

Załącznik 3

do wniosku o przeprowadzenie postępowania
w sprawie nadania stopnia
doktora habilitowanego

AUTOREFERAT

dr inż. Agnieszka Gruszecka-Kosowska

Akademia Górniczo-Hutnicza
im. Stanisława Staszica w Krakowie
Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska
Katedra Ochrony Środowiska

Kraków, maj 2020 r.

1. IMIĘ I NAZWISKO: Agnieszka Gruszecka-Kosowska

ORCID: 0000-0002-4988-173X

Web of Science Resercher ID: A-9405-2017

Scopus Author ID: 57188988893

PBN: 900398

2. POSIADANE DYPLOMY I STOPNIE NAUKOWE – Z PODANIEM NAZWY, MIEJSCA I ROKU ICH UZYSKANIA ORAZ TYTUŁ ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**06. 1999: Świadectwo dojrzałości**XXIII Liceum Ogólnokształcące w Krakowie im. płk. pil. S. Skarżyńskiego
Profil: ogólny**06. 2004: Magister inżynier**

Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

Kierunek: Inżynieria środowiska

Specjalność: Geologia i geochemia środowiska

Tytuł rozprawy: *„Ocena zanieczyszczenia chromem osadów Jeziora Rożnowskiego”*

Promotor: Prof. dr hab. inż. Edeltrauda Helios-Rybicka

12. 2007: Doktor nauk o Ziemi w dyscyplinie geologia

Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie

Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska

Tytuł rozprawy doktorskiej: *„Metale ciężkie w wodach i osadach rzecznych oraz glebach w otoczeniu składowisk odpadów górniczych i hutniczych w Bukowni (Polska) i Mansfeld (Niemcy) – ocena ryzyka ekologicznego”*

Praca doktorska wyróżniona

Promotor: Prof. dr hab. inż. Edeltrauda Helios-Rybicka

2012–2013: Studia podyplomowe „Menedżer badań naukowych i prac rozwojowych”
w ramach projektu „Kompetencje dla współpracy nauki i biznesu. Menedżerskie studia podyplomowe dla sektora B+R”, Polska Fundacja Ośrodków Wspomagania Rozwoju Gospodarczego „OIC Poland” i Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie**3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH LUB ARTYSTYCZNYCH****2004–2007: Studia doktoranckie,** Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Zakład Ochrony Środowiska

2008–2011: **Adiunkt**, Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Geologii Ogólnej, Ochrony Środowiska i Geoturystyki

2011–obecnie: **Adiunkt**, Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica w Krakowie, Wydział Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska, Katedra Ochrony Środowiska

Przerwa w pracy związana z urlopem macierzyńskim i rodzicielskim: 21.12.2017 – 28.09.2018.

4. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘĆ, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1 PKT. 2b USTAWY

Tytuł osiągnięcia naukowego

„ZAWARTOŚĆ I BIODOSTĘPNOŚĆ PIERWIASTKÓW POTENCJALNIE SZKODLIWYCH W GLEBACH UPRAWNYCH I ROŚLINACH JADALNYCH POLSKI POŁUDNIOWEJ ORAZ OCENA RYZYKA ZDROWOTNEGO”

Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe wskazuję wyniki badań zawarte w cyklu pięciu tematycznie powiązanych artykułów naukowych, znajdujących się w bazie Journal Citation Report (JCR) i posiadających Impact Factor (IF).

- [H1] **Gruszecka-Kosowska, A.** (50%), Baran, A. (15%), Wdowin, M. (15%), Mazur-Kajta, K. (10%), Czech, T (10%) (2020). The contents of the potentially harmful elements in the arable soils of southern Poland, with the assessment of ecological and health risks: a case study. *Environmental Geochemistry and Health*, 42, 419–442.
Wykaz czasopism 2019: 100 punktów, IF₂₀₁₈ 3.252, IF₅ 3.282.
- [H2] **Gruszecka-Kosowska, A.** (50%), Baran, A. (20%), Mazur-Kajta, K. (15%), Czech, T. (15%) (2019). Geochemical fractions of the agricultural soils of southern Poland and the assessment of the potentially harmful element mobility. *Minerals, Special Issue: Trace Element Biogeochemistry*, 9, 11, 674; doi:10.3390/min9110674.
Wykaz czasopism 2019: 100 punktów, IF₂₀₁₈ 2.250, IF₅ 2.453.
- [H3] **Gruszecka-Kosowska, A.** (100%) (2019a). Potentially harmful element concentrations in the vegetables cultivated on arable soils, with human health risk implications. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Special Issue: Heavy Metal Pollution and Health Risk Assessment*, 16, 20, 4053; doi: 10.3390/ijerph16204053.
Wykaz czasopism 2019: 70 punktów, IF₂₀₁₈ 2.468, IF₅ 2.948.
- [H4] **Gruszecka-Kosowska, A.** (100%) (2019b). Human health risk assessment and potentially harmful element contents in the fruits cultivated in the southern Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Special Issue:*

Metal Exposure and Health Risk Assessment, 16, 24, 5096; doi:10.3390/ijerph16245096.
Wykaz czasopism 2019: 70 punktów, IF₂₀₁₈ 2.468, IF₅ 2.948.

- [H5] **Gruszecka-Kosowska, A.** (100%) (2020). Human health risk assessment and potentially harmful element contents in the cereals cultivated on agricultural soils. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Special Issue: Trace Element Exposure and Metabolism in Human Health*, 17, 5, 1674; doi:10.3390/ijerph17051674.
Wykaz czasopism 2019: 70 punktów, IF₂₀₁₈ 2.468, IF₅ 2.948.

Komentarz autorski do cyklu publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe

Wprowadzenie

Gleby uprawne odgrywają zasadniczą rolę w procesie produkcji roślin jadalnych. Z tego powodu wymagają one specjalnej ochrony. Z drugiej strony powinny one również spełniać restrykcyjne wymagania pod względem potencjalnego występowania w nich szkodliwych substancji. Obserwowane obecnie zwiększające się zanieczyszczenie środowiska może wpływać negatywnie również na jakość gleb. Wśród istniejących zanieczyszczeń środowiska szczególną uwagę zwracają metale ciężkie ze względu na swoją trwałość w środowisku oraz fakt, że ostatecznie kumulują się one w litosferze.

W omawianym cyklu publikacji analizowano grupę tzw. pierwiastków potencjalnie szkodliwych (ang. *Potentially Harmful Elements*, PHEs). Jest to grupa zanieczyszczeń nieorganicznych, które wykazują specyficzne negatywne efekty zdrowotne w zależności od ich ilości pobranych przez organizm receptora. Niektóre z tych pierwiastków są wprawdzie niezbędne dla ludzkiego organizmu, jak np. miedź czy cynk, jednak pobrane w zbyt dużych ilościach mogą również wykazywać właściwości toksyczne. Inne pierwiastki z grupy PHEs są toksyczne dla organizmów żywych, niezależnie od dawki jaka została pobrana (Bini i Bech 2014). Spektrum toksyczności tych pierwiastków jest bardzo szerokie: od zmęczenia i bólu głowy (Pratusch i in. 2018) przez zaburzenia behawioralne, opóźnienie rozwoju, uszkodzenie układu nerwowego, krwionośnego, kostnego, rozrodczego, odpornościowego (Zhuang i in. 2009; Baker i in. 2012), uszkodzenie nerek i wątroby (Wadhwa i in. 2015; Cabral-Pinto i in. 2018), niską masę urodzeniową noworodków, wady rozwojowe u płodu (Baker i in. 2012; Elkady i Abdel-Wahhab 2018) po stwardnienie rozsiane, osteoporozę, chorobę Parkinsona czy chorobę Alzheimera (Pirsaheb i in. 2016). Według Międzynarodowej Agencji Badań nad Rakiem (ang. *International Agency for Research on Cancer*, IARC) arsen, kadm, chrom, kobalt,

nikiel czy ołów są klasyfikowane jako prawdopodobnie kancerogenne dla ludzi (IARC 2012). Z punktu widzenia przenoszenia zanieczyszczeń w łańcuchu troficznym z gleb do roślin szczególną uwagę należy zwrócić na arsen, kadm, rtęć, ołów i selen (Rodríguez-Eugenio i in. 2018).

Postępujące zanieczyszczenie gleb, w tym uprawnych, pierwiastkami z grupy PHEs wynika z gwałtownie powiększających się terenów miejskich i przemysłowych, intensywnego użycia nawozów i środków ochrony roślin w rolnictwie (Kelepertzis i in. 2015; Klimek-Kopyra i in. 2015; Šukalić i in. 2018; Huang i in. 2019; Wan i in. 2019), a także nielegalnego składowania odpadów (Shi i in. 2018). Istotnym źródłem zanieczyszczenia jest depozycja pyłu atmosferycznego z nad obszarów miejskich i przemysłowych (Peng i in. 2019). Przekroczenie dopuszczalnych zawartości pierwiastków z grupy PHEs w glebach było odnotowywane na obszarach przylegających do dużych miast, autostrad i dróg szybkiego ruchu oraz obszarów przemysłowych (Barsova i in. 2019).

Trend tzw. zdrowego odżywiania (Kapetanaki i in. 2014; Banna i in. 2016; Rafacz 2019) jest obecnie coraz częściej postrzegany przez społeczeństwo jako element niezbędny do utrzymania dobrego stanu zdrowia. Do utrzymania dobrej kondycji organizmu Światowa Organizacja Zdrowia (ang. *World Health Organization*, WHO) zaleca spożywanie powyżej 400 g owoców i warzyw dziennie (Fuller i in. 2018). Również w Polsce obserwuje się spożywanie coraz większych ilości świeżych produktów roślinnych, głównie owoców i warzyw. Co więcej, ponad 70% powierzchni Polski stanowią użytki rolne (GUS 2019), co sprzyja uprawie roślin przeznaczonych również do celów konsumpcyjnych. Postępująca urbanizacja i industrializacja powodują, że gleby uprawne są coraz ściślej otoczone obszarami poddanymi silnej antropopresji. Jest to szczególnie widoczne na obszarze Polski południowej.

Rosnące zanieczyszczenie gleb pierwiastkami z grupy PHEs potwierdziło zasadność wykonania charakterystyki geochemicznej i oceny zanieczyszczenia gleb uprawnych w Polsce południowej, a także przenoszenia badanych PHEs w układzie gleba – roślina. Charakterystyka geochemiczna uwzględniała badania biodostępności PHEs oraz wskaźników ich przenoszenia do poszczególnych grup roślin jadalnych tj. warzyw, owoców i zbóż. W następnej kolejności wykonana została analiza ryzyka zdrowotnego wynikającego z zawartości PHEs w badanych roślinach jadalnych. W omawianym cyklu publikacji analizowano następujące pierwiastki zaliczone do grupy PHEs: arsen (As), kadm (Cd), kobalt (Co), chrom (Cr), miedź (Cu), rtęć (Hg), nikiel (Ni), ołów (Pb), antymon (Sb), selen (Se) oraz cynk (Zn).

PUBLIKACJA 1 [H1]

Gruszecka-Kosowska, A. (50%), Baran, A. (15%), Wdowin, M. (15%), Mazur-Kajta, K. (10%), Czech, T. (10%) (2020). The contents of the potentially harmful elements in the arable soils of southern Poland, with the assessment of ecological and health risks: a case study. *Environmental Geochemistry and Health*; 42, 419–442.

Wykaz czasopism 2019: 100 punktów, IF₂₀₁₈ 3.252, IF₅ 3.282.

Aspektem badawczym niniejszej publikacji było określenie zawartości całkowitych pierwiastków z grupy PHEs w glebach uprawnych z terenu Polski południowej. Badaniom poddano gleby, na których uprawiano rośliny jadalne i które były następnie szczegółowo analizowane w dalszych etapach badań. Na podstawie wyników analiz zawartości całkowitych pierwiastków w badanych próbkach gleb określono, czy nastąpiło przekroczenie dopuszczalnych zawartości PHEs. W tym celu wykorzystano zawartości dopuszczalne określone w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi* (RMS 2016) oraz zalecenia kanadyjskie dotyczące maksymalnej zawartości zanieczyszczeń w glebie z punktu widzenia ochrony środowiska i zdrowia ludzi (CCME 2007). Jednocześnie oznaczone zawartości PHEs posłużyły do obliczenia wskaźników zanieczyszczenia i na tej podstawie określenia stopnia zanieczyszczenia analizowanych gleb. Kolejnym etapem badań było wykonanie analizy ryzyka środowiskowego i zdrowotnego wynikającego z obecności PHEs w badanych glebach.

W badaniach analizowano te gleby rolnicze, na których uprawiane rośliny jadalne były następnie sprzedawane na lokalnych targach żywności (warzywa i owoce) lub służyły do wytwarzania przerobionych produktów (zboża). Próbkę gleb zostały pobrane w następujących województwach Polski południowej: opolskim, śląskim, małopolskim i podkarpackim. Łącznie w latach 2015–2016 pobrano i analizowano 30 próbek gleb uprawnych.

Analiza termogravimetryczna (TGA) wykazała spadek masy próbek o ok. 5%, co sugerowało niską zawartość wody i materii organicznej badanych gleb. Zawartość węgla organicznego, oznaczona metodą Tiurina, zawierała się w przedziale 0,60–3,48%, mediana 1,52%. Wartości pomierzonego pH czynnego próbek gleb zawierały się w przedziale pH_{H2O} 4,8–7,2 oraz pH potencjalnego w zakresie pH_{KCl} 3,9–7,5. Wartość mediany pomierzonego pH wskazywała, że badane gleby charakteryzowały się odczynem neutralnym do lekko kwaśnego.

Analizy dyfrakcji rentgenowskiej (XRD) wykazały, że w składzie mineralogicznym badanych gleb dominował kwarc. Drugorzędnymi minerałami obserwowanymi w próbkach gleb były skalenie, illit, montmoryllonit, kaolinit i getyt. Badania skaningowej mikroskopii elektronowej (SEM) potwierdziły dominujący udział różnej wielkości ziaren kwarcu w składzie

mineralnym gleb. Obserwacje SEM wykazały również obecność małych agregatów minerałów ilastych łącznie z kryształami skaleni.

Zawartości całkowite badanych PHEs w próbkach gleb zostały oznaczone po ich ekstrakcji wodą królewską ($\text{HNO}_3:\text{HCl}$ 3:1 obj./obj.) (USEPA 1998) za pomocą spektrometrii masowej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-MS) oraz optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-OES). Jedynie w przypadku Se jego zawartości we wszystkich analizowanych próbkach gleb były poniżej granicy wykrywalności (<LOQ). Zakresy zawartości pozostałych PHEs przedstawiały się następująco (mg/kg suchej masy): As 1,40–16,6, Cd <LOQ–3,53, Co 1,44–12,3, Cr 2,08–35,4, Cu 5,23–110, Hg <LOQ–0,52, Ni 1,06–27,1, Pb 14,2–263, Sb 0,03–3,07, Tl <LOQ–0,35, Zn 38,5–1224.

Porównując uzyskane zawartości As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb i Zn w glebach z dopuszczalnymi zawartościami substancji powodującymi ryzyko szczególnie istotne dla ochrony powierzchni ziemi określonymi w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi* (RMŚ 2016) stwierdzono, że zawartości żadnego z wymienionych PHEs nie przekraczały poziomów dopuszczalnych. W przypadku Sb, Se i Tl, dla których RMŚ 2016 nie podaje ich dopuszczalnych zawartości, zastosowano wartości zalecane określone w kanadyjskich wytycznych dotyczących jakości gleby dla ochrony środowiska i zdrowia ludzkiego (CCME 2007). Na podstawie tego porównania nie stwierdzono przekroczenia zawartości zalecanych dla badanych PHEs z wyjątkiem Zn i Pb. Średnie zawartości Zn i Pb przekraczały zawartości zalecane wynoszące odpowiednio 250 mg/kg s.m. i 70 mg/kg s.m. Na tej podstawie stwierdzono, że badane gleby spełniały wymagania prawne dotyczące produkcji żywności.

Podwyższone zawartości PHEs w badanych glebach oznaczone po ekstrakcji w wodzie królewskiej przy jednoczesnych niskich ich zawartościach powiązanych ze składem mineralogicznym mogły wskazywać na antropogeniczne źródła zanieczyszczeń. W szczególności mogło to być spowodowane wieloletnim wydobywaniem i przeróbką rud Zn i Pb (Krzaklewski i in. 2004; Postawa i Motyka 2019) oraz Cu (Potysz i in. 2018; Waroszewski i in. 2019), a także pierwiastków towarzyszących jak As, Cd, czy Tl (Mikulski i in. 2018) w Polsce południowej. Geogeniczne źródło PHEs wynikające z wykształcenia badanych gleb ze skał macierzystych zasobnych w analizowane pierwiastki było na tej podstawie mniej prawdopodobne.

Następnym etapem badań było określenie jakości badanych gleb uprawnych za pomocą wskaźników zanieczyszczenia. W tym celu wykorzystano oznaczone całkowite zawartości PHEs. Wskaźnik geoakumulacji Müllera (I_{geo}) wykazał umiarkowane zanieczyszczenie gleb

uprawnych Zn (klasa II), brak zanieczyszczenia do zanieczyszczenia umiarkowanego Pb (klasa I) i brak zanieczyszczenia w przypadku pozostałych PHEs. Wskaźnik wzbogacenia EF (ang. *Enrichment Factor*) wykazał średnio ciężkie wzbogacenie gleb uprawnych w Zn, umiarkowane wzbogacenie w Pb, małe wzbogacenie w As, Cd, Cu i Hg oraz brak wzbogacenia w Co, Cr, Ni, Sb i Tl. Wskaźnik zanieczyszczenia CF (ang. *Contamination Factor*) wykazał znaczące zanieczyszczenie Zn i Pb, umiarkowane As, Cd, Cu, Hg i Sb oraz małe zanieczyszczenie Co, Cr, Ni i Tl. Indeks zanieczyszczenia PI (ang. *Pollution Index*) wykazał silne zanieczyszczenie Zn, umiarkowane As, Cd, Cu i Pb oraz brak zanieczyszczenia Co, Cr, Hg, Ni, Sb i Tl. Obliczone wartości potencjalnego wskaźnika ryzyka ekologicznego Er (ang. *Ecological risk coefficient*) dla badanych gleb uprawnych wykazały znaczące potencjalne ryzyko ekologiczne dla Cd, średnie ryzyko dla Hg oraz niskie ryzyko dla As, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Sb, Tl i Zn. Iloraz zagrożenia HQ (ang. *Hazard Quotient*) wykazał natomiast potencjalne ryzyko ekologiczne w przypadku As, Cd, Co, Cr, Cu, Pb, Tl i Zn. Biorąc pod uwagę łącznie badane PHEs wskaźnik ryzyka HI (ang. *Hazard Index*) i potencjalny wskaźnik ryzyka ekologicznego RI (ang. *Risk Index*) wykazano umiarkowane ryzyko ekologiczne wynikające z obecności PHE w badanych glebach uprawnych.

Analiza ryzyka zdrowotnego została przeprowadzona zgodnie z metodyką opracowaną przez amerykańską Agencję Ochrony Środowiska USEPA (ang. *United States Environmental Protection Agency*) (USEPA 1989, z późniejszymi zmianami). W oparciu o otrzymane wyniki badań analizowano trzy scenariusze narażenia tj. mieszkańca, rekreacyjny oraz rolniczy (zawodowy). Obliczone wartości ryzyka zdrowotnego były wyższe dla dzieci niż dla osób dorosłych. Wartości obliczonego ryzyka nowotworowego w żadnym z analizowanych scenariuszy i szlaków narażenia nie przekroczyły poziomu akceptowalnego wynoszącego 1×10^{-6} dla analizowanych pojedynczo oraz 1×10^{-4} dla sumy kancerogennych PHEs (USEPA 1989, USEPA 1991). Również obliczone ryzyko niekancerogenne w żadnym z analizowanych scenariuszy i szlaków narażenia nie przekroczyło wartości akceptowalnej równej 1 (USEPA 1989). Wartości ryzyka w analizowanych szlakach narażenia miały w następującej kolejności: przypadkowe spożycie gleby > kontakt z glebą przez skórę > wdychanie wtórnie uniesionych cząstek gleby.

Za najważniejsze aspekty poznawcze, przedstawione w Publikacji 1, należy uznać:

- ✓ Określenie zawartości całkowitych pierwiastków z grupy PHEs w glebach uprawnych z terenu Polski południowej, na których uprawiano analizowane w dalszych badaniach rośliny jadalne. Wykazano następujące przedziały zawartości badanych PHEs (mg/kg

- s.m.): As 1,40–16,6, Cd <LOQ–3,53, Co 1,44–12,3, Cr 2,08–35,4, Cu 5,23–110, Hg <LOQ–0,52, Ni 1,06–27,1, Pb 14,2–263, Sb 0,03–3,07, Tl <LOQ–0,35, Zn 38,5–1224.
- ✓ Wykazanie na podstawie przeprowadzonych badań mineralogicznych (SEM, XRD, TGA), że obecność PHEs w badanych glebach jest wynikiem głównie działalności antropogenicznej na skutek wieloletniego wydobycia i przeróbki rud metali nieżelaznych zawierających m.in. Zn, Pb, As, Cd i Tl.
 - ✓ Wykazanie, że badane gleby uprawne w pełni spełniały wymagania prawne dotyczące produkcji żywności. Porównanie oznaczonych zawartości całkowitych PHEs nie wykazało przekroczenia dopuszczalnych zawartości dla substancji powodujących ryzyko określonych w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi* (RMŚ 2016).
 - ✓ Wykazanie wzbogacenia badanych gleb w Zn i Pb, a także As, Cd, Cu i Hg na podstawie obliczonych wartości wskaźników zanieczyszczenia (I_{geo} , EF, CF i PI). Wykazano również umiarkowane ryzyko ekologiczne na podstawie wykorzystanych wskaźników ryzyka ekologicznego (Er, HQ i HI).
 - ✓ Wykazanie na podstawie przeprowadzonej analizy ryzyka zdrowotnego, że w każdym scenariuszu narażenia tj. mieszkańca, rekreacyjnym oraz rolniczym (zawodowym) w przypadku dorosłych i dzieci obliczone ryzyko zarówno kancerogenne jak i niekancerogenne było znikome.

PUBLIKACJA 2 [H2]

Gruszecka-Kosowska, A. (50%), Baran, A. (20%), Mazur-Kajta, K. (15%), Czech, T. (15%) (2019). Geochemical fractions of the agricultural soils of southern Poland and the assessment of the potentially harmful element mobility. *Minerals, Special Issue: Trace Element Biogeochemistry*, 9, 11, 674; doi:10.3390/min9110674.

Wykaz czasopism 2019: 100 punktów, IF₂₀₁₈ 2.250, IF₅ 2.453.

Aspektem badawczym omawianej publikacji było określenie mobilności i biodostępności PHEs w badanych glebach uprawnych Polski południowej. W tym celu próbki gleb poddano analizie frakcjonowania geochemicznego oraz określono stopień zanieczyszczenia badanych gleb z zastosowaniem wskaźników frakcjonowania.

Zawartość całkowita pierwiastków, choć jest najbardziej popularnym sposobem charakteryzowania zanieczyszczenia, nie zawsze odzwierciedla rzeczywiste zagrożenie dla środowiska (Baran i in. 2014, Kim i in. 2015; Baran i in. 2018; Jiang i in. 2019). Z tego powodu badania mobilności i biodostępności pierwiastków są coraz częściej stosowane w badaniach środowiskowych. Frakcja mobilna określana jest jako ta część całkowitej zawartości, która jest

uwalniana pod wpływem reagentów o rosnącej sile ługowania (Świetlik i Trojanowska 2008). Frakcja biodostępna określana jest natomiast jako ta część całkowitej zawartości, która jest obecna w wodzie porowej lub cząsteczkach gleby i jest dostępna do pobrania przez organizm receptora (Meers i in. 2007). Rozwój badań spowodował powstanie wielu metod badania biodostępności i mobilności. W niniejszej pracy ekstrakcję mobilnych form badanych PHEs przeprowadzono za pomocą trzystopniowej ekstrakcji sekwencyjnej BCR opracowanej przez Wspólnotowe Biuro Referencyjne (ang. *Community Bureau of Reference*, BCR) (Quevauviller i in. 1997). Ekstrakcję form biodostępnych przeprowadzono przy użyciu 0,01 M roztworu chlorku wapnia CaCl_2 oraz 0,05 M roztworu dwuwodnego etylenodiaminotetraoctanu disodowego Na_2EDTA (Rauret 1998; Pueyo i in. 2004; Wieczorek i in. 2018). Zawartość badanych PHEs w roztworach ekstrakcyjnych określono za pomocą spektrometrii masowej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-MS) oraz optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-OES).

Formy mobilne PHEs określane są w I stopniu trzystopniowej ekstrakcji sekwencyjnej BCR (BCR1). W stopniu tym PHEs występują w formach rozpuszczalnych w wodzie i kwasach (tj. na pozycjach wymiennych) oraz związanych z węglanami. Ekstrakcję w BCR1 przeprowadza się przy użyciu 0,11 M roztworu kwasu octowego CH_3COOH (pH = 2,85). W badanych glebach stwierdzono następującą malejącą kolejność zawartości PHEs w formach mobilnych (BCR1): $\text{Cd} > \text{Zn} > \text{Co} > \text{Ni} \approx \text{Sb} > \text{Cu} > \text{Tl} > \text{As} > \text{Cr} \approx \text{Pb}$. Procentowe zawartości badanych PHEs w formach mobilnych w glebach zawierały się w następujących przedziałach (%): As 0–13, Cd 0–62, Co 2–32, Cr 0–1, Cu 0–11, Ni 0–19, Sb 0–11, Tl 0–17, Zn 1–63. Odpowiadały one następującym przedziałom zawartości PHEs w formach mobilnych w mg/kg s.m.: As 0,05–0,57, Cd 0,20–0,69, Co 0,21–0,60, Cr 0,09–0,26, Cu 0,35–1,39, Ni 0,08–1,06, Sb 0,04–0,05, Tl 0,002–0,01, Zn 9,20–131. W badanych glebach nie stwierdzono obecności Pb w formach mobilnych.

W II stopniu ekstrakcji (BCR2) określane są zawartości PHEs występujące w formach redukowalnych tzn. związanych z tlenkami i hydro-tlenkami żelaza i manganu. Ekstrakcja w BCR2 przeprowadzana jest przy użyciu 0,1 M roztworu chlorowodoru hydroksyloaminy $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ (pH = 2). W badanych glebach malejąca kolejność zawartości PHEs w formach redukowalnych (BCR2) przedstawiała się następująco: $\text{Pb} > \text{Cd} > \text{Tl} > \text{Co} > \text{Cr} > \text{Ni} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{As} > \text{Sb}$. W III stopniu ekstrakcji (BCR3) określane są zawartości PHEs występujące w formach utleniających tzn. związanych z siarczkami i materią organiczną. Ekstrakcja w BCR3 przeprowadzana jest przy użyciu 30% nadtlenu wodoru H_2O_2 oraz 1 M roztworu octanu amonu $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (pH = 2). W badaniach została wykazana następująca malejąca kolejność

zawartości PHEs w formach utleniających (BCR3): Sb > Cu > As > Ni > Co > Zn > Tl > Cr > Pb > Cd. Zawartości PHEs pozostałe w tzw. residuum (BCR4), czyli materiale po trzech etapach ekstrakcji, określa się na podstawie rozkładu całkowitego lub pseudo-całkowitego (w niniejszych badaniach rozkład ten przeprowadzono przy użyciu wody królewskiej). Zawartości PHEs w residuum określają ich zwiążanie ze szkieletem mineralnym gleby. Określono następującą malejącą kolejność zawartości PHEs w formach rezydualnych (BCR4): Cr > As > Tl > Ni > Cu > Co > Zn > Sb > Pb > Cd. Zawartości Se dla wszystkich i Hg dla większości badanych próbek były poniżej granicy wykrywalności (<LOQ).

Zawartości pierwiastków z grupy PHEs w formach biodostępnych w badanych glebach wyekstrahowanych za pomocą 0,01 M roztworu CaCl₂ zawierały się w następujących zakresach (mg/kg s.m.): Cd 0,01–0,25, Cr <LOQ–0,04, Cu <LOQ–0,68, Ni <LOQ–1,37, Pb 0,02–0,53, Zn 0,02–4,30. PHEs w formach biodostępnych wyekstrahowanych za pomocą 0,05 M roztworu Na₂EDTA wykazały następujące zakresy zawartości dla badanych gleb (mg/kg s.m.): Cd 0,11–3,11, Cr 0,08–1,11, Cu 0,67–23,8, Ni 0,22–8,87, Pb 3,04–90,3, Zn 3,73–126. Przeprowadzone badania wykazały, że niższa zawartość biodostępnych PHEs została wyekstrahowana z gleb po zastosowaniu 0,01 M roztworu CaCl₂, niż 0,05 M roztworu Na₂EDTA. Potwierdziło to obserwacje Pinto i in. (2015) oraz Milićević i in. (2017), które wykazały, że ekstrakcja 0,01 M CaCl₂ jako niezbuforowanym roztworem soli uwalnia niższe zawartości pierwiastków. Ta metoda ekstrakcji jednostopniowej symuluje naturalne warunki glebowe, określając ilości PHEs obecne w wodzie porowej czyli te zawartości, która są rzeczywiście dostępne dla roślin. Natomiast ekstrakcja czynnikami o właściwościach chelatujących, jakim jest 0,05 M Na₂EDTA, określa zawartości potencjalnie biodostępnych zawartości pierwiastków, tj. takich, które trudniej migrują do wód porowych przez silniejsze zwiążanie ze składnikami gleby.

Wykorzystując oznaczone zawartości PHEs w formach mobilnych i biodostępnych zweryfikowano jakość gleb opisaną w Gruszecka-Kosowska i in. (2020) przy wykorzystaniu wskaźników frakcjonowania geochemicznego. Najwyższe wskaźniki mobilności MF (ang. *Mobility Factor*) dla badanych gleb stwierdzono dla Cd (31,6%) i Zn (21,0%). Wykazały one, że były to najbardziej mobilne PHEs spośród badanych, a ryzyko ich uwalniania z gleb było średnie. Dla pozostałych PHEs ryzyko ich uwalniania z gleb było niskie (MF <10%), a ich malejąca mobilność została uszeregowana następująco: Co > Ni > Tl > As > Sb > Cu > Cr > Pb. Obliczony wskaźnik ryzyka RAC (ang. *Risk Assessment Code*) wykazał wysokie ryzyko ekologiczne wynikające z zawartości w glebach Cd i Zn, średnie z zawartości Co, a niskie z zawartości As, Cu, Ni, Sb, i Tl oraz brak ryzyka ekologicznego w przypadku Cr i Pb. Wartości indywidualnego wskaźnika zanieczyszczenia ICF (ang. *Individual Contamination*

Factor) na podstawie zawartości poszczególnych PHEs w potencjalnie mobilnych frakcjach wykazały następujące malejące ryzyko w glebach: Co > Pb > Cd > Ni > Zn > Cu > Cr > Sb > Tl > As. Wartości zmodyfikowanego wskaźnika ryzyka mRAC (ang. *modified Risk Assessment Code*) wykazały średni potencjał wystąpienia negatywnych efektów ekologicznych wynikających z łącznego występowania badanych PHEs w analizowanych glebach. Wartości globalnego wskaźnika zanieczyszczenia GCF (ang. *Global Contamination Factor*) określiły malejący potencjał wystąpienia potencjalnych negatywnych efektów ekologicznych w badanych regionach Polski południowej zgodnie z następującą kolejnością: opolskie > podkarpackie > świętokrzyskie > śląskie > małopolskie.

Za najważniejsze aspekty poznawcze, przedstawione w Publikacji 2, należy uznać:

- ✓ Określenie mobilności i biodostępności badanych PHEs z wykorzystaniem analiz frakcjonowania geochemicznego w glebach uprawnych z terenu Polski południowej. W badanych glebach wykazano następującą malejącą kolejność zawartości PHEs w formach mobilnych (BCR1): Cd > Zn > Co > Ni ≈ Sb > Cu > Tl > As > Cr ≈ Pb. Zawartości badanych PHEs w formach mobilnych zawierały się w następujących przedziałach (mg/kg s.m.): As 0,05–0,57, Cd 0,20–0,69, Co 0,21–0,60, Cr 0,09–0,26, Cu 0,35–1,39, Ni 0,08–1,06, Sb 0,04–0,05, Tl 0,002–0,01, Zn 9,20–131. Wykazano następujące przedziały zawartości potencjalnie biodostępnych form PHEs (0,05 M Na₂EDTA) (mg/kg s.m.): Cd 0,11–3,11, Cr 0,08–1,11, Cu 0,67–23,8, Ni 0,22–8,87, Pb 3,04–90,3, Zn 3,73–126. Wykazano również następujące zakresy zawartości biodostępnych form PHEs (0,01 M CaCl₂) (mg/kg s.m.): Cd 0,01–0,25, Cr <LOQ–0,04, Cu <LOQ–0,68, Ni <LOQ–1,37, Pb 0,02–0,53, Zn 0,02–4,30.
- ✓ Określenie jakości badanych gleb z wykorzystaniem wskaźników frakcjonowania geochemicznego. Wykazano, że najbardziej mobilne spośród badanych PHEs były Cd i Zn, a ryzyko ich uwalniania z gleb było średnie. Stwierdzono wysokie ryzyko ekologiczne wynikające z zawartości w glebach Cd i Zn, średnie z zawartości Co, niskie z zawartości As, Cu, Ni, Sb, i Tl oraz brak ryzyka ekologicznego w przypadku Cr i Pb. W badanych glebach wykazano średni potencjał wystąpienia negatywnych efektów ekologicznych. Analizując badane regiony Polski południowej wykazano następujący malejący potencjał występowania potencjalnych negatywnych efektów ekologicznych: opolskie > podkarpackie > świętokrzyskie > śląskie > małopolskie.

PUBLIKACJA 3 [H3]

Gruszecka-Kosowska, A. (100%) (2019a). Potentially harmful element concentrations in the vegetables cultivated on arable soils, with human health risk implications. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Special Issue: Heavy Metal Pollution and Health Risk Assessment*, 16, 20, 4053; doi: 10.3390/ijerph16204053.

Wykaz czasopism 2019: 70 punktów, IF₂₀₁₈ 2.468, IF₅ 2.948.

Aspektem badawczym niniejszej publikacji było określenie zawartości pierwiastków z grupy PHEs w warzywach uprawianych na wcześniej analizowanych glebach w Polsce południowej. Na podstawie uzyskanych zawartości całkowitych PHEs w warzywach i glebach określono wskaźniki translokacji w układzie gleba – roślina. Kolejnym etapem była analiza ryzyka zdrowotnego wynikającego z zawartości badanych PHEs w spożywanych warzywach.

Próbki warzyw zostały pobrane bezpośrednio od rolników lub zakupione na lokalnych targach żywności z zastrzeżeniem, że badane rośliny były uprawiane na glebach rolnych wcześniej analizowanych (Gruszecka-Kosowska i in. 2019, 2020). W sezonach uprawowych w latach 2015–2016 pobrano 36 rodzajów warzyw zwyczajowo uprawianych w Polsce, podzielonych na następujące grupy: warzywa liściaste (12 rodzajów), korzeniowe (7), warzywa owocowe (5), bulwowe (4), nasienne (4), kwiatostanowe (1), pędowe (1) oraz strączkowe (1). Zawartości tych samych PHEs jakie analizowano w glebach oznaczono łącznie w 206 próbkach warzyw za pomocą spektrometrii masowej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-MS) oraz optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-OES). Ekstrakcję pierwiastków przeprowadzono mieszaniną kwasu azotowego (V) HNO₃ i 30% nadtlenku wodoru H₂O₂ (HNO₃:H₂O₂ 3:1 obj./obj.) (DG-AG-03). Próbki warzyw przed oznaczeniem w nich PHEs zostały przygotowane jak zwyczajowo do jedzenia (umyte, obrane ze skórki).

We wszystkich badanych próbkach warzyw zawartości Cr i Se były poniżej granicy oznaczalności (<LOD). Zakresy zawartości PHEs w badanych warzywach zawierały się w następujących przedziałach (mg/kg świeżej masy): As < LOD–0,06, Cd < LOD–0,38, Co < LOD–0,03, Cu < LOD–7,64, Hg < LOD–0,16, Ni < LOD–0,30, Pb < LOD–0,58, Sb < LOD–0,16, Tl < LOD–0,13 i Zn 1,23–34,9. Porównując oznaczone zawartości Cd, Hg i Pb z dopuszczalnymi ich zawartościami w żywności określonymi w *Rozporządzeniu Komisji Europejskiej z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalającym najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych* (EC 1881/2006) stwierdzono, że dopuszczalne zawartości Cd (0,10 mg/kg ś.m.) i Hg (0,02 mg/kg ś.m.) były bliskie przekroczenia dla Cd i Hg w warzywach korzeniowych oraz dla Hg w warzywach liściastych i strączkowych. Oznaczone zawartości Pb były dużo niższe w badanych warzywach niż poziom

dopuszczalny (0,3 mg/kg ś.m. w liściach i 0,1 mg/kg ś.m. w innych częściach roślin). Należy podkreślić, że dla innych pierwiastków z grupy PHEs dopuszczalne ich zawartości w warzywach nie zostały określone prawem.

Malejące zawartości PHEs w badanych warzywach zostały określone w następującej kolejności: Zn > Cu > Ni > Cd > Pb > Sb > Hg > Tl > As > Co. Biorąc pod uwagę wszystkie badane PHEs, łącznie z tymi wykazującymi swoją niezbędność dla prawidłowego funkcjonowania organizmów żywych, wykazano następującą malejącą kolejność zawartości PHEs w jadalnych częściach warzyw: korzenie > liście > nasiona > bulwy > strąki > kwiatostany > pędy > owoce. Natomiast analizując PHEs, wywołujące negatywne efekty zdrowotne niezależnie od dawki pobranej, malejąca kolejność ich zawartości w częściach jadalnych warzyw została określona następująco: liście > korzenie > bulwy > strąki > kwiatostany > nasiona > pędy > owoce.

W celu określenia podatności poszczególnych części badanych warzyw do akumulacji PHEs obliczono wskaźniki bioakumulacji BA (ang. *Bioaccumulation Coefficient*) i wskaźniki biokoncentracji BC (ang. *Bioconcentration Coefficient*) dla układu gleba – roślina. Wykazano, że badane warzywa korzeniowe charakteryzowały się zdolnością do akumulowania Cd, Hg i Tl, warzywa liściaste do kumulowania Cd, Hg, Tl i Zn, warzywa bulwiaste do magazynowania Cd, Hg i Sb oraz warzywa strączkowe i nasienne do gromadzenia Cd, Sb i Zn.

Analiza ryzyka zdrowotnego została przeprowadzona w oparciu o statystycznie spożywane ilości warzyw w Polsce (Seremak-Bulge 2016a, 2016b). Na tej podstawie obliczono dzienne dawki pobrane PHEs i porównano je z dopuszczalnymi maksymalnymi tolerowanymi dawkami dziennymi PMTDI (ang. *Permissible Maximum Tolerable Daily Intake*), wyznaczonymi przez międzynarodowe organizacje zajmujące się ochroną zdrowia. Wykazano, że dzienne spożycie warzyw stanowiło następujący procent PMTDI: Cd 23%, Tl 13%, Hg 5,0%, Ni 3,1%, Pb 2,6%, As 0,4%. Największe dzienne pobranie PHEs było spowodowane spożyciem warzyw korzeniowych, bulwowych oraz liściastych. Wynikało to przede wszystkim z kultury spożycia warzyw korzeniowych i bulwowych w Polsce, głównie ziemniaków (Dzwonkowski 2017). Obliczone ryzyko niekancerogenne HQ (ang. *Hazard Quotient*) dla badanych PHEs wykazało przekroczenie wartości akceptowalnej (HQ = 1) w przypadku spożycia warzyw korzeniowych (HQ = 12,1), liściastych (HQ = 2,1) i bulwiastych (HQ = 1,4). Wykazano nieakceptowalne wartości ryzyka kancerogennego CR (ang. *Cancer Risk*) obliczonego dla zawartości As w badanych warzywach (CR = $8,5 \times 10^{-5}$) przy akceptowalnym poziomie ryzyka kancerogennego wynoszącym 1×10^{-5} (RMS 2016). Ryzyko wynikające z zawartości Pb w spożywanych warzywach zostało określone na podstawie marginesów ekspozycji MOE (ang.

Margins of Exposure), dla których wartości MOE >1 definiowały akceptowalnie niski poziom ryzyka. W przypadku średnich zawartości Pb w warzywach zarówno dla dorosłych jak i dla dzieci wszystkie obliczone wartości MOE były >1, wskazując akceptowalnie niskie ryzyko.

Za najważniejsze aspekty poznawcze, przedstawione w Publikacji 3, należy uznać:

- ✓ Określenie całkowitych zawartości PHEs w częściach jadalnych warzyw uprawianych na wcześniej analizowanych glebach uprawnych Polski południowej. Zawartości PHEs w badanych warzywach zawierały się w następujących przedziałach (mg/kg ś.m.): As <LOD–0,06, Cd <LOD–0,38, Co <LOD–0,03, Cu <LOD–7,64, Hg <LOD–0,16, Ni <LOD–0,30, Pb <LOD–0,58, Sb <LOD–0,16, Tl <LOD–0,13 i Zn 1,23–34,9. Zawartości Cr i Se były <LOD we wszystkich badanych próbkach warzyw.
- ✓ Określenie przekroczenia dopuszczalnych prawem zawartości PHEs dla żywności w analizowanych warzywach. Wykazano, że dopuszczalne zawartości Cd (0,10 mg/kg ś.m.) i Hg (0,02 mg/kg ś.m.) były bliskie przekroczenia dla Cd i Hg w warzywach korzeniowych oraz dla Hg w warzywach liściastych i strączkowych. Oznaczone zawartości Pb były dużo niższe w badanych warzywach niż wyznaczony poziom dopuszczalny (0,3 mg/kg ś.m. w liściach i 0,1 mg/kg ś.m. w innych częściach roślin). Dla innych pierwiastków z grupy PHEs nie określono prawnie dopuszczalnych ich zawartości w warzywach.
- ✓ Określenie zdolności do akumulowania PHEs w poszczególnych częściach badanych warzyw na podstawie wskaźników bioakumulacji i biokoncentracji. Wykazano zdolność do akumulowania przez warzywa korzeniowe Cd, Hg i Tl, przez warzywa liściaste Cd, Hg, Tl i Zn, przez warzywa bulwiaste Cd, Hg i Sb oraz przez warzywa strączkowe i nasienne Cd, Sb i Zn.
- ✓ Wykazanie na podstawie przeprowadzonej analizy ryzyka zdrowotnego, że statystyczne dzienne spożycie warzyw odpowiadało za pobranie następującej ilości PHEs wyrażonej jako procent dopuszczalnej maksymalnej tolerowanej dawki dziennej (PMTDI): Cd 23%, Tl 13%, Hg 5,0%, Ni 3,1%, Pb 2,6%, and As 0,4%. Na podstawie obliczonego ryzyka niekancerogennego HQ wykazano przekroczenie jego wartości akceptowalnej w przypadku spożycia warzyw korzeniowych, liściastych i bulwiastych. Wykazano również nieakceptowalne wartości ryzyka kancerogennego CR dla zawartości As w badanych warzywach. Na podstawie marginesów ekspozycji MOE stwierdzono niskie ryzyko zdrowotne wynikające z obecności Pb w badanych warzywach.

PUBLIKACJA 4 [H4]

Gruszecka-Kosowska, A. (100%) (2019b). Human health risk assessment and potentially harmful element contents in the fruits cultivated in the southern Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Special Issue: Metal Exposure and Health Risk Assessment*, 16, 24, 5096; doi:10.3390/ijerph16245096.

Wykaz czasopism 2019: 70 punktów, IF₂₀₁₈ 2.468, IF₅ 2.948.

Aspektem badawczym omawianej publikacji było określenie zawartości całkowitych pierwiastków z grupy PHEs w owocach uprawianych na wcześniej analizowanych glebach w Polsce południowej. Na podstawie zawartości PHEs w badanych owocach i glebach określono wskaźniki translokacji w układzie gleba – roślina. Dalszym etapem była analiza ryzyka zdrowotnego wynikającego z zawartości badanych PHEs w spożywanych owocach.

Próbki owoców zostały uzyskane bezpośrednio od rolników lub zakupione na lokalnych targach żywności z zastrzeżeniem, że badane rośliny były uprawiane na glebach rolnych wcześniej analizowanych (Gruszecka-Kosowska i in. 2019, 2020). W sezonach uprawowych w latach 2015–2016 pobrano 21 rodzajów owoców zwyczajowo uprawianych w Polsce, podzielonych na następujące grupy: owoce jagodowe (9 rodzajów), owoce pestkowe (6), owoce ziarnkowe (5), owoce łupinowe (1). Zawartości tych samych PHEs jakie analizowano w glebach oznaczono łącznie w 87 próbkach owoców za pomocą spektrometrii masowej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-MS) oraz optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-OES). Ekstrakcji pierwiastków dokonano mieszaniną kwasu azotowego (V) HNO₃ i 30% nadtlenku wodoru H₂O₂ (HNO₃:H₂O₂ 3:1 obj./obj.) (DG-AG-03). Próbki owoców przed oznaczeniem w nich PHEs zostały przygotowane jak zwyczajowo do jedzenia (tj. umyte, a w przypadku orzechów obrane z łupin).

We wszystkich badanych próbkach owoców zawartości Cr, Hg, Se i As (za wyjątkiem As w orzechach włoskich) były poniżej granicy oznaczalności (<LOD). Zakresy zawartości PHEs w badanych owocach zawierały się w następujących przedziałach (mg/kg świeżej masy): As (orzech włoski) <LOD–0,14, Cd <LOD–0,12, Co <LOD–0,06, Cu <LOD–15,5, Ni <LOD–2,23, Pb <LOD–2,07, Sb <LOD–0,24, Tl <LOD–0,11 i Zn 0,37–37,7. Porównując oznaczone zawartości Cd i Pb z dopuszczalnymi ich zawartościami w żywności określonymi w EC 1881/2006 stwierdzono, że dopuszczalne zawartości Cd (0,05 mg/kg ś.m.) i Pb (0,10 mg/kg ś.m., jagody i małe owoce 0,20 mg/kg ś.m.) zostały przekroczone dla Pb w przypadku trzech rodzajów owoców jagodowych, jednego ziarnkowego i dwóch pestkowych. Należy podkreślić że dopuszczalne zawartości innych PHEs w owocach nie są określone prawem.

Malejąca kolejność zawartości PHEs w badanych grupach owoców została określona następująco: owoce jagodowe: Zn > Cu > Ni > Pb > Cd > Sb > Tl > Co, owoce ziarnkowe: Zn > Cu > Ni > Pb > Sb > Cd > Co > Tl, owoce pestkowe: Zn > Cu > Pb > Ni > Sb > Cd > Tl > Co i owoce łupinowe (orzech włoski): Zn > Cu > As > Sb > Co > Tl > Ni > Cd > Pb.

W celu określenia podatności poszczególnych grup owoców do akumulacji poszczególnych PHEs obliczono wskaźniki bioakumulacji BA (ang. *Bioaccumulation Coefficient*) i wskaźniki biokoncentracji BC (ang. *Bioconcentration Coefficient*) dla układu gleba – roślina. Wykazano, że owoce jagodowe miały potencjał do kumulowania Cu, Ni, Sb i Tl, owoce pestkowe Cu, Sb i Tl, owoce ziarnkowe Cu, Ni i Sb oraz owoce łupinowe (orzech włoski) Cu.

Analiza ryzyka zdrowotnego została przeprowadzona analogicznie jak w przypadku warzyw. W oparciu o statystycznie spożywane ilości owoców (Nosecka 2019) obliczono dzienne dawki pobrane pierwiastków z grupy PHEs i porównano je z dopuszczalnymi maksymalnymi tolerowanymi dawkami dziennymi PMTDI (ang. *Permissible Maximum Tolerable Daily Intake*), wyznaczonymi przez międzynarodowe organizacje zajmujące się ochroną zdrowia. Wykazano, że pobranie wszystkich badanych PHEs w wyniku dziennego spożycia owoców było znacznie poniżej dopuszczalnych wartości PMTDI i średnio odpowiadało za pobranie kilku procent PMTDI. Obliczone ryzyko niekancerogenne HQ (ang. *Hazard Quotient*) dla badanych PHEs w żadnej z analizowanych grup owoców nie wykazało przekroczenia wartości akceptowalnej ($HQ = 1$): owoce jagodowe $HQ = 0,47$, owoce ziarnkowe $HQ = 0,36$, owoce pestkowe $HQ = 0,42$ i owoce łupinowe (orzech włoski) $HQ = 0,22$. Obliczone wartości ryzyka kancerogenego CR (ang. *Cancer Risk*) obliczonego dla zawartości As w owocach łupinowych tj. orzechach włoskich ($CR = 2,0 \times 10^{-6}$) był na poziomie akceptowalnym (1×10^{-5} , RMŚ 2016). Ryzyko wynikające z zawartości Pb w spożywanych grupach owoców określone na podstawie marginesów ekspozycji MOE (ang. *Margins of Exposure*), było akceptowalnie niskie – zarówno dla dorosłych jak i dla dzieci wszystkie obliczone wartości MOE były >1 .

Za najważniejsze aspekty poznawcze, przedstawione w Publikacji 4, należy uznać:

- ✓ Określenie całkowitych zawartości PHEs w częściach jadalnych owoców uprawianych na wcześniej analizowanych glebach uprawnych Polski południowej. Zawartości PHEs w badanych owocach zawierały się w następujących przedziałach (mg/kg ś.m.): As (orzech włoski) $<LOD-0,14$, Cd $<LOD-0,12$, Co $<LOD-0,06$, Cu $<LOD-15,5$, Ni $<LOD-2,23$, Pb $<LOD-2,07$, Sb $<LOD-0,24$, Tl $<LOD-0,11$ i Zn 0,37–37,7. Zawartości Cr, Hg, Se

i As (za wyjątkiem orzechów włoskich) były poniżej granicy oznaczalności we wszystkich badanych próbkach owoców.

- ✓ Określenie przekroczenia prawnie dopuszczalnych zawartości PHEs dla żywności w analizowanych owocach. Wykazano, że określone prawem dopuszczalne zawartości Cd (0,05 mg/kg ś.m.) i Pb (0,10 mg/kg ś.m., jagody i małe owoce 0,20 mg/kg ś.m.) w owocach zostały przekroczone jedynie dla Pb w przypadku trzech rodzajów owoców jagodowych, jednego ziarnkowego i dwóch pestkowych. Dla innych pierwiastków z grupy PHEs nie określono dopuszczalnych ich zawartości w owocach.
- ✓ Określenie zdolności do akumulowania PHEs w poszczególnych częściach badanych owoców na podstawie wskaźników bioakumulacji i biokoncentracji. Wykazano, że owoce jagodowe miały potencjał do kumulowania Cu, Ni, Sb i Tl, owoce pestkowe Cu, Sb i Tl, owoce ziarnkowe Cu, Ni i Sb oraz owoce łupinowe (orzech włoski) do kumulowania Cu.
- ✓ Wykazanie na podstawie przeprowadzonej analizy ryzyka zdrowotnego, że statystyczne dzienne spożycie owoców odpowiadało za pobranie PHEs w ilości odpowiadającej średnio kilku procentom dopuszczalnej maksymalnej tolerowanej dawki dziennej (PMTDI). Obliczone ryzyko niekancerogenne HQ nie wykazało przekroczenia wartości akceptowalnej w żadnej z analizowanych grup owoców. Wykazano akceptowalne wartości ryzyka kancerogennego CR dla zawartości As w owocach łupinowych (orzechy włoskie). Ryzyko wynikające z zawartości Pb w spożywanych grupach owoców określone na podstawie marginesów ekspozycji MOE było akceptowalnie niskie.

PUBLIKACJA 5 [H5]

Gruszecka-Kosowska, A. (100%) (2020). Human health risk assessment and potentially harmful element contents in the cereals cultivated on agricultural soils. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Special Issue: Trace Element Exposure and Metabolism in Human Health*, 17, 5, 1674; doi:10.3390/ijerph17051674.

Wykaz czasopism 2019: 70 punktów, IF₂₀₁₈ 2.468, IF₅ 2.948

Aspektem badawczym omawianej publikacji było określenie zawartości całkowitych pierwiastków z grupy PHEs w ziarnach zbóż uprawianych na wcześniej analizowanych glebach w Polsce południowej. Na podstawie zawartości PHEs w badanych ziarnach zbóż i glebach określono wskaźniki translokacji w układzie gleba – roślina. Następnym etapem była analiza ryzyka zdrowotnego wynikającego z zawartości badanych PHEs w spożywanych zbożach.

Próbki zbóż zostały uzyskane bezpośrednio od rolników z zastrzeżeniem, że badane rośliny były uprawiane na glebach rolnych wcześniej analizowanych (Gruszecka-Kosowska i in. 2019, 2020). W sezonach uprawowych w latach 2015–2016 pobrano 6 rodzajów zbóż zwyczajowo

uprawianych w Polsce tj. jęczmień, kukurydza, owies, żyto, pszenżyto i pszenica. Zawartości tych samych PHEs jakie analizowano w glebach oznaczono łącznie w 18 próbkach zbóż za pomocą spektrometrii masowej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-MS) oraz optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-OES) po ekstrakcji pierwiastków mieszaniną kwasu azotowego (V) HNO_3 i 30% nadtlenu wodoru H_2O_2 ($\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}_2$ 3:1 obj./obj.) (DG-AG-03). Ziarna zbóż zostały wyłuskane z kłosów, umyte i wysuszone przed oznaczeniem w nich PHEs.

We wszystkich badanych próbkach ziaren zbóż zawartości Cr i Se były poniżej granicy oznaczalności (<LOD). Zawartości PHEs w badanych ziarnach zbóż zawierały się w następujących przedziałach (mg/kg świeżej masy): As <LOD–0,01, Cd <LOD–0,29, Co <LOD–0,01, Cu <0,002–11,0, Hg <LOD–0,08, Ni <LOD–8,40, Pb <LOD–12,0, Sb <LOD–0,43, Tl <LOD–0,16 i Zn 5,47–67,7. Porównując oznaczone zawartości Cd i Pb z dopuszczalnymi ich zawartościami w żywności określonymi w EC 1881/2006 stwierdzono, że dopuszczalne zawartości Cd (0,10 mg/kg ś.m., dla pszenicy 0,20 mg/kg ś.m.) i Pb (0,20 mg/kg ś.m.) zostały znacząco przekroczone w przypadku ziaren pszenicy, owsa, żyta i jęczmienia pobranych w regionie śląskim. Zawartości Cd i Pb w ziarnach kukurydzy we wszystkich badanych próbkach były znacząco poniżej dopuszczalnych zawartości. Zawartości Cd i Pb we wszystkich badanych próbkach ziaren pszenżyta były <LOD. Należy podkreślić, że dopuszczalne zawartości innych PHEs w zbożach nie są określone prawem.

Wykazano następującą malejącą kolejność zawartości badanych PHEs w ziarnach zbóż: jęczmień: Zn > Ni > Pb > Cu > Cd > Sb > Tl, kukurydza: Zn > Ni > Cu > Sb > Cd > As > Co > Hg > Pb > Tl, owies: Zn > Pb > Cu > Ni > Tl > Sb, żyto: Zn > Cu > Pb > Ni > Sb > Tl, pszenżyto: Zn > Cu > Ni > Sb > Tl > Cd, pszenica: Zn > Cu > Ni > Pb > Sb > Hg > Cd > Tl. Brak danego PHE oznacza, że jego zawartość była poniżej granicy oznaczalności (<LOD) w ziarnach danego zboża.

W celu określenia podatności badanych ziaren zbóż do akumulacji PHEs obliczono wskaźniki bioakumulacji BA (ang. *Bioaccumulation Coefficient*) i wskaźniki biokoncentracji BC (ang. *Bioconcentration Coefficient*) dla układu gleba – roślina. Wykazano, że badane ziarna zbóż nie miały potencjału do kumulowania PHEs (wskaźniki koncentracji <1), przy czym najwyższe wskaźniki koncentracji wykazano dla Tl w ziarnach owsa (BA = 0,80) i Hg w ziarnach pszenicy (BA = 0,64).

Analiza ryzyka zdrowotnego została przeprowadzona analogicznie jak w przypadku warzyw i owoców. W oparciu o statystycznie spożywane ilości zbóż w Polsce (Łopaciuk 2019) obliczono dzienne dawki pobrane pierwiastków z grupy PHEs i porównano je

z dopuszczalnymi maksymalnymi tolerowanymi dawkami dziennymi PMTDI (ang. *Permissible Maximum Tolerable Daily Intake*), wyznaczonymi przez międzynarodowe organizacje zajmujące się ochroną zdrowia. Wykazano, że pobranie badanych PHEs w wyniku dziennego spożycia zbóż było poniżej dopuszczalnych wartości PMTDI i odpowiadało średnio za pobranie od setnych części procenta do maksymalnie kilku procent PMTDI (Ni 3,94% i Pb 3,16%). Obliczone ryzyko niekancerogenne HQ (ang. *Hazard Quotient*) dla statystycznego spożycia zbóż w Polsce względem określonych w badaniach zawartości PHEs (HQ = 0,58) nie wykazało przekroczenia wartości akceptowalnej (HQ = 1). Obliczone wartości ryzyka kancerogennego CR (ang. *Cancer Risk*) obliczonego dla zawartości As w badanych ziarnach zbóż przy statystycznym spożyciu zbóż w Polsce (CR = $5,1 \times 10^{-8}$) były na poziomie akceptowalnym ($1,0 \times 10^{-5}$, RMS 2016). Ryzyko wynikające z zawartości Pb w spożywanych zbożach określone na podstawie marginesów ekspozycji MOE (ang. *Margins of Exposure*) było akceptowalnie niskie – dla średnich zawartości Pb w badanych zbożach obliczona wartość MOE wynosiła 1,27.

Za najważniejsze aspekty poznawcze, przedstawione w Publikacji 5, należy uznać:

- ✓ Określenie całkowitych zawartości PHEs w ziarnach zbóż uprawianych na wcześniej analizowanych glebach uprawnych Polski południowej. Zawartości PHEs w badanych ziarnach zbóż zawierały się w następujących przedziałach (mg/kg ś.m.): As <LOD–0,01, Cd <LOD–0,29, Co <LOD–0,01, Cu <0,002–11,0, Hg <LOD–0,08, Ni <LOD–8,40, Pb <LOD–12,0, Sb <LOD–0,43, Tl <LOD–0,16 i Zn 5,47–67,7. Zawartości Cr i Se były poniżej granicy oznaczalności we wszystkich badanych próbkach zbóż.
- ✓ Określenie przekroczenia prawnie dopuszczalnych zawartości PHEs dla żywności w analizowanych zbożach. Wykazano, że określone prawem dopuszczalne zawartości Cd (0,10 mg/kg ś.m., dla pszenicy 0,20 mg/kg ś.m.) i Pb (0,20 mg/kg ś.m.) zostały przekroczone w regionie śląskim w ziarnach pszenicy, owsa, żyta i jęczmienia. Zawartości Cd i Pb w ziarnach kukurydzy w badanych regionach Polski południowej były znacząco poniżej dopuszczalnych zawartości. Zawartości Cd i Pb w badanych próbkach pszenżyta były poniżej granicy oznaczalności. Dla innych pierwiastków z grupy PHEs nie określono dopuszczalnych ich zawartości w zbożach.
- ✓ Określenie zdolności do akumulowania PHEs w ziarnach zbóż na podstawie wskaźników bioakumulacji i biokoncentracji. Nie wykazano zdolności badanych nasion zbóż do akumulowania PHEs.
- ✓ Wykazanie na podstawie przeprowadzonej analizy ryzyka zdrowotnego, że statystyczne dzienne spożycie ziaren zbóż odpowiadało za pobranie PHEs w ilości od setnych części

procenta do maksymalnie kilku procent dopuszczalnej maksymalnej tolerowanej dawki dziennej (PMTDI). Obliczone ryzyko niekancerogenne HQ dla statystycznego spożycia zbóż w Polsce nie wykazało przekroczenia wartości akceptowalnej. Wykazano, że obliczone wartości ryzyka kancerogennego CR dla zawartości As w badanych zbożach były na poziomie akceptowalnym. Ryzyko obliczone dla średnich zawartości Pb w badanych zbożach określone na podstawie marginesów ekspozycji MOE było akceptowalnie niskie.

Podsumowanie

W przedstawionym cyklu publikacji badano zawartości pierwiastków potencjalnie szkodliwych (PHEs) w układzie gleby uprawne – rośliny jadalne – ryzyko zdrowotne dla konsumentów. Wyniki badań przeprowadzonych na próbkach gleb uprawnych w Polsce południowej, opisane szczegółowo w Publikacji 1, jednoznacznie wykazały, że pod względem całkowitych zawartości badanych pierwiastków z grupy PHEs gleby te były w pełni przydatne do produkcji roślin jadalnych (Gruszecka-Kosowska i in. 2020). Biorąc jednak pod uwagę obliczone wartości wskaźników zanieczyszczenia wykazano, że badane gleby charakteryzowały się wzbogaceniem w Zn i Pb, a także As, Cd, Cu i Hg (Gruszecka-Kosowska i in. 2020).

Uwzględniając fakt, że całkowita zawartość pierwiastków nie zawsze w pełni informuje o rzeczywistym zagrożeniu dla środowiska, w Publikacji 2 analizowano mobilność i biodostępność pierwiastków z grupy PHEs we wcześniej analizowanych próbkach gleb uprawnych. Badania mobilności przeprowadzone za pomocą wskaźników frakcjonowania geochemicznego wykazały, że najbardziej mobilne spośród badanych PHEs były Cd i Zn, a ryzyko ich uwalniania z gleb było średnie (Gruszecka-Kosowska i in. 2019). Dla badanych PHEs stwierdzono następujące ich zawartości w formach mobilnych (mg/kg s.m.): As 0,05-0,57, Cd 0,20-0,69, Co 0,21-0,60, Cr 0,09-0,26, Cu 0,35-1,39, Ni 0,08-1,06, Sb 0,04-0,05, Tl 0,002-0,01, Zn 9,20-131 (Gruszecka-Kosowska i in. 2019). Badania potencjalnej biodostępności (0,05 M Na₂EDTA) analizowanych PHEs wykazały następujące przedziały ich zawartości dostępne dla roślin (mg/kg s.m.): Cd 0,11–3,11, Cr 0,08–1,11, Cu 0,67–23,8, Ni 0,22–8,87, Pb 3,04–90,3, Zn 3,73–126. Analiza biodostępnych form PHEs (0,01 M CaCl₂) wykazała następujące zakresy ich zawartości (mg/kg s.m.): Cd 0,01–0,25, Cr <LOD–0,04, Cu <LOD–0,68, Ni <LOD–1,37, Pb 0,02–0,53, Zn 0,02–4,30 (Gruszecka-Kosowska i in. 2019).

Na podstawie przeprowadzonych badań mobilności i biodostępności PHEs w glebach uprawnych w Publikacji 3 analizowano całkowite zawartości PHEs w warzywach uprawianych

na tychże glebach. Analizując wskaźniki translokacji badanych PHEs w układzie gleba – roślina dla badanych warzyw wykazano zdolność do akumulowania Cd, Hg i Tl przez warzywa korzeniowe, Cd, Hg, Tl i Zn przez warzywa liściaste, Cd, Hg i Sb przez warzywa bulwiaste oraz Cd, Sb i Zn przez warzywa strączkowe i nasienne (Gruszecka-Kosowska 2019a). Przeprowadzona analiza ryzyka zdrowotnego na podstawie statystycznych wartości spożywanych warzyw w Polsce wykazała, że największe ryzyko niekancerogenne przekraczające wartość akceptowalną było związane z zawartością PHEs w spożywanych warzywach korzeniowych, liściastych oraz bulwiastych (Gruszecka-Kosowska 2019a).

W Publikacji 4 analizowano całkowite zawartości PHEs w owocach uprawianych na badanych glebach uprawnych. Analizując wskaźniki translokacji badanych PHEs w układzie gleba – roślina dla badanych owoców wykazano, że owoce jagodowe miały potencjał do kumulowania Cu, Ni, Sb i Tl, owoce pestkowe Cu, Sb i Tl, owoce ziarnkowe Cu, Ni i Sb, a owoce lupinowe (orzech włoski) do kumulowania Cu (Gruszecka-Kosowska 2019b). Analiza ryzyka zdrowotnego na podstawie statystycznych wartości spożywanych owoców w Polsce wykazała, że obliczone ryzyko zdrowotne było na akceptowalnie niskim poziomie (Gruszecka-Kosowska 2019b).

W Publikacji 5 analizowano całkowite zawartości PHEs w ziarnach zbóż uprawianych na opisywanych glebach uprawnych. Analizując wskaźniki translokacji badanych PHEs w układzie gleba – roślina nie wykazano zdolności badanych ziaren zbóż do akumulowania PHEs (Gruszecka-Kosowska 2020). Analiza ryzyka zdrowotnego przeprowadzona na podstawie statystycznych wielkości spożywanych zbóż w Polsce wykazała akceptowalnie niskie wartości ryzyka zdrowotnego (Gruszecka-Kosowska 2020).

Podsumowując, można stwierdzić że celowym wydaje się wprowadzenie do badań monitoringowych analiz mobilności i biodostępności pierwiastków z grupy PHEs zgodnie z metodyką przedstawioną w publikacjach 1 i 2. Uzyskane wyniki badań pozwoliłyby na bardziej rzeczywiste określanie stopnia przenoszenia PHEs w układzie gleba – roślina, co jest szczególnie istotne w przypadku roślin konsumpcyjnych. Wykazano również, że informacje uzyskane na podstawie analizy ryzyka zdrowotnego dla konsumentów roślin jadalnych przedstawionych w Publikacjach 3, 4 i 5 dostarczyły cennych informacji z punktu widzenia zdrowia publicznego.

Literatura:

Baker, D., Karalliedde, L., Murray, V., Maynard, R., Parkinson, N.H.T. (2012). *Essentials of Toxicology for Health Protection*, Second Edition, Oxford University Press, United Kingdom.

- Banna, J.C., Gilliland, B., Keefe, M., Zheng, D. (2016). Cross-cultural comparison of perspectives on healthy eating among Chinese and American undergraduate students. *MBC Public Health*, 16, 1015.
- Baran, A., Czech, T., Wieczorek, J. (2014). Chemical properties and toxicity of soils contaminated by mining activity. *Ecotoxicology*, 2, 7, 1234–1244.
- Baran, A., Wieczorek, J., Mazurek, R., Urbański, K., Klimkowicz-Pawlas, A. (2018). Potential ecological risk assessment and predicting zinc accumulation in soils. *Environmental Geochemistry and Health*, 40, 1, 435–450.
- Barsova, N., Yakimenko, O., Tolpeshta, I., Motuzova, G. (2019). Current state and dynamics of heavy metal soil pollution in Russian Federation - A review. *Environmental Pollution*, 24, 200–207.
- Bini, C., Bech, J. (2014). *PHEs, environment and human health. Potentially harmful elements in the environment and the impact on human health*. ISBN 978-94-017-8965-3 (eBook), Springer.
- Cabral-Pinto, M.M.S., Marinho-Reis, P., Almeida, A., Ordens, C.M., Silva, M.M.V.G., Freitas, S., Simões, M., Moreira, M.I., Dinis, P.A., Diniz, M.L., Ferreira da Silva, E.A., de Melo, M.T.C. (2018). Human predisposition to cognitive impairment and its relation with environmental exposure to potentially toxic elements. *Environmental Geochemistry and Health*, 40, 5, 1767–1784.
- CCME (2007). Canadian Council of Ministers of the Environment (2007). Canadian soil quality guidelines for the protection of environmental and human health: summary tables. Updated September, 2007. In: *Canadian environmental quality guidelines, 1999*. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.
- DG-AG-03. Digestion Application DG-AG-03. *Ground vegetable*. Milestone Microwave Laboratory Systems.
- Dzwonkowski, W. (2017). *Ewolucja produkcji ziemniaków w Polsce i UE*. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego, 17, 3, 71–80.
- EC 1881/2006. *Rozporządzenie Komisji Europejskiej EC 1881/2006 z dnia 19 grudnia 2006 r. ustalające najwyższe dopuszczalne poziomy niektórych zanieczyszczeń w środkach spożywczych*.
- El-Kady, A.A., Abdel-Wahhab, M.A. (2018). Occurrence of trace metals in foodstuffs and their health impact. *Trends in Food Science and Technology*, 75, 36–45.
- Fuller, R., Rahona, E., Fisher, S., Caravanos, J., Webb, D., Kass, D., Matte, T., Landrigan, P.J. (2018). Pollution and non-communicable disease: Time to end the neglect. *Lancet Planet Health* 2, e96–e98, doi:10.1016/S2542-519630020-2.
- Gruszecka-Kosowska, A. (2019a). Potentially harmful element concentrations in the vegetables cultivated on arable soils, with human health risk implications. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Special Issue: Heavy Metal Pollution and Health Risk Assessment*, 16, 20, 4053, doi:10.3390/ijerph16204053.
- Gruszecka-Kosowska, A. (2019b). Human health risk assessment and potentially harmful element contents in the fruits cultivated in the southern Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Special Issue: Metal Exposure and Health Risk Assessment*, 16, 24, 5096; doi:10.3390/ijerph16245096.
- Gruszecka-Kosowska, A. (2020). Human health risk assessment and potentially harmful element contents in the cereals cultivated on agricultural soils. *International Journal of Environmental Research and Public Health, Special Issue: Trace Element Exposure and Metabolism in Human Health*, 17, 5, 1674; doi:10.3390/ijerph17051674.
- Gruszecka-Kosowska, A., Baran, A., Mazur-Kajta, K., Czech, T. (2019). Geochemical fractions of the agricultural soils of southern Poland and the assessment of the potentially

- harmful element mobility. *Minerals, Special Issue: Trace Element Biogeochemistry*, 9, 11, 674; doi:10.3390/min9110674.
- Gruszecka-Kosowska, A., Baran, A., Wdowin, M., Mazur-Kajta, K., Czech, T. (2020). The contents of the potentially harmful elements in the arable soils of southern Poland, with the assessment of ecological and health risks: A case study. *Environmental Geochemistry and Health*, 42, 419–442.
- GUS (2019). *Użytkowanie gruntów i powierzchni zasiewów w 2018*. Informacje statystyczne. Główny Urząd Statystyczny, Departament Rolnictwa, Warszawa.
- Huang, Y., Wang, Y., Wang, W., Li, T., He, Z., Yang, X. (2019). Current status of agricultural soil pollution by heavy metals in China: A meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 651, 3034–3042.
- IARC (2012). International Agency for Research on Cancer (2012). *A review of human carcinogens: arsenic, metals, fibres, and dusts: chromium (VI) compounds*. IARC Monographs Vol. 100C-9. International Agency for Research on Cancer (IARC) <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C-9.pdf> (Accessed: 10/02/2019).
- Jiang, B., Ma, Y., Zhu, G., Li, J. (2019). A new model describing copper dose-toxicity to tomato and bok choy growth in a wide range of soils. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16, 264; doi:10.3390/ijerph16020264.
- Kapetanaki, A.B., Brennan, D.R., Caraher M. (2014). Social marketing and healthy eating: findings from young people in Greece. *International Review on Public and Nonprofit Marketing*, 11, 161–180.
- Kelepertzis, E., Paraskevopoulou, V., Argyraki, A., Fligos, G., Chalkiadaki, O. (2015). Evaluation of single extraction procedures for the assessment of heavy metal extractability in citrus agricultural soil of a typical Mediterranean environment (Argolida, Greece). *Journal of Soils and Sediments*, 15, 2265–2275.
- Kim, R.Y., Yoon, J.K., Kim, T.S., Yang, J.E., Owens, G., Kim, K.R. (2015). Bioavailability of heavy metals in soils: definitions and practical implementation – a critical review. *Environmental Geochemistry and Health*, 37, 6, 1041–1061.
- Klimek-Kopyra, A., Baran A., Zajac, T., Kulig, B. (2015). Effects of heavy metals from polluted soils on the roots and nodules formation. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21, 2, 295–299.
- Krzaklewski, W., Barszcz, J., Małek, S., Koziół, K., Pietrzykowski, M. (2004). Contamination of forest soils in the vicinity of the sedimentation pond after zinc and lead ore flotation (in the region of Olkusz, southern Poland). *Water Air & Soil Pollution*, 159, 1, 151–164.
- Łopaciuk, W. (2019). *Rynek zbóż Stan i perspektywy. Nr 56*. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej—Państwowy Instytut Badawczy; IERiGŻ-PIB: Warszawa, Polska, 2019.
- Meers, E., Samson, R., Tack, F.M.G., Ruttens, A., Vangegehuchte, M., Vangronsveld, J., Verloo, M.G. (2007). Phytoavailability assessment of heavy metals in soils by single extractions and accumulation by *Phaseolus vulgaris*. *Environmental and Experimental Botany*, 60, 385–396.
- Mikulski, S.Z., Oszczepalski, S., Sadłowska, K., Chmielewski, A., Małek, A. (2018). Występowanie pierwiastków towarzyszących i krytycznych w wybranych udokumentowanych złożach rud Zn-Pb, Cu-Ag, Fe-Ti-V, Mo-Cu-W, Sn, Au-As i Ni w Polsce. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 472, 21–25.
- Milićević, T., Relić, R., Škrivanj, S., Tesić, Ž., Popović, A. (2017). Assessment of major and trace element bioavailability in vineyard soil applying different single extraction procedures and pseudo-total digestion. *Chemosphere*, 171, 284–293.

- Nosecka, B. (2019). *Rynek owoców i warzyw Stan i perspektywy. Nr 54*. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej—Państwowy Instytut Badawczy; IERiGŻ-PIB: Warszawa, Polska, 2019.
- Peng, H., Chen, Y., Weng, L., Ma, J., Ma, Y., Li, Y., Islam, M.S. (2019). Comparisons of heavy metal input inventory in agricultural soils in North and South China: A review. *Science of the Total Environment*, 660, 776–786.
- Pinto, E., Almeida, A.A., Ferreira I.M.P.L.V.O. (2015). Assessment of metal(loid)s phytoavailability in intensive agricultural soils by the application of single extractions to rhizosphere soil. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 113, 418–424.
- Pirsaheb, M., Fattahi, N., Sharafi, K., Khamotian, R., Atafar, Z. (2016). Essential and toxic heavy metals in cereals and agricultural products marketed in Kermanshah, Iran, and human health risk assessment. *Food Additives and Contaminants: Part B*, 9, 1, 15–20.
- Pratush, A., Kumar, A., Hu, Z. (2018). Adverse effect of heavy metals (As, Pb, Hg, and Cr) on health and their bioremediation strategies: a review. *International Microbiology*, 21, 97–106.
- Potysz, A., Kierczak, J., Pietranik, A., Kądziołka, K. (2018). Mineralogical, geochemical, and leaching study of historical Cu-slugs issued from processing of the Zechstein formation (Old Copper Basin, south-western Poland). *Applied Geochemistry*, 98, 22–35.
- Postawa, A., Motyka, J. (2019). Selected trace elements and metals in groundwater within Permian sediments near Olkusz (Zn–Pb ore mining region, S Poland). *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 34–43.
- Pueyo, M., López-Sánchez, J.F., Rauret, G. (2004). Assessment of CaCl_2 , NaNO_3 and NH_4NO_3 extraction procedures for the study of Cd, Cu, Pb and Zn extractability in contaminated soils. *Analytica Chimica Acta*, 504, 217–226.
- Quevauviller, Ph., Rauret, G., Lopez-Sanchez, J.F., Rubio, R., Ure, A., Muntau, H. (1997). Certification of trace metal extractable contents in a sediment reference material (CRM 601) following a three step sequential extraction procedure. *Science of the Total Environment*, 205, 223–234.
- Rafacz, S.D. (2019). Healthy eating: approaching the selection, preparation, and consumption of healthy food as choice behavior. *Perspectives on Behavior Science*, 42, 647–674.
- Rauret, G. (1998). Extraction procedures for the determination of heavy metals in contaminated soil and sediments, *Talanta*, 46, 3, 449–455.
- RMS (2016). *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi* (Dz.U. 2016, poz. 1395).
- Rodríguez-Eugenio, N., McLaughlin, M., Pennock, D. (2018). *Soil Pollution: A Hidden Reality*; Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy.
- Seremak-Bulge, J. (2016a). *Rynek owoców i warzyw Stan i perspektywy. Nr 48*. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej—Państwowy Instytut Badawczy; IERiGŻ-PIB: Warszawa, Polska, 2016.
- Seremak-Bulge, J. (2016b). *Rynek ziemniaka Stan i perspektywy. Nr 43*. Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej—Państwowy Instytut Badawczy; IERiGŻ-PIB: Warszawa, Polska, 2016.
- Shi, T., Ma, J., Wu, X., Ju, T., Lin, X., Zhang, Y., Li, X., Gong, Y., Hou, H., Zhao, L., Wu, F. (2018). Inventories of heavy metal inputs and outputs to and from agricultural soils: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 164, 118–124.
- Šukalić, A., Ahmetović, N., Mačkić, S., Leto, A., Džubur, A., Antunović, B. (2018). Human Health Risk Assessment of Heavy Metals from the Agricultural Soil in South Herzegovina. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 83, 1, 45–50.

- Świetlik, R., Trojanowska, M. (2008). Metody frakcjonowania chemicznego stosowane w badaniach środowiskowych. *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, 9, 29–36, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce.
- USEPA (1989). *Risk assessment guidance for superfund, Vol. 1: Human health evaluation manual, Part A, Interim final*. Office of Emergency and Remedial Response. USEPA, Washington, DC, USA.
- USEPA. (1991). *Role of the baseline risk assessment in superfund remedy selection decisions*. OSWER Directive 9355.0-30, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, DC, USA.
- USEPA (1998). *Method 6020B: Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry. Revision 2*. USEPA, Washington, DC, USA.
- Wadhwa, S.H., Kazi, T.G., Afridi, H.I., Naeemullah, F.N.T. (2015). Interaction between carcinogenic and anti-carcinogenic trace elements in the scalp hair samples of different types of Pakistani female cancer patients. *Clinica Chimica Acta*, 439, 178–184.
- Wan, M., Hu, W., Qu, M., Tiam, K., Zhang, H., Wang, Y., & Huang B. (2019). Application of arc emission spectrometry and portable X-ray fluorescence spectrometry to rapid risk assessment of heavy metals in agricultural soils. *Ecological Indicators*, 101, 583–594.
- Waroszewski, J., Sprafke, T., Kabała, C., Kobierski, M., Kierczak, J., Musztyfaga, E., Loba, A., Mazurek, R., Łabaz, B. (2019). Tracking textural, mineralogical and geochemical signatures in soils developed from basalt-derived materials covered with loess sediments (SW Poland). *Geoderma*, 337, 983–997.
- Wieczorek, J., Baran, A., Urbański, K., Mazurek, K., Klimkowicz-Pawlas, A. (2018). Assessment of the pollution and ecological risk of lead and cadmium in soils. *Environmental Geochemistry and Health*, 40, 6, 2325–2342.
- Zhuang, P., Zou, B., Li, N.Y., Li, Z. A. (2009). Heavy metal contamination in soils and food crops around Dabaoshan mine in Guangdong, China: implication for human health. *Environmental Geochemistry and Health*, 31, 707–715.

5. INFORMACJA O WYKAZYWANIU SIĘ ISTOTNĄ AKTYWNOŚCIĄ NAUKOWĄ ALBO ARTYSTYCZNĄ REALIZOWANĄ W WIĘCEJ NIŻ JEDNEJ UCZELNI, INSTYTUCJI NAUKOWEJ LUB INSTYTUCJI KULTURY, W SZCZEGÓLNOŚCI ZAGRANICZNEJ

Przed uzyskaniem stopnia doktora

Studia magisterskie rozpoczęłam w 1999 r. na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska (WGGiOŚ) Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie (AGH). W trakcie studiów wybrałam kierunek: Inżynieria środowiska, specjalność: Geologia i geochemia środowiska. Od III roku studiów studiowałam trybem Indywidualnego Toku Studiów pod opieką naukową Pani Prof. dr hab. inż. Edeltraudy Helios-Rybackiej. Pracę magisterską pt. „Ocena zanieczyszczenia chromem osadów Jeziora Rożnowskiego” napisałam pod opieką Pani Prof. dr hab. inż. Edeltraudy Helios-Rybackiej. Celem pracy magisterskiej była ocena stopnia zanieczyszczenia chromem osadów Jeziora Rożnowskiego przeprowadzona z wykorzystaniem naukowych klasyfikacji środowiskowych. Praca magisterska została

oceniona celująco. Wyniki pracy magisterskiej zostały opublikowane w czasopiśmie branżowym: Helios-Rybicka E., Kuźniakowska M., Gruszecka A. (2005). Zanieczyszczenie chromem Jeziora Rożnowskiego, *Inżynieria Środowiska*, 10, 2, 161–174. Studia ukończyłam w 2004 r. ze średnią ocen 5,09 i zostałam odznaczona Brązową Odznaką im. Stanisława Staszica dla najlepszego absolwenta w roku akademickim 2003/2004.

W 2004 roku zostałam laureatką konkursu na najlepszych absolwentów kierunków związanych z ochroną środowiska w Polsce organizowanego przez Fundację im. Profesora Nowickiego oraz niemiecką fundacją ds. ochrony środowiska Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Nagrodą w konkursie było półroczne (1.02. – 31.08. 2005) stypendium naukowe w Centrum Badań Środowiskowych – UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig – Halle, w Lipsku w Niemczech. Z uwagi na obszerność prowadzonych przez mnie badań stypendium zostało przedłużone do końca grudnia 2005 roku.

W roku akademickim 2004/2005 rozpoczęłam studia doktoranckie na Wydziale Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska (WGGiOŚ) Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie (AGH). W latach 2005–2007 pobierałam stypendium za osiągnięcia naukowe.

W okresie 1.02. – 31.12. 2005 odbyłam staż naukowy w Centrum Badań Środowiskowych – UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig – Halle (obecnie Helmholtz – Zentrum für Umweltforschung) w Lipsku w Niemczech w ramach stypendium Fundacji im. Profesora Nowickiego i niemieckiej fundacji Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Podczas stażu wykonałam badania naukowe do pracy doktorskiej na próbkach środowiskowych pobranych z terytorium Polski i Niemiec. Badania wykonane do pracy doktorskiej obejmowały analizy zawartości metali ciężkich w wodach powierzchniowych, osadach dennych, glebach oraz roślinach w sąsiedztwie składowisk odpadów przemysłowych: cynku i ołowiu w Polsce oraz miedzi w Niemczech, przy użyciu spektrometrii mas z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-MS) oraz fluorescencji rentgenowskiej (XRF). Na podstawie otrzymanych wyników wykonałam analizę ryzyka środowiskowego i zdrowotnego wynikającego z zawartości metali ciężkich w środowisku badanych obszarów. Częściowe wyniki pracy doktorskiej zostały zaprezentowane na czterech międzynarodowych konferencjach (Kraków 2006, Lipsk 2006, Toruń 2007, Lipsk 2007) w postaci trzech prezentacji posterowych i jednej prezentacji ustnej. Praca doktorska pt. *„Metale ciężkie w wodach i osadach rzecznych oraz glebach w otoczeniu składowisk odpadów górniczych i hutniczych w Bukownie (Polska) i Mansfeld (Niemcy) – ocena ryzyka ekologicznego”* została obroniona z wyróżnieniem w dniu 5 listopada 2007 roku.

Po uzyskaniu stopnia doktora

Po obronie doktoratu roku zostałam zatrudniona na WGGiOŚ w dniu 1 października 2008 w Katedrze Geologii Ogólnej, Ochrony Środowiska i Geoturystyki na stanowisku adiunkta. Obecnie jest to Katedra Ochrony Środowiska, w której pracuję do dziś.

W 2011 roku częściowe wyniki badań z pracy doktorskiej zostały opublikowane w monografii naukowej pt. „*Metale ciężkie w wodach i osadach rzecznych oraz glebach w otoczeniu składowisk odpadów górniczych i hutniczych w Bukowni (Polska) i Mansfeld (Niemcy)*”. Wydawnictwa Naukowe AGH, Rozprawy doktorskie, Monografie, Kraków 2011.

Swoją wiedzę oraz doświadczenie naukowe pogłębiałam realizując badania w następujących tematach badawczych:

Analiza możliwości przemysłowego wykorzystania drobnoziarnistych odpadów mineralnych

Temat powstawania i zagospodarowania odpadów przemysłowych, będący częścią mojej pracy doktorskiej, był przeze mnie kontynuowany w ramach badań dotyczących możliwości gospodarczego wykorzystania drobnoziarnistych odpadów mineralnych. W badaniach zajmowano się odpadami poflotacyjnymi z przeróbki rud cynkowo-ołowiowych, odpadami poflotacyjnymi z procesu wzbogacania rud miedzi oraz odpadowym pyłem dolomitowym z procesu produkcji mas bitumicznych do budowy dróg. Badania wymienionych odpadów obejmowały analizę chemiczną (fluorescencja rentgenowska XRF) i mineralogiczną (dyfraktometria rentgenowska XRD), analizy teksturalne (metoda niskotemperaturowej izotermy adsorpcji azotu w temperaturze ciekłego azotu $-196,15^{\circ}\text{C}$), analizy uziarnienia (laserowa analiza granulometryczna). Określanie całkowitej zawartości metali ciężkich (po rozkładzie w wodzie królewskiej) oraz ich form związania w badanych odpadach (metodą trzystopniowej ekstrakcji sekwencyjnej BCR – ang. *Community Bureau of Reference*) określano za pomocą spektrometrii mas z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-MS) oraz optycznej spektrometrii emisyjnej z plazmą indukcyjnie wzbudzoną (ICP-OES). Wykonywane testy wymywania metali ciężkich z próbek odpadów obejmowały test wymywania wodnego, test wymywania określający toksyczność TCLP (ang. *Toxicity Characteristic Leaching Procedure*), test wymywania symulujący naturalne opady SPLP (ang. *Synthetic Precipitation Laching Procedure*), test wymywania w zmiennych warunkach pH (EPA 1313) oraz test wymywania w zmiennych warunkach wilgotności (EPA 1316). Na podstawie uzyskanych wyników badań jako potencjalny kierunek gospodarczego wykorzystania badanych odpadów

określono ich zastosowanie jako sorbentów do usuwania metali ciężkich ze ścieków przemysłowych. Wyniki badań sorpcji metali ciężkich z roztworów wodnych w warunkach laboratoryjnych były przedmiotem poniżej wymienionych publikacji naukowych i wystąpień konferencyjnych.

W ramach tego tematu w latach 2011–2012 uzyskałam i zrealizowałam grant dziekański pt. „*Metody modyfikacji odpadów poflotacyjnych z przeróbki rud cynkowo-ołowiowych z Zakładów Górniczo-Hutniczych „Bolesław” w Bukownie*”, Nr pracy: 15.11.140.074.

Nawiązałam również współpracę z Miejskim Przedsiębiorstwem Robót Inżynieryjnych Sp. z o.o., w którym dwukrotnie odbyłam staż i dwukrotnie wykonałam opracowania eksperckie:

- w okresie 1.01.2013 – 31.03.2013 w ramach projektu "SPiN – Skuteczny Przedsiębiorca i Naukowiec" organizowanego przez Akademicki Inkubator Przedsiębiorczości Politechniki Krakowskiej, Centrum Transferu Technologii Medycznych Park Technologiczny, Akademicki Inkubator Przedsiębiorczości AGH realizowanego w ramach Priorytetu VIII Regionalne kadry gospodarki, Działania 8.2 Transfer wiedzy, Poddziałania 8.2.1 Wsparcie dla współpracy sfery nauki i przedsiębiorstw Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki.
- w okresie 1.08.2013 – 31.01.2014 w ramach projektu „Wiedza, praktyka, współpraca – klucz do sukcesu w biznesie”, organizowanego przez Małopolską Agencję Rozwoju Regionalnego w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego Kapitał Ludzki.

Do najważniejszych publikacji z tej tematyki należą:

1. Wdowin M., Gruszecka A. (2012). Charakterystyka mineralogiczno-chemiczna i teksturalna odpadów poflotacyjnych z przemysłu Zn-Pb pod kątem dalszych rozważań wykorzystania ich jako sorbentów. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi – Minerals Resources Management*, 28, 3, 55–69. Lista Journal Citation Report (JCR).
2. Gruszecka-Kosowska A., Mikoda B. (2015). Commercial utilization of mineral waste: review of analysis methods determining its compliance with environmental laws. *Geology, Geophysics & Environment*, 41, 3, 263–274.
3. Gruszecka-Kosowska A., Wdowin M., Kosowski T., Klimek A. (2015). An analysis of the chemistry, mineralogy and texture of waste dolomite powder used to identify its potential application in industry. *Geology, Geophysics & Environment*, 41, 4, 343–352.
4. Mikoda B., Gruszecka-Kosowska A., Klimek A. (2017). Copper flotation waste from KGHM as potential sorbent for heavy metal removal from aqueous solutions. *Human and Ecological Risk Assessment*, 23,7, 1610–1628. Lista JCR.

5. Gruszecka-Kosowska A., Baran P., Wdowin M., Franus W. (2017). Waste dolomite powder as an adsorbent of Cd, Pb(II), and Zn from aqueous solutions. *Environmental Earth Sciences*, 76, 15, 521, 1–12. Lista JCR.
6. Mikoda B., Gruszecka-Kosowska A., Klimek A., Tomczyk A. (2018). Air pollution control and flue gas desulfurization residues from Polish copper smelting facility as adsorbents of Pb(II) and Cu(II) from aqueous solutions. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 31, 31520–31534. Lista JCR.

Analiza ryzyka zdrowotnego wynikającego z zanieczyszczenia powietrza

Temat oceny ryzyka zdrowotnego był przeze mnie zgłębiany i poszerzany od czasu studiów doktoranckich. W tym obszarze tematycznym zajęłam się zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego i związanym z nim ryzykiem zdrowotnym. Od kilku ostatnich lat zła jakość powietrza w Polsce, a zwłaszcza w Krakowie, jest wskazywana przez Europejską Agencję Środowiska (ang. *European Environment Agency EEA*) czy Światową Organizację Zdrowia (ang. *World Health Organization WHO*) w międzynarodowych raportach środowiskowych jako podstawowy czynnik pogarszający stan zdrowia, a wręcz skracający życie (*Air Quality in Europe – 2019 Report*, EEA Report No 10.2019; *WHO Global Ambient Air Quality Database*, update 2018). Korzystając z danych pomiarowych Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska w Krakowie, Warszawie i Wrocławiu dotyczących stężeń badanych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego analizowałam ryzyko zdrowotne wynikające z oddychania powietrzem atmosferycznym oraz wtórnej redepozycji zanieczyszczeń pyłowych. Analizę ryzyka wykonywałam w oparciu o metodykę amerykańskiej Agencji Ochrony Środowiska (ang. *United States Environmental Protection Agency USEPA*), wiodącej organizacji w tej dziedzinie na świecie. Wyniki analiz potwierdziły, że aktualnie najważniejszym zanieczyszczeniem powietrza pod względem negatywnego wpływu na zdrowie jest pył zawieszony, dlatego dalsze badania naukowe obejmowały analizę chemiczną i mineralogiczną opadowego pyłu zawieszzonego, a następnie analizę ryzyka zdrowotnego. Brałam również udział w analizach jakości powietrza atmosferycznego prowadzonych przez zespół naukowców z AGH na terenach turystycznych w rejonie Niedzicy (Polska południowa), które nie są objęte Państwowym Monitoringiem Środowiska, a z uwagi na swoje walory rekreacyjne są intensywnie odwiedzane przez turystów. Efektem tej współpracy jest publikacja z listy filadelfijskiej.

W 2019 roku otrzymałam nagrodę Best Paper Award 2019 wydawnictwa *International Journal of Environmental Research and Public Health* (MDPI AG) za najlepszą publikację konferencyjną pt. “Deposited particulate matter enrichment in heavy metals and related health risk: A case study of Krakow, Poland” przedstawioną na międzynarodowej konferencji “2nd International Electronic Conference on Environmental Health Sciences”, 4–29 listopada 2019.

Do najważniejszych publikacji z tej tematyki należą:

1. Gruszecka-Kosowska A., Wdowin M. (2016). The mineralogy, geochemistry and health risk assessment of deposited particulate matter (PM) in Kraków, Poland. *Geology, Geophysics & Environment*, 42, 4, 429–441.
2. Gruszecka-Kosowska A. (2018). Assessment of the Kraków inhabitants’ health risk caused by the exposure to inhalation of outdoor air contaminants. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 32, 2, 485–499. Lista JCR.
3. Pachurka Ł., Gruszecka-Kosowska A., Kobus D., Sówka I. (2018). Assessment of inhalational exposure of residents of Wrocław, Krakow and Warszawa to benzo[a]pyrene. *Ecological Chemistry and Engineering A – Chemia i Inżynieria Ekologiczna A*, 25, 1, 39–49.
4. Adamiec E., Dajda J., Gruszecka-Kosowska A., Helios-Rybicka E., Kisiel-Dorohinicki M., Klimek R., Pałka D., Wąs J. (2019). Using medium-cost sensors to estimate air quality in remote locations: case study of Niedzica, southern Poland. *Atmosphere*, 2019, 10, 7, 393, 1–13. Lista JCR.
5. Gruszecka-Kosowska A. 2020. Deposited particulate matter enrichment in heavy metals and related health risk: a case study of Krakow, Poland. *Proceedings* (MDPI), 44, 1, 1, 1–7. IECEHS-2 2019: 2nd International Electronic Conference on Environmental Health Sciences, 4–29 November 2019.

Zanieczyszczenie środowiska a ryzyko zdrowotne związane z produktami spożywczymi

Najbardziej obszerne badania naukowe przeprowadziłam w grupie tematycznej, z której wywodzi się również osiągnięcie będące przedmiotem habilitacji. Temat badawczy polegał na analizie zanieczyszczenia produktów żywnościowych oraz napojów m.in. pierwiastkami potencjalnie szkodliwymi (PHEs). Kolejnym etapem było określenie narażenia badanych populacji, a w końcowym etapie na oszacowaniu ryzyka zdrowotnego. W ramach tego tematu w latach 2013–2014 uzyskałam i zrealizowałam grant dziekański pt. „Procedura analizy ryzyka jako narzędzie identyfikacji środowiskowych zagrożeń zdrowia”, Nr pracy: 15.11.140.357.

Do najważniejszych publikacji z tej tematyki (poza osiągnięciem habilitacyjnym) należą:

1. Gruszecka-Kosowska A., Mazur-Kajta K. (2016). Potential health risk of selected metals for Polish consumers of oolong tea from the Fujian Province, China. *Human and Ecological Risk Assessment*, 22, 5, 1147–1165. Lista JCR.
2. Gruszecka-Kosowska A., Baran A. (2017). Concentration and health risk assessment of nitrates in vegetables from conventional and organic farming. *Human and Ecological Risk Assessment*, 23, 4, 727–740. Lista JCR.
3. Baran A., Gruszecka-Kosowska A., Kołton A., Jasiewicz Cz., Piwowar P. (2018). Content and health risk assessment of selected elements in the Yerba mate (*Ilex paraguariensis*, St. hillaire). *Human and Ecological Risk Assessment*, 24, 4, 1092–1114. Lista JCR.
4. Gruszecka-Kosowska A., Baran A., Jasiewicz Cz. (2018). Content and health risk assessment of selected elements in commercially available fish and fish products. *Human and Ecological Risk Assessment*, 24, 6, 1623–1641. Lista JCR.
5. Janoska O., Gruszecka-Kosowska A. (2020). Water quality and Human Health Risk Assessment: a case study of the Czarna Przemsza River source in Zawiercie, Poland. *Human and Ecological Risk Assessment*, 26, 3, 757–781. Lista JCR.

Wyniki badań naukowych po doktoracie zostały przeze mnie zaprezentowane na czterech konferencjach międzynarodowych (Kraków 2015, Kraków 2017, Kraków 2018, konferencja elektroniczna IECEHS-2 2019) i dwóch krajowych (Kraków 2014, Kraków 2017) w postaci pięciu prezentacji posterowych i jednego wystąpienia ustnego. Wyniki badań, w których również uczestniczyłam, zostały zaprezentowane przez współautorów na kolejnych sześciu konferencjach międzynarodowych.

W 2014 roku byłam ekspertem oceniającym merytorycznie wnioski o finansowanie przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach III konkursu Programu Badań Stosowanych (dwa wnioski) oraz w ramach II konkursu Programu GEKON (sześć wniosków).

Od 2015 roku jestem regularnie zapraszana do wykonywania recenzji artykułów naukowych. Do dnia złożenia wniosku wykonałam 109 zweryfikowanych recenzji publikacji naukowych dla następujących czasopism: *Sustainability* (MDPI), *Environmental Research* (Elsevier), *Environmental Earth Sciences* (Springer), *Waste Management* (Elsevier), *Environmental Geochemistry and Health* (Springer), *Journal of Environmental Management* (Elsevier), *International Journal of Environmental Research and Public Health* (MDPI), *Waste Management and Research* (SAGE Publishing), *Ecological Indicators* (Elsevier), *Archives of Environmental Protection* (Sciendo), *Food Science and Nutrition* (Wiley), *Journal of the Brazilian*

Chemical Society (Sociedade Brasileira de Química), *Minerals* (MDPI), *Particulate Science and Technology* (Taylor & Francis), *Plos One* (Public Library of Science), *Resources* (MDPI), *Clean Technologies and Environmental Policy* (Springer), *Energies* (MDPI), *Environmental Monitoring and Assessment* (Springer), *International Journal of Environment and Pollution* (Inderscience Publishers), *Journal of Food Science and Technology* (Springer), *Journal of Hazardous Waste Materials* (Elsevier), *Nanomaterials* (MDPI), *Thoracic Cancer* (Wiley), *Toxicological and Environmental Chemistry* (Taylor & Francis), *Toxics* (MDPI), *Toxin Reviews* (Taylor & Francis), *Chemical Product and Process Modelling* (De Gruyter), *Process Safety and Environmental Protection* (Elsevier), *Water* (MDPI), *Food Research International* (Elsevier), *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* (Taylor & Francis), *Science of the Total Environment* (Elsevier), *SN Applied Science* (Springer). Certyfikaty niektórych wykonanych recenzji, wystawione przez wydawnictwa naukowe, zamieszczono w Załączniku 7.

We wrześniu 2019 roku zostałam wyróżniona przez portal Publons jako najlepszy recenzent w dziedzinie środowisko i ekologia (Top Reviewer in Environment and Ecology) oraz w kategorii recenzent międzydziedzinowy (Top Reviewer in Cross-Field).

W 2018 roku byłam recenzentem zagranicznym pracy doktorskiej pt. „*Distribution of Persistent Organic Pollutants (POPs) among Different Environmental Media (Air, Soil, Water, Biota) from Indus River Flood-Plain, Pakistan*”.

Od 2019 roku jestem członkiem panelu recenzentów (Reviewer Board) czasopisma *International Journal of Environmental Research and Public Health* (MDPI AG) (certyfikat w Załączniku 7).

W roku 2018 otrzymałam Nagrodę Indywidualną Rektora III stopnia za osiągnięcia naukowe w roku 2017. W roku 2019 otrzymałam Nagrodę Indywidualną Rektora III stopnia za osiągnięcia naukowe w roku 2018. W roku 2020 otrzymałam Nagrodę Indywidualną Rektora III stopnia za osiągnięcia naukowe w roku 2019.

6. INFORMACJA O OSIĄGNIĘCIACH DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH ORAZ POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ LUB SZTUKĘ

Przed uzyskaniem stopnia doktora

W 2004 roku byłam członkiem komitetu organizacyjnego konferencji 6. Kongres Societas Humboldtiana Polonorum „Wissenschaft und Kunst für Europa”, Kraków, 24–27 czerwca 2004 roku.

Po uzyskaniu stopnia doktora

Po studiach doktoranckich w ramach działalności dydaktycznej prowadziłam zajęcia z następujących przedmiotów: „Ochrona powietrza”, „Zanieczyszczenie i metody ochrony powietrza”, „Prawo i ekonomia w ochronie środowiska”, „Zagrożenia cywilizacyjne i zrównoważony rozwój”, „Ochrona środowiska”, „Wpływ przemysłu na środowisko”, „Geochemia środowiska”, „Analiza ryzyka środowiskowego”, „Obowiązki przedsiębiorcy w zakresie ochrony środowiska”, „Zajęcia terenowe z ochrony środowiska”, „Gleboznawstwo i rekultywacja gleb”.

Jestem autorem programów przedmiotów: „Analiza ryzyka środowiskowego” i „Obowiązki przedsiębiorcy w zakresie ochrony środowiska” oraz współautorem programu przedmiotu „Zanieczyszczenie i metody ochrony powietrza”.

Byłam opiekunem naukowym 24 obronionych prac magisterskich i 28 obronionych projektów inżynierskich. Od 2018 roku jestem promotorem pomocniczym jednej pracy doktorskiej.

W 2016 roku otrzymałam Nagrodę Zespołową Rektora II stopnia za osiągnięcia dydaktyczne.

W latach 2011–2016 na wydziale WGGiOŚ byłam członkiem Wydziałowego Zespołu ds. Krajowych Ram Kwalifikacyjnych, a następnie w latach 2016–2020 członkiem Wydziałowego Zespołu ds. Jakości Kształcenia. W 2012 roku otrzymałam dyplom uznania za pracę w Komisji ds. Jakości Kształcenia na wydziale WGGiOŚ przy opracowywaniu nowych programów studiów I i II stopnia w ramach Krajowych Ram Kwalifikacji. W latach 2016–2020 byłam członkiem Wydziałowej Komisji Bibliotecznej.

W 2014 roku byłam członkiem komitetu organizacyjnego I Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Transformacja zanieczyszczeń w środowisku”, Kraków, 11–12 grudnia 2014 r.

W 2015 roku brałam udział w pracach komitetu organizacyjnego międzynarodowej konferencji “9th International SedNet Conference Solving societal challenges; working with sediments”, Kraków, 23–26 września 2015 r.

W 2017 roku byłam członkiem komitetu organizacyjnego II Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Transformacja zanieczyszczeń w środowisku”, Kraków, 14–15 grudnia 2017 r.

Od 2014 roku jestem kierownikiem i opiekunem Sekcji Jeździeckiej AGH.

7. INNE INFORMACJE WAŻNE Z PUNKTU WIDZENIA KANDYDATA DOTYCZĄCE JEGO KARIERY ZAWODOWEJ

Po uzyskaniu stopnia doktora

- W 2009 roku wzięłam udział w projekcie Spin-off, spin-out – na start” organizowanym przez Krakowskie Centrum Zarządzania i Administracji z o.o. w Krakowie współfinansowanym przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach działania 8.2.1 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki „Wsparcie dla współpracy sfery nauki i przedsiębiorstw”.
- W latach 2012–2013 brałam udział w projekcie „SPiN – Skuteczny Przedsiębiorca i Naukowiec” organizowanym przez Akademicki Inkubator Przedsiębiorczości Politechniki Krakowskiej, Akademicki Inkubator Przedsiębiorczości Akademii Górniczo-Hutniczej AGH oraz Centrum Transferu Technologii Medycznych Park Technologiczny Sp. z o.o. współfinansowanym przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego w ramach działania 8.2 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki.
- W 2013 roku odbyłam szkolenie pt. „E-learning akademicki – szkolenie certyfikujące” w Centrum e-Learningu AGH uprawniające do prowadzenia zajęć dydaktycznych w AGH metodą e-learningu.
- W latach 2013–2014 uczęszczałam i ukończyłam Studium Doskonalenia Dydaktycznego dla Pracowników i Doktorantów AGH w Krakowie.
- W 2016 roku wzięłam udział w warsztatach organizowanych przez Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach pt. „*Nowe przepisy remediacji terenów zdegradowanych – wprowadzenie oceny ryzyka zdrowotnego*”.
- W 2017 roku w ramach konsorcjum CHMURAL byłam współautorem opracowania eksperckiego pt. „*Analiza informacji niezbędnych do dokonywania oceny występowania znaczącego zagrożenia dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska w przypadku stwierdzenia przekroczenia dopuszczalnych zawartości substancji powodujących ryzyko w glebie, ziemi lub wodach gruntowych*”, wykonanego w ramach zamówienia publicznego Nr 42/GDOŚ/2017 udzielonego przez Generalną Dyрекcję Ochrony Środowiska w Warszawie.
- W 2018 roku ukończyłam szkolenie organizowane przez StatSoft Polska pt. „*Analizy chemometryczne w Statistica – kurs podstawowy*”.

- W 2018 roku na zlecenie Zespołu Elektrowni Wodnych Niedzica S.A. byłam współautorem opracowania eksperckiego pt. *”Raport z pomiarów zanieczyszczenia powietrza na terenie Klastra Energii Zbiornika Czorsztyńskiego oraz w miejscowościach okolicznych”*.
- W 2019 roku w ramach konsorcjum REMEDIUM byłam współautorem opracowania eksperckiego pt. *„Opracowanie propozycji rozwiązań dotyczących procedury oceny występowania znaczącego zagrożenia dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska w przypadku stwierdzenia przekroczenia dopuszczalnych zawartości substancji powodujących ryzyko w glebie, ziemi lub wodach gruntowych oraz zasad wyboru właściwego sposobu i technologii przeprowadzania remediacji”*, wykonanego w ramach zamówienia publicznego Nr 79/GDOŚ/2019 udzielonego przez Generalną Dyрекcję Ochrony Środowiska w Warszawie.

Parametryczne podsumowanie dorobku naukowo-badawczego

Dorobek naukowo-badawczy	Przed doktoratem	Po doktoracie	Suma
Sumaryczna liczba publikacji	7	40	47
Sumaryczna liczba publikacji (bez mat. konferencyjnych)	2	28	30
Publikacje w czasopismach z listy JCR	0	19	19
Publikacje w czasopismach spoza listy JCR	2	4	6
Monografie (autorstwo i współautorstwo)	0	2	2
Rozdziały w monografiach (autorstwo i współautorstwo)	0	2	2
Materiały konferencyjne krajowe	0	2	2
Materiały konferencyjne zagraniczne	5	10	15
Udział w konferencjach krajowych	0	2	2
Udział w konferencjach o zasięgu międzynarodowych	5	4	9
Wygłoszone referaty na konferencjach krajowych	0	0	0
Wygłoszone referaty na konferencjach o zasięgu międzynarodowym	1	1	2
Liczba referatów wygłoszonych na zaproszenie organizatorów sympozjów i konferencji	0	1	1
Krajowe prezentacje posterowe	0	2	2
Zagraniczne prezentacje posterowe	5	9	14
Udział w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji	1	3	4
Sumaryczny Impact Factor	0,353	37,899	38,252
Sumaryczna liczba punktów za publikacje, wg MNiSW	0	375 do 2018 r. 525 od 2019 r.	375 do 2018 r. 525 od 2019 r.
Sumaryczna liczba punktów za publikacje z uwzględnieniem własnego udziału procentowego	0	180,8 do 2018 r. 343,8 od 2019 r.	180,8 do 2018 r. 343,8 od 2019 r.
Indeks Hirscha wg bazy Web of Science	0	6	6
Indeks Hirscha wg bazy Scopus	-	6	6
Indeks Hirscha wg bazy Google Scholar	-	7	7
Sumaryczna liczba cytowań wg bazy Web of Science	-	86	86
Liczba cytowań bez autocytacji wg bazy Web of Science	-	69	69
Sumaryczna liczba cytowań wg bazy Scopus	-	94	94
Sumaryczna liczba cytowań wg bazy Google Scholar	-	151	151
Recenzje artykułów w czasopismach z listy JCR	0	109	109
Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania	0	5	5

- nie dotyczy

A. Gruszecka-Kosowska

(podpis Wnioskodawcy)