikrofal, co dodatkowo przekłada się na efekt termiczny. W reakcjach organicznych używa się rozpuszczalników, reagentów i katalizatorów, które w różny sposób absorbują mikrofałe. Rozważa się, że występowanie specyficznych efektów mikrofalowych dla reagentów i katalizatorów może być przyczyną przyspieszenia reakcji i zmiany jej selektywności, chociaż makroskopowa temperatura mieszaniny reakcyjnej wynikająca ze zsumowania wszystkich efektów jest taka sama jak przy konwekcyjnym dostarczeniu energii. Niezależnie jednak od tego co jest przyczyną przyspieszenia reakcji, dla prowadzenia syntez

w sposób kontrolowany i powtarzalny konieczny jest pomiar temperatury mieszaniny reakcyjnej spowodowanej naświetlaniem mikrofalowym.

### Kontrolowane wspomaganie mikrofalowe syntez organicznych

Pierwszy specjalny reaktor mikrofalowy do syntez organicznych: Synthwave 402, został skonstruowany ok. 1993 roku w firmie Prolabo przy współpracy z chemikami francuskimi takimi jak Loupy i Perraux [18]. Problem kontroli zadanej temperatury reakcji zachodzącej w systemie otwartym rozwiązano dzięki bieżącej regulacji mocy pobieranej przez magnetron poprzez sprzężenie reaktora z komputerem wyposażonym w software. Mieszanina reakcyjna znajdująca się w kwarcowym, obracającym naczyniu reakcyjnym jest naświetlana mikrofalami zogniskowanymi. Pomiar temperatury odbywa się poprzez czujnik IR umieszczony u dołu naczynia reakcyjnego za specjalnym okienkiem pomiarowym. Autorka jest użytkownikiem, od 1998 roku, takiego reaktora, który działa bez zarzutu do dnia dzisiejszego z półroczną przerwą w 2003 roku, spowodowaną zniszczeniem okienka pomiarowego (orażowe szkło o średnicy 12 mm). Ta awaria uniemożliwiła całkowicie funkcjonowanie aparatu z powodu nieadekwatnego odczytywania temperatury i braku możliwości jej kontroli. Trzeba było sprowadzić oryginalne okienko z Francji (poprzez firmę VWR) ze specjalnego szkła, dla którego

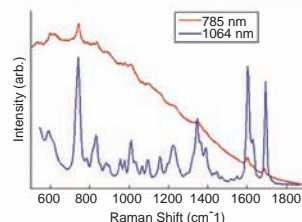
wyskalowany został zewnętrzny pomiar temperatury.

System Prolabo przejęła w 1999 roku firma CEM, która wytwarza obecnie kilka typów aparatów do syntez mikrofalowych [7]. Nowoczesne reaktory mikrofalowe są oferowane również przez firmy Milestone i Biotage [8,9]. Oprócz programowania i kontroli temperatury w systemach otwartych z refluksiem, dostępne są reaktory do syntez w układach zamkniętych z kontrolą niskiego lub wysokiego ciśnienia. Interesujące są rozwiązania umożliwiające syntezę równoległą i kombinatoryczną oraz reakcje prowadzonych w systemie przepływowym.

W ciągu pierwszych dwudziestu lat (1986-2006) opublikowano około 3000 prac dotyczących badania znanych i nowych syntez w warunkach wspomaganie mikrofalowego [12] (microwave assisted organic synthesis – MAOS). W pierwszych dziesięciu latach opisywano eksperymenty z użyciem zwykłej kuchenki mikrofalowej. Następny etap, zapoczątkowany przez firmę Prolabo polegał na wprowadzanie reaktorów z bieżącą kontrolą temperatury naświetlanej mieszaniny reakcyjnej. Takie syntezy stały się wiarygodne i powtarzalne i w pełni bezpieczne. Wspomaganie mikrofalowe stało się obecnie w pełni zaakceptowaną metodologią prowadzenia syntez organicznych przy kontroli jej parametrów (temperatury i ciśnienia). Od 2005 roku nie są już przyjmowane do publikowania syntez wykonane z użyciem zwykłych kuchenek mikrofalowych, a stało się to

## Rigaku

Przeñośny spektrometr Ramana 1064nm  
- Jedyny taki na rynku



- eliminacja problemu fluorescencji
- brak przygotowania próbki
- opcja manualnego ustawienia mocy lasera i czasu naświetlania
- unikalny, chłodzony detektor InGaAs
- aż 23 biblioteki tematyczne widm, m.in. farmaceutyki
- niski poziom szumów
- wysoka rozdzielczość widma



**Idealny!**

- szybka identyfikacja farmaceutyków oraz ich próbek
- doskonałe narzędzie w kontroli jakości i procesów wytwarzania leków

### Tusnovics Instruments Sp. z o.o.

ul. Bociana 4A/49A, 31-231 Kraków, tel. 12 633 13 54, fax. 12 633 76 46  
e-mail: info@tusnovics.cc.pl [www.tusnovics.cc.pl](http://www.tusnovics.cc.pl)



### ANALIZA KRYMINALISTYCZNA

MEDYCYNA SĄDOWA PRZEMYSŁ FARMACEUTYCZNY



### WZORCE NARKOTYKÓW, DOPALACZY, ALKOHOLI, LEKÓW

- wzorce benzodiazepin, opioidów, antydepresantów, barbituranów, kannabinoidów, związków halucynogennych
- wzorce kokain, amfetamin i amin sympatykomimetycznych
- wzorce czystych alkoholi, etyloglukuronidu

### WZORCE MATERIAŁÓW WYBUCHOWYCH

### WZORCE FARMAKOPEALNE – USP, EP, BP

### CERTYFIKOWANE MATERIAŁY ODNIESIENIA

- etanol w surowicy, krwi
- etyloglukuronid w surowicy, krwi
- narkotyki w surowicy, krwi, włosach
- antydepresanty w surowicy
- antyepileptyki w surowicy
- benzodiazepiny w surowicy
- neuroleptyki w surowicy
- czyste matryce: surowica, pełna krew, mocz

### Tusnovics Instruments Sp. z o.o.

ul. Bociana 4A/49A, 31-231 Kraków, tel. 12 633 13 54, fax. 12 633 76 46  
e-mail: info@tusnovics.cc.pl [www.tusnovics.cc.pl](http://www.tusnovics.cc.pl)



za przyczyną opublikowania przez O. Kappe artykułu przeglądowego w *Angewandte Chemie* [10]. Autor dowodzi, że jedynie „controlled microwave heating” jest godne polecenia dla chemików zajmujących się syntezą organiczną.

Metodologia prowadzenia syntez organicznych w warunkach naświetlania mikrofalami polega na wykorzystaniu specyficznego pochłaniania energii nie tylko przez różne typy materii, ale także przez jej składniki. Określenie, że za pomocą mikrofal dostarczana jest energia bezpośrednio do polarnych reagentów, oznacza pominięcie absorpcji przez ściany naczyń wykonane zazwyczaj z kwarcu bądź z teflonu. Molekuły polarnych reagentów i rozpuszczalnika pochłaniają energię mikrofalową w sposób zróżnicowany. Zamienia się ona w energię kinetyczną rotacji dipoli i ruchu wahadłowego jonów. Tarcie molekuł uzewnętrznia się makroskopowo jako efekt wzrostu uśrednionej temperatury mieszaniny reakcyjnej. Polarność rozpuszczalnika ma bardzo ważne znaczenie. Rozpuszczalnik polarny uczestniczy w pochłanianiu mikrofal, co skutkuje w szybszym wzroście temperatury mieszaniny reakcyjnej. Rozpuszczalnik niepolarny jest dla mikrofal przezroczysty i ogrzewanie mieszaniny reakcyjnej wynika jedynie z absorpcji polarnych reagentów i jest tym szybsze im większe jest ich stężenie. Technika ogrzewania mikrofalowego umożliwia prowadzenie reakcji w zamkniętych naczyniach reakcyjnych, co daje możliwość uzyskiwania

stanów przegrzanych rozpuszczalnika. Daje to często efekt wzrostu szybkości reakcji i wydajności syntezy ze względu na wyższą temperaturę niż można uzyskać przy ogrzewaniu konwencjonalnym pod chłodnicą zwrotną.

Szybkie ogrzewanie, przyspieszone reakcje, brak rozpuszczalników to atrybuty Zielonej Chemii, których osiągnięcie umożliwiła tendencja do minimalizacji objętości mieszaniny reakcyjnej przy wprowadzeniu metodologii kontrolowanego wspomaganie mikrofalowego syntez. Ich warunki były opracowywane często dla układów bezrozpuszczalnikowych lub w dużych stężeniach w systemach zamkniętych, co daje możliwość podwyższenia temperatury wraz ze wzrostem ciśnienia, a więc i szybkości reakcji z wysokimi wymaganiami energetycznymi [22].

W literaturze opisano setki zmodyfikowanych warunków syntez organicznych przy stosowaniu wspomaganie mikrofalowego zamiast ogrzewania konwencjonalnego. Z praktycznego punktu widzenia należy powiedzieć, że metodologii prowadzenia reakcji w warunkach mikrofalowych trzeba się nauczyć, podob-

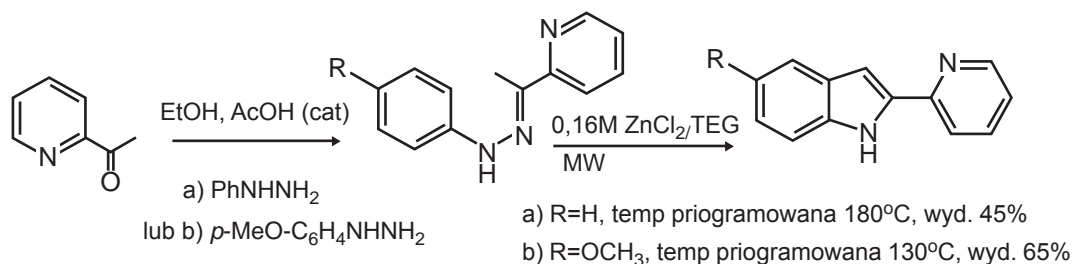
nie jak każdej innej techniki laboratoryjnej. Należy zdawać sobie sprawę z tego, że najlepsze efekty osiąga się tu dla reakcji z wysokimi wymaganiami energetycznymi, ale pod warunkiem, że substraty i produkty są trwałe w środowisku reakcji i są dostatecznie polarne aby pochłaniać promieniowanie mikrofalowe. Nietrwałe związki organiczne ulegają szybkiemu rozkładowi przy naświetlaniu mikrofalami, a niepolarne nie będą pochłaniały mikrofal.

#### Przykład z badań własnych

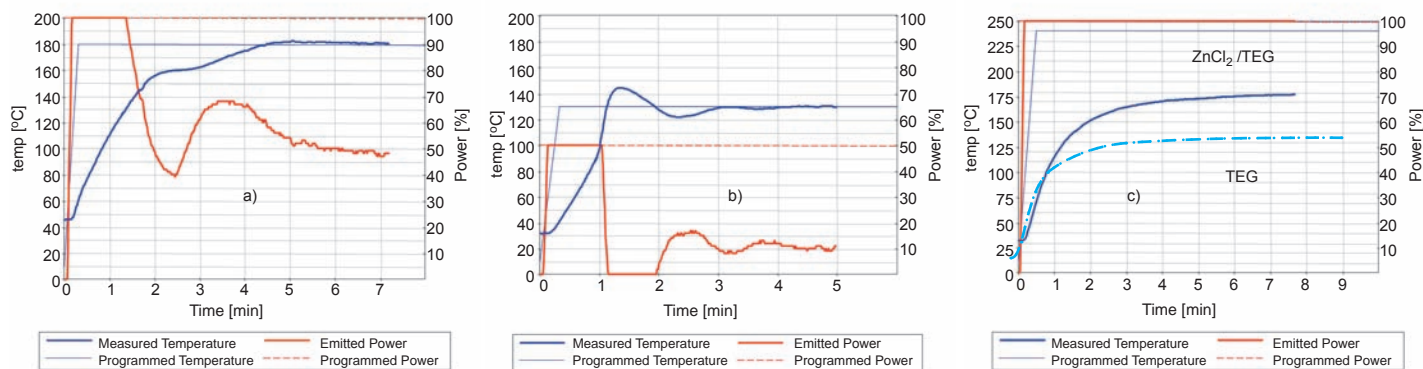
Poniżej przedstawię przykład z badań własnych, które polegały na opracowaniu warunków dla metodologii kontrolowanego wspomaganie mikrofalowego syntez układów 2-(pirydyn-2-yl)indolowych w reakcji Fischera z 2-acetylopirydyny przekształconej do fenylohydrazonu lub *p*-metoksyfenylohydrazonu [17], jako reakcji modelowej kluczowego etapu syntezy totalnej semperwiry i jej analogów [16]. W naszej metodzie środowisko reakcji stanowi 0,16 M roztwór chlorku cynku w bezwodnym glikolu trietylenowym (TEG). Naświetlaniu mikrofalami poddawana jest miesza-

nina reakcyjna w stosunku 1 ml medium reakcyjnego + 1,6 milimola (0,34 g lub 0,36 g) półproduktu fenylohydrazonowego (Schemat 1).

W warunkach klasycznych taką syntezę wykonuje się w nadmiarze stopionego chlorku cynku pokrytego metyloftalenem lub w środowisku kwasu polifosforowego. Oba sposoby generują odpady, a więc nie są zgodne z ideą Zielonej Chemii. Naświetlanie mikrofalami reagentów w pierwszym wypadku spowodowałoby zapalenie się mieszaniny reakcyjnej z powodu silnego pochłaniania energii przez bardzo polarny chlorek cynku. W drugim wypadku również można spodziewać się szybkiego i niekontrolowanego wzrostu temperatury, co będzie prowadzić do degradacji reagentów. Nasza metoda polega na stosowaniu katalitycznych ilości chlorku cynku w TEG jako proekologicznym rozpuszczalniku. Duże stężenie sprawia, że podczas kontrolowanego naświetlania następuje szybki wzrost temperatury mieszaniny reakcyjnej i zoptymalizowany czas reakcji wynosi 7 minut dla reakcji Fischera fenylohydrazonu trudnej energetycznie (a: R=H) oraz 5 min dla reakcji



Schemat 1. Reakcja syntezy 2-heteroaryloindoli z fenylohydrazonów w środowisku roztworu 0,16M chlorku cynku w bezwodnym glikolu trietylenowym (TEG)



Rys. 1. Wykresy temperatury mierzonej dla mieszaniny reakcyjnej za pomocą zewnętrznego czujnika IR (linia niebieska) i mocy pobieranej przez magnetron reaktora (linia czerwona) – w sprzężeniu zwrotnym przez software: a) reakcja do 2-(pirydyn-2-ylo)indoly, b) do 5-metoksy- 2-(pirydyn-2-ylo)indoly, c) Przy naświetlaniu czystego TEG i 0,16 M roztworu  $ZnCl_2$  w TEG

łatwej z *p*-metoksyfenylohydrozaniem (b: R=OMe). Bardzo interesująco przedstawia się porównanie wykresu zmian temperatury (niebieska gruba linia) i zmian pobieranej mocy (czerwona gruba linia) dla obu syntez pokazane na rys. 1.

Dla syntezy z wysokimi wymaganiami energetycznymi czas osiągnięcia zaprogramowanej temperatury 180 °C jest znacznie dłuższy mimo wykorzystania pełnej mocy magnetronu (rys. 1a). Synteza pochodnej metoksylowej zachodzi znacznie łatwiej, dlatego zaprogramowany jest pobór niepełnej mocy naświetlania, a mimo to wzrost temperatury jest szybki i zauważyć można egzotermiczny efekt syntezy po osiągnięciu temperatury 100 °C przez mieszaninę reakcyjną (rys. 1b). Na rys. 1c pokazane jest w jaki sposób przedstawia się profil wzrostu temperatury dla czystego TEG i dla medium reakcyjnego: 0,16 M roztworu chlorku cynku w TEG.

### Podsumowanie i perspektywy

Synteza organiczna w warunkach naświetlania mikrofa-

lami jest obecnie w pełni zaakceptowaną metodologią. Szeroko zakrojone badania wielu zespołów chemików, wśród których C. O Kappe z Austrii wybijają się w ostatnich dziesięciu latach na pierwsze miejsce [11], pozwoliły na urealnienie oczekiwań co do tej techniki. Stosuje się ją wielokierunkowo w nowoczesnej chemii do syntezy farmaceutyków [25], w tym związków heterocyklicznych [26]. W warunkach kontrolowanego naświetlania mikrofalowego prowadzi się syntezy na fazie stałej [23], syntezy w systemie przepływowym [6, 27], reakcje typu "click chemistry" [28] oraz transformacje różnego typu molekuł w cieczach jonowych [3,21]. Badane są możliwości zastosowania metodologii wspomaganego mikrofalowego do syntezy nanomateriałów [1,14,19,29] i do kontrolowanego przerobu biomasy [13,20,24]. Wszystko wskazuje na to, że ten sposób dostarczenia energii jest efektywny i daje możliwości powiązania z istniejącymi i nowymi technikami laboratoryjnymi.

### Literatura

- [1] Baghbanzadeh, M., Carbone, L., Cozzoli, P.D., Kappe, C.O., Microwave-assisted synthesis of colloidal inorganic nanocrystals. *Angewandte Chemie - International Edition* 2011, 50, 1312-11359.
- [2] Církva, V., Relich, S. Microwave photochemistry applications in organic synthesis. *Mini-Reviews in Organic Chemistry* 2011, 8, 282-293.
- [3] De Lima, P.G., Microwave in ionic liquid synthesis. *Revista Virtual de Quimica* 2011, 3, 325-338.
- [4] Gedye R., Smith F., Westaway K. et al, The use of microwave movens for rapie organic synthesis. *Tetrahedron Lett.* 1986, 27, 279-282.
- [5] Giguere R.J. Bray T.L. Duncan S.M. Majetish G. Application of commercial microwave ovens to organic synthesis. *Tetrahedron Lett.* 1986, 27, 4945-4958.
- [6] Gjuraj, E., Kongoli, R., Shore, G., Combination of flow reactors with microwave-assisted synthesis: Smart engineering concept for steering synthetic chemistry on the "fast Lane". *Chemical and Biochemical Engineering Quarterly* 2012, 26, 285-307.
- [7] <http://www.cem.com/microwave-synthesis.html>
- [8] <http://www.milestonesrl.com/analytical/Products-Microwave-Synthesis/>
- [9] <http://www.biotage.com/>
- [10] Kappe C.O., Controlled Microwave Heating in Modern Organic Synthesis. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2004, 43, 6250-6284.
- [11] Kappe, C.O., How to measure reaction temperature in microwave-heated transformations. *Chemical Society Reviews* 2013, 42, 4 977-4990.
- [12] Kappe C.O., Stadler A. (Eds), *Microwaves in Organic and Medicinal Chemistry*, Wiley-VCH, Weinheim, 2005.
- [13] Larhed M., Olofsson K. (Eds.), *Microwave Methods in Organic Synthesis*, *Topics in Current Chemistry* 266, Springer 2006.
- [13] Kim, J., Mun, S.C., Ko, H.-U., Kim, K.-B., Khondoker, M.A.H., Zhai, L. Review of microwave assisted manufacturing technologies. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing* 2012, 13, 2263-2272.

- [14] Klinowski, J., Almeida Paz, F.A., Silva, P., Ocha, J., Microwave-assisted synthesis of metal-organic frameworks. *Dalton Transactions*, 2011, 40, 321-330.
- [15] Lidström P., Tierny J.P. (Eds.) *Microwave Assisted Organic Synthesis*, Blackwell 2005.
- [16] Lipińska, T.M., Total synthesis of new indolo [2,3-a] quinolizine alkaloids sempervirine type, potential pharmaceuticals. *Tetrahedron* 2006, 62, 5736-5747.
- [17] Lipińska, T.M., A new approach to difficult Fischer synthesis: The use of zinc chloride catalyst in triethylene glycol under controlled microwave irradiation. *Czarnocki, S.J. Organic Letters* 2006, 8, 367-370.
- [18] Loupy A. (Ed.), *Microwaves in Organic Synthesis*, 2nd Edition, Wiley-VCH 2006.
- [19] Luan, J., Wang, S., Hu, Z., Zhang, L., Synthesis techniques, properties and applications of polymer nanocomposites. *Current Organic Synthesis* 2012, 9, 114-136.
- [20] Lupa, C.J., Wylie, S.R., Shaw, A., Al-Shamma'A, A., J. Sweetman, A., Herbert, B.M.J. Experimental analysis of biomass pyrolysis using microwave-induced plasma *Fuel Processing Technology* 2012, 97, 79-84.
- [21] Martínez-Palou, R., Microwave-assisted synthesis using ionic liquids. *Molecular Diversity* 2010, 14, 3-25.
- [22] Moseley, J.D., Kappe, C.O., A critical assessment of the greenness and energy efficiency of microwave-assisted organic synthesis. *Green Chemistry*, 2011, 13, 794-806.
- [23] Pedersen, S.L., Tofteng, A.P., Malik, L., Jensen, K.J., Microwave heating in solid-phase peptide synthesis. *Chemical Society Reviews* 2012, 41, 1826-1844.
- [24] Rackemann, D.W., Doherty, W.O. The conversion of lignocellulosics to levulinic acid, *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 2011, 5, 198-214.
- [25] Solanki, H.K., Prajapati, V.D., Jani, G.K., Microwave technology-A potential tool in pharmaceutical science, *International Journal of PharmTech Research* 2010, 2, 1754-1761.
- [26] Van der Eycken E., Kappe C.O. (Eds.), *Microwave-Assisted Synthesis of Heterocycles*. Topics in Heterocyclic Chemistry Series, XIV, Springer, Berlin-Heidelberg-New York 2006.
- [27] Wegner, J., Ceylan, S., Kirschning, A., Flow chemistry - A key enabling technology for (multistep) organic synthesis *Advanced Synthesis and Catalysis*, 2012, 354, pp. 17-57.
- [28] Xiong, X., Cai, L., Tang, Z., Microwave-assisted click chemistry, *Chinese Journal of Organic Chemistry* 2012, 32, 1410-1428.
- [29] Zhu, T., Row, K.H., Preparation and applications of hybrid organic-inorganic monoliths: A review *Journal of Separation Science* 2012, 35, 1294-1302.

\* Prof. nzw. dr hab. inż. Teodozja Marianna Lipińska, Katedra Chemii Organicznej i Stosowanej - Instytut Chemii Wydział Nauk Ścisłych, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

## 56. Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Chemicznego i Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego

### Zaproszenie na 56. Zjazd PTChem i SITPChem

Oddział Siedlecki Polskiego Towarzystwa Chemicznego i Instytut Chemii Wydziału Nauk Ścisłych Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach serdecznie zapraszają na 56. Zjazd Naukowy Polskiego Towarzystwa Chemicznego i Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego, który odbędzie się w dniach 16-20 września 2013 roku w Siedlcach. Głównymi sponsorami konferencji są Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Prezydent i Rada miasta Siedlce.

Konferencja wpisuje się w cykl corocznych imprez środowiska polskich chemików gromadząc zazwyczaj 600-900 uczestników. Hasło 56. Zjazdu Naukowego PTChem i SITPChem brzmiące „Chemia-tradycja i nowe wyzwania” nawiązuje do klasycznych dokonań chemików (teoretycznych i praktycznych), na bazie których podejmowane są nowe kierunki badań w wypełnianiu ważnej misji społecznej na drodze do zrównoważonego rozwoju cywilizacyjnego. Celem 56. Zjazdu będzie pokazanie, że chemicy kreują wielokierunkowe działania kładąc nacisk na dbałość o środowisko naturalne i zdrowie ludzi, w tym troskę o przyszłe pokolenia.

Program 56. Zjazdu uświetnią wykłady plenarne wygłoszone przez zaproszonych gości z Polski i zza granicy. Obrady będą się toczyć w 12 sekcjach tematycznych. Liczba sesji w każdej sekcji będzie uzależniona od liczby zgłoszonych wykładów (30 min) i komunikatów ustnych (15 min). W każdej sekcji planowana jest też sesja posterowa. Zjazdowi towarzyszyć będą wystawy firm chemicznych i wydawniczych oraz wystawy planszowe o Marii Skłodowskiej-Curie i o Janie Czochochalskim w ramach ogólnopolskich obchodów „Rok 2013 – Rokiem Jana Czochochalskiego”

Planujemy zorganizowanie wieczornych imprez kulturalnych, piknik w terenie i możliwość udziału w kilku wycieczkach po naszym mieście i regionie.

Zapraszam wszystkich chemików i sympatyków chemii z uczelni, z ośrodków naukowych, z przemysłu a także nauczycieli i młodzież szkół licealnych. Mając nadzieję, że 56. Zjazd naukowy zgromadzi liczne grono zarówno doświadczonych jak i młodych chemików. Odwiedzenie naszej witryny internetowej: [www.ptchem2013.uph.edu.pl](http://www.ptchem2013.uph.edu.pl) umożliwi na przestudiowanie programu konferencji i na rozważenie możliwości zostania jej uczestnikiem. Gorąco zapraszam

Prof. ndzw. dr hab. inż. Teodozja Marianna Lipińska – przewodnicząca Komitetu Organizacyjnego 56. Zjazdu PTChem i SITPChem