Załącznik 2

Tomasz Zielenkiewicz

Autoreferat

Dane osobowe

Nazwisko, imiona	Zielenkiewicz Tomasz Jacek
Data i miejsce urodzenia	2 czerwca 1978, Warszawa
Stan cywilny:	żonaty
Narodowość	polska
Obywatelstwo	polskie

Ukończone studia wyższe

Uczelnia	Politechnika Warszawska
Wydział	Chemiczny
Specjalność	Technologia Chemiczna
Rok ukończenia	2002

Uzyskany stopień naukowy doktora

Stopień naukowy doktora nauk chemicznych w zakresie chemii został nadany uchwałą Rady Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej z dnia 14 listopada 2006 roku.

Tytuł rozprawy doktorskiej:	„Kinetyka rozkładu termicznego a wybuch cieplny związków zawierających grupy eksplozoforowe”
Promotor:	prof. dr hab. inż. Andrzej Książczak
Recenzenci:	prof. dr hab. inż. Urszula Domańska-Żelazna, Politechnika Warszawska
	dr hab. inż. Andrzej Wojewódka, prof. Politechniki Śląskiej

Przebieg pracy zawodowej

W latach 1997 – 2002 studiowałem na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej. Dyplom magistra inżyniera chemii uzyskałem we wrześniu 2002 roku. Po ukończeniu studiów, w październiku 2002 roku rozpocząłem studia doktoranckie na Wydziale Chemicznym Politechniki Warszawskiej. Badania, których wyniki przedstawiłem później w pracy doktorskiej, wykonywałem w Zakładzie Materiałów Wysokoenergetycznych. Były one kontynuacją i rozwinięciem tematyki mojej pracy magisterskiej i obejmowały zagadnienie kinetyki rozkładu termicznego organicznych związków zawierających grupy funkcyjne (eksplozoforowe) nadające tym substancjom właściwości niebezpiecznych. Wyniki badań prezentowałem podczas konferencji naukowych o charakterze międzynarodowym (w tym jednej zagranicznej, która odbyła się w czeskich Pardubicach w 2006 roku, "New Trends in Research of Energetic Materials", gdzie językiem wykładowym był angielski).

Podczas studiów doktoranckich prowadziłem działalność dydaktyczną w zakładowym laboratorium analizy termicznej oraz laboratorium komputerowym.

W roku 2006 byłem zatrudniony dodatkowo w Zakładzie Materiałów Wysokoenergetycznych jako asystent w wymiarze ½ etatu.

Podczas badań naukowych czynnie korzystałem z instrumentalnych technik analizy chemicznej, takich jak DSC (różnicowa kalorymetria skaningowa), TG (termograwimetria) i FTIR (spektroskopia podczerwieni). Korzystałem także z uruchomionego przez siebie zestawu do eksperymentalnego wyznaczania tzw. temperatury krytycznej.

W czasie pracy w charakterze asystenta uczestniczyłem w pracach organizacyjnych związanych z generalnym remontem i przebudową zakładu, współprojektując pracownię komputerową, syntezy oraz analizy termicznej.

W czasie studiów doktoranckich byłem wykonawcą grantu promotorskiego. Byłem także wykonawcą innych zadań i ekspertyz zlecanych przez instytuty badawcze oraz przemysł. Prowadzone prace dotyczące wytwarzania i badania nowoczesnych materiałów wybuchowych kruszących, miotających i mieszanin pirotechnicznych w większości przypadków ze względu na swój charakter, mający na celu zabezpieczenie obronne kraju, nie były publikowane.

Publiczna obrona pracy doktorskiej pt. „Kinetyka rozkładu termicznego a wybuch cieplny związków zawierających grupy eksplozoforowe" odbyła się 14 listopada 2006 roku.

Uchwałą Rady Wydziału Chemicznego Politechniki Warszawskiej uzyskałem stopień naukowy doktora nauk chemicznych w zakresie chemii.

W dniu 27.12.2006 podjąłem pracę na stanowisku adiunkta w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, na Wydziale Technologii Drewna, w Katedrze Nauki o Drewnie i Ochrony Drewna, w Zakładzie Nauki o Drewnie, w zespole chemicznym kierowanym przez prof. dr hab. Donatę Krutul.

Od początku zatrudnienia aktywnie uczestniczyłem w pracach badawczych zespołu chemicznego. Jako wykonawca uczestniczyłem w dwóch grantach MNiSW oraz jednym grancie wewnętrznym SGGW. W 2007 r. uczestniczyłem w zdobyciu funduszy, zakupie i uruchomieniu spektrometru fluorescencji rentgenowskiej XRF, unikatowego w skali kraju urządzenia. Od tamtej pory jestem jednym z jego głównych użytkowników.

Uczestniczę także w życiu dydaktycznym i organizacyjnym Wydziału. Brałem udział w tworzeniu programów dwóch przedmiotów w zakresie analizy instrumentalnej. Byłem członkiem zespołu powołanego na rzecz pozyskania pieniędzy z funduszy strukturalnych UE, dwukrotnie członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej, wielokrotnie współtworzyłem sprawozdanie z działalności wydziału. W 2011 roku zostałem wybrany przez społeczność wydziałową do pełnienia funkcji Społecznego Inspektora Pracy, którą pełniłem przez 4 lata.

Kilkakrotnie uczestniczyłem w międzynarodowej konferencji naukowej „Drewno – Materiał XXI Wieku", organizowanej w Rogowie. Wygłaszałem tam wystąpienia lub byłem ich współautorem. W 2008 roku przedstawiałem także referat na konferencji naukowej „Interactions of Wood with Various Forms of Energy" w Zvoleniu, gdzie językiem wykładowym był angielski.

Kilkakrotnie uczestniczyłem w szkoleniach dotyczących pozyskiwania funduszy z UE organizowanych w SGGW w Warszawie, oraz w szkoleniach traktujących o różnych zastosowaniach wybranych technik analizy instrumentalnej organizowanych przez firmę Perkin-Elmer.

Zasadnicza część badań prowadzonych przeze mnie na Wydziale Technologii Drewna do 2013 roku związana była z efektywnym wykorzystaniem wybranych technik analitycznych do analizy składu drewna oraz substancji używanych do jego impregnacji i pokrywania. Monografia poddawana ocenie jest podsumowaniem tego etapu mojej kariery naukowej.

W roku 2013 zespół chemiczny Wydziału Technologii Drewna SGGW w Warszawie, którego jestem członkiem, rozpoczął realizację grantu WOODTECH, przyznanego przez

NCBiR na trzy lata (ok. 1 300 000 zł dofinansowania dla zespołu). Wraz z tym projektem moja kariera naukowa weszła w kolejny etap, w którym przedmiotem zainteresowania jest głównie wykorzystanie biomasy drzewnej (i nie tylko) jako surowca do przerobu m. in. na cele energetyczne (np. bioetanol). W ramach projektu badane są m. in. różne możliwości obróbki wstępnej materiału lignocelulozowego, oraz wpływ formy i składu chemicznego surowca na wydajność hydrolizy enzymatycznej polisacharydów, która jest newralgicznym etapem procesu przetwarzania biomasy na biopaliwa. W ten nurt wpisuje się także uczestnictwo w projekcie „Program doskonalenia dydaktyki SGGW w dziedzinie pozyskiwania surowców roślinnych dla energetyki w kontekście celów Strategii Europa 2020" (program stypendialny i stażowy dla postdoków, finansowany w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki). Uczestnictwo w projekcie polegało m. in. na odbyciu trzymiesięcznego stażu zagranicznego, który zrealizowałem w Uniwersytecie Nauk Stosowanych w Bernie (Szwajcaria) badając wpływ warunków wybuchu parowego na wydajność hydrolizy enzymatycznej biomasy.

Omówienie dorobku naukowego

Mój dorobek naukowy obejmuje 48 prac naukowych, z których 43 ukazało się po doktoracie w latach 2007-2014 (załącznik 4 i 5). 39 spośród nich to oryginalne, recenzowane artykuły zamieszczone w polskich i zagranicznych punktowanych czasopismach z zakresu drzewnictwa, a także chemicznej analizy instrumentalnej (termicznej i spektrometrycznej), w tym 37 prac opublikowanych po doktoracie. Publikacje te były zaprezentowane w następujących czasopismach: Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, Wood Research, European Journal of Wood and Wood Products, X-Ray Spectrometry, Przemysł Chemiczny, Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW - Forestry and Wood Technology, Przemysł Drzewny. Pięć pierwszych czasopism znajduje się na liście Journal Citation Reports (JRC). Łączna liczba punktów uzyskanych za oryginalne prace wynosi 461, w tym 411 za artykuły opublikowane po doktoracie. Sumaryczny Impact Factor wszystkich publikacji (16 prac) wynosi 8,224, w tym 5,652 za publikacje po doktoracie. Według bazy Web of Science ogólna liczba cytowań publikacji, których byłem współautorem, wynosi 27, a indeks Hirscha 2.

Pozostałe prace ukazały się w nierecenzowanych czasopismach oraz jako rozdziały w monografiach i materiałach konferencyjnych (konferencje zagraniczne). Wszystkie one ukazały się po zakończeniu doktoratu.

Niemal wszystkie prace naukowe mojego autorstwa ukazały się w języku angielskim i praktycznie wszystkie mają charakter naukowo-badawczy, wymagały przeprowadzenia doświadczeń oraz zinterpretowania uzyskanych wyników.

Ogólna liczba punktów uzyskanych za opublikowane prace naukowe wynosi 514.

Ponad to wyniki badań prezentowałem osobiście podczas następujących konferencji naukowych z zakresu chemii oraz drzewnictwa o charakterze międzynarodowym:

- CCTA 9 – 9 Konferencja Kalorymetrii i Analizy Termicznej organizowana przez Polskie Stowarzyszenie Kalorymetrii i Analizy Termicznej, Zakopane 2003.
- I Międzynarodowa Konferencja Naukowa IPO2004, Ustroń-Jaszowiec 2004.
- II Międzynarodowa Konferencja Naukowa IPO2005, Ustroń-Jaszowiec 2005.
- 9th Seminar "New Trends in Research of Energetic Materials", Pardubice 2006.
- Konferencja Naukowa WTD „Drewno –Materiał XXI Wieku", Rogów (2008, 2009, 2010).
- Konferencja Naukowa „Interactions of Wood with Various Forms of Energy", Zvolen 2008.
- Konferencja Naukowa „Postęp w badaniach surowców lignocelulozowych i produktów ich konwersji", Poznań 2008.

Byłem także współautorem prezentacji wygłoszonej na ECOWOOD 3rd International Conference on Environmentally- Compatible Forest Products, Porto 2008.

W sumie byłem współautorem 25 wystąpień konferencyjnych i 5 posterów.

W 2011, jak również w 2012 roku uzyskałem Nagrodę Rektora Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie zespołową II stopnia za osiągnięcia naukowe.

Wskazanie i omówienie osiągnięcia naukowego

Zgodnie z art. 16, p. 1 ustawy z dnia 18 marca 2011 roku, o zmianie ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym, oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki, jako osiągnięcie naukowe wybrałem monografię pt. „**Nowe metody analizy instrumentalnej wybranych pierwiastków i związków chemicznych w drewnie i kompozytach drzewnych.**"

Techniki instrumentalne są w dzisiejszych czasach podstawą sprawnie funkcjonującego laboratorium analitycznego. Współczesny chemik analityk ma do wyboru olbrzymią ilość rodzajów analizy, wśród których najważniejsze można podzielić na: spektrometryczne, chromatograficzne oraz termiczne. Stosując je do zbadania danego obiektu uzyskać można szereg informacji na temat składu chemicznego (także pierwiastkowego), wielkości cząsteczek (w przypadku polimerów), parametrów fizykochemicznych (np. temperatura topnienia), kinetyki rozkładu czy struktury (krystaliczność, porowatość) badanego materiału. Istnieje po minimum kilka technik analitycznych, które są w stanie określić wyżej wymienione parametry. Różnią się one czułością, dokładnością, metodyką (w tym przygotowania próbki do analizy), a często rodzajem materiałów, związków chemicznych lub pierwiastków możliwych do analizy. Do wprawnego analityka należy wybór techniki optymalnej dla zbadania danego materiału w danym aspekcie.

Podstawową wadą technik analizy instrumentalnej jest wysoka cena aparatury, oraz często niemałe koszta eksploatacji urządzeń. Ma to niebagatelne znaczenie zwłaszcza w warunkach takiego kraju jak Polska, gdzie nauka jest od lat niedofinansowana. W takim wypadku wybór ogranicza się zazwyczaj do dwóch, trzech technik, gdyż laboratorium większą ilością po prostu nie dysponuje. Istnieje wtedy konieczność maksymalnego wykorzystania możliwości danego urządzenia, a często podjęcia próby ominięcia jego ograniczeń. Wymaga to dużej inwencji od operatora, ale efekt może pozwolić na zaoszczędzenie znacznej kwoty potrzebnej na zakup dodatkowej aparatury, albo zlecenie analiz w innej instytucji.

Drewno jest materiałem, które wyjątkowo eksponuje ograniczenia wielu metod analitycznych. Dla samego mechanizmu pomiaru duże znaczenie ma anizotropowość próbki (w przypadku np. technik spektrometrycznych, takich jak FTIR czy XRF). Wiele technik wymaga rozpuszczenia próbki (AAS, HPLC, SEC), co samo w sobie jest poważnym wyzwaniem. Rozpuszczanie składników drewna najczęściej wiąże się z ingerencją w ich strukturę chemiczną, co powoduje, że analizowany materiał jest już inny od wyjściowego. Dodatkowym utrudnieniem jest zmienna zawartość wilgoci w drewnie, co powoduje konieczność wysuszenia próbki przed pomiarem (może to być z wielu względów niekorzystne), albo zmagania się z utrudnieniami podczas samego pomiaru, związane z odparowywaniem wody.

Analiza pierwiastkowa drewna oznacza najczęściej wyznaczanie zawartości pierwiastków występujących w tym materiale w ilościach śladowych, które to pierwiastki nie

są elementem struktury drewna, ale pełnią inną, czasami bardzo ważną, rolę. Ich obecność w drzewie (a potem w drewnie) może być wynikiem zbilansowanego pobierania substancji odżywczych z otoczenia, albo, gdy występuje znaczne zanieczyszczenie środowiska, masowego przenikania niektórych pierwiastków (zwłaszcza metali ciężkich) zarówno z gleby jak i z atmosfery przez aparaty szparkowe, korzenie oraz korę. Ten drugi wariant może w skrajnych przypadkach doprowadzić do śmierci rośliny. Pierwiastki śladowe mogą także być świadomie wprowadzane przez człowieka na etapie obróbki technologicznej drewna (impregnacja, lakierowanie), ewentualnie w wyniku zdobienia (pigmenty).

Analiza pierwiastków w drewnie pochodzącym z drzewostanów rosnących w środowisku zanieczyszczonym oraz drewnie impregnowanym lub powierzchniowo pokrywanym jest zagadnieniem dość często opisywanym w literaturze. Jednak zestaw technik analizy instrumentalnej wykorzystywanych do tego celu od lat się nie zmienia – jest to atomowa spektrometria absorpcyjna (Atomic Absorbtion Spectrometry) oraz plazma sprzężona indukcyjnie – spektrometria masowa (Inductive Coupled Plasma – Mass Spectrometry). Aparatura ta z założenia nadaje się najlepiej do wyżej wymienionych celów, ale nie jest pozbawiona wad. Technika AAS wymaga przeprowadzenia próbki do roztworu, co w przypadku drewna zmienia jego skład pierwiastkowy ze względu na tworzenie się lotnych produktów rozkładu. Technika ICP-MS także nie jest pozbawiona tej niedogodności, a dodatkowo ze względu na wyjątkowo wysoką cenę jest to aparatura, jak na polskie warunki, rzadko spotykana.

Z wyżej wymienionych względów na uwagę zasługują inne techniki analizy instrumentalnej. XRF (X-Ray Fluorescence) jest techniką, która w analizie drewna znalazła już swoje miejsce i jest do tego celu często wykorzystywana, jednakże ze względu na specyfikę mechanizmu analizy uzyskane wyniki ilościowe są bardzo często problematyczne. FTIR (Fourier Transition - Infra Red), czyli spektrometria podczerwieni, jest inną techniką spektrometryczną, której wykorzystanie do analizy drewna spotyka się rzadziej, np. do określania krystaliczności celulozy. Ma ona jednak potencjalnie dużo szersze zastosowanie.

Część eksperymentalna zaprezentowanej monografii nawiązuje do nakreślonych powyżej problemów związanych z instrumentalną analizą drewna. Zostały w niej opisane próby poszerzenia możliwości wykorzystania do analizy drewna następujących technik analitycznych: spektrometria fluorescencji rentgenowskiej (XRF), spektrometria podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), oraz różnicowa kalorymetria skaningowa. Rozdział 5.1. prezentuje wykorzystanie XRF do analizy drewna. Wyniki zawarte w rozdziale

5.1.1. mają na celu potwierdzenie tezy, że anizotropowość drewna powoduje konieczność osobnego skalibrowania spektrometru dla danego gatunku drewna, gdyż w przeciwnym wypadku wyniki o charakterze ilościowym będą błędne. W dalszej części tego rozdziału przedstawiłem propozycję metody kalibracji urządzenia, które umożliwia wyeliminowanie tego błędu. W rozdziale 5.1.2. opisałem możliwości analizy rozkładu (dystrybucji) niektórych pierwiastków na przekroju poprzecznym drewna metodą mapowania. Analizowane pierwiastki wprowadzone zostały w strukturę drewna w sposób naturalny (pobieranie przez drzewo ze środowiska) lub sztuczny (modelowy proces impregnacji niskociśnieniowej). W obu przypadkach materiałem badawczym było drewno sosnowe (*Pinus sylvestris* L.) Rozdział 5.2. jest propozycją zastosowania techniki FTIR do badań retencji impregnatu zawierającego miedź w próbkach drewna bukowego (*Fagus sylvatica* L.), co wcześniej nie było spotykane w literaturze. W rozdziale 5.3. przedstawiłem wyniki zastosowania techniki DSC do identyfikacji i określania zawartości termoplastu w kompozytach drzewno-polimerowych (WPC).

Poniżej przedstawiłem zwięzły opis badań przedstawionych w monografii z podziałem na wykorzystywane techniki analityczne.

Spektrometria fluorescencji rentgenowskiej

Spektrometr XRF jest bardzo interesującym narzędziem do instrumentalnej analizy pierwiastkowej, jednak jest on zazwyczaj fabrycznie kalibrowany na próbki gleby lub metali. Matryca drzewna jest na tyle specyficzna, że konieczność dodatkowego kalibrowania urządzenia do pomiarów próbek tego materiału jest bezdyskusyjna. W rozdziale 5.1.1. wykazano, że odmienna struktura drewna różnych gatunków wymaga osobnej kalibracji spektrometru (dla danego gatunku) w celu uzyskania prawidłowych wyników analizy ilościowej.

Próbki drewna wybranych gatunków liściastych: dębu (*Quercus robur* L.), buka (*Fagus sylvatica* L.) i brzozy (*Betula pendula*) poddano analizom XRF w różnym stopniu ujednorodnienia. Przebadano trzy formy próbek: drewno w postaci litej, w postaci pyłu i w postaci pastylki wykonanej z pyłu drzewnego przy użyciu prasy hydraulicznej. Założono, że każda forma próbki o innym stopniu ujednorodnienia i gęstości stanowi całkowicie odrębną matrycę dla pomiarów spektrometrycznych, co powoduje znaczne różnice w wartościach tzw. liczby zliczeń dla poszczególnych pierwiastków zawartych w próbkach. Porównania dokonano na podstawie wartości liczby zliczeń dla czterech metali: manganu, miedzi, żelaza i ołowiu.

Uzyskane wyniki potwierdziły założenie, że każda z form próbek stanowi odrębną matrycę – uzyskane liczby zliczeń różniły się znacząco w przypadku każdego metalu i każdego gatunku. Jednak najważniejszą poczynioną obserwacją były jakościowe różnice w zmianach wartości liczby zliczeń między różnymi formami próbek obserwowane dla różnych gatunków. Przykładowo, w niektórych przypadkach sprasowanie pyłu jednego z gatunków powodowało znaczne zmniejszenie liczby zliczeń w porównaniu do pyłu niesprasowanego, a dla innego gatunku ta sama operacja powodowała zwiększenie liczby zliczeń. Odkryto także różne zależności wyników od czasu trwania pomiarów.

Uzyskane w pracy wyniki pozwoliły na potwierdzenie tezy, że każdy z gatunków jest odrębną matrycą, która jako taka wymaga odrębnego procesu kalibracji. Wniosek ten ma niebagatelne znaczenie dla osób zajmujących się analizą pierwiastkową drewna z użyciem techniki XRF.

Bazując na opisanych powyżej badaniach, w dalszej części rozdziału przedstawiono metodę kalibracji spektrometru XRF, która pozwala na znalezienie korelacji między wynikami liczby zliczeń nie tylko dla różnych gatunków, ale także różnego rodzaju form próbek. Ta część monografii przedstawia ulepszanie idei metody kalibracji bez wykorzystania dodatkowych technik analitycznych, napotykane problemy oraz propozycje ich rozwiązania. W efekcie końcowym przedstawiono kalibrację pomiarów zawartości miedzi w próbkach sosnowych (*Pinus sylvestris* L.) w postaci drewna litego, jednak metodę można adoptować także i do innych form próbki (oraz oczywiście innych gatunków i pierwiastków).

W celu wykonania kalibracji przygotowano prostopadłościenne próbki drewna nasycone wcześniej w różnym stopniu impregnatem zawierającym znaczne ilości miedzi. Próbki ważono przed i bezpośrednio po procesie impregnacji (przeprowadzanym w skali laboratoryjnej) w celu późniejszego zweryfikowania poprawności przedstawionej procedury.

Impregnowane próbki podzielono na fragmenty, których powierzchnie analizowano techniką XRF. Następnie drewno z badanych powierzchni było rozdrabniane z użyciem papieru ściernego i rozpuszczane w kwasie azotowym (V). Uzyskane roztwory poddawano pomiarom XRF a uzyskane wyniki średniej liczby zliczeń na podstawie krzywej wzorcowej uzyskanej dzięki pomiarom roztworów wzorcowych soli miedzi posłużyły do obliczeń rzeczywistej zawartości miedzi w uzyskanych roztworach, oraz dalszych obliczeń rzeczywistej zawartości miedzi w badanym drewnie. Zawartość miedzi w drewnie, na podstawie procentowego składu użytego impregnatu, posłużyła do wyznaczenia średniej zawartości impregnatu w badanych próbkach. Wyniki te okazały się bardzo zbliżone do tych

otrzymanych na podstawie pomiarów mas próbek przed i po procesie impregnacji, więc poprawność procedury została pozytywnie zweryfikowana.

Zaprezentowana w metoda ma znaczenie zwłaszcza podczas analiz drewna impregnowanego, które mogą posłużyć do zweryfikowania jakości impregnatu oraz zastosowanego procesu impregnacji. Jednak po dokonaniu pewnych modyfikacji, metoda ta może posłużyć także do wyznaczania zawartości pierwiastków w ilościach wynikających z naturalnego poboru przez drzewo z środowiska. To z kolei może być pomocne np. w badaniach zanieczyszczenia środowiska.

W rozdziale 5.1.2. przedstawione zostały badania rozmieszczenia wybranych pierwiastków na przekroju poprzecznym drewna wykonane metodą mapowania dostępną w technice XRF. W pierwszej części tego rozdziału zaprezentowałem wykorzystanie tej metody do analizy przyrostów rocznych drewna sosnowego, którego próbki pobrano w pobliżu trasy szybkiego ruchu w różnych odległościach od jezdni. W rozdziale tym przedstawiłem wpływ odległości od drogi na zawartość ołowiu i żelaza w próbkach, a także zależności pomiędzy średnią zawartością tych pierwiastków w kolejnych, dziesięcioletnich przedziałach przyrostów rocznych. Spadek zawartości ołowiu w kierunku przyobwodowym może świadczyć o wpływie wycofywania benzyny z dodatkiem związków ołowiu na pobór tego pierwiastka przez drzewa. Dodatkowo stwierdzono ciekawą zależność zwiększania zawartości ołowiu w próbkach wraz ze wzrostem odległości od jezdni.

Druga część rozdziału 5.1.2. stanowi omówienie wyników pomiarów przeprowadzonych metodą mapowania na próbkach sosnowych, świerkowych, jesionowych i dębowych zaimpregnowanych niskociśnieniowo preparatem na bazie miedzi metodą laboratoryjną. Zaobserwowano znaczące podobieństwa w rozkładzie miedzi (a także innych pierwiastków, których obecność stwierdzono w impregnacie) na przekrojach próbek sosnowych i świerkowych oraz znaczne różnice w przypadku gatunków liściastych.

Spektrometria podczerwieni

Rozdział 5.2. prezentuje nowe możliwości innej techniki spektrometrycznej – spektrometrii podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR). Opracowano w nim metodę ilościowej analizy zawartości impregnatu zawierającego miedź w drewnie bukowym (*Fagus sylvatica* L.) bazującą na wartościach stosunku absorbancji wybranych pików obecnych w widmie FTIR impregnowanego drewna. Do obliczeń wybrano piki charakterystyczne dla widma czystego impregnatu (1555cm^{-1}) oraz dla widma nieimpregnowanego drewna (1027 i

1370 cm^{-1}). Przygotowano serię próbek o zmiennej zawartości badanego impregnatu (założona retencja od 1 do 20 kg/m^3). Rzeczywistą zawartość impregnatu obliczono na podstawie pomiarów masy próbek przed i bezpośrednio po procesie impregnacji. Znaleziono korelacje między zwiększającą się rzeczywistą zawartością impregnatu a rosnącymi wartościami stosunków absorbancji A_{1555}/A_{1027} i A_{1555}/A_{1370}, przy czym współczynnik korelacji wyniósł dla pierwszego z nich 0,8390, a dla drugiego 0,8313, co należy uznać za bardzo dobry wynik. W drugiej części tego rozdziału przedstawiono także możliwość zwiększenia efektywności przedstawionej metody ilościowej analizy impregnatu poprzez zastosowanie tzw. metody pierwszej pochodnej, opcji dostępnej w programie komputerowym do obróbki widma FTIR. Jej zastosowanie spowodowało zwiększenie współczynnika korelacji do 0,8910, co należy uznać za znaczący postęp.

Przedstawiona metoda może znaleźć zastosowanie do analiz jakości procesu impregnacji, wykrywania obecności impregnatu, lub weryfikacji wyników otrzymanych innymi technikami instrumentalnymi. Za celowością jej opracowania przemawia także fakt, że FTIR jest relatywnie niedrogą i często spotykaną techniką w laboratoriach chemicznych. Jej eksploatacja także nie sprawia kłopotów ani nie generuje wielkich kosztów. Po dopracowaniu przedstawiona metoda może posłużyć także do analiz innych impregnatów, a jej dokładność może zostać zwiększona. Dodatkowo warty podkreślenia jest fakt, że podczas badań zastosowano urządzenie z tzw. przystawką ATR, która pozwala na pomiar światła odbitego z oryginalnej próbki. Można dzięki temu uniknąć konieczności wykonywania standardowych pastylek w bromku potasu, co wprowadza znaczną oszczędność czasu.

Różnicowa kalorymetria skaningowa

W rozdziale 5.3. przedstawiono możliwości kolejnej techniki analitycznej. DSC zastosowano do jakościowego i ilościowego zbadania zawartości polimeru w kompozycie typu WPC wykorzystując takie parametry jak entalpia i temperatura topnienia. Zbadano próbki o różnych zawartościach polipropylenu i polietylenu, a identyfikacji dokonano na podstawie pomiarów polimerów wzorcowych, podczas których uzyskano właściwą entalpię i temperaturę topnienia. Różnicowa kalorymetria skaningowa okazała się być wygodnym narzędziem do analizy kompozytów WPC. Jak wynika z przedstawionych danych, z wykorzystaniem tej techniki można z dużą dokładnością zidentyfikować polimer wykorzystany w kompozycie, a także określić jego zawartość procentową. Jednocześnie wykazano wpływ niejednorodności próbki na otrzymany wynik.

Podsumowując, wszystkie opisywane wyżej techniki analizy instrumentalnej wydają się być nie w pełni wykorzystywane do badań drewna. Z mojej pracy naukowej wynika, że potencjał tych technik jest znaczny, a żeby go w pełni wykorzystać do badań podstawowych, należy kontynuować badania metodologiczne.

Pozostałe osiągnięcia naukowe

Moje pozostałe zainteresowania naukowe można podzielić na następujące tematy.

Kinetyka rozkładu materiałów niebezpiecznych

Przed zakończeniem doktoratu zajmowałem się badaniami kinetyki rozkładu oraz wybuchu cieplnego materiałów niebezpiecznych. Były to organiczne związki z grupy nitrowych (w tym nitroaminy i nitroestry). W moich badaniach skoncentrowałem się na analizie możliwości przewidywania niebezpiecznych zjawisk (zwłaszcza wybuchu cieplnego) podczas składowania i użytkowania tych substancji. Do badań wykorzystałem m. in. techniki analizy termicznej (różnicowa kalorymetria skaningowa – DSC, termograwimetria TG) oraz uruchomiony przeze mnie zestaw do określania tzw. temperatury krytycznej, parametru charakterystycznego dla danej substancji, na podstawie którego można określić maksymalną bezpieczną temperaturę przechowywania. Parametry kinetyczne obliczone na podstawie metod analizy termicznej posłużyły do teoretycznych obliczeń temperatury krytycznej. Prawidłowość tych obliczeń została potwierdzona eksperymentalnie. Uzyskana możliwość wyznaczenia tego parametru w sposób niebezpośredni (z pominięciem niebezpiecznego eksperymentu) była jednym z głównych osiągnięć rozprawy doktorskiej. Badania te dały też podstawy do wykonywania obliczeń związanych ze zmianą skali – na podstawie parametrów kinetycznych uzyskanych poprzez analizę próbki o masie rzędu miligramów, można przewidywać powodujące zagrożenie reakcje w próbkach o masie rzędu kilogramów, a nawet większych.

Dodatkowym osiągnięciem tej pracy było opracowanie tzw. metody częściowego rozkładu, która w połączeniu z kriometryczną metodą określania czystości substancji dała możliwość obliczania parametrów kinetycznych w początkowej fazie rozkładu, który z punktu widzenia bezpieczeństwa jest najważniejszy.

Część wyników badań prac magisterskiej i doktorskiej przedstawiono w postaci dwóch publikacji w czasopiśmie z Listy Filadelfijskiej, *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*.

Badania składu chemicznego drewna pochodzącego z różnych środowisk

Wpływ środowiska na rozmieszczenie substancji ekstrakcyjnych, celulozy, ligniny, substancji rozpuszczalnych w 1% NaOH oraz makro- i mikroelementów był kolejnym zagadnieniem poruszanym w szeregu publikacji, których byłem współautorem.

W *Annals of Warsaw University of Life Sciences. Forestry and Wood Technology* zostały opublikowane wyniki badań dotyczące składu chemicznego drewna dębu bezszypułkowego (*Quercus petraea* Liebl.). Badania nad zawartością wolnych i całkowitych wyższych kwasów tłuszczowych w stałej frakcji pozyskanej z ekstraktu heksanowego drewna dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w strefie bielu i twardzieli przeprowadzono przy pomocy chromatografii gazowej GCMS. Uzyskane wyniki opublikowano w czasopismach *Wood Research* oraz *Annals of Warsaw University of Life Sciences. Forestry and Wood Technology.* Uczestniczyłem również w badaniach wpływu skażenia środowiska na skład chemiczny zarówno składników strukturalnych jak i niestrukturalnych oraz na zmianę w zawartości poszczególnych pierwiastków zaliczanych do makroelementów, mikroelementów i pierwiastków śladowych, w drewnie, korzeniach, głównych gałęziach w dębie szypułkowym i brzozie brodawkowatej, a wyniki badań zostały dwukrotnie opublikowane w *Annals of Warsaw University of Life Sciences. Forestry and Wood Technology.* Brałem także udział w badaniach nad zmianami w składzie chemicznym zarówno substancji strukturalnych i niestrukturalnych oraz poszczególnych pierwiastków w drewnie dębowym wykopaliskowym w porównaniu do drewna dębu natywnego (współczesnym po ścięciu drzewa). Wyniki badań zostały opublikowane w czasopiśmie *Wood Research*.

Modyfikacja termiczna drewna

Modyfikacja termiczna drewna jest procesem, który służy poprawie właściwości materiału tak, aby materiał ten po zakończeniu jego cyklu użytkowania podlegał utylizacji nie stanowiąc większego zagrożenia dla środowiska niż samo drewno. Chociaż wszelkiego rodzaju modyfikacje zarówno drewna litego jak i materiałów drzewnych były przedmiotem studiów na poziomie akademickim przez ponad 80 lat, to zainteresowanie tego typu materiałem zdecydowanie wzrosło w ostatnich latach.

Celem prowadzanych badań było przeanalizowanie i określenie zmian właściwości fizyko-chemicznych zachodzących w drewnie poddanym modyfikacji termicznej, jak również optymalizacja procesu modyfikacji termicznej drewna poprzez dobór odpowiedniego środowiska, temperatury i czasu trwania procesu.

Badania obejmowały określenie właściwości wytrzymałościowych drewna, oznaczenie udziałów ilościowych strukturalnych i niestrukturalnych składników drewna metodami klasycznymi (holocelulozy, celulozy, hemiceluloz, α-celulozy, substancje ekstrakcyjne). Uzyskano wyniki wykorzystując szereg metod analizy instrumentalnej m.in.: chromatografii wykluczenia przestrzennego do określenia stopnia polimeryzacji celulozy, spektroskopii w podczerwieni i szerokokątowej spektroskopii rentgenowskiej do określenia stopnia krystaliczności celulozy, termograwimetrii TGA, chromatografii gazowej z detekcją masową do oznaczenia lotnych związków organicznych powstających podczas procesu modyfikacji termicznej drewna. Wyniki niektórych spośród opisanych badań zostały opublikowane w czasopismach *Wood Research* i *Warsaw University of Life Sciences. Forestry and Wood Technology*.

Badania wykorzystania biomasy pod kątem zastosowania jako odnawialne źródła energii

Badania dotyczące tego tematu toczą się od 2009 roku i prowadzone są głównie we współpracy z Wydziałem Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu SGGW oraz Instytutem Papiernictwa i Poligrafii Politechniki Łódzkiej. Prace są prowadzone w ramach „Centrum systemowej biotechnologii roślin, fotosyntezy i paliw odnawialnych" z siedzibą w Warszawie w SGGW.

Temat badawczy obejmuje bardzo szeroko zagadnienia związane z przygotowaniem materiału drzewnego (specjalne odmiany topoli) do procesu hydrolizy, optymalizację tego procesu z udziałem odpowiednich enzymów, oraz analizę materiału drzewnego pod kątem zanieczyszczeń substancjami inhibitującymi proces, a także określenie profilu cukrów w materiale wyjściowym i hydrolizacie.

Podjęte badania wpisują się w dokumenty z dn.10.11.2010 roku „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku" oraz z dn. 07.12.2010 roku „Krajowy plan działań w zakresie energii ze źródeł odnawialnych" a także Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej 2009/28/WE w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych. Dodatkowo badania wpisują się w założenia komunikatu nr 22 z dnia 30 października 2008 r. Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego w sprawie krajowego programu badań naukowych i prac rozwojowych.

Osiągnięcia dydaktyczne oraz działalność popularyzująca naukę

W ciągu ośmiu lat pracy na stanowisku adiunkta:

1. Prowadziłem i współtworzyłem programy wykładów oraz ćwiczeń pięciu różnych przedmiotów (wykłady i ćwiczenia w liczbie 240 godzin/rok).
2. Dwukrotnie byłem opiekunem roku na studiach zaocznych.
3. Byłem promotorem 15 prac dyplomowych (7 inżynierskich i 8 magisterskich) oraz recenzentem 23 prac dyplomowych.
4. Byłem recenzentem 2 artykułów zgłoszonych do druku w *Studiach i Materiałach CEPL w Rogowie* oraz 2 artykułów zgłoszonego do druku w czasopiśmie *Bioresources* z listy JRC.

Ponad to byłem wykonawcą grantu promotorskiego oraz dwóch grantów MNiSW, a także jednego grantu wewnętrznego SGGW. Brałem również udział przy składaniu 6 różnych wniosków o granty MNiSW, NCN i NCBiR, które zostały pozytywnie ocenione, ale nie zakwalifikowane do finansowania.

Dodatkowe informacje

Promotor pomocniczy pracy doktroskiej – 0.

Współpraca z instytucjami

Część z moich badań naukowych odbywa lub odbywała się przy współpracy następujących instytucji naukowych:

1. Wydział Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
2. Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej
3. Instytut Papiernictwa i Poligrafii Politechniki Łódzkiej
4. Wojskowy Instytut Techniki i Uzbrojenia w Zielonce
5. Zakłady Chemiczne „Nitro-Chem S.A." w Bydgoszczy
6. Instytut Przemysłu Organicznego w Warszawie

Warszawa, 01 lipca 2015

T. Zielenkiewicz
.....

podpis wnioskodawcy