

## AUTOREFERAT

1. Osiągnięcia w działalności technologicznej i podstawowej
2. Aktualne zainteresowania i przewidywane kierunki dalszych prac
  - 2.1. Chemia i technologia chiralnych kwasów dikarboksylowych (CHKADI)
  - 2.2. Technologia otrzymywania polilaktydu – tworzywa biodegradowalnego
  - 2.3. Inne badania
3. Działalność dydaktyczna
4. Działalność organizacyjna
5. Kształcenie młodej kadry
6. Nagroda Politechniki

### 1. Osiągnięcia w działalności technologicznej i podstawowej

Zawsze interesowały mnie badania mające znaczenie praktyczne, a także rozwiązania technologiczne i techniczne prowadzące do praktycznej realizacji wyników. Stąd wielokrotnie do działania inspirował mnie cel aplikacyjny, np. moja praca dyplomowa dotyczyła ciągłej metody otrzymywania tetrametyloolowiu – środka przeciwstukowego do benzyn, a praca doktorska technologii związków glinoorganicznych – składników katalizatorów polimeryzacji olefin. Wykorzystałem w niej wyniki badań prowadzonych w celu uruchomienia produkcji przemysłowej tych związków w Polsce.

Po doktoracie i dwuletnim treningu na polu badań podstawowych w dziedzinie chemii boro- i fosforoorganicznej u prof. Rolanda Köstera w wiodącym instytucie niemieckim *Max Planck Institut für Kohlenforschung Mülheim/Ruhr* (4 doniesienia w *Methoden der Organischen Chemie, Houben-Weyl (AI-1–4)* i 4 artykuły w *Chem. Ber. (A-6, 7, 13, 14)*; 1982–1987), poświęciłem się przede wszystkim działalności technologicznej.

Odpowiadałem na potrzeby przemysłu wykorzystując możliwość powiększania skali procesów w nowo wybudowanej hali technologicznej. Kierowałem kilkadziesiątoma różnymi umowami i projektami, poczynając od umów z zakładami przemysłowymi (jak Boryszew Erg, czy *Polfy* – Warszawa i Grodzisk), przez CPBRy, granty własne i celowe, aż po badawczo-rozwojowe i POIG.

Wynikiem doświadczeń z chemii metaloorganicznej była **technologia estrocynowych stabilizatorów termicznych** do przetwórstwa PCW, dla ZTS „*Boryszew-Erg*” Sochaczew (gł. wykonawca mgr J. Lasota). Mimo wykonanych projektów procesowego i technicznego oraz zakupionej aparatury, inwestycji nie zrealizowano, ze względu na zmiany ustrojowe i trudną sytuację na ówczesnym rynku kredytowym. Plonem tych prac jest 7 patentów (AP-8, 9, 12–14,

**16, 19)** (1 w 5 krajach), 6 artykułów (**A-15, 17–19, AI-5, 7**), 5 wystąpień na konferencjach oraz wyposażenie hali w znaczną część infrastruktury i dwie instalacje półtechniczne, a także dyplom magisterski M. O. Mustafy i doktorat J. Lasoty (1982–1990).

Niejako kontynuacją tego tematu były technologie karboksylanów różnych metali. **Oktanian cyny** – katalizator OC-1 – stosowany jest do otrzymywania elastycznych pianek PUR. Szybkie wdrożenie procesu w hali LPT było możliwe dzięki zbudowanej wcześniej półtechnice estrocyn. Przez wiele lat LPT całkowicie zabezpieczało potrzeby krajowe, a kilka partii wyeksportowano. Opracowano też i wdrożono technologię **oktanianu potasu** – katalizatora OP-1 do sztywnych pianek PUR. Informacje dotyczące produkcji katalizatorów są przedmiotem dwóch know how Politechniki Warszawskiej (**AK-3, 6**) (CPBR 3.16, grant badawczy, projekt celowy; 1987–2010).

**Karboksylany baru i cynku** są istotnymi składnikami stabilizatorów barowo-cynkowych do przetwórstwa PCW, kolejnej technologii zrealizowanej dla ZCiTS „Boryszew” S.A. (gł. wykonawca mgr A. Sernicka-Poluchowicz). Po opracowaniu projektu procesowego i przetestowaniu procesu w hali LPT, wykonano projekt techniczny, zbudowano instalację produkcyjną i wdrożono proces w Boryszewie. Technologia jest przedmiotem dwóch patentów (**AP-29, 30**) (projekt celowy, 1992–1996).

Dzięki renomie ze współpracy z Warszawskimi Zakładami Farmaceutycznymi „Polfa” otrzymałem zlecenie od Grodzkich Zakładów Farmaceutycznych „Polfa” na opracowanie technologii **(R)-pantotenianu wapnia** (gł. wykonawca mgr H. Hajmowicz). W Grodzisku od lat produkowany był (R,S)-pantolakton, a z niego (R,S)-pantotenian wapnia, stosowany jako dodatek do pasz. Połowa wytworzonego produktu (enancjomer S) była bezużyteczna, ponieważ tylko enancjomer R pantotenianu wykazuje aktywność biologiczną. Opracowano szereg modyfikacji procesu oraz dwa warianty technologii otrzymywania (R)-pantotenianu wapnia: z (R,S)-pantolaktonu metodą „przez amidy” oraz z (R,S)-pantotenianu metodą „przez krystalizację frakcjonowaną”. Było to najbardziej skomplikowane i najdłuższe przedsięwzięcie jakim kierowałem. Wyniki badań (wykonanych w większości w ramach projektu celowego) są przedmiotem 6 patentów (**AP-36, BP-1–3, 12, 13**) oraz 11 know how PW i GZF „Polfa” (**AK-16, 19–26, 28, 29**); część z nich wdrożono a część opublikowano w 5 artykułach (*Tetrahedron Asymmetry* (**A-25**), *J. Chem. Eng. Data* (**A-26**), *Ind. Eng. Chem. Res.* (**A-31**), *Org. Proc. Res. Dev.* (**A-32, B-3**)) i w doktoracie T. Rowickiego (1997–2005).

Drugie zlecenie i projekt celowy z GZF „Polfa” to opracowanie technologii **amlodypiny** (gł. wykonawcy, mgr D. Jańczewski, dr M. Włostowski), jednego z najnowocześniejszych leków przeciwko nadciśnieniu tętniczemu oraz chorobie niedokrwiennej serca. Znacząco ulepszono wieloetapowy proces, ograniczając przebieg reakcji ubocznych i poprawiając wydajność,

przeprowadzono syntezę zanieczyszczeń, niezbędnych jako wzorce do charakterystyki produktu, wytworzono partię informacyjną substancji aktywnej i produktu gotowego. Niestety, Zakłady zostały sprzedane firmie zagranicznej, która zlikwidowała w nich dział syntezy pozostawiając tylko konfekcję. W dorobku pozostały 4 artykuły (*Wiad. Chem.* (A-8), *Synlett.* (A-20, B-4), *Org. Proc. Res. Dev.* (A-29)) i patent (AP-37) oraz doktorat D. Jańczewskiego (1999–2003).

Badania dot. **antybiotyków ryfamycynowych** (gł. wykonawca dr K. Bujnowski) prowadzone są we współpracy z Instytutem Chemii Technicznej Forschungszentrum Karlsruhe, Niemcy oraz Instytutem Gruźlicy i Chorób Płuc w Warszawie (KBN/BMBF, grant badawczy MNiSW). Tematyka obejmuje modyfikację chemiczną antybiotyków naturalnych – syntezę i wyodrębnianie nowych pochodnych, badanie ich struktury metodami spektroskopowymi oraz testowanie aktywności przeciwbakteryjnej w celu uzyskania nowych specyfików o wysokiej aktywności przeciwgruźliczej i o korzystnych właściwościach farmako-kinetycznych. Dotychczasowym plonem jest doktorat dr inż. Krzysztofa Bujnowskiego (zaawansowana habilitacja), 3 patenty i 1 zgł. pat. (AP-31–33, BP-16) i 3 artykuły (*Tetrahedron* (A-21, B-14), *Eur. J. Org. Chem.* (A-33)) (1988–2012).

Kolejna technologia, projekt celowy i wdrożenie w LPT to **oksymy**, pochodne aldehydu salicylowego (gł. wykonawca dr K. Bujnowski), wykorzystane jako antykorozyjne dodatki do farb podkładowych. 3 know how PW (AK-12, 34, 40), znak towarowy i preparat IKOROL z rekomendacją techniczną IBDiM i certyfikatem PZH (załącznik), kompletna instalacja półtechniczna w hali LPT, wieloletnie próby, doskonałe wyniki aplikacyjne, licencja i powolne zdobywanie rynku (1995–2012).

Do istotnych osiągnięć zaliczam wykonanie szeregu badań technologicznych i produktów dla *Rhodia* Francja, *Höchst*, *Sanofi-Aventis* i *Thorson* Niemcy oraz *Borghini* Włochy.

Ważnym przykładem praktycznej realizacji procesów chemicznych jest moja rozprawa habilitacyjna, *Chemia i technologia bezwodników i kwasów acylowinowych* (2007). Wykazałem w niej, że potrzeby przemysłu mogą i powinny stymulować rozwój badań naukowych.

Technologię **bezwodnika (+)-(BDBW)** i **kwasu (-)-O,O'-dibenzoilo-L-winowego (-)-(KDBW)** po raz pierwszy wdrożyłem w hali technologicznej LPT, jako produkcję antyimportową, dla Warszawskich Zakładów Farmaceutycznych „Polfa”. KDBW stosowano tam do rozdziału mieszaniny racemicznej amin przy produkcji *Clemastiny*, substancji aktywnej leku przeciwuczuleniowego. Zamówienia w ciągu paru lat wzrosły od 100 do 500 kg.

Po dalszym wzroście zapotrzebowania na KDBW, w wyniku eksportu do Niemiec i wykorzystania go do produkcji *Ramiprilu* – jednego z najlepszych leków nasercowych – w ciągu

kilku lat rozwinąłem technologię **bezwodnika (+)- i kwasu (-)-*O,O'*-dibenzoilo-L-winowego** do **50 t/rok** (pojemność reaktora BDBW od skali laboratoryjnej do przemysłowej zwiększono 1000 razy). Dojrzałość procesu wykazałem przez uruchomienie produkcji eksperymentalnej w hali technologicznej, sprzedaż licencji i wdrożenia w przemyśle oraz sprzedaż produktu krajowym i zagranicznym firmom farmaceutycznym.

Konsekwencją tych działań były kolejne opracowania i wdrożenia technologii optycznie czynnych kwasów dikarboksyłowych: **(+)-*N*-tosylo-L-glutaminowego** (do **1800 kg/rok**) i **(+)-*O,O'*-di-*p*-anizoilo-D-winowego** (do **1600 kg/rok**).

Rozwiązanie szeregu problemów procesowych i technicznych przyczyniło się do opracowania 15 know how PW (**AK-1, 4, 9, 10, 13, 15, 27, 30, 32, 33, 35, 38; BK-1, 2, 4**), a następnie 3 patentów i 3 zgłosz. pat. (**AP-15; BP-5, 11, 14, 18, 19**) (1982–2012) będących podstawą praktycznej realizacji doskonalonych technologii. Oryginalną metodę otrzymywania KDBW opublikowano, (*Org. Proc. Chem. Dev.* (**B-9**)).

W ramach opracowywania technologii zaprojektowano, zbudowano i uruchomiono kompletną **instalację półtechniczną do otrzymywania kwasu dibenzoilowinowego**, składającą się z węzłów bezwodnika (BDBW) i kwasu (KDBW) oraz absorpcji chlorowodoru i regeneracji toluenu. Surowo przestrzegając zasady umiaru technologicznego – opanowano bezpieczne, wydajne i powtarzalne prowadzenie trudnego technologicznie procesu, otrzymując produkt finalny wysokiej jakości.

Ważnym osiągnięciem technologicznym są **metody wytwarzania kwasów mono *O*-acylo-winowych (KAW)**, wykorzystanych następnie do syntezy chiralnych katalizatorów acyloksyboranowych CAB, należących do perspektywicznych zastosowań pochodnych kwasu winowego, 2 patenty, 1 zgłosz. pat. (**BP-7, 9, 17**) i 2 artykuły (*Arkivoc, Appl. Organometal. Chem.* (**B-5, 7**)).

Dzięki wynalezieniu odpowiedniej metody analitycznej, patent (**BP-14**), zbadano **mechanizm syntezy BDBW** – porównano przebieg reakcji kwasu winowego z chlorkami acylów w różnych rozpuszczalnikach, w układzie homo- i heterofazowym, wobec i bez katalizatora, wyjaśniono przebieg benzoilowania i dehydratacji, wykazano korzystny wpływ oporu dyfuzyjnego w układzie heterofazowym na bezpieczeństwo i selektywność procesu, wreszcie udowodniono, że obok kwasów *O*-benzoilowinowego (KBW) i *O,O'*-dibenzoilowinowego (KDBW), produktem pośrednim jest także nowy **bezwodnik *O*-benzoilowinowy (BBW)**, 1 patent (**BP-8**), (*Arkivoc* (**B-5**)), doktorat U. Bernaś (2012). Otrzymano nowe imidy kwasów mono- i diacylowinowych, wyjaśniono przebieg reakcji, zgłosz. pat. (**BP-19**), (*Arkivoc* (**B-8**)), doktorat P. Ruśkowskiego (2009). Wyniki najnowszych badań dotyczące chemii BBW, jego reakcji z aminami i alkoholami, mogą mieć istotne znaczenie w syntezie asymetrycznej, 1 patent (**BP-10**). Określono struktury

krystalograficzne kwasu (KBW) i bezwodnika benzoilowinowego (BBW), *J. Mol. Struct.* (B-6). Otrzymano kwas mono *O*-anizoilo-*D*-winowy i jego kompleks z aminą, wyjaśniono przebieg reakcji, określono struktury krystalograficzne obu związków *J. Struct. Chem.* (B-11).

Podsumowując, za moje największe osiągnięcia naukowe uważam opracowane i wdrożone technologie oraz wkład w rozwój chemii kwasu winowego. Podkreślam przy tym, że prowadząc badania stosowane, nastawione na realizację celu praktycznego, trudno jest publikować, gdyż im większą wartość mają wyniki, tym niechętniej się je ujawnia lub wręcz jest to zabronione, ze względu na konieczność zachowania tajemnicy. Można natomiast, i wielokrotnie to robiłem, publikować zagadnienia nie zdradzające istoty technologii, np. dotyczące metod analitycznych czy właściwości korozyjnych. Podobnie jest w przypadku zagadnień peryferyjnych lub takich, które już nie należą do najnowszych.

W czasie wieloletnich badań doskonalilem metodykę i „warsztat” opracowywania technologii, ze szczególnym uwzględnieniem procesów o średniej skali, np. stosowanych w przemyśle farmaceutycznym. Doświadczenia na tym polu przedstawiłem na 6 konferencjach naukowych, w 2 artykułach oraz w pierwszej części skryptu *Projektowanie Procesów Technologicznych*, którego jestem współautorem i współredaktorem, i w którym m.in. określiłem zawartość trzech typowych dokumentów technologicznych o wzrastającej dojrzałości (procedura laboratoryjna, opis metody technologicznej i założenia do projektu procesowego) uważając je za kamienie milowe na drodze opracowywania procesu chemicznego.

Jednym z najważniejszych fragmentów badań prowadzących do opracowania procesu chemicznego są badania optymalizacyjne. Uporządkowałem materiał poświęcony planowaniu eksperymentów w taki sposób, żeby podkreślić znaczenie praktyczne odpowiednich metod, jako narzędzi do selekcji zmiennych procesowych, identyfikacji modeli matematycznych i wreszcie, określania optymalnych warunków prowadzenia procesu. Wprowadzony i szczegółowo omówiony podział badań na etapy i powtarzające się fazy, pokazujący zalety i łatwość stosowania metod planowania eksperymentów, opisałem w drugiej części skryptu.

## **2. Aktualne zainteresowania i przewidywane kierunki dalszych prac**

Po habilitacji zintensyfikowałem prace w tematyce chiralnych kwasów dikarboksylowych (CHIKADI) zarówno podstawowe, jak i wdrożeniowe nawiązując współpracę z firmami chemicznymi NOVICHEM Chorzów i AVISON Düsseldorf (p. 2.1). Równolegle rozpocząłem badania w nowej dziedzinie tworzyw biogradownych, szczególnie polilaktydu (p. 2.2). Kontynuowałem prace mające na celu wprowadzenie na rynek preparatu antykorozyjnego IKOROL. We współpracy z firmą Galvano-Aurum i Wyższą Szkołą Zawodową Kosmetyki i

Pielęgnacji Zdrowia rozpoczęliśmy badania bursztynu bałtyckiego w celu wykorzystanie jego odpadów do kosmetyków. We współpracy z zespołem prof. Władysława Wieczorka z naszego Wydziału rozpoczęliśmy opracowywanie technologii i powiększanie skali otrzymywania soli litu do wykorzystania w elektrochemicznych źródłach prądu.

### **2.1. Chemia i technologia chiralnych kwasów dikarboksylowych (CHIKADI)**

Chemia i technologia pochodnych kwasu winowego od wielu lat należą do moich priorytetów badawczych, a wykonanie rozprawy habilitacyjnej doprowadziło do szeregu nowych wątków podstawowych, które mogą nabrać znaczenia praktycznego.

Mocne podstawy technologiczne, ciekawe wyniki najnowszych badań i realna perspektywa wzrostu zapotrzebowania na kolejne produkty stały się podstawą wykonanego pod moim kierownictwem projektu badawczo-rozwojowego R0504202 (2007–2010). Doskonale rozwija się współpraca badawcza z prof. Jackiem Gawrońskim UAM Poznań, specjalistą od chemii kwasu winowego i zagadnień stereochemicznych. Otrzymano szereg nowych związków, wyjaśniono pewne mechanizmy reakcji. Wniosek o kolejny projekt CHIKADI jest w trakcie konkursu. Najciekawsze wyniki o charakterze podstawowym to wyjaśnienie przebiegu acylowania kwasu winowego, otrzymanie i udowodnienie struktury krystalograficznej nowych pochodnych monoacylowinowych, a także imidów acylowinowych. Zaawansowane są badania związane z uciążeniem procesów otrzymywania bezwodników i kwasów acylowinowych. Z tej tematyki wykonano 5 prac magisterskich (2 są na ukończeniu) i 2 doktorskie. Opublikowano 11 artykułów, 2 dalsze przyjęto do druku, 5 kolejnych jest przygotowywanych (**A-28, 35, 36; B-1, 5–9, 11, 12, 13, 15**). Uzyskano 9 patentów i 3 zgł. pat. (**AP-15; BP-4, 5, 7–11, 14, 17–19**). Na VI Kongresie Technologii Chemicznej (2009) przedstawiłem referat sekcyjny oraz wraz z zespołem 6 posterów.

W ciągu ostatnich lat kierowane przeze mnie Laboratorium Procesów Technologicznych Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej (LPT) zdobyło poważną pozycję na rynku CHIKADI. Jest kwalifikowanym producentem i dostawcą dwóch wiodących europejskich koncernów farmaceutycznych. Dzięki konsekwentnie prowadzonej produkcji eksperymentalnej w hali półtechnik osiągnięto poziom zamówień interesujący dla przemysłu.

Nasz strategiczny partner, firma NOVICHEM Chorzów jest dystrybutorem chlorku benzoilu i producentem nadtlenku benzoilu, czyli dysponuje surowcem i doświadczeniem w operowaniu tego typu produktami, dzięki czemu może tanio wytwarzać bezwodnik dibenzoilowinowy (BDBW), w efekcie przyczyniając się do konkurencyjnej ceny kwasu (KDBW) (nawet w stosunku do produktu z Chin). Ponadto wytwarza produkty dla przemysłu farmaceutycznego i spożywczego

w systemie GMP. Jest to sytuacja unikalna i powoduje, że w Polsce, NOVICHEM jest najlepiej predysponowana do wdrożenia technologii BDBW i KDBW.

W roku 2010 Wydział Chemiczny i NOVICHEM podpisały Porozumienie o współpracy, a Politechnika Warszawska udzieliła firmie NOVICHEM licencji na stosowanie opatentowanej technologii otrzymywania BDBW. W Chorzowie zbudowano instalację o zdolności produkcyjnej 150 t/rok (po dobudowaniu drugiego reaktora 300 t/rok) i uruchomiono produkcję bezwodnika *O,O'*-dibenzoilo-L-winowego (BDBW) (załącznik). Następnie spółka NOVICHEM zleciła LPT przetwarzanie BDBW na KDBW (przejmując w całości zadania handlowe/dostawcy), a LPT przekazało jej swoich klientów (zamówienia), pozostając kwalifikowanym producentem KDBW.

Ponadto, NOVICHEM dołączyła do współpracy LPT z niemiecką firmą AVISON Chemicals Düsseldorf, która podjęła się zabezpieczenia marketingu KDBW i nowych CHIKADI. Efektem dwóch lat takiego współdziałania jest już ponad trzykrotne zwiększenie sprzedaży KDBW (37→104 t/rok). Stworzony system jest modelowym przykładem skutecznej współpracy wyższej uczelni technicznej z przemysłem.

Kwas dibenzoilo-L-winowy (KDBW) należy do najczęściej stosowanych środków do rozdzielania racematów, w przemyśle farmaceutycznym, podczas produkcji aktywnych substancji farmaceutycznych (API). Przykładowo, wykorzystywany jest przy produkcji *Clemastiny* (lek przeciwuczuleniowy, PIW Ipochem) czy *Ramiprilu* (lek przeciw nadciśnieniu tętniczemu nowej generacji, Sanofi-Aventis w Niemczech).

Aktualnie dopracowujemy technologię KDBW do możliwości produkcyjnych NOVICHEM, żeby udzielić Spółce licencji także na produkowanie kwasu. W Chorzowie zostanie wybudowana instalacja i rozpoczęta produkcja. Po uzyskaniu u odbiorców z farmacji statusu producenta kwalifikowanego NOVICHEM przejmie od LPT w całości produkcję KDBW.

Jednocześnie potrzebne są także inne nowe pochodne CHIKADI i ich nowe zastosowania. Obecnie do rozdziału mieszanin racemicznych używa się ok. 20 różnych pochodnych kwasu L- i D-winowego. Czynnikiem rozdzielającym wybiera się na podstawie testowych eksperymentów sprawdzających i najlepszej opłacalności projektowanego procesu. Systematycznie produkujemy kwas (+)-*N*-tosylo-L-glutaminowy. Mamy gotową technologię bezwodnika i kwasu di-*p*-anizoilo-D-winowego, a w fazie badań rozwojowych są bezwodnik i kwas di-*p*-toluoilo-L-winowy oraz winiany dimetylu, dietylu i dibenzylu, a także kilkanaście różnych pochodnych CHIKADI, np. kwasy *o*-chlorobenzoilo, *p*-chlorobenzoilo, acetylo, piwaloilo, antroilo, benzhydrylo, tritylowinowe, w tym także dla różnych form enancjomerycznych.

Na etapie badań podstawowych są bezwodniki i kwasy monoacylo- i monoalkilowinowe oraz odpowiednie estry i amidy. Ze względu na szczególne właściwości kwasu winowego, w

stosunkowo małej cząsteczce znajdują się aż cztery grupy funkcyjne oraz dwa węgle stereogeniczne, tego typu monomery mogą być wykorzystane np. przy produkcji polimerów biodegradowalnych lub do przygotowania nowych katalizatorów na podłożu polimerowym.

Dążę do stworzenia, *wokół KDBW i trzech współpracujących jednostek* – badawczej, przemysłowej i marketingowej – polskiej specjalności **synteza i zastosowanie przemysłowe pochodnych chiralnych kwasów dikarboksyłowych (CHIKADI)**. LPT będzie opracowywać kolejne technologie i odpowiednio powiększać ich skalę, zabezpieczy rozwój technologii i produkcję eksperymentalną od ilości gramowych do stukilogramowych. Spółka **NOVICHEM** zapewni wprowadzenie kolejnych opracowań naukowych do wielotonowej praktyki przemysłowej, stając się **kluczowym producentem europejskim** w tej dziedzinie, konkurentem dla firm węgierskich, chińskich, japońskich i indyjskich. **AVISON GmbH** zabezpieczy marketing.

## **2.2. Technologia otrzymywania polilaktydu – tworzywa biodegradowalnego**

**Drugim priorytetem** na najbliższe lata jest realizacja i kontynuacja projektu **BIOPOL** należącego do *Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, POIG.01.01.02-10-025-09* (do końca 2013). Najważniejszym celem projektu jest opracowanie technologii i zbudowanie dwóch instalacji modelowych – poli(L-laktydu) na Wydziale Chemicznym PW oraz poliesterów aromatyczno-alifatycznych w Instytucie w Łodzi. W końcowej fazie zostaną opracowane projekty procesowe i wytworzone partie informacyjne produktów, które będą podstawą powiększenia skali i wdrożenia w przemyśle technologii tworzyw biodegradowalnych. Zadanie jest niezwykle ważne i trudne, realizowane wspólnie z wybitnymi zespołami badawczymi, w ramach konsorcjum Wydziału Chemicznego (Laboratorium Procesów Technologicznych i Katedra Chemii i Technologii Polimerów) z Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych i Instytutem Biopolimerów i Włókien Chemicznych w Łodzi. Ze względu na doświadczenie technologiczne i projektowe kierowanego przeze mnie zespołu LPT, spoczywa na nas szczególnie duża odpowiedzialność za osiągnięcie celu praktycznego. Przedsięwzięcie ma duże znaczenie proekologiczne, gdyż powinno przyczynić się do zmniejszenia zanieczyszczenia środowiska naturalnego w Polsce przez odpady opakowań z tworzyw sztucznych.

**L-laktyd** (dimer kwasu L-mlekowego) – otrzymywany z surowców odnawialnych jest związkiem chiralnym, z grupy do której należy też **kwas L-winowy**, będący przedmiotem moich wieloletnich badań, dzięki czemu mamy odpowiednie doświadczenie analityczne. W trakcie polimeryzacji zachodzi też dobrze mi znane zjawisko racemizacji, bardzo istotnie wpływające na jakość polilaktydu.



Dodatkowo, katalizatorem polimeryzacji laktydu jest **oktanian cyny(II)**, którego technologię opracowano i przez wiele lat produkowano w LPT. W ramach projektu BIOPOL zostaną więc wykorzystane wieloletnie doświadczenia moje i zespołu LPT na tym polu.

Rozpoczęcie realizacji projektu BIOPOL, w którym pełnię rolę zastępcy kierownika projektu i lidera podstawowego pakietu zadaniowego PZ-1, umożliwiło mi już bardzo poważne poszerzenie zespołu naukowego i projektowego. Najważniejsze podzadania w pakiecie to: opracowanie metod oczyszczania surowców, opracowanie metod analitycznych oraz wymagań technicznych dla surowców i produktu, opracowanie/optimalizacja technologii polilaktydu, zaprojektowanie, budowa i uruchomienie instalacji modelowej, wykonanie partii informacyjnych produktów oraz projektu procesowego instalacji pilotowej.

**Polimery biodegradowalne (BIOPOL).** Opracowanie technologii polilaktydu, w tym zbudowanie i uruchomienie modelowej instalacji referencyjnej (reaktor syntezy, wyciązarka) umożliwi powiększenie skali i wdrożenie technologii w przemyśle (realizacja w ramach projektu BIOPOL). W celu uzyskania niezależności surowcowej, planuje się opracowanie technologii i wybudowanie instalacji modelowych laktydu i kwasu mlekowego (współpraca z KChTP i ZTBŚL). Zbadana też zostanie możliwość otrzymania kopolimerów PLA z pochodnymi kwasu winowego i innych kwasów dikarboksylowych.

### **3.3. Inne badania**

Nadal będę prowadzić badania stosowane ukierunkowane na opracowywanie i wdrażanie małotoazowych, zaawansowanych technologii środków pomocniczych, stwarzających szansę sukcesu w przypadku powiększania skali. Jednocześnie będę doskonalić narzędzia do opracowywania technologii, w tym planowanie eksperymentów, miniaturowe instalacje modelowe i instalacje półtechniczne, mając na celu ułatwianie przenoszenia nowości naukowych do praktyki przemysłowej. Moim dążeniem jest jak najlepsze wykorzystywanie sprzężenia zwrotnego i utrzymanie równowagi pomiędzy badaniami stosowanymi dla przemysłu, od których zaczynałem, a badaniami podstawowymi, dotyczącymi np. mechanizmu reakcji czy struktury nowych związków.

Planuję kontynuować badania aplikacyjne zastosowania odpadów bursztynu i pochodnych kwasu winowego w kosmetykach, opracowanie technologii soli litowych do elektrochemicznych źródeł prądu oraz promowanie preparatu antykorozyjnego IKOROL.

### **3. Działalność dydaktyczna**

Uzyskiwane doświadczenia systematycznie wykorzystywałem modyfikując program dydaktyczny, początkowo w ramach specjalności, a następnie tworząc koncepcję i prowadząc

wykład kursowy „Projektowanie procesów technologicznych” oraz dodatkowo prowadząc i/lub koordynując laboratoria technologiczne. Przez wiele lat byłem członkiem Komisji Dydaktycznej Rady Wydziału Chemicznego PW. Kierowałem 20 magisterskimi i inżynierskimi pracami dyplomowymi, w tym Irakijczyka i dyplomantki Uniwersytetu Friedricha Schillera w Jenie, Niemcy. Do najistotniejszych zrealizowanych zadań dydaktycznych zaliczam:

- opracowanie programu i kierowanie studium podyplomowym, *Opracowywanie i wdrażanie do przemysłu nowych technologii chemicznych*, Wydział Chemiczny PW Laboratorium Procesów Technologicznych, Warszawa 1987;
- opracowanie programów i rozpoczęcie wykładu Projektowanie Procesów Technologicznych oraz kierowania laboratorium technologicznym – początek na specjalności Technologia Produktów Lekkiej Syntezy Organicznej, 1993;
- kierowanie komisją jako pełnomocnik dziekana i opracowanie program Studiów Inżynierskich, 1993;
- zorganizowanie i kierowanie jako z-ca koordynatora i kontraktor projektem *TEMPUS-PHARE S\_JEP-12051-97* – opracowanie programu studiów trójstopniowych, 2001;
- rozpoczęcie wykładu i koordynacja przedmiotu Projektowanie Procesów Technologicznych w nowym programie studiów, 2002/3;
- udział w europejskim projekcie COMBAT – szkolenia dla przemysłu, 2002;
- organizacja praktyk studenckich (WCh, IAESTE, Erasmus); rekomendowanie dyplomantów i doktorantów na kursy wakacyjne w BASF Ludwigshafen Niemcy; zorganizowanie udziału studentów w kursie/laboratorium chemii technicznej w Instytucie DECHEMA, Frankfurt/Main, Niemcy;
- opublikowanie preskryptu: *Projektowanie procesów technologicznych*, Oficyna Wydawnicza PW, cz. I–III, Warszawa 2001, cz. IV, 2003, a następnie skryptu: *Projektowanie procesów technologicznych*, cz. I, *Od laboratorium do instalacji przemysłowej*, red. L. Synoradzki, J. Wisiański, OWPW, Warszawa 2006, cz. II, D. Jańczewski, C. Różycki, L. Synoradzki, *Matematyczne metody planowania eksperymentów*, OWPW, 2010 oraz *Bezpieczeństwo procesów chemicznych*, red. L. Synoradzki, J. Wisiański, OWPW, 2012, w druku;
- opracowanie programu i uruchomienie profilu Technologia Chemiczna na Wydziale Zarządzania PW, kierunek: zarządzanie i inżynieria produkcji, kurs inżynierski, od 2008/9, pełnomocnik dziekana WCh od 1/5/2010;
- opracowanie programu i prowadzenie przedmiotu Projektowanie Procesów Technologicznych (wykład, laboratorium komputerowe, seminarium), kierunek: technologia chemiczna, kurs inżynierski sem. 5 i 6, od 2009/2010;
- opracowanie programu i prowadzenie wykładu Projektowanie Procesów Technologicznych i Biotechnologicznych oraz Laboratorium Procesów Technologicznych i Biotechnologicznych kierunek: biotechnologia, kurs magisterski sem. 8, od 2009/2010.

Zamierzam rozwijać i doskonalić przedmiot *Projektowanie Procesów Technologicznych i Biotechnologicznych* na obu kierunkach kształcenia Wydziału Chemicznego, a także na Wydziale Zarządzania PW. Ciągłe unowocześniany warsztat badawczy (MIM-y, aparatura analityczna,

SCADA) będzie równolegle wykorzystywany do dydaktyki. Myślę o napisaniu książki pt. *Projektowanie procesów i rozwiązywanie problemów technologicznych*.

Dyplomy i doktoraty powinny dotyczyć problemów występujących w praktyce, także w przemyśle, a nasi absolwenci uzupełnić w przyszłości lukę technologów chemików w dziedzinie nauk technicznych. Odpowiedzią na zapotrzebowanie studentów będzie kontynuacja współpracy z Wyższą Szkołą Zawodową Kosmetyki i Pielęgnacji Zdrowia.

Kadrę dydaktyczną LPT powinna stanowić czwórka nauczycieli akademickich.

#### **4. Działalność organizacyjna**

Bezpośrednio po powrocie z dwuletniego stażu podoktorskiego w Max Planck Institut für Kohlenforschng, Mülheim/Ruhr Niemcy (1982) rozpocząłem zagospodarowywanie nowej hali technologicznej na Wydziale Chemicznym. Zadanie to realizowałem równolegle z tworzeniem zespołu naukowego, określaniem tematyki badawczej i opracowywaniem kolejnych technologii.

W efekcie zorganizowałem Laboratorium Procesów Technologicznych (LPT) – unikatową jednostkę politechniczną z halą półtechnik – do prowadzenia działalności dydaktycznej, badawczej i produkcyjnej (1985),<sup>1</sup> która w 1990 roku została wyodrębniona finansowo.<sup>2</sup> Doprowadziłem do uzbrojenia hali półtechnik w infrastrukturę techniczną (instalacje: elektryczna, pary grzewczej, próżni, chłodzenia; transport pionowy i poziomy itd.), przeprowadzenia gruntownych remontów i modernizacji zarówno laboratoriów i pracowni, jak i hali technologicznej wraz z jej zapleczem oraz wyposażenia hali i pracowni LPT w aparaturę badawczą i komputery o łącznej wartości kilkudziesięciu mln zł. Kieruję LPT od początku powstania, a szczegółowy opis jego tworzenia, jako „warsztatu” do opracowywania technologii, opisałem w czwartej części preskryptu z Projektowania Procesów Technologicznych (2003).

Byłem członkiem Komisji Uczelnianej, która opracowała system zapewnienia jakości PW (1997); Rady Wydziału Chemicznego (1991–1992) i Komisji Dydaktycznej RW przez 3 kadencje; wreszcie dyrektorem ds. Rozwoju Polskie Odczynniki Chemiczne Gliwice (2004).

Jestem członkiem Rady Wydziału Chemicznego, Rady ds. Zapewnienia Jakości Kształcenia na Wydziale Chemicznym PW oraz Komisji ds. Nagród i Budżetowej RW (2008–2010), a także Zespołu Zadaniowego do oceny merytorycznej projektów współfinansowanych z Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (od 2009).

Recenzowałem różne projekty i raporty (3 celowe, 6 badawczych, 1 zamawiany, 2 rozwojowe, 18 POIG) oraz 4 artykuły (2 – *Ind. Eng. Chem. Res.*, 2 – *Org. Proc. Res. Dev.*).

---

<sup>1</sup> Zarządzenie Rektora PW nr 1 z dn. 8.01.1985;

<sup>2</sup> Zarządzenia Rektora PW nr 41 z dn. 27.11.1989 oraz nr 13 z dn. 4.05.2006.

Za najważniejsze zadanie organizacyjne na kolejną kadencję uważam zrównoważenie i ustabilizowanie trzech obszarów działalności LPT – dydaktycznej, badawczej i produkcyjnej.

## 5. Kształcenie młodej kadry

### Opieka naukowa nad pracami doktorskimi (\*wspólnie z dr inż. Markiem Włostowskim):

1. Jacek Lasota, *Opracowanie technologii otrzymywania wytwarzania (2-kaboksykarbonyloetylo)chlorocyn – półproduktów stosowanych do syntezy stabilizatorów termicznych polichlorku winylu*, promotor: prof. dr inż. Edward Grzywa, Wydział Chemiczny PW, Warszawa **1990**.
2. Dominik Jańczewski,<sup>\*/</sup> *Synteza i założenia do technologii amlodypiny*, promotor: prof. dr hab. inż. Kazimierz B. Starowieyski, Wydział Chemiczny PW, Warszawa **2003**.
3. Tomasz Rowicki,<sup>\*/</sup> *Technologia pantolaktanu*, promotor: prof. dr inż. Edward Grzywa, Wydział Chemiczny PW, Warszawa **2005**.

### Promotorstwo prac doktorskich:

1. Paweł Ruśkowski, *Technologia otrzymywania diacylowych pochodnych kwasu winowego*, Wydział Chemiczny PW, Warszawa **2009**.
2. Jerzy Wisiański, *Technologia i projekt przemysłowego otrzymywania aldehydu benzoowego pochodzenia naturalnego*, Wydział Chemiczny PW, Warszawa **2010**.
3. Urszula Bernaś, *Nowe pochodne kwasu winowego*, Wydział Chemiczny PW, Warszawa **2012**, (wyróżnienie).

### Otwarte przewody doktorskie:

1. Sylwia Czarnocka, *Cyklizacja karboanionów generowanych z N-alkilimidów  $\omega$ -podstawionych grupami elektronoakceptorowymi*, Wydział Chemiczny PW, Warszawa (2009, ukończona część doświadczalna).
2. Agnieszka Gadomska, *Technologia otrzymywania polilaktydu do zastosowań medycznych* (2012).

## 6. Nagroda Politechniki

Jako podsumowanie dotychczasowej działalności otrzymałem prestiżową, indywidualną Nagrodę Naukową Politechniki – za szczególne osiągnięcia uwieńczone transferem prac naukowych i technicznych na potrzeby gospodarki, **2009** (załącznik).

Ludwik Synoradzki