

AUTOREFERAT

**dotyczący osiągnięć w pracy naukowo – badawczej,
organizacyjnej i dydaktycznej**

1. Imię i nazwisko

Ewa Korzeniewska

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe/ artystyczne – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania

- 1990 tytuł zawodowy magistra inżyniera technologa żywności, uzyskany na Wydziale Technologii Żywności Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, tytuł pracy magisterskiej: *„Badanie wartości technologicznej pszenicy odmian Gama i Panda”*, opiekun naukowy: Prof. dr hab. Łucja Fornal
- 2000 stopień doktora nauk rolniczych w zakresie rybactwa uzyskany na Wydziale Ochrony Środowiska i Rybactwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, tytuł pracy doktorskiej: *„Sanitarno-bakteriologiczny aspekt zanieczyszczenia jeziora Wigry”*, promotor: Prof. dr hab. Stanisław Niewolak

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych/artystycznych

- 1990 – 1992 Międzywydziałowe Studium Doktoranckie Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie – doktorantka
- 1991 – 2000 Katedra Mikrobiologii Środowiskowej Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie – na stanowisku asystenta
- od 2000 Katedra Mikrobiologii Środowiskowej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie – na stanowisku adiunkta

4. Wskazanie osiągnięcia* wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

a) tytuł osiągnięcia naukowego/artystycznego

Enterobacteriaceae jako bioindykatory zanieczyszczenia powietrza na terenie i wokół oczyszczalni ścieków

b) publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego (autorzy*, tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa)

- 1) **Korzeniewska, E., Harnisz M.** Beta-lactamase producing *Enterobacteriaceae* in hospital effluents. *Journal of Environmental Management*, 123: 1-7, 2013. DOI:10.1016/j.jenvman.2013.03.024 **IF₂₀₁₁=3,245; MNiSW=35 pkt.**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, prowadzeniu prac eksperymentalnych, analizie i opracowaniu uzyskanych wyników oraz napisaniu powyższej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 95%.

- 2) **Korzeniewska, E., Korzeniewska A., Harnisz M.** Antibiotic resistant *Escherichia coli* in hospital and municipal sewage and their emission to the environment. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 91: 96-102, 2013. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2013.01.014 **IF₂₀₁₁=2,294; MNiSW=30 pkt.**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, prowadzeniu prac eksperymentalnych, analizie i opracowaniu uzyskanych wyników oraz napisaniu powyższej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 95%.

- 3) **Korzeniewska, E., Harnisz M.** Culture-dependent and culture-independent methods in evaluation of emission of *Enterobacteriaceae* from sewage to the air and surface water. *Water, Air and Soil Pollution*, (7) 223: 4039–4046, 2012. DOI: 10.1007/s11270-012-1171-z **IF₂₀₁₁=1,625; MNiSW=30 pkt.**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, prowadzeniu prac eksperymentalnych, analizie i opracowaniu uzyskanych wyników oraz napisaniu powyższej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 95%.

- 4) **Korzeniewska E.** Emission of bacteria and fungi in the air from wastewater treatment plants – a review. *Frontiers in Bioscience*, S3, Issue 2, 393-407, 2011. DOI:10.2741/S159] **IF₂₀₁₁=3,520; MNiSW=30 pkt.**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji pracy oraz analizie i prezentacji wyników uzyskanych w czasie moich wieloletnich badań oraz opublikowanych w różnych czasopismach naukowych. Mój udział procentowy 100%.

- 5) **Korzeniewska E.**, Filipkowska Z., Gotkowska-Płachta A., Janczukowicz W., Dixon B., Czulowska M. Determination of emitted airborne microorganisms from a BIO-PAK Wastewater Treatment Plant. *Water Research*, 43: 2841-2851, 2009. DOI:10.1016/j.watres.2009.03.050 **IF₂₀₁₁=4,865; MNiSW=45 pkt.**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, prowadzeniu prac eksperymentalnych, analizie i opracowaniu uzyskanych wyników oraz napisaniu powyższej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 85%.

- 6) **Korzeniewska E.**, Filipkowska Z., Gotkowska-Płachta A., Janczukowicz W., B. Rutkowski. Bacteriological pollution of the atmospheric air at the municipal and dairy waste water treatment plant area and in the surroundings. *Archives of Environmental Protection*, 34 (4): 13-23, 2008. **IF₂₀₁₁=0,444; MNiSW=15 pkt.**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, prowadzeniu prac eksperymentalnych, analizie i opracowaniu uzyskanych wyników oraz napisaniu powyższej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 85%.

- 7) **Korzeniewska E.**, Filipkowska Z., Gotkowska-Płachta A., Janczukowicz W. Bakteriologiczne zanieczyszczenie powietrza na terenie i w otoczeniu oczyszczalni ścieków systemem filtrów gruntowo-roślinnych. *Woda Środowisko-Obszary Wiejskie*, Wyd.: Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, t. 8, z. 1, 22, 161-173, 2008. **MNiSW=5 pkt.**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, prowadzeniu prac eksperymentalnych, analizie i opracowaniu uzyskanych wyników oraz napisaniu powyższej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 85%.

- 8) **Korzeniewska E.**, Filipkowska Z., Gotkowska-Płachta A. Miejska oczyszczalnia ścieków z komorami osadu czynnego, napowietrzanymi aeratorami typu CELPOX jako emitor bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* do powietrza. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 32. 184-189, IOŚ, 2007. **MNiSW=5 pkt.**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, prowadzeniu prac eksperymentalnych, analizie i opracowaniu uzyskanych wyników oraz napisaniu powyższej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 90%.

- 9) **Korzeniewska E.**, Filipkowska Z., Gotkowska-Płachta A. Miejska oczyszczalnia ścieków jako emitor bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* do powietrza. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, 32. 178-183, IOŚ, 2007. **MNiSW=5 pkt.**

Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, prowadzeniu prac eksperymentalnych, analizie i opracowaniu uzyskanych wyników oraz napisaniu powyższej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 90%.

**Oświadczenia współautorów prac wraz z określeniem indywidualnego wkładu każdego z nich w powstanie poszczególnych prac znajdują się w załączniku 7*

c) omówienie celu naukowego/artystycznego ww. pracy/prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Celem prowadzonych przeze mnie badań, było określenie przydatności bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*, ze szczególnym uwzględnieniem bakterii antybiotykoopornych, jako bioindykatorów zanieczyszczenia powietrza na terenie i wokół oczyszczalni ścieków. W pierwszym etapie badań, istotnym było ustalenie procentowego udziału bakterii *Enterobacteriaceae*, w tym również opornych na antybiotyki beta-laktamowe ze szczególnym uwzględnieniem bakterii wytwarzających beta-laktamazy o szerokim spektrum działania (ESBL), w ogólnej liczbie bakterii obecnych w ściekach szpitalnych oraz w ściekach komunalnych, do których dopływają ścieki szpitalne. W dalszym etapie przeprowadzono analizę porównawczą metod hodowlanych i molekularnych zastosowanych do izolacji i identyfikacji drobnoustrojów z próbek ścieków po różnych etapach oczyszczania, powietrza atmosferycznego otaczającego wybrane podzespoły technologiczne stosowane w procesie oczyszczania ścieków, emitujące najwyższe ilości bioaerozoli oraz z próbek wody rzeki, będącej odbiornikiem ścieków oczyszczonych. Dodatkowo, w celu oznaczenia odsetka szczepów zawierających geny wraz z profilami oporności w poszczególnych środowiskach, przeprowadzono na podstawie sekwencji nukleotydowych identyfikację genów odpowiedzialnych za wielolekooporność bakterii izolowanych zarówno ze ścieków, jak i próbek środowiskowych. Umożliwiło to określenie rzeczywistego oddziaływania szpitali oraz oczyszczalni ścieków na stan mikrobiologiczny otaczającego środowiska.

Najważniejsze osiągnięcia i wnioski wynikające z przeprowadzonych badań

- Cefalosporyny trzeciej generacji znajdują główne zastosowanie w leczeniu szpitalnym. Na podstawie przeprowadzonych przeze mnie badań zarówno ścieków szpitalnych, jak i ścieków komunalnych (do których dopływają badane ścieki szpitalne) stwierdziłam, że obecność w próbkach środowiskowych bakterii jelitowych z rodziny *Enterobacteriaceae* zdolnych do dezaktywacji cefalosporyn (dzięki wytwarzaniu beta-laktamaz o szerokim spektrum działania – ESBL) może wskazywać na ścieki szpitalne jako główne źródło pochodzenia tych drobnoustrojów.
- Mimo, iż procesy oczyszczania ścieków zmniejszają znacząco liczbę bakterii w ściekach, bakterie antybiotykooporne mogą być ciągle obecne w ściekach odpływających z oczyszczalni. Stąd też nawet przy spadku liczby bakterii o 3-4 rzędy wielkości podczas

procesu oczyszczania ścieków, rzeczywiste liczebności mikroorganizmów, a zwłaszcza drobnoustrojów antybiotykoopornych w ściekach oczyszczonych mogą być nadal znaczne. Szeroko rozpowszechniona obecność szczepów wytwarzających ESBL może być związana z transmisją tych drobnoustrojów ze ścieków szpitalnych i ścieków odpływających z oczyszczalni do środowiska.

- Prezentowane badania pokazują, że oczyszczalnie ścieków z blisko 99,99% efektywnością usuwania bakterii wskaźnikowych, mogą także przyczynić się do rozprzestrzeniania opornych na wiele antybiotyków bakterii do środowiska. Jednym ze źródeł tych bakterii jest emisja bioaerozoli ze ścieków do powietrza atmosferycznego na terenie oczyszczalni ścieków, innym zaś przedostawanie się wraz ze ściekami oczyszczonymi bakterii antybiotykoopornych do odbiorników oczyszczonych ścieków, takich jak rzeki lub jeziora.
- Analiza porównawcza zastosowanych metod badawczych zarówno hodowlanych jak i molekularnych i ich wykorzystanie w izolacji i identyfikacji drobnoustrojów antybiotykoopornych z próbek różnego rodzaju ścieków, wody i powietrza w pobliżu największych potencjalnych emitorów bioaerozoli (piaskowniki i komory napowietrzania), pozwoliła na określenie rzeczywistego oddziaływania oczyszczalni ścieków na stan mikrobiologiczny otaczającego środowiska. Jest to bardzo istotne zważywszy na fakt, iż emisja ze ścieków do powietrza drobnoustrojów jelitowych, do których należą bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*, nie była dotychczas brana pod uwagę w wydawanych rozporządzeniach dotyczących oceny jakości powietrza.
- Innowacyjne wykorzystanie metody FISH w prowadzonych przeze mnie badaniach stopnia zanieczyszczenia mikrobiologicznego powietrza, pozwoliło na precyzyjną ilościową i jakościową ocenę stanu bakteriologicznego powietrza wokół poszczególnych podzespołów technologicznych na terenie oczyszczalni ścieków.
- W końcowym efekcie wyniki badań, które prowadziłam na terenie i w sąsiedztwie wielu oczyszczalni ścieków z zastosowaniem różnych rozwiązań technologicznych, gwarantują, iż *Enterobacteriaceae* można uznać za bioindykatory zanieczyszczenia powietrza wokół tego rodzaju obiektów komunalnych. Potwierdzają one również założone przeze mnie hipotezy, że obecność tych drobnoustrojów w powietrzu odzwierciedla rzeczywiste zanieczyszczenie powietrza bioaerozolami pochodzącymi ze ścieków.
- Bakterie *Enterobacteriaceae* posłużyć mogą zatem do uzupełnienia istniejących w chwili obecnej rozporządzeń dotyczących jakości mikrobiologicznej powietrza atmosferycznego na terenie i w otoczeniu oczyszczalni ścieków, doprecyzowania wymogów stawianych

szpitalom i innym zakładom opieki zdrowotnej odnośnie stosowania dezynfekcji ścieków odprowadzanych z poszczególnych obiektów oraz wymogów dotyczących jakości mikrobiologicznej ścieków odprowadzanych do odbiorników jakimi są wody powierzchniowe.

Krótkie streszczenie prac

(Informacje w nawiasach kwadratowych odnoszą się do publikacji zgodnie z numeracją podaną w Autoreferacie)

Do końca XX wieku w Polsce nie prowadzono planowej polityki, mającej na celu zahamowanie lekooporności oraz racjonalizację stosowania antybiotyków w różnych dziedzinach medycyny i gospodarki. Stosowanie antybiotyków bez istotnego uzasadnienia medycznego powoduje nie tylko skutki ekonomiczne w zakresie wydatków na nowe, bardziej skuteczne leki, ale również obciążenie dla środowiska, do którego trafiają zarówno pozostałości stosowanych antybiotyków, jak też cała pula wyselekcjonowanych szczepów bakterii antybiotykoopornych. Antybiotyki beta-laktamowe stanowią około 50-70% wszystkich antybiotyków stosowanych w leczeniu ambulatoryjnym, medycynie weterynaryjnej, jak i rolnictwie większości krajów. Z tego też powodu najbardziej rozpowszechnioną wśród mechanizmów oporności u bakterii wymienić można zdolność do wytwarzania enzymów beta-laktamaz, które rozrywają wiązanie beta-laktamowe w cząsteczkach antybiotyków takich jak: penicyliny, cefalosporyny, karbapenemy, monobaktamy, inhibitory beta-laktamaz. Niektóre z tych antybiotyków są metabolizowane przez ludzi w ponad 90%, podczas gdy inne tylko w 10% lub nawet w mniejszym stopniu. Antybiotyki te i ich metabolity są wydalane z moczem i kałem do ścieków, co może przyczynić się do wzrostu oporności drobnoustrojów środowiskowych. Chociaż dezaktywacja beta-laktamów w środowisku zmniejsza ryzyko ich rozprzestrzeniania się, jednakże, oprócz dopływu antybiotyków, bezpośrednio do ścieków, zwłaszcza do ścieków szpitalnych, przedostają się również bakterie wielolekooporne [1]. Niska skuteczność oczyszczania ścieków szpitalnych lub brak oczyszczania tych ścieków może przyczynić się do przedostawania się bakterii opornych na antybiotyki ze szpitali do ścieków komunalnych. Następnie, wraz ze ściekami odpływającymi z oczyszczalni, bakterie te mogą być transportowane do środowiska, bezpośrednio do zbiorników wodnych takich jak jeziora lub

rzeki, które są odbiornikami ścieków oczyszczonych lub wraz z bioaerozolami do otaczającego powietrza na terenie oczyszczalni ścieków i w jej sąsiedztwie [2-9].

Wiele gatunków bakterii może namnażać się bardzo szybko, podwajając swoją liczbę co 20-30 minut, dlatego też ich zdolność przystosowania się do zmian w środowisku i przetrwania niekorzystnych warunków często prowadzi do rozwoju mutacji, które umożliwiają gatunkom przetrwanie w zmieniających się warunkach zewnętrznych. Innym czynnikiem wpływającym na ich adaptację jest fakt, iż komórki nie opierają się tylko na własnych zasobach genetycznych. W ściekach, zwłaszcza w ściekach nieoczyszczonych i osadzie czynnym, gdzie koncentracja bakterii jest bardzo wysoka, mikroorganizmy te mają dostęp do dużej puli genów, które mogą być przekazywane (transfer poziomy i pionowy) z jednej komórki bakteryjnej na inną, rozprzestrzeniając się za pośrednictwem populacji bakteryjnej poprzez plazmidy i różne mobilne elementy genetyczne, takie jak transpozony lub integrony, przenoszące geny kodujące oporność na antybiotyki [1-2].

Mikroorganizmy posiadają różne mechanizmy, dzięki którym stają się odporne na określony antybiotyk. Szczególne zagrożenie stanowią szczepy bakteryjne zdolne do syntezy beta-laktamaz o szerokim spektrum działania (ESBL), należące do patogenów alarmowych. Beta-laktamazy są jednym z ważniejszych mechanizmów oporności bakterii na antybiotyki. Istnieje ich ponad 300 podtypów, wśród nich najbardziej popularne są geny kodujące typu TEM i CTX, natomiast geny typu OXA i SHV są spotykane rzadziej [1-2]. Spośród bakterii wytwarzających beta-laktamazy dużą grupę stanowią bakterie Gram-ujemne należące do rodziny *Enterobacteriaceae*. Część bakterii z tej rodziny posiada geny kodujące wytwarzanie beta-laktamaz, zlokalizowane na chromosomie, jednak u większości z nich geny warunkujące oporność na beta-laktamy ma zlokalizowane na plazmidzie/plazmidach [1-2]. Ułatwia to ich szybkie i niekontrolowane rozprzestrzenianie się wśród różnych gatunków pałeczek Gram-ujemnych obecnych w danym środowisku. Bakterie ESBL-pozytywne często charakteryzują się wieloopornością, wykazując jednocześnie oporność na aminoglikozydy, trimetoprim, sulfonamidy, chloramfenikol, czy też rzadziej na karbapenemy [2]. Pierwotnie stwierdzano je u szczepów *E. coli* oraz *K. pneumoniae*, w chwili obecnej natomiast obserwuje się je u większości gatunków pałeczek z rodziny *Enterobacteriaceae* [1].

Enterobacteriaceae, posiadające geny kodujące wielolekooporność, stanowią składnik mikrobioty jelita grubego i w naturalny sposób zasiedlają przewód pokarmowy ludzi i zwierząt, zarówno chorych jak i zdrowych. Przyczyną tego zjawiska jest najczęściej wzrost

spożycia antybiotyków, zwłaszcza antybiotyków o szerokim spektrum działania. Ich stosowanie ma katastrofalne skutki dla środowiska, przyczynia się bowiem do pojawiania się oporności nawet wśród szczepów wcześniej wrażliwych na te antybiotyki. Badanie obecności genów warunkujących oporność na antybiotyki zazwyczaj ogranicza się do szczepów wyizolowanych w laboratoriach przyszpitalnych, i nie obejmuje monitoringu pojawiania się genów oporności wśród drobnoustrojów przedostających się do ścieków, a wraz z nimi do zbiorników wód powierzchniowych i innych ekosystemów. Obowiązujące od lipca 2006 r. Rozporządzenie Ministra Środowiska (Dz U nr 137, poz. 984), dotyczące warunków, jakie należy spełnić przy wprowadzaniu ścieków do wód lub do ziemi, z parametrów mikrobiologicznych uwzględnia jedynie obecność bakterii z rodzaju *Salmonella* oraz jaj pasożytów (*Ascaris*, *Trichuris*, *Toxocara*) w ściekach do wykorzystania rolniczego. Nie odzwierciedla to nawet w niewielkiej części zagrożeń związanych z ładunkiem zanieczyszczeń mikrobiologicznych wnoszonym do ekosystemów wraz ze ściekami oczyszczonymi [3], których ocena ogranicza się zazwyczaj do określenia wybranych parametrów fizyko-chemicznych. Co prawda obowiązująca w Polsce ustawa z dnia 7 czerwca 2001 r. (Dz.U. Nr 72, poz. 747) o zbiorowym zaopatrzeniu w wodę i zbiorowym odprowadzaniu ścieków zabrania wprowadzania do urządzeń kanalizacyjnych niezdezynfekowanych ścieków ze szpitali, sanatoriów oraz z zakładów weterynaryjnych, jednakże późniejsze nowelizacje tej ustawy z dnia 22 kwietnia 2005 r. (Dz.U. Nr 85 poz. 729) ograniczają te zakazy jedynie do ścieków z obiektów, w których leczeni są chorzy na choroby zakaźne, stacji krwiodawstwa, zakładów leczniczych dla zwierząt, w których zwierzęta leczone są stacjonarnie na choroby zakaźne i laboratoriów prowadzących badania z materiałem zakaźnym pochodzącym od zwierząt. W moich badaniach, spośród 310 szczepów bakterii *Enterobacteriaceae* izolowanych ze ścieków szpitalnych 295 (95,2%), 253 (81,6%) i 192 (61,9%) szczepów było opornych na cefotaksym (CTX), ceftazydym (CAZ) i cefpodoksym (CPD). W konsekwencji z próbek ścieków szpitalnych wyizolowano 150 (48,4%) szczepów wytwarzających beta-laktamazy. Szczepy *Enterobacteriaceae* wytwarzające ESBL zostały wykryte we wszystkich analizowanych próbkach ścieków szpitalnych. Wykazano statystycznie istotne korelacje w liczebności opornych na beta-laktamy i wytwarzających ESBL bakterii izolowanych ze ścieków szpitalnych a ilością podawanych w tych szpitalach antybiotyków beta-laktamowych. Gatunkami dominującymi wśród wielolekoopornych drobnoustrojów z rodziny *Enterobacteriaceae* były bakterie *Escherichia coli*, *Citrobacter freundii*, *Kluyvera cryocrescens* oraz bakterie z rodzaju *Klebsiella* [1]. W genomach tych bakterii stwierdziłam największą częstość występowania

genów kodujących β -laktamazy o rozszerzonym spektrum działania, warunkujących oporność na cefalosporyny trzeciej generacji. Wykazałam, że ich wielooporność związana była zazwyczaj z obecnością na plazmidach genów *bla*_{CTX-M} grupy 1, genów *bla*_{CTX-M} grupy 9, genów *bla*_{SHV} oraz genów *bla*_{TEM}. Prawie 40% tych izolatów posiadało kilka genów *bla* równocześnie. Wartości MIC dla cefotaksymu i ceftazydymu dla tych izolatów były zazwyczaj bardzo wysokie i wahały się w granicach 128 do ≥ 512 $\mu\text{g/mL}$. Zaniechanie dezynfekcji ścieków pochodzących ze szpitali może być zatem przyczyną niekontrolowanego rozprzestrzeniania się drobnoustrojów wielolekoopornych [1-2]. Ciągła dezynfekcja oczyszczonych ścieków w prawidłowo eksploatowanych oczyszczalniach ścieków komunalnych (mechaniczno-biologicznych) nie jest z zasady w Polsce stosowana. W świetle doświadczeń innych państw (szczególnie USA) wydaje się jednak w wielu przypadkach uzasadnione stosowanie dezynfekcji ciągłej, przynajmniej w pewnych porach roku.

Wśród drobnoustrojów wykrywanych zarówno w ściekach jak i w powietrzu pobieranym na terenie oczyszczalni ścieków wymienić można zarówno patogenne, jak i potencjalnie chorobotwórcze z rodzajów: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Salmonella*, *Citrobacter*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas*, a także różne patogenne i potencjalnie patogenne gatunki drożdży i pleśni [4-7]. Bakterie *Enterobacteriaceae*, które są naturalną mikrobiotą przewodu pokarmowego człowieka, stanowią znaczną część społeczności bakteryjnej ścieków [3]. Przeniesienie tych mikroorganizmów ze ścieków do powietrza występuje głównie podczas mechanicznego (przepływ ścieków przez piaskowniki) oraz biologicznego (napowietrzanie ścieków w bioreaktorach) procesu oczyszczania ścieków [2-9]. Oczyszczalnie ścieków mogą być zatem emitorem do środowiska nie tylko wielu związków chemicznych, ale również bioaerozoli, które mogą być narzędziem rozpowszechniania ze ścieków do powietrza patogenów ludzkich i zwierzęcych, powodując iż pracownicy oczyszczalni ścieków i mieszkańcy jej otoczenia mogą być narażeni na szkodliwy wpływ tych mikroorganizmów. Potencjalne zagrożenie stwarzane przez bioaerozole zależy od zjadliwości danego mikroorganizmu, czynników środowiskowych, jak również puli genowej drobnoustrojów, w tym genów oporności na antybiotyki [2]. Przeprowadzona w moich badaniach analiza wrażliwości 395 izolatów bakterii z gatunku *E. coli* na antybiotyki najczęściej stosowane w medycynie człowieka: piperacilinę/tazobactam, gentamycynę, amikacynę, imipenem, chloramfenikol, trimetoprim/sulfametoksazol oraz 3 antybiotyki betalaktamowe: cefotaksym, ceftazydym i cefpodoksym, wykazała najwyższe wskaźniki MAR (multiple antibiotic resistance) dla izolatów *E. coli* pochodzących ze ścieków

szpitalnych oraz powietrza atmosferycznego. Wahwały się one odpowiednio od 0,44 do 0,63 i od 0,44 do 0,50. Wskaźniki MAR były znacznie wyższe dla izolatów wykazujących zdolność wytwarzania ESBL. ESBL-pozytywne *E. coli* izolowano z 76,5% próbek ścieków szpitalnych, 57,1% próbek ścieków surowych, 85,7% próbek ścieków pobieranych z komór napowietrzania, 57,1% próbek ścieków odpływających z oczyszczalni, 44,2% próbek wody rzeki będącej odbiornikiem ścieków oczyszczonych oraz z 28,6% próbek powietrza [2].

Rodzaj i zasięg oddziaływań oczyszczalni ścieków na środowisko jest uzależniony od stosowanej technologii oczyszczania ścieków, przepustowości oczyszczalni oraz warunków meteorologicznych i przyrodniczych. Bardzo istotny jest również system napowietrzania ścieków oraz stopień hermetyzacji obiektów, który znacznie ogranicza emisję drobnoustrojów do atmosfery [4-9]. Część mikroorganizmów po przedostaniu się ze ścieków do powietrza atmosferycznego ginie, a część w wyniku procesu sedymentacji osadza się na powierzchni gleby, roślinności oraz innych obiektach znajdujących się w otoczeniu oczyszczalni ścieków. Wnikanie do dróg oddechowych drobnoustrojów emitowanych wraz z bioaerosem do powietrza może odbywać się drogą kropelkową lub powietrzną przez inhalację. Spośród czynników etiologicznych zapalenia dolnych dróg oddechowych wyróżnić można cały szereg bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*: *K. pneumoniae*, *E. coli*, *S. marcescens*, *Enterobacter* spp. Zanieczyszczenia występujące w postaci aerozoli biologicznych wokół emitujących je podzespołów technologicznych na terenie oczyszczalni ścieków, mogą odgrywać zatem znaczącą rolę zarówno w powstawaniu chorób alergicznych jak i zakaźnych. Przyjęcie ogólnej liczby mikroorganizmów, jako wskaźnika zanieczyszczenia powietrza, nie zawsze pozwala na dokładne stwierdzenie zagrożenia chorobotwórczego oraz określenie rzeczywistego źródła bakterii występujących w powietrzu na terenie i w otoczeniu oczyszczalni. Oznaczenie bakterii pochodzenia typowo kałowego, jakimi są bakterie z rodziny *Enterobacteriaceae*, obecne w ściekach w ogromnych ilościach (rzędu $10^6 - 10^7$ jtk w 1 cm^3), ze szczególnym uwzględnieniem wśród nich bakterii antybiotykoopornych [2], wydaje się być zatem cenną informacją i wiarygodnym wskaźnikiem zarówno przy określaniu stopnia zanieczyszczenia ścieków jak i przy badaniu powietrza otaczającego tego typu obiekty [3-9]. Stąd też powinny one być brane pod uwagę przy badaniu oddziaływania oczyszczalni na jej otoczenie. Obecność genów *bla* kodujących β -laktamazy w obrębie mobilnego bakteryjnego DNA plazmidowego stwarza zagrożenie związane z rozprzestrzenianiem się i gromadzeniem genów oporności na skutek ich horyzontalnego transferu zarówno w obrębie oczyszczalni ze względu na prawdopodobne subinhibycyjne

stężenie antybiotyków oraz dużą liczbę bakterii w ściekach, jak i do środowiska, do którego przedostają się one wraz ze ściekami oczyszczonymi lub bioaerozolem. W konsekwencji może stanowić to zagrożenie dla zdrowia publicznego.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo–badawczych

Studia ukończyłam w 1990 r. na Wydziale Technologii Żywności Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie uzyskując tytuł magistra inżyniera w zakresie technologii żywności. Pracę magisterską wykonałam w Katedrze Technologii Produktów Roślinnych pod kierownictwem prof. dr hab. Łucji Fornal. Studia zakończyłam z wyróżnieniem przyznany przez Radę Wydziału Technologii Żywności Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie dziesięciu najlepszym absolwentom rocznika 1985/1990.

W roku 1990 rozpoczęłam studia doktoranckie na Międzywydziałowym Studium Doktoranckim Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie o profilu ekologicznym. Moim opiekunem naukowym była dr hab. inż. Irena Wojnowska-Baryła. Pierwotnym tematem moich zainteresowań naukowych było „Usuwanie ze ścieków przemysłowych związków kadmu z wykorzystaniem błony biologicznej”. Z uwagi na przekształcenie Studium Doktoranckiego w studium niestacjonarne, w roku 1991 zostałam zatrudniona w Katedrze Mikrobiologii Środowiskowej Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie na stanowisku asystenta. Moja praca naukowa koncentrowała się wówczas na badaniach związanych z zanieczyszczeniem mikrobiologicznym środowiska naturalnego pod wpływem antropopresji. Badania dotyczyły przede wszystkim obecności bakterii chorobotwórczych oraz potencjalnie chorobotwórczych, zarówno Gram-ujemnych (z rodziny *Enterobacteriaceae*: *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter* sp., *Enterobacter* sp.) jak i Gram-dodatnich (*Staphylococcus* sp.) w wodach i osadach dennych jezior i rzek Wigierskiego Parku Narodowego. Wyniki tych prac posłużyły do przygotowania rozprawy doktorskiej pt.: „Sanitarno-bakteriologiczny aspekt zanieczyszczenia jeziora Wigry”, obronionej w czerwcu 2000 roku na Wydziale Ochrony Środowiska i Rybactwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Praca ta została na wniosek recenzentów wyróżniona nagrodą Rektora UWM w Olsztynie. Uzyskane wyniki wskazywały, iż istotnym źródłem zanieczyszczenia mikrobiologicznego oraz wzbogacania jeziora Wigry w związki biogenne są ścieki wprowadzane rzeką Czarną Hańczą z oczyszczalni ścieków w Suwałkach, odpływy z gospodarstwa rybackiego Gawrych Ruda oraz nieszczelne

studzienki kanalizacyjne z pobliskich domków letniskowych. Wyniki tych prac zostały opublikowane w szeregu artykułach (II.A.5, II.A.7, II.A.9, II.A.11, II.A.12, II.A.13, II.E.16, II.E.23, II.E.27, II.E.28, II.E.29). Przeprowadzone obserwacje oraz zebrane doświadczenia wskazały na celowość podjęcia prac nad wykorzystaniem bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* jako bioindykatorów zanieczyszczenia środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem ich rozprzestrzeniania wokół obiektów komunalnych, co pozwoliło na przygotowanie i realizację w latach 2005–2007 i 2009–2012 dwóch projektów badawczych dotyczących tej tematyki (projekty: II.J.1, II.J.4). Ten kierunek rozwoju naukowego został podjęty i rozwijany w kolejnych latach mojej pracy, stanowiąc główny nurt zainteresowań oraz podstawę do napisania wielu prac naukowych (II.A.1, II.E.5, II.E.6, II.E.11, II.E.12), wygłoszenia referatów na międzynarodowych i krajowych konferencjach tematycznych (III.L.1, III.L.2, III.L.3) a także zgłoszeń wielu doniesień na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych (III.B.7, III.B.8, III.B.12, III.B.13, III.B.14, III.B.15, III.B.20, III.B.22, III.B.25, III.B.27, III.B.28, III.B.31, III.B.32, III.B.34).

Równolegle do prowadzenia badań dotyczących powyższej tematyki, w ramach współpracy z Katedrą Inżynierii Ochrony Środowiska Wydziału Nauk o Środowisku (wcześniej Wydziału Ochrony Środowiska i Rybactwa) Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie podjęłam także badania dotyczące wpływu reakcji Fentona wytworzonej w polu magnetycznym (projekt: II.J.5) na jakość i biobezpieczeństwo osadów ściekowych. Kolejnym krokiem była realizacja projektu europejskiego dotyczącego modelowych kompleksów agroenergetycznych jako przykładu kogeneracji rozproszonej opartej na lokalnych i odnawialnych źródłach energii (projekt: II.J.3). Tematyka związana ze skuteczną oraz uzasadnioną z ekonomicznego punktu widzenia produkcją energii w dalszym ciągu pozostawała w sferze moich zainteresowań badawczych, stanowiąc podstawę do przygotowania w 2008 r., a w kolejnych latach 2009–2012 wspólnej realizacji z Katedrą Inżynierii Ochrony projektu dotyczącego intensyfikacji procesów wytwarzania wysokoenergetycznego biogazu z odpadów organicznych z wykorzystaniem drobnoustrojów psychrofilnych (projekt: II.J.2). Efektem tych zainteresowań były zgłoszenia na krajowe i zagraniczne konferencje naukowe (III.B.5, III.B.10, III.B.11, III.B.17) oraz będące w przygotowaniu publikacje naukowe.

W trakcie swojej pracy naukowej opublikowałam 19 prac wyróżnionych przez bazę Journal Citation Reports. Jestem współautorką 29 publikacji zamieszczonych w innych czasopismach recenzowanych i w większości wyróżnionych (25 prac) w części B listy MNiSW. Jestem również autorką pięciu rozdziałów skryptu skierowanego do studentów,

cyklicznie modyfikowanego i aktualizowanego zgodnie z obowiązującym w Polsce i Unii Europejskiej prawodawstwem. Jestem autorką lub współautorką 57 referatów prezentowanych na konferencjach i sympozjach naukowych, w tym 15 międzynarodowych. Łącznie uczestniczyłam i zrealizowałam 6 projektów badawczych, w tym jeden projekt własny MNiSW, którego byłam kierownikiem, a w kolejnych dwóch pełniłam funkcję głównego wykonawcy. Ponadto zrealizowałam 24 opracowania na zlecenie podmiotów gospodarczych. Wykonałam również 13 recenzji publikacji naukowych dla takich periodyków jak: Journal of Environmental Management, The Science of the Total Environment, African Journal of Microbiology Research, Atmospheric Environment, Oceanological and Hydrobiological Studies, BMC Microbiology, Woda Środowisko-Obszary Wiejskie oraz International Journal of Food Microbiology.

Analiza cytowań wykonana za pomocą bazy Web of Science - 6.05.2013 r.

<http://apps.isiknowledge.com>

Sporządziła: dr. inż. Katarzyna Maćkiewicz

Informacja Naukowa i Czytelnia Czasopism

Biblioteka Uniwersytecka

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Tel. 89 524 63 08

Zestawienie ilościowe i punktowe najważniejszych osiągnięć naukowo-badawczych

Wyszczególnienie			Przed doktoratem	Po doktoracie	Łącznie	
Oryginalnie opublikowane naukowe prace twórcze udostępnione w obiegu społecznym, monografie i publikacje książkowe (posiadające ISBN i EAN); A- publikacje wliczone do osiągnięcia naukowego, B- pozostałe publikacje						
Rodzaj publikacji		Punkty MNiSW	IF ₂₀₁₁ [*]			
Czasopisma z listy JCR	A	185	15,993	-	6	6
	B	215	8,952		16	16
Czasopisma z listy filadelfijskiej	A	15	-	-	3	3
	B	103	-		19	19
Inne czasopisma		-		1	3	4
Materiały konferencyjne		-		4	53	57
Monografie i skrypty		-		-	3	3
RAZEM		518	24,945[*]	5	103	107
Udział w projektach						
Projekty	KBN/MNiSW			-	4	4
	finansowane z UE			-	3	3
	RAZEM				7	7
Pozostała działalność naukowo-badawcza						
Recenzje artykułów opublikowanych w czasopismach JCR				-	13	13
Wskaźniki oceny dorobku naukowego						
Źródło danych			Web of Science	Scopus (Elsevier)	Google Scholar	
Indeks Hirscha <i>h</i>			3	3	5	
Liczba cytowań ogółem			50	36	76	
Liczba publikacji w bazie			25	13	48	

* Sumaryczny Impact Factor wszystkich publikacji wg listy Journal Citation Report, $IF_{2011}=24,945$, zgodnie z rokiem opublikowania $IF=18,759$

6. Osiągnięcia w zakresie popularyzowania nauki

Swoją pracę naukową uzupełniałam aktywną działalnością popularyzatorską. Od 2007 roku do chwili obecnej przygotowuję i realizuję wykłady dla młodzieży w ramach Olsztyńskich Dni Nauki i Sztuki. Brałam również udział w promocji badań realizowanych na Wydziale Ochrony Środowiska i Rybactwa realizując wykłady dla młodzieży ponadgimnazjalnej w szkołach średnich miasta Olsztyna.

W roku 2011 byłam również czynnym uczestnikiem programu pt.: „Komercjalizacja wyników badań oraz kreowanie postaw przedsiębiorczych przez UWM w Olsztynie poprzez staże, szkolenia i działania uświadamiające z zakresu przedsiębiorczości akademickiej” – w Przedsiębiorstwie Wodociągów i Kanalizacji Ostróda Sp. z o.o. w Tyrowie k/Ostródy w ramach projektu nr POKL-08.02.01-28-001/08-00 współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

7. Osiągnięcia w zakresie działalności organizacyjnej

W trakcie mojej pracy zawodowej realizowałam wiele zadań organizacyjnych na rzecz Uczelni, a także władz i społeczności lokalnych. Od 2005 do chwili obecnej jestem członkiem Rady Wydziału Nauk o Środowisku (wcześniej Wydziału Ochrony Środowiska i Rybactwa) jako przedstawiciel adiunktów. W tym samym okresie pełnię również funkcję członka Ogólnouczelnianej Komisji Oceniającej.

W latach 2009-2011 uczestniczyłam na Wydziale Ochrony Środowiska i Rybactwa w przygotowaniu procedur przetargowych w ramach projektu: „Rozbudowa, modernizacja i wyposażenie zespołu laboratoriów edukacyjno-badawczych technologii, jakości i bezpieczeństwa zdrowotnego żywności” nr POPW.01.01.00-28-008/08-00, Komponent V. Wyposażenie Laboratorium Jakości Surowców Rybnych, Właściwości Odpadów oraz Monitoringu Zanieczyszczenia Środowiska, finansowanego z budżetu państwa (Rozwój Polski Wschodniej 2007-2013, Narodowa Strategia Spójności) oraz ze środków Unii Europejskiej (Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego).

Za swój największy sukces w pracy organizacyjnej na rzecz UWM w Olsztynie uważam udział w pracach nad przygotowaniem programu, budżetu i harmonogramu oraz realizacją projektu: Wzmocnienie Potencjału Dydaktycznego UWM w Olsztynie, wdrażanego w ramach Priorytetu IV, Działanie 4.1 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. Projekt o

wartości ponad 20,2 mln PLN, jest realizowany od 2011 r. do roku 2015, a współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego nr projektu: UDA-POKL.04.01.01-00-095/10-00. Za osiągnięcia organizacyjne na rzecz tego projektu w 2012 r. otrzymałam dyplom uznania od Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie (III.D.1).

W trakcie swojej pracy realizowałam również zadania na rzecz władz samorządowych, społeczności lokalnych oraz przedsiębiorców z zakresu gospodarki wodno – ściekowej. Byłam między innymi ekspertem do spraw jakości mikrobiologicznej wody wodociągowej, wody rzecznej i jeziornej, wód produkcyjnych i poprodukcyjnych, osadów ściekowych i pościekowych na zlecenie Urzędu Gminy Dywity, Urzędu Gminy Grunwald, Urzędu Gminy Stawiguda, Urzędu Gminy Strzelce Krajeńskie, Gospodarstwa Rybackiego Olsztyn II sp. z o.o. w Rusi, Iławskich Wodociągów sp. z o.o., Michelin Polska S.A. w Olsztynie, Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji sp. z o.o. w Biskupcu, Zakładu Gospodarki Komunalnej w Olsztynku, Prokuratury Rejonowej w Ostrołęce, Samodzielnego Publicznego Zespołu Gruźlicy i Chorób Płuc w Olsztynie, Wild Polska sp. z o.o. w Warszawie oraz Urzędu Miejskiego w Szczytnie (III.M.1-14).

Od 1997 r. jestem aktywnym członkiem Polskiego Towarzystwa Mikrobiologów (PTM), w latach 2004-2008 byłam członkiem Zarządu Oddziału Olsztyńskiego, a od 2008 do chwili obecnej jestem przewodniczącą Komisji Rewizyjnej.

8. Omówienie osiągnięć dydaktycznych

W trakcie dotychczasowej mojej pracy na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim przygotowywałam programy następujących przedmiotów:

- BEZPIECZEŃSTWO SANITARNE ŻYWNOŚCI W TURYSTYCE, (kierunek Turystyka i Rekreacja, Wydział Nauk o Środowisku) – przygotowanie programu oraz realizacja wykładów i ćwiczeń
- MIKROBIOLOGICZNE ZANIECZYSZCZENIA W OBSZARZE OBIEKTÓW KOMUNALNYCH – przygotowanie programu oraz realizacja ćwiczeń, kierunek Inżynieria Środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie, 2013
- MIKROBIOLOGIA SANITARNA – przygotowanie programu oraz realizacja ćwiczeń, kierunek Inżynieria Środowiska, Wydział Nauk o Środowisku, UWM w Olsztynie, 2013

- EKOLOGIA MIKROORGANIZMÓW (kierunek Ochrona Środowiska, Wydział Nauk o Środowisku) – przygotowanie programu wykładów i ćwiczeń
- BIOTECHNOLOGICZNE UNIESZKODLIWIANIE ODPADÓW (kierunek Mikrobiologia, Wydział Biologii i Biotechnologii) – przygotowanie programu wykładów i ćwiczeń
- BIOTECHNOLOGIA W OCHRONIE ŚRODOWISKA (kierunek Mikrobiologia, Wydział Biologii i Biotechnologii) – przygotowanie programu wykładów i ćwiczeń
- MIKROORGANIZMY W ZANIECZYSZCZENIU POWIETRZA (kierunek Mikrobiologia, Wydział Biologii i Biotechnologii) – przygotowanie programu wykładów i ćwiczeń
- DROBNOUSTROJE W BIOTECHNOLOGII (kierunek Ochrona Środowiska, specjalność Biotechnologia, Wydział Nauk o Środowisku) – przygotowanie programu oraz realizacja ćwiczeń
- PRAKTYCZNE ZASTOSOWANIE METOD HODOWLI ANAEROBOWYCH ORAZ MIKROSKOPII FLUORESCENCYJNEJ W DIAGNOSTYCE BEZTLENOWCÓW (kierunek Ochrona Środowiska, Wydział Nauk o Środowisku) – przygotowanie programu oraz realizacja wykładów i ćwiczeń w ramach projektu: Wzmocnienie potencjału dydaktycznego UWM w Olsztynie, wdrażanego w ramach Priorytetu IV, Działanie 4.1 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Nr projektu: UDA-POKL.04.01.01-00-095/10-00 na lata 2011-2015

Ponadto prowadziłam i prowadzę w chwili obecnej zajęcia laboratoryjne z przedmiotu Mikrobiologia oraz seminaria inżynierskie i magisterskie na Wydziale Nauk o Środowisku, a także z przedmiotu Mikrobiologia zootechniczna na Wydziale Bioinżynierii Zwierząt Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Byłam opiekunem naukowym 17 prac inżynierskich oraz 24 prac magisterskich na kierunku ochrona środowiska. Obecnie sprawuję opiekę nad realizacją 4 prac magisterskich oraz 4 prac inżynierskich.

