

# *Autoreferat*

dr inż. Agnieszka Medyńska-Juraszek

**Wrocław, 2021**

## SPIS TREŚCI

1. Imię i nazwisko.....	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe .....	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	3
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa w art. 219 ust. 1 pkt. 2 Ustawy .....	4
4.1 Wykaz prac naukowych wchodzących w skład jednotematycznego cyklu publikacji .....	4
4.2 Wprowadzenie .....	6
4.3 Główne cele badawcze .....	8
4.4 Metody badań.....	8
4.5 Omówienie wyników .....	15
4.6 Podsumowanie .....	24
5. Omówienie pozostałych osiągnięć badawczo-naukowych.....	27
6. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej.....	34
7. Informacje o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę .....	38
7.1 Osiągnięcia dydaktyczne .....	38
7.2 Osiągnięcia organizacyjne.....	42
7.3 Działalność popularyzująca naukę.....	42
8. Inne informacje, nie wymienione w pkt. 1-7, ważne z punktu widzenia przebiegu kariery zawodowej.....	43

## 1 IMIĘ I NAZWISKO

---

**Agnieszka Dorota Medyńska – Juraszek**

## 2 POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE LUB ARTYSTYCZNE – Z PODANIEM PODMIOTU NADAJĄCEGO STOPIEŃ, ROKU ICH UZYSKANIA ORAZ TYTUŁU ROZPRAW DOKTORSKIEJ

---

**2011: Doktor nauk rolniczych** w zakresie agronomii, Wydział Przyrodniczo – Technologiczny, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu.

Tytuł rozprawy: *„Rola próchnic leśnych w obiegu pierwiastków śladowych w zadrzewionych gruntach porolnych w zasięgu oddziaływania przemysłu miedziowego”*

Promotor: prof. dr hab. Cezary Kabała, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Recenzenci: prof. dr hab. Anna Karczewska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
prof. dr hab. Barbara Gworek, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

**2006: Magister inżynier ochrony środowiska**, specjalność ochrona gleb i rekultywacja terenów zdegradowanych, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

**2013: Dyplom ukończenia studiów podyplomowych** „Menadżer projektów badawczych”, Wyższa Szkoła Ekonomii i Innowacji w Lublinie

## 3 INFORMACJA O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH LUB ARTYSTYCZNYCH:

---

**2011 – obecnie**, adiunkt w Instytucie Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Wydział Przyrodniczo-Technologiczny, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

**2017 – obecnie**, zastępca dyrektora ds. badań, Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska, Wydział Przyrodniczo-Technologiczny, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

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

---

### Tytuł osiągnięcia naukowego

*Wykorzystanie biowęgla jako dodatku do gleb w celu poprawy warunków i bezpieczeństwa produkcji rolniczej na terenach zagrożonych degradacją chemiczną*

#### 4.1 WYKAZ PRAC NAUKOWYCH WCHODZĄCYCH W SKŁAD JEDNOTEMATYCZNEGO CYKLU PUBLIKACJI

Na osiągnięcie naukowe składa się sześć recenzowanych publikacji naukowych, które zostały opracowane i opublikowane po otrzymaniu stopnia naukowego doktora, w czasopiśmie znajdujących się w Komunikacie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 31 lipca 2019 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych i recenzowanych materiałów z konferencji międzynarodowych wraz z przypisaną liczbą punktów oraz w bazie Web of Science (lista JCR).

**[A1] Medyńska-Juraszek Agnieszka (2016): Biowęgiel jako dodatek do gleb.** Soil Science Annual, vol. 67 , nr 3: 151-157. doi:10.1515/ssa-2016-0018

**MNiSW<sub>2016</sub> = 14 pkt**

Liczba cytowań (bez cytowań własnych/współautorów):

Web of Science 10, Scopus 8 , Google Scholar 10

**[A2] Bednik Magdalena, Medyńska-Juraszek Agnieszka, Dudek Michał, Szymon Kloc, Agata Kręt, Beata Łabaz, Jarosław Waroszewski (2020): Wheat Straw Biochar and NPK Fertilization Efficiency in Sandy Soil Reclamation,** Agronomy, vol. 10 (4), numer artykułu 496. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040496>

**MNiSW<sub>2019</sub> = 100 pkt**

**IF<sub>2019</sub> 2.603**

Liczba cytowań (bez cytowań własnych/współautorów):

Web of Science 0, Scopus 0 , Google Scholar 0

**[A3] Medyńska-Juraszek Agnieszka, Ćwiela-Piasecka Irmina (2020): Effect of Biochar Application on Heavy Metal Mobility in Soils Impacted by Copper Smelting Processes.** Polish Journal of Environmental Studies, vol. 29, nr 2: 1749-1757. doi: <https://doi.org/10.15244/pjoes/108928>

**MNiSW<sub>2019</sub> = 40 pkt**

**IF<sub>2019</sub> 1.383**

Liczba cytowań (bez cytowań własnych/współautorów):

Web of Science 4, Scopus 4 , Google Scholar 6

**[A4] Medyńska-Juraszek Agnieszka, Cwielağ – Piasecka Irmina, Jerzykiewicz Maria, Trynda Justyna (2020): Wheat straw biochar as a specific sorbent of cobalt in soil. Materials, vol. 13, nr 11, numer artykułu 2462, <https://doi.org/10.3390/ma13112462>**

**MNiSW<sub>2019</sub> = 140 pkt**

**IF<sub>2019</sub> 3.057**

Liczba cytowań (bez cytowań własnych/współautorów):

Web of Science 2, Scopus 3, Google Scholar 5

**[A5] Medyńska-Juraszek Agnieszka, Rivier Pierre-Adrien, Rasse Daniel, Joner Erik (2020): Biochar Affects Heavy Metal Uptake in Plants through Interactions in the Rhizosphere. Applied Sciences-Basel, vol. 10, nr 15, numer artykułu 5105; <https://doi.org/10.3390/app10155105>**

**MNiSW<sub>2019</sub> = 70 pkt**

**IF<sub>2019</sub> 2.474**

Liczba cytowań (bez cytowań własnych/współautorów):

Web of Science 1, Scopus 1 , Google Scholar 1

**[A6] Medyńska-Juraszek Agnieszka, Bednik Magdalena, Chohura Piotr (2020): Assessing the Influence of Compost and Biochar Amendments on the Mobility and Uptake of Heavy Metals by Green Leafy Vegetables. International Journal of Environmental Research and Health, Vol. 17, nr 11, numer artykułu 7861. <https://doi.org/10.3390/ijerph17217861>**

**MNiSW<sub>2019</sub> = 70 pkt**

**IF<sub>2019</sub> 2.849**

Liczba cytowań (bez cytowań własnych/współautorów):

Web of Science 0, Scopus 0 , Google Scholar 0

Łączna liczba punktów za publikacje wchodzące w skład jednotematycznego cyklu publikacji, zgodnie z punktacją MNiSW obowiązującą w latach wydania publikacji wynosi **444**, natomiast ich sumaryczny współczynnik wpływu Impact Factor **IF wynosi 12,366**.

Indywidualny wkład habilitantki w powstanie przedstawionych powyżej prac jest wiodący, co wykazano w Załączniku 3. Oświadczenia współautorów prac wraz z określeniem indywidualnego wkładu w ich powstanie stanowią **Załącznik 5.a-f**. Kopie

prac zostały zebrane w **Załączniku 3.A1-A6**. Żadna z ww. prac nie była częścią monotematycznego cyklu prac w innym postępowaniu habilitacyjnym.

## 4.2 WPROWADZENIE

Wraz z dominacją człowieka jako gatunku w ostatnim stuleciu obserwujemy znaczną transformację środowiska i wzrost zanieczyszczenia poszczególnych komponentów środowiska naturalnego. Presje środowiskowe związane z zanieczyszczeniami wywierają realny i wymierny wpływ na jakość życia człowieka. Wzrost zanieczyszczenia gleb substancjami chemicznymi i intensywne użytkowanie gleb ogranicza możliwość uprawy i produkcji żywności, wpływając w najbardziej zauważalny sposób na życie człowieka. Wśród substancji stanowiących szczególne zagrożenie wskazuje się metale ciężkie. Metale ciężkie stanowią grupę zanieczyszczeń o małej podatności na biodegradację, stanowiąc jednocześnie zagrożenie dla innych komponentów środowiska i roślin, a w konsekwencji – mogą być włączane do łańcucha pokarmowego, zagrażając konsumentom, w tym człowiekowi (Karczewska, 2002). Problem wzbogacania gleb w metale ciężkie stał się problemem globalnym. Prognozy na przyszłość nie są zbyt optymistyczne. Globalny rozwój gospodarki i wzrost zapotrzebowania na żywność będą przyczyniać się do postępującej degradacji środowiska glebowego. Dlatego najważniejszym dla obecnego pokolenia jest wprowadzenie działań zapobiegawczych i dążenie do zrównoważonej gospodarki zasobami glebowymi. Stanowi to również poważne wyzwanie naukowe. Obecnie dużo uwagi poświęca się problemowi remediacji gleb zanieczyszczonych. Wiele z proponowanych metod jak np. fitoremediacja nie wykazuje dużej skuteczności i powoduje wykluczenie gleby z uprawy przez wiele lat. Zdecydowanie lepszym rozwiązaniem jest stosowanie zabiegów, które poprawią właściwości gleby i jej naturalnych mechanizmów buforujących, ograniczając w ten sposób ryzyko migracji zanieczyszczeń w środowisku, bez potrzeby ograniczania użytkowania gleby. Rozwiązaniem problemu może być stosowanie zabiegów tzw. stabilizacji zanieczyszczeń w glebie w oparciu o zastosowanie dodatków mineralnych (minerały ilaste, fosforyty, zeolity naturalne i syntetyczne, bentonity etc.) lub organicznych (torf, kompost, osad ściekowy, węgiel brunatny, nawozy zielone). Głównym celem stabilizacji jest ograniczenie dostępności zanieczyszczeń i ich transferu do wód podziemnych i organizmów żywych, jak również uzupełnienie niedoborów składników pokarmowych, węgla organicznego i poprawa wzrostu roślin (Atkinson i in., 2010; Beesley i in., 2011; Zong i in. 2016). Dodatki organiczne są dosyć popularnym wyborem stosowanym w tzw. delikatnej remediacji gleb (z ang. gentle remediation), przede wszystkim ze względu na swoje naturalne pochodzenie i możliwość bezpośredniego zastosowania w glebie, przy stosunkowo niewielkim nakładzie finansowym. Negatywną stroną zastosowania wyżej wymienionych dodatków do gleby jest ich podatność na rozkład biologiczny, co powoduje skrócenie czasu efektywnego

działania, jak również stwarza ryzyko wtórnego uruchomienia zanieczyszczeń zsorbowanych w materiale. Szereg doniesień naukowych wskazuje również, że dodatek egzogenicznej materii organicznej może stanowić źródło zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi, antybiotykami i pozostałościami środków ochrony roślin (Beesley in. 2010, Karami i in., 2011; Wu i in., 2017, Godlewska i in. 2021), jaka również powodować mobilizację niektórych zanieczyszczeń (Clemenet i in. 2012). Dlatego obecnie dużo uwagi skupia się wokół poszukiwania alternatywnych materiałów służących poprawie skuteczności immobilizacji zanieczyszczeń w glebie. Idealnym rozwiązaniem byłoby znalezienie materiału, który byłby łatwo dostępny np. mógłby być wytwarzany przez rolnika z odpadowej biomasy, a przy okazji miał korzystny wpływ na inne właściwości gleby i jej produktywność, zapewniając działanie zbliżone do nawożenia organicznego. Obecnie biowęgiel (z ang. biochar) skupia ogromną uwagę świata naukowego, jako materiał o bardzo szerokim zastosowaniu w rolnictwie, ogrodnictwie i ochronie środowiska. Biowęgiel produkowany jest z odpadowej biomasy różnego pochodzenia (głównie roślinnej i zwierzęcej) w procesie konwersji termicznej, w warunkach ograniczonego dostępu tlenu (Lehmann and Joseph, 2009). W zależności o temperatury w jakim proces zachodzi nazywamy go toryfikacją (temp. < 350°C) lub pirolizą (temperatury > 350°C). Łatwa dostępność biomasy, dodatkowy zysk z procesu w postaci energii cieplnej, a także uzyskanie pełnowartościowego produktu, który może być użyty jako paliwo, lub w alternatywny sposób przyczyniło się do wzrostu popularności zagospodarowywania biomasy odpadowej w procesie termicznej konwersji na całym świecie (Bian i in. 2012). Wraz z rozwojem technologii wzrosło również zainteresowanie badaniami nad zastosowaniem biowęgla w różnych dziedzinach, jednak jak wskazują dotychczasowe badania głównym kierunkiem zagospodarowania biowęgla powinno być jego dogłębne zastosowanie. Biowęgiel posiada szereg właściwości mających pozytywny wpływ na właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby (Atkinson i in. 2012, Abel i in. 2013). Jako materiał o bardzo wysokiej zawartości węgla (nawet 90%), dużej powierzchni właściwej, porównywalnej z węglem aktywowanym i dużej porowatości może pełnić w glebie rolę sorbenta zanieczyszczeń (Lehmann i Joseph, 2009; Uchimiya i in. 2011; Kołodyńska i in. 2012, Tomczyk i in., 2019), ograniczając ryzyko ich pobierania przez rośliny (Park i in., 2011). Duża trwałość i mała podatność na proces biodegradacji w glebie, a także potencjalnie duża dostępność biomasy i łatwy sposób wytwarzania, może stanowić dużą przewagę nad dotychczas stosowanymi dodatkami do gleb. Oprócz niewątpliwych zalet dogłębowego zastosowania biowęgla, obserwowanych chociażby w rejonie Amazonii, gdzie całkiem niedawno odkryto gleby *Terra preta de Indio*, w których już w czasach prekolumbijskich stosowano przepalone resztki z ognisk domowych jako nawóz do gleby, temat biowęgla budzi również wiele kontrowersji. Wynika to między innymi z bardzo śmiałych hipotez naukowych, które po 10 latach intensywnych badań zostały zweryfikowane, wskazując, że efekt dogłębowego zastosowania dodatku biowęgla może być różny w zależności od rodzaju zastosowanej

biomasy do produkcji biowęgla, poprzez temperaturę stosowaną w procesie zgazowywania, właściwości gleby, do której wprowadzono dodatek i jej aktywności biologicznej, aż po klimat miejsca, w którym prowadzono doświadczenia. Z względu na to, że czynniki klimatyczne mają ogromny wpływ na przebieg procesów glebowych, badania przeprowadzone w strefie tropikalnej nie znajdują większego odniesienia do badań prowadzonych w naszych warunkach klimatycznych. Przedstawione prace stanowią znaczne uzupełnienie dotychczasowej wiedzy o wpływie dodatku biowęgla na gleby ukształtowane w strefie klimatu umiarkowanego. Jednym z ważnych aspektów przeprowadzonych badań była ocena przydatności biowęgla w ograniczaniu mobilności i dostępności pierwiastków potencjalnie toksycznych w glebach o dużym ryzyku degradacji chemicznej.

### 4.3 GŁÓWNE CELE BADAWCZE

Prezentowane w osiągnięciu naukowym prace z zakresu rozwijania technik ograniczania negatywnych skutków działalności człowieka na środowisko glebowe, stanowiąc powiązany tematycznie zakres wpisują się w aktualne trendy naukowe dotyczące wykorzystania biowęgla jako dodatku do gleb. W przedstawionym osiągnięciu postawiono główne cele badawcze:

1. ocenę przydatności tradycyjnie stosowanych metod analitycznych do badań właściwości biowęgla i opracowanie metod analitycznych biowęgla w kontekście wykorzystania go jako dodatku do gleb
2. określenie wpływu dodatku biowęgla na kształtowanie się podstawowych właściwości fizycznych i fizykochemicznych gleby, istotnych z punktu widzenia przywracania jej produktywności
3. określenie wpływu dodatku biowęgla na skuteczność immobilizacji metali ciężkich w glebie i określenie mechanizmów tego zjawiska, w kontekście wykorzystania dodatku biowęgla do gleb zdegradowanych chemicznie o różnych właściwościach
4. określenie efektów stosowania dodatku biowęgla na ograniczenie pobrania pierwiastków potencjalnie toksycznych przez wybrane gatunki roślin uprawnych

### 4.4 METODY BADAŃ

#### *Opracowanie metod badań właściwości biowęgla*

Pierwszym zadaniem badawczym było zbudowanie warsztatu badawczego i opracowanie metod analizowania właściwości fizycznych i chemicznych biowęgla w oparciu o modyfikacje istniejących metod badawczych stosowanych w badaniach gleb, materiałów organicznych (kompostów, osadów ściekowych) i odpadów. Powodem tego, był brak rozpowszechnienia badań biowęgla i brak odniesień metodycznych w



literaturze związanych z analizą właściwości samego materiału. W roku 2013 powstały pierwsze wytyczne dotyczące dogłębowego stosowania biowęgla, w których wskazano jakie badania należy wykonać, aby bezpiecznie wprowadzić materiał do gleby (International Biochar Initiative (IBI) Biochar Standards, Wersja 2.0). Przeprowadzone w pracy badania przydatności biowęgla były prowadzone w oparciu o 3 kategorie testów rekomendowanych przez IBI: A) badanie podstawowych właściwości: (wilgotność, analiza elementarna CHNS, pH, przewodność, popielność, zawartość węgla organicznego, zawartość węglanów (%), uziarnienie), B) badania toksyczności: uwzględnia się dwie kategorie zanieczyszczeń – obecne w biomasie (metale ciężkie i polichlorowane bifenyle) i powstające wtórnie w wyniku termicznej konwersji (wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, dioksyny i furany), wykonuje się zarówno analizę ilościową jak i jakościową ww. zanieczyszczeń, jak również testy toksyczności dla wybranych grup organizmów, C) badania właściwości specyficznych, które mogą mieć potencjalny wpływ na glebę (zawartość NPK i dostępność tych składników, zawartość pozostałych makro- i mikrośladników i ich dostępność dla roślin, pojemność sorpcyjna, powierzchnia właściwa i hydrofobowość). Biowęgiel jest materiałem trudnym do badań ze względu na to, że często jest silnie hydrofobowy, przez co trudno ulega roztworzeniu w roztworach ekstrakcyjnych, dodatkowo jest mało podatny na procesy termicznego i chemicznego rozkładu. Wysokie wartości pH (między 8,5 a 12) wymagały przetestowania stosowanych dotychczas odczynników do ekstrakcji form dostępnych zanieczyszczeń, makro- i mikrośladników, kationów wymiennych. Główne modyfikacje metod dotyczyły zmian proporcji biowęgla do stosowanego odczynnika np. przy analizie pH i przewodności, ekstrakcji pierwiastków z biowęgla (określenie naważek, stosunku próbki do ekstrahenta). Wiele z metod wymagało wprowadzenia etapu wstępnego z ang. pre-treatment, którego celem było osiągnięcie lepszej efektywności danego procesu, przede wszystkim mineralizacji i ekstrakcji z próbki. Mała podatność na rozkład termiczny wymagała dostosowania czasu i temperatury w procesie mineralizacji zarówno w systemach bloków otwartych jak i w mineralizatorze mikrofalowym, jak również oznaczania popielności i analizy elementarnej CHNS. Dzięki nawiązanej współpracy naukowej z University of Wyoming w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej udało mi się opracować i wdrożyć szereg analiz biowęgla wykonywanych za pomocą metod spektroskopowych. Metody związane z analizą spektrofotometryczną UV-VIS są dosyć popularnie stosowane w wielu ośrodkach zagranicznych do analizy tzw. black carbon - węgla pirolitycznego w glebie. Spośród najważniejszych metod należy wymienić analizę wybranych jonów np.  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^-$  i polisacharydów z zastosowaniem odczynnika antronowego (Brinks i in. 1960). W 2016 roku w ramach pozyskanych środków finansowych w III Konkursie Badań Stosowanych NCBR, zakupiłam nowoczesną aparaturę do analizy zawartości pierwiastków – optyczny spektrometr emisyjny plazmy azotowej wzbudzonej mikrofalowo MP-AES 4200 Agilent i opracowałam metody oznaczania w biowęglu

takich pierwiastków jak: P, K, Ca, Mg, Na, Al, Mn, Mo, B, Fe, Zn, Cu, Cd, Ni, Cr, Pb, Cd, Co, Si. Wszystkie metody mineralizacji i oznaczania pierwiastków na aparacie zostały zwalidowane z zastosowaniem materiałów referencyjnych, a porównawczo wykonano również serie kontrolne analizowane w akredytowanym laboratorium Centrum Analiz Jakości Środowiska na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.

### ***Dobór i właściwości biowęgla stosowanych w doświadczeniach***

W pracy badawczej wykorzystano dwa rodzaje biowęgla wyprodukowanych z odpadowej biomasy roślinnej: słomy pszenicznej [opisanej w pracach **A2, A3, A4, A6**] i słomy z miskanta olbrzymiego [opisanej w pracy **A5**]. Biowęgiel z miskanta olbrzymiego (*Miscanthus giganteus*) został wyprodukowany przez firmę Pyreg GmbH w Danii, w procesie powolnej pirolizy prowadzonej w przedziale temperatur 500 do 750 °C, zgodnie z opisem przedstawionym w publikacji O'Toole i in. (2018). Biowęgiel ze słomy pszenicznej został wyprodukowany w reaktorze Torbed® Torftech w Świdnickiej Fabryce Urządzeń Przemysłowych w procesie szybkiej pirolizy i temperaturze 500 do 550 °C, co zostało bardziej szczegółowo opisane w prezentowanych pracach naukowych.

Tabela 1. Właściwości biowęgla stosowanych jako dodatek do gleb w przeprowadzonych doświadczeniach

Właściwość	Jednostki	Biowęgiel ze słomy miskanta olbrzymiego	Biowęgiel z słomy pszenicznej
C	%*	79.8	55
H	%	0.47	2.2
N	%	1.05	1.12
S	%	0.1	0.037
O	%	6.6	10.3
C:N	-	133	49
H:C	-	0.18	0.34
O:C	-	0.06	0.52
Popielność	%	11.5	32
CaCO <sub>3</sub>	%	2.3	3.08
EC	mS/m	130	78
BET-N <sub>2</sub>	m <sup>2</sup> /g	348	230-257**
CEC	cmol (+)/kg	32.1	73.5
pH	(H <sub>2</sub> O)	9.16	9.86
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	3.32	4.0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	mg/L	0.014	0.025
P	g/kg	2.43	3.28
K	g/kg	-	22.75
Ca	g/kg	-	12.78
Mg	g/kg	-	3.03

Na	g/kg	-	0.56
P <sub>H2O</sub> <sup>***</sup>	mg/kg	1100	265
K <sub>H2O</sub>	mg/kg	7500	10 590
Ca <sub>H2O</sub>	mg/kg	4600	10 600
Mg <sub>H2O</sub>	mg/kg	640	140
Na <sub>H2O</sub>	mg/kg	360	86
Fe	mg/kg	1100	1156
Mn	mg/kg	160	260
Mo	mg/kg	< 1.1	< 0.01
Cl	mg/kg	477	350
B	mg/kg	5.10	6.1
Al	mg/kg	-	< 0.04
Cu	mg/kg	15	11/15.3
Pb	mg/kg	0.62	2
Zn	mg/kg	67.1	38
Cd	mg/kg	0.05	< 0.001
Co	mg/kg	-	1.1
Ni	mg/kg	-	1.8
Cr	mg/kg	-	0.11
As	mg/kg	< 0.007	< 0.007
Hg	mg/kg	-	0.0011
Cu <sub>H2O</sub>	mg/kg	-	0.23
Pb <sub>H2O</sub>	mg/kg	-	< 0.005
Zn <sub>H2O</sub>	mg/kg	-	1.65
Cd <sub>H2O</sub>	mg/kg	-	< 0.001
Co <sub>H2O</sub>	mg/kg	-	< 0.08
Ni <sub>H2O</sub>	mg/kg	-	0.13
WWA (suma)	mg/kg	< 0.01	< 0.01
Dioksyny i furany	ng/kg	< 0.05	< 0.05
Hydrofobowość		Silnie hydrofobowy	Umiarkowanie hydrofobowy
Toksyczność		Nie stwierdzono	Nie stwierdzono

\* procent suchej masy

\*\*specyficzna powierzchnia właściwa biowęglu była mierzona przed wprowadzeniem do gleby, a zmienność wyników w czasie wskazuje na zachodzące procesy oksydacji materiału

\*\*\*H<sub>2</sub>O formy dostępne po ekstrakcji wodą destylowaną w stosunku 1:40

Dla oceny zmian właściwości biowęglu i badania zdolności do sorpcji badanych kationów zastosowano również metody spektroskopii w podczerwieni (FT-IR) i skaningowej mikroskopii elektronowej SEM/EDX. Badania zostały wykonane na Wydziale Chemii

Uniwersytetu Wrocławskiego i w Katedrze Biologii Eksperymentalnej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

### Dodatek kompostu

W doświadczeniu opisywanym w **pracy A6** zastosowano również dodatek kompostu z kompostowni odpadów zielonych zlokalizowanej we Wrocławiu, przy ul. Janowskiej 51. Kompost był analizowanym według kryteriów określonych w Rozporządzeniu Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2008 nr 119 poz. 765) dla wprowadzania do nawóz organicznych i organiczno-mineralnych środków wspomagających uprawę roślin.

### Prace terenowe

Na podstawie wcześniejszych badań, gleby do doświadczeń inkubacyjnych i wegetacyjnych zostały pobrane z następujących obiektów:

- 1) **Obiekt nr 1:** obszar przeznaczony do rekultywacji z docelowym kierunkiem zagospodarowania „użytki zielone” na terenie kopalni kruszyw naturalnych w Nowogrodzie Bobrzańskim gdzie występowały gleby ubogie, o uziarnieniu piasku luźnego i pH 6,9. Gleba została pobrana z lokalizacji N 51°49'19.46", E 15°13'47.8"
- 2) **Obiekt nr 2:** dawna strefa ochronna huty miedzi „Głogów”, gdzie brano pod uwagę zróżnicowane uziarnienie i odczyn gleb wzbogaconych w pierwiastki potencjalnie toksyczne. Z obiektu pobrano trzy gleby: 1) o uziarnieniu piasku słabogliniastego o pH 3,9, z lokalizacji N 51°41'23.8", E 16°01'35.9" 2) o uziarnieniu pyłu zwykłego o pH 6,4, z lokalizacji N 51°40'23.5", E 16°00'23.5" 3) o uziarnieniu piasku luźnego o pH 4,87 z lokalizacji N 51°41'18.7", E 16°01'46.8"
- 3) **Obiekt nr 3:** pola uprawne zlokalizowane w rejonie oddziaływania Huty Miedzi „Legnica”, gdzie brano pod uwagę zróżnicowany poziom zanieczyszczenia gleby. Gleby zostały pobrane w odległości 0.3 km (N 51°18'60.1", E 16°10'55.8") i 2 km (N 51°19'55.9", E 16°10'31.8") na północny – zachód od obiektu emitora.

W badaniach opisywanych w pracy **A5** dodatkowo wprowadzono glebę kontrolną niezanieczyszczoną metalami ciężkimi pobraną z pola uprawnego zlokalizowanego w Dal, Viken County, w Norwegii (N 60°14'39.2", E 11°11'0.60").

### Doświadczenia wazonowe – inkubacyjne i wegetacyjne

Zgromadzony materiał glebowy, po oznaczeniu podstawowych właściwości, zawartości zbliżonych do całkowitych pierwiastków oraz ich form aktualnie i potencjalnie rozpuszczalnych, poddano doświadczeniom inkubacyjnym. Do gleb wprowadzono dodatek biowęglą otrzymanego z mискanta olbrzymiego (**praca A5**) i słomy pszenicznej (**prace A2, A3, A4, A6**) w różnych dawkach 2,5%, 5% i 10% (v/w) w zależności od

wariantu doświadczenia opisanego w pracach. Doświadczenie inkubacyjne przeprowadzono w 3 litrowych wazonach, w 6 powtórzeniach, w wariantach gleb bez dodatku biowęgla (BC) lub z jego dodatkiem. Gleby były inkubowane przez okres 24 miesięcy, utrzymując wilgotność odpowiadającą 60% PPW. W inkubowanych glebach nie stosowano dodatkowego nawożenia mineralnego.

Oprócz doświadczeń inkubacyjnych przeprowadzono również doświadczenia wegetacyjne z wybranymi gatunkami roślin. Doświadczenia były prowadzone w wazonach, w 2, 3 lub 6 powtórzeniach, z zastosowaniem wariantów bez i z dodatkiem BC. Dodatkowo w doświadczeniu opisywanym w **pracy A2**, zastosowano warianty tylko z nawożeniem mineralnym (NPK) i równoczesnym nawożeniem BC + NPK, a w **pracy A6**, oprócz wariantów z biowęgłem w dawce 5 i 10% (v/w), badano wpływ dodatku samego kompostu (K) i wprowadzonych materiałów BC + K w mieszance. Warunki wzrostu roślin były kontrolowane poprzez utrzymywanie odpowiedniej temperatury, warunków świetlnych i wilgotności podłoża. We wszystkich doświadczeniach zastosowano dawki startowe nawożenia NPK, wielkość dawek była dostosowana do potrzeb roślin i została szczegółowo opisana w pracach. W doświadczeniu opisanym w **pracy A2** na glebę piaszczystą wprowadzono mieszankę traw i roślin bobowatych (*Festuca rubra* L., *Festuca arundinacea* L., *Festuca trachyphylla* L., *Lolium perenne* L., *Trifolium repens* L., *Trifolium pretense* L.). W doświadczeniu opisanym w **pracy A5** rośliną testową był jęczmień (*Hordeum vulgare* L.), a w doświadczeniu opisanym w **pracy A6** zastosowano 5 gatunków warzyw: rzodkiewka (*Raphanus sativa* L.), szpinak (*Spinacia oleracea* L.), pietruszka (*Petroselinum crispum* Mill.), koperek (*Anethum graveolens* L.) i sałata (*Lactuca sativa* L.). Doświadczenia te służyły ocenie wpływu zastosowanych dodatków na procesy unieruchamiania zanieczyszczeń i fitoprzyswajalności (pobierania) metali ciężkich przez rośliny. Doświadczenia inkubacyjne i wazonowe zostały zaplanowane w taki sposób, aby przetestować najważniejsze czynniki zmienności, decydujące o efektywności stosowania zabiegu wprowadzania biowęgla do gleby, czyli:

- 1) uziarnienie gleby (wpływ opisano w **pracy A2 i A5**)
- 2) odczyn gleby (wpływ opisano w **pracy A2, A3, A5, A6**)
- 3) zróżnicowaną zawartość pierwiastków potencjalnie toksycznych (wpływ opisano w **pracy A2, A3, A4, A5, A6**)

W **pracy A6** opisano również wpływ dawki stosowanych dodatków (kompostu i biowęgla) na efektywność procesu unieruchamiania metali w glebie.

### Analizy gleby

W glebach badano wpływ zastosowanych dodatków na podstawowe właściwości fizyczne i fizykochemiczne:

- 1) zdolność retencji wody przy użyciu bloków piaskowych i kaolinowo - piaskowych firmy Eijkelkamp w zakresie pF 0–2,7 oraz komór Richarda w zakresie pF 3,2–4,2

- 2) efektywną pojemność wymiany kationów (z ang. CEC) zmodyfikowaną metodą opisaną w pracy Titova i in. (2020)
- 3) pH w wodzie destylowanej i zasolenie metodą potencjometryczną na pHmetry i konduktometry firmy Mettler - Toledo, objętościowo 1:5 (w/v) (Gregorich and Carter, 2007)
- 4) zawartość węgla ogólnego i organicznego na analizatorze CS-MAT 5500 (firmy Ströhlein)
- 5) całkowitą zawartość azotu metodą Kjeldahla na analizatorze firmy Buchi
- 6) zbliżoną do całkowitych zawartości Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Cr, Co i As po mineralizacji próbki w stężonym kwasie azotowym (zgodnie z procedurą US – EPA 3052 A) w systemie mikrofalowym Start D (firmy Milestone) lub w systemie otwartej mineralizacji blokowej metodą spektrometryczną na MP-AES 4200 Agilent
- 7) zawartość form dostępnych Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Cr, Co i As po ekstrakcji próbki wodą destylowaną w stosunku 1:40 na analizatorze MP-AES 4200 Agilent

Wykonano również analizę specjacji pierwiastków potencjalnie toksycznych z zastosowaniem ekstrakcji sekwencyjnym metodą BCR (z ang. Community Bureau of Reference). Zawartość pierwiastków w poszczególnych frakcjach analizowano na MP-AES 4200 Agilent. Walidację metod służących oznaczeniu zawartości metali ciężkich w glebie wykonano stosując materiał referencyjny ERM-CC1136a i CRM052.

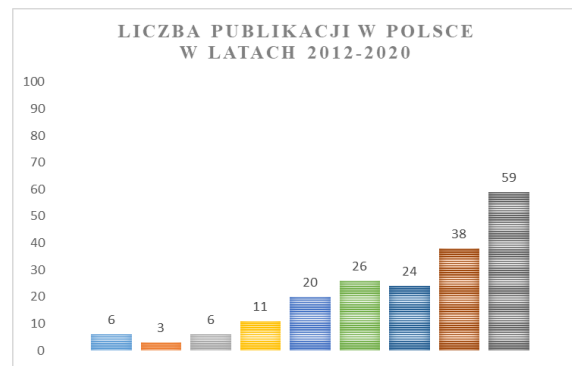
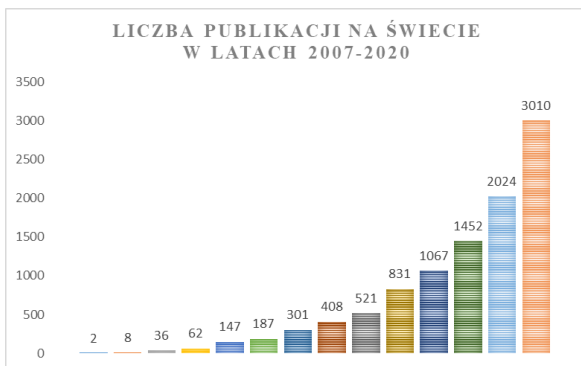
### **Analizy materiału roślinnego**

Analizowano wielkość biomasy roślin i długość pędów nadziemnych traw, a także zawartość Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, w częściach nadziemnych i podziemnych po mikrofalowej mineralizacji Star-D (firmy Milestone) w stężonym kwasie azotowym, poprzedzonej utlenianiem 36% perhydrolem, zgodnie z procedurą US – EPA 3052 A. Na podstawie otrzymanych wyników obliczono współczynnik bioakumulacji BAC (z ang. Biological Accumulation Coefficient) i współczynnik translokacji TF (z ang. Translocation Factor). Współczynnik BAC jest liczony jako iloraz zawartości pierwiastka w częściach nadziemnych rośliny i całkowitej zawartości pierwiastka w glebie. Wartości > 1 wskazują na ryzyko akumulacji toksycznego pierwiastka w roślinie. Współczynnik TF jest liczony jako iloraz zawartości pierwiastka w częściach nadziemnych do zawartości pierwiastka w systemie korzeniowym. Wartości > 1 wskazują na translokację do części nadziemnych. Walidację metod służących oznaczeniu zawartości metali ciężkich w roślinach wykonano stosując materiał referencyjny ERM-CD281 i IAEA-V-10.

## 4.5 OMÓWIENIE WYNIKÓW

[A1] Medyńska-Juraszek A. (2016): *Biowęgiel jako dodatek do gleb*. *Soil Science Annual*, vol. 67/3: 151-157

Przedstawiona praca ma charakter przeglądowny i jej głównym celem było usystematyzowanie wiedzy dotyczącej oddziaływania biowęgla na środowisko glebowe, jak również zidentyfikowanie obszarów i kierunków dalszych badań nad zastosowaniem tego materiału jako dodatku do gleb intensywnie użytkowanych rolniczo, gleb mało urodzajnych lub zdegradowanych. Zainteresowanie świata naukowego biowęgłem rośnie, o czym świadczy wzrost liczby publikacji na temat biowęgla publikowanych w czasopiśmie naukowych indeksowanych w Web of Science (Rys. 1). W ostatnich latach zauważa się również wzrost zainteresowania tematem biowęgla wśród Polskich badaczy (Rys.2).



Rys. 1. Liczba publikacji o biowęgla jako dodatku do gleb na świecie.

Rys. 2. Liczba publikacji o biowęgla jako dodatku do gleb w Polsce.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z Web of Science (dostęp 27.11.2020).

W przedstawionej publikacji skupiono się na czterech głównych aspektach związanych z zastosowaniem biowęgla do gleby, to jest jego wpływem na właściwości fizyczne (struktura, gęstość objętościowa, porowatość i retencja wody), odczyn, zasobność gleb w składniki pokarmowe i właściwości sorpcyjne, a także wiązanie zanieczyszczeń. Jednym z podstawowych efektów wprowadzenia biowęgla do gleby jest efekt odkwaszający, podobny do działania nawozów wapniowych. Biowęgla mają silnie alkaliczny charakter (pH najczęściej wynosi między 7,5 a 12) i wysoką zawartość węglanu wapnia, wykazując działanie odkwaszające (z ang. liming effect) po wprowadzeniu dodatku do gleby. Zastosowanie materiału od dużej porowatości wpływa na rozluźnienie struktury glebowej, obniżenie gęstości objętościowej i wzrost retencji wodnej, co zaobserwowano w przypadku prawie 90% doświadczeń, które były analizowane w niniejszej pracy. Właściwości nawozowe biowęgla są bardzo zróżnicowane i zależą od zastosowanego

rodzaju biomasy, jak również temperatury procesu. Zdecydowania większą wartość nawozową mają biowęgla wytworzone z odpadów zwierzęcych lub osadów ściekowych, niż te wytworzone z biomasy roślinnej, często ubogiej w składniki pokarmowe. Biowęgla wytworzone w niskich temperaturach (< 500 °C) wykazują lepsze właściwości nawozowe, ze względu na większą dostępność makro- i mikrośladników. Wraz ze wzrostem temperatury wytwarzania biowęgla (> 500 °C) zmieniają się jego właściwości, materiał przechodzi w struktury bardziej aromatyczne o wysokim stopniu karbonizacji. Powoduje to często wzrost powierzchni właściwej i liczby aktywnych tlenowych grup funkcyjnych np. hydroksylowych –OH, karboksylowych –(C=O)OH, przez co biowęgiel staje się bardziej efektywny w procesach sorpcji niż desorpcji pierwiastków z/do roztworu, co zostało opisane w **pracach A3, A4 i A5**. Dostępność składników z biowęgla zależy od wielu czynników, jednak należy brać również pod uwagę właściwości gleby, do której wprowadzono materiał. Należy spodziewać się, że w warunkach odczynu kwaśnego dostępność składników z biowęgla będzie wyższa, co również obserwowano w przeprowadzonych badaniach opisywanych w osiągnięciu naukowym. Wiele badań dotyczy możliwości wykorzystania biowęgla jako uzupełnienia nawożenia potasem i fosforem i tutaj rzeczywiście wiele prac naukowych wskazuje na możliwość wykorzystania biowęgla do wspomaganie nawożenia mineralnego i uzupełniania K i P w glebie. W przeprowadzonych badaniach wykazano, że biowęgiel ze słomy pszenicznej stanowi dobre źródło potasu (22,75 g/kg s.m.), a dostępność tego składnika w materiale wynosiła nawet 80%. Zawartość fosforu wynosiła 3,28 g/kg s.m, jednak w warunkach odczynu alkalicznego występował on głównie w formach niedostępnych. Duża porowatość, pojemność sorpcyjna i obecność specyficznych substancji mineralnych (węglanów, krzemianów, fosforanów, tlenków Fe i Mn) decyduje o możliwości wykorzystania biowęgla jako sorbenta wielu zanieczyszczeń organicznych i nieorganicznych. Kierunek związany z wykorzystaniem biowęgla jako dodatku do gleb zanieczyszczonych, jak również do gleb intensywnie użytkowanych rolniczo, gdzie występuje ryzyko wielokierunkowej degradacji środowiska glebowego poprzez wyczerpanie zasobów węgla organicznego, utratę produktywności, zmniejszenie aktywności biologicznej czy też akumulację pozostałości środków ochrony roślin i innych zanieczyszczeń pochodzących z nawozów mineralnych lub emisji do powietrza jest bardzo obiecujący i został przeze mnie podjęty w dalszych badaniach.

[A2] Bednik M., Medyńska-Juraszek A., Dudek M., Szymon K., Agata K., Beata Ł., Waroszewski J. (2020): **Wheat Straw Biochar and NPK Fertilization Efficiency in Sandy Soil Reclamation, Agronomy, vol. 10 (4)**

Wcześniejsze badania wskazują na możliwość zastosowania biowęgla jako dodatku do gleb mało urodzajnych w celu poprawy ich właściwości fizycznych, chemicznych, a także stworzenia korzystnych warunków dla rozwoju roślinności. Doświadczenie wegetacyjne zostało przeprowadzone na glebach pobranych z obszaru kopalni piasku. W projekcie



rekultywacji kopalni po zakończeniu jej eksploatacji zaplanowano na tym terenie użytki zielone. Pobrana gleba charakteryzowała się skrajnie niekorzystnymi warunkami wodno-powietrznymi, niską wartością pojemności sorpcyjnej 1.02 cmol(+)/kg gleby, niedoborami składników pokarmowych (zawartość  $N_{\text{tot}}$  0,008%) i węgla organicznego 0,12%. Wprowadzenie biowęgla ze słomy pszenicznej w dawce 5% (v/w) odpowiadającej około 40 t/ha spowodowało istotną poprawę właściwości piasku, przede wszystkim wzrost wartości pH o z 7,04 do 7,35, węgla ogólnego do 0,27% i azotu ogólnego do 0,20%. Wykazano również istotną poprawę właściwości wodnych piasku i wzrost zdolności do retencji wody, co pozostaje w zgodności z badaniami Głąb i in. (2016). Jednocześnie nie wykazano istotnego wzrostu pojemności sorpcyjnej gleby, co jest w sprzeczności z doniesieniami prac naukowych innych autorów (Domingues i in. 2020, Beesley i in. 2011). Zastosowanie nawożenia mineralnego nie spowodowało istotnych zmian właściwości fizykochemicznych piasku, poza chwilowym wzrostem zawartości mikro- i makroskładników. Duża przepuszczalność piasku spowodowała szybkie wymycie składników nawozowych i mniejszą efektywność ich wykorzystania w porównaniu z wariantem, w którym stosowano zarówno dodatek biowęgla (BC) jak i nawożenie mineralne. W wariacie gdzie stosowano jednocześnie nawożenie mineralne i dodatek biowęgla zaobserwowano poprawę wszystkich badanych parametrów, co istotne biowęgiel spowodował czterokrotny wzrost zawartości azotu całkowitego w badanym utworze w porównaniu z próbą kontrolną (bez dodatków) i dwukrotny w stosunku do wariantu z samym BC, co wyraźnie wskazuje na wzrost zdolności retencyjnych gleby i efektywniejsze zatrzymywanie azotu w glebach z dodatkiem biowęgla. Badając wpływ dodatku na wzrost mieszanki traw i roślin bobowatych zaobserwowano bardzo odmienny wpływ. Dodatek biowęgla powodował bardzo silny rozrost systemu korzeniowego i zdecydowanie lepsze krzewienie się traw, jednak nie zaobserwowano istotnego wpływu na przyrost biomasy części nadziemnych, a wręcz spadek plonowania mieszanki nawet o 40% przy zastosowaniu samego biowęgla. Przyczyną tego zjawiska mogły być właściwości biowęgla, który może ogranicza dostępność składników pokarmowych z roztworu glebowego w procesie sorpcji na jego powierzchni lub też powodując ich uwstecznienie w warunkach odczynu alkalicznego. Należy mieć również na uwadze, że wzrost retencji wodnej, w warunkach prowadzenia doświadczenia wazonowego mógł spowodować ograniczenie wzrostu roślin spowodowane nadmiarem wody. Podobne obserwacje zostały opisane w pracy Głąb i in. (2020), wskazując, że dodatek biowęgla ze słomy pszenicznej i mискanta olbrzymiego w dawce 2,5 i 5 t/ha nie miał istotnego wpływu na produktywność mieszanki traw na glebie piaszczystej. Głównym czynnikiem plonotwórczym w przeprowadzonym doświadczeniu było nawożenie NPK, czego efektem był wzrost suchej masy roślin nawet o 70% w porównaniu z próbą kontrolną. Zastosowanie obydwu dodatków jednocześnie miało bardzo dobry wpływ na plonowanie traw i odnotowano wzrost suchej masy o 225% w porównaniu z wariantem kontrolnym bez dodatków. Przedstawione wyniki wskazują,

że zastosowanie dodatku biowęglu do gleby piaszczystej przynosi dobre efekty, wpływając na poprawę właściwości fizycznych i fizykochemicznych gleby, warunkując wprowadzenie roślinności w skrajnie niekorzystnych warunkach. Zastosowanie jednoczesne nawożenia mineralnego i dodatku biowęglu do przepuszczalnej gleby piaszczystej ograniczyło wymywanie składników pokarmowych, wpływając na zwiększenie efektywności ich wykorzystania przez rośliny i wzrost plonów.

**[A3] Medyńska-Juraszek A., Cwielał-Piasecka I.: Effect of Biochar Application on Heavy Metal Mobility in Soils Impacted by Copper Smelting Processes (2020). Polish Journal of Environmental Studies, vol. 29/ 2: 1749-1757**

Celem przedstawionej pracy była ocena wpływu dodatku biowęglu na mobilność Cu, Zn, Pb i Cd w glebie. Gleba do doświadczeń inkubacyjnych została pobrana z terenów porolnych znajdujących się w rejonie huty miedzi „Głogów”. Tereny te zostały wykluczone z użytkowania rolniczego z powodu znacznego stopnia degradacji chemicznej, wynikającej z zakwaszenia i przekroczenia dopuszczalnych norm prawnych zawartości metali ciężkich. W badaniach wykorzystano dwa typy gleb o zróżnicowanym uziarnieniu i odczynie: Luvisol o pH 3,9 i Brunic Arenosol o pH 6,4 (wg. klasyfikacji FAO-WRB 2014). Zbliżona do całkowitej zawartość metali ciężkich w glebie o uziarnieniu piasku słabogliniastego wynosiła: 75 mg Cu/kg, 45 mg Pb/kg, 29 mg Zn/kg i 3,6 mg Cd/kg gleby. W glebie o uziarnieniu pyłu zwykłego zawartości Cu i Pb były wyższe, odpowiednio 210 i 65 mg/kg gleby, a Zn i Cd zbliżone do zawartości stwierdzonych w glebie piaszczystej, odpowiednio 31 i 3,8 mg/kg gleby. Po dwuletnim okresie inkubacji z 5% dodatkiem biowęglu (v/w) wytworzonego ze słomy pszenicznej zaobserwowane zmiany właściwości fizykochemicznych badanych gleb, jednak efekt działania dodatku był uzależniony od właściwości badanych utworów. Zdecydowanie lepsze efekty i istotną poprawę właściwości sorpcyjnych, jak również wzrost pH zaobserwowano w zakwaszonej glebie piaszczystej. W przypadku gleby pyłowej o odczynie obojętnym zamiany właściwości fizykochemicznych (pH i pojemność wymiany kationowej) nie były istotne statystycznie. Analiza specjacji Cu, Zn, Pb i Cd metodą BCR wykazała istotnie wyższe zawartości form wymiennych i związanych z węglanami (Fracji 1) w glebie piaszczystej w porównaniu z glebą pyłową, co wynikało zarówno z różnic uziarnienia obydwu utworów, jak i odczynu gleb. W warunkach zakwaszenia gleby dostępność pierwiastków potencjalnie toksycznych jest wyższa. Dodatek silnie alkalicznego biowęglu do zakwaszonej gleby piaszczystej spowodował istotny wzrost pH (do wartości 4,75), co wpłynęło na ograniczenie dostępności i mobilności wszystkich badanych pierwiastków. Dodatek biowęglu spowodował przejście metali z frakcji 1 – łatwo rozpuszczalnej i wymiennej do frakcji 3 – metali związanych z materią organiczną i frakcji 4 – rezydualnej, powodując unieruchomienie zanieczyszczeń w fazie stałej gleby. W glebie pyłowej, w której początkowa dostępność badanych metali w roztworze glebowym była niewielka, a pH gleby wynosiło 6,4, nie zaobserwowano istotnych zmian

w specjacji badanych pierwiastków po zastosowaniu dodatku biowęgla. Analiza sekwencyjna BCR pozwoliła również na ocenę efektywności immobilizacji badanych pierwiastek przez biowęgiel, wskazując, że była ona zróżnicowana w zależności od pierwiastka. Najlepsze efekty redukcji form wymiennych i dostępnych po zastosowaniu dodatku biowęgla zaobserwowano dla Cd i Pb, gdzie odnotowano 50% spadek zawartości pierwiastków we frakcji 1. W przypadku Cu, spadek był 30%. W przypadku Zn, dodatek biowęgla spowodował jego mobilizację, zaobserwowano przejście pierwiastka z frakcji 3 i 4 do frakcji 1, co z jednej strony może wskazywać na ryzyko zwiększonego pobierania tego pierwiastka na glebach z dodatkiem biowęgla, z drugiej rozważając cynk jako ważny mikroelement jest zjawiskiem korzystnym. W pracy rozważano również mechanizmy działania biowęgla, wskazując, że najważniejszym czynnikiem wpływającym na proces immobilizacji były inicjalne pH gleby. W glebie zakwaszonej zmiana odczynu na skutek wprowadzenia alkalicznego biowęgla była kluczowym mechanizmem zmian mobilności wielu badanych pierwiastków. W glebie o  $\text{pH} > 6,0$  dominującymi mechanizmami immobilizacji była adsorpcja i precypitacja kationów metali na powierzchni biowęgla, co zostało szerzej opisane w **pracy A4**.

Rozważając zastosowanie dodatku biowęgla jako materiału mającego wpływ na proces immobilizacji metali ciężkich należy brać pod uwagę właściwości gleby. Zastosowanie dodatku biowęgla w przypadku gleb lekkich i zakwaszonych przynosi zdecydowanie lepsze efekty poprawy podstawowych właściwości fizykochemicznych istotnych z punktu widzenia stabilizacji metali ciężkich i ograniczania ich dostępności dla roślin, jak również istotnych z punktu widzenia kształtowania żyzności gleb mało urodzajnych.

**[A4] Medyńska-Juraszek Agnieszka, Ćwieląg – Piasecka Irmina, Jerzykiewicz Maria, Trynda Justyna (2020): Wheat straw biochar as a specific sorbent of cobalt in soil. Materials, vol. 13, nr 11, numer artykułu 2462**

Zanieczyszczenie gleb kobaltem jest zagadnieniem rzadko opisywanym w literaturze. Wiele wskazuje jednak na to, że powstawanie nowych źródeł emisji tego pierwiastka do środowiska, związanych z rozwojem technologii i rosnącym zapotrzebowaniem na kobalt, będzie przyczyniało się do obciążenia środowiska glebowego tym potencjalnie toksycznym pierwiastkiem. Zachowanie kobaltu w glebie jest w dużej mierze determinowane przez obecność tlenków żelaza i manganu. Nawet do 79% kobaltu w glebie może występować w połączeniu z tlenkami Fe i Mn (Kabata – Pendias A. i Pendias H., 2001; Ma i in. 2010), wykazując dobrą rozpuszczalność, mobilność (Baek i in. 2005) i dostępność (Leysens i in. 2017), dlatego skuteczną metodą jego unieruchamiania w glebie może być zastosowanie dodatków bogatych w ww. pierwiastki. Celem pracy było określenie możliwości wykorzystania biowęgla jako sorbenta kobaltu w glebie. W przeprowadzonych badaniach poddano weryfikacji dwie hipotezy: 1) mechanizm sorpcji kobaltu, podobnie jak innych kationów diwalentnych będzie związany z obecnością na powierzchni biowęgla grup funkcyjnych 2) biowęgiel może być istotnym źródłem

składników mineralnych zawierających Fe i Mn tworzących połączenia z kobaltem. Przeprowadzony eksperyment sorpcyjno/desorpcyjny i badania spektroskopowe (FTIR) biowęgla, potwierdziły, że dominującym mechanizmem kompleksowania miedzi i kobaltu na jego powierzchni są tlenowe grupy funkcyjne, głównie grupy hydroksylowe – OH i karboksylowe – COOH. Badania wykazały bardzo dużą skuteczność biowęgla wytworzonego ze słomy pszenicznej w sorpcji kobaltu z roztworu, dlatego podjęto dalsze badania w warunkach rzeczywistych i wprowadzono dodatek do gleb badając efektywność procesu immobilizacji. W doświadczeniu inkubacyjnym wykorzystano dwie gleby pobrane z rejonu huty miedzi „Głogów”, gdzie występuje wzbogacanie gleb w kobalt spowodowane emisjami z huty. Zawartość kobaltu w piaszczystej i zakwaszonej glebie wynosiła 26 mg/kg gleby, a w glebie pylastej o odczynie alkalicznym 67 mg/kg gleby. Przebieg doświadczenia i dalszych analiz był identyczny z opisanym w pracy A3. Przeprowadzona analiza specjacji kobaltu metodą BCR po inkubacji z 5% dodatkiem biowęgla wykazała istotne zmiany dostępności tego pierwiastka w glebie. Przeprowadzone obserwacje były tożsame z wynikami opisanymi w pracy A3, wskazując na podobny mechanizm działania biowęgla wobec kationów diwaletnych ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ). Zdecydowanie efektywniej kobalt był unieruchamiany w zakwaszonej glebie piaszczystej, gdzie zaobserwowano prawie 50% spadek zawartości kobaltu w formach łatwo wymiennych i przejście metalu do frakcji 3 – związanej z materią organiczną i frakcji 4 – rezydualnej. W glebie pylastej o odczynie alkalicznym nie zaobserwowano istotnych zmian zawartości Co we frakcji wymiennej i łatwo rozpuszczalnej, natomiast zaobserwowano przejście metalu z frakcji 2 i 3 do frakcji 4 - rezydualnej, której udział wzrósł z 25% do ponad 50%. Otrzymane wyniki wskazują na aktywny udział biowęgla w procesach sorpcji kationów, przede wszystkim poprzez obecność na jego powierzchni tlenowych grup funkcyjnych. W badaniach SEM-EDX i mapowaniu powierzchni biowęgla przed i po inkubacji w glebie potwierdzono również potencjalną rolę tlenków żelaza i manganu występujących na jego powierzchni w procesie adsorpcji kobaltu. Na podstawie otrzymanych wyników przedstawiono model koncepcyjny potencjalnych mechanizmów wiązania kobaltu przez biowęgiel.

Aplikacja biowęgla do gleby może wpływać na procesy immobilizacji/mobilizacji kobaltu i innych kationów diwaletnych pośrednio poprzez modyfikację właściwości gleby, przede wszystkim odczynu, co wykazano w przeprowadzonych doświadczeniach. W pracy wykazano również aktywny udział biowęgla w sorpcji/kompleksowaniu metali, dzięki jego właściwości. Przeprowadzone badania wskazują na dużą uniwersalność stosowania dodatku biowęgla do gleb, w których występują ryzyko współwystępowania kilku pierwiastków potencjalnie toksycznych.

[A5] Medyńska-Juraszek Agnieszka, Rivier Pierre-Adrien, Rasse Daniel, Joner Erik (2020): **Biochar Affects Heavy Metal Uptake in Plants through Interactions in the Rhizosphere. Applied Sciences-Basel, vol. 10, nr 15, numer artykułu 5105**

Gleba ryzosferyczna jest definiowana jako ta część gleby, która znajduje się pod wpływem oddziaływania systemu korzeniowego roślin (Uren 2007). Wydzielanie przez system korzeniowy substancji takich jak niskocząsteczkowe kwasy organiczne powoduje zakwaszenie gleby, co skutkuje zwiększeniem dostępności wielu pierwiastków potencjalnie toksycznych dla roślin (Hisinger i in. 2006, Bravin i in. 2009). Celem pracy było określenie wpływu dodatku biowęgla wytworzonego z miskanta olbrzymiego na zmiany właściwości fizykochemicznych i dostępności Cu, Zn, Pb i Cd w glebie ryzosferycznej i nieryzosferycznej (z ang. bulk soil). Badano również wpływ zastosowanego dodatku na pobieranie i akumulację metali ciężkich w jęczmieniu (*Hordeum vulgare* L.). Doświadczenie wegetacyjne na glebach pobranych z rejonu huty miedzi „Legnica” o zróżnicowanej zawartości metali ciężkich „niskiej” - 200 mg Cu/kg, 118 mg Pb/kg, 67,2 mg Zn/kg i 1,25 mg Cd/kg gleby i „wysokiej” - 451 mg Cu/kg, 211 mg Pb/kg, 134 mg Zn/kg i 1,91 mg Cd/kg zostało przeprowadzone w Norwegii w warunkach kontrolowanego eksperymentu w komorze klimatycznej. Jako glebę kontrolną pobrano glebę o niskiej zawartości badanych pierwiastków - 3,2 mg Cu/kg, 11,1 mg Pb/kg, 26,7 mg Zn/kg i 0,15 mg Cd/kg gleby. Wprowadzenie 2% (v/w) dodatku biowęgla wytworzonego z miskanta olbrzymiego miało istotny wpływ na wzrost jęczmienia na glebie o wysokiej zawartości metali ciężkich, gdzie obserwowano objawy toksyczności dla roślin (chloroza, niewielki przyrost części nadziemnych, słabo rozwinięty system korzeniowy). Dodatek biowęgla ograniczył objawy toksyczności metali, czego efektem był lepszy wzrost roślin, prawidłowe wybarwienie i plon suchej masy wyższy o 100% w porównaniu z glebą gdzie nie stosowano dodatku. Analiza części nadziemnych jęczmienia wykazała, że na glebach z dodatkiem BC zawartość analizowanych metali ciężkich była istotnie niższa (o 82% dla Cd, 66% dla Cu, 91% dla Pb i 53% dla Zn), w porównaniu do wariantu gdzie nie zastosowano dodatku. W przypadku gleby niezanieczyszczonej i o niskiej zawartości Cu, Pb, Cd i Zn nie zaobserwowano istotnego wpływu na wzrost i plonowanie roślin, co pozostaje w zgodności z obserwacjami przeprowadzonymi dla innych gatunków roślin jednoliściennych opisanych w **pracy A2**. Zaobserwowano również, że wartości obliczonego współczynnika translokacji (TF) były niższe we wszystkich wariantach gdzie stosowano dodatek BC, natomiast w glebie o wysokiej zawartości metali translokacja Zn i Cu z korzeni do części nadziemnych została zredukowana w sposób istotny statystycznie. Analiza form dostępnych Cu, Pb, Cd i Zn wykazała zwiększoną dostępność badanych metali w glebie ryzosferycznej (poza kadmem) i znaczne ograniczenie ich dostępności po zastosowaniu dodatku biowęgla, co wskazuje na dużą skuteczność dodatku i zminimalizowanie ryzyka pobrania metali z gleby. Mechanizm oddziaływania dodatku na glebę w ryzosferze nie został do końca wyjaśniony, ponieważ spodziewano się, że głównym czynnikiem ograniczającym dostępność metali będzie wzrost pH gleby.

Jednak taką zmianę zaobserwowano tylko w glebie ryzosferycznej o wysokiej zawartości metali ciężkich, dlatego w pracy wskazano na inne możliwe działanie biowęgla w ograniczaniu pobierania metali ciężkich przez rośliny, jednak jest ono oparte na hipotezie, która wymaga dalszego potwierdzenia naukowego. Tlenki żelaza obecne na powierzchni biowęgla, co opisano w **pracy A4**, mogą indukować proces wydzielania fitosideroforów przez system korzeniowy roślin jednoliściennych. Fitosiderofory (z ang. phytosiderophores) to związki o wysokim powinowactwie do  $Fe^{3+}$ , należących do rodziny kwasów mugeinowych (MA) i arwenowych (AA) (Reichman i Parker, 2005). Ich wydzielanie stanowi mechanizm obronny przed nadmiernym pobieraniem metali ciężkich z gleby.

Podsumowując przedstawiona praca stanowi bardzo ciekawe studium przypadku, w którym badano wpływ dodatku biowęgla na glebę ryzosferyczną. Biowęgiel wywiera istotny wpływ na funkcjonowanie ryzosfery, modyfikując pobieranie pierwiastków przez rośliny. Może mieć to kluczowe znaczenie dla ograniczania ryzyka związanego z pobieraniem metali ciężkich przez roślin uprawne. Z drugiej strony niesie też wątpliwość, czy stosowanie tego dodatku nie będzie ograniczało pobierania makro- i mikroskładników? Jednak odpowiedź na to pytanie wymaga przeprowadzenia dalszych badań naukowych.

**A6) Medyńska-Juraszek Agnieszka, Bednik Magdalena, Chohura Piotr (2020): Assessing the Influence of Compost and Biochar Amendments on the Mobility and Uptake of Heavy Metals by Green Leafy Vegetables. International Journal of Environmental Research and Health, Vol. 17, nr 11, numer artykułu 786**

Jak wykazano we wcześniejszych pracach biowęgiel jest dodatkiem do gleb o dużej skuteczności w ograniczaniu mobilności pierwiastków potencjalnie toksycznych. Należy mieć jednak na uwadze, że powszechne stosowanie biowęgla jako dodatku do gleb jest dosyć mocno ograniczone, przede wszystkim przez istniejące uwarunkowania prawne i wysoką cenę produktu. Dlatego badania nad najniższą efektywną dawką i ko-aplikacją z innymi materiałami organicznymi może mieć istotne znaczenie dla wdrożenia rozwiązania do praktyk rolniczych. Kompost jest materiałem co raz chętniej wykorzystywanym przez rolników i ogrodników ze względu na dobre właściwości nawozowe, jak również korzystny wpływ na podstawowe właściwości gleby, dlatego w przeprowadzonym doświadczeniu zdecydowano się na jego zastosowanie. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu stosowania biowęgla i kompostu w dwóch dawkach (5 i 10% v/w), stosowanych pojedynczo i w mieszance na dostępność i pobieranie metali ciężkich przez wybrane gatunki warzyw. W przeprowadzonym doświadczeniu wegetacyjnym wykorzystano glebę piaszczystą pobraną z rejonu huty miedzi „Głogów” i wprowadzono ww. dodatki. Badano wpływ na podstawowe właściwości gleby, istotne z punktu widzenia mobilizacji/immobilizacji metali w glebie wykazując zróżnicowany efekt działania kompostu i biowęgla stosowanych pojedynczo

i synergistyczny efekt działania dodatków wprowadzonych w mieszance. Wprowadzenie kompostu i biowęgla w niższej dawce nie spowodowało istotnej statystycznie poprawy podstawowych parametrów badanej gleby. Zastosowanie wyższej dawki miało istotny wpływ w przypadku obydwu badanych substratów. Dodatek kompostu spowodował wzrost pH gleby z 4,87 do 6,33, pojemności sorpcyjnej z 5,58 cmol(+)/kg do 11,12 cmol(+)/kg, węgla całkowitego z 0,77% do 1,45%, azotu ogólnego z 0,03% do 0,12% i wody dostępnej dla roślin o 18% w porównaniu z próbą kontrolną bez dodatku. Dodatek biowęgla spowodował wzrost wartości pH gleby z 4,87 do 5,41, węgla całkowitego 0,77% do 1,34%, azotu ogólnego z 0,03% do 0,09% oraz wody dostępnej dla roślin o 17%. Nie wykazano jednak istotnego wpływu na poprawę właściwości sorpcyjnych (5,58 cmol(+)/kg w glebie bez dodatku i 5,91 cmol(+)/kg w glebie z dodatkiem), co pozostaje w zgodności z obserwacjami opisywanymi we wcześniejszych pracach (A3, A4, A5). Zastosowanie dodatków w mieszance wykazywało efekt synergistyczny powodując istotny wzrost wartości wszystkich badanych parametrów, a w szczególności wody dostępnej dla roślin o 24% w porównaniu do wariantu bez dodatków. Pojedyncza aplikacja kompostu i biowęgla powodowała zróżnicowany wpływ na specjację Cu, Zn, Cd, Pb, Cr i Ni w glebie. Dodatek biowęgla spowodował nawet trzykrotny wzrost udziału Cu we frakcji 1 - rozpuszczalnej i łatwo wymiennej, z 18,7% w glebie bez dodatku do 60,1% w glebie z 10% dodatkiem BC. Dodatek kompostu spowodował wzrost dostępności cynku we frakcji 1 z 13% do 42% przy zastosowaniu 10% dawki. Wprowadzenie dodatków w mieszance niwelowało negatywny wpływ pojedynczego stosowania dodatków, powodując unieruchomienie Cu i Zn i przejście metali do frakcji 3 - związanych z materią organiczną i frakcji 4 - rezydualnej, jednak w porównaniu z glebą kontrolną nie wykazano pozytywnego wpływu i istotnej immobilizacji Cu i Zn w badanej glebie. Podobnie w przypadku Cr i Ni nie wykazano istotnego wpływu stosowania dodatków na specjację i dostępność pierwiastków w badanej glebie. Dużą efektywność dodatków organicznych w immobilizacji wykazano dla ołowiu i kadmu. We wszystkich wariantach zaobserwowano istotny spadek dostępności obydwu pierwiastków i ich przejście do form rezydualnych i związanych z materią organiczną, co pozostaje w zgodności z badaniami innych autorów (Karami i in. 2011) i wynikami opisanymi w pracy A3. Zawartość pierwiastków potencjalnie toksycznych w roślinach zależała od gatunku, badanego pierwiastka i jego zdolności do translokacji w roślinie i zastosowanego wariantu dodatków. Najwyższe zawartości Cu, Zn, Cr i Ni niezależnie od wariantu doświadczenia stwierdzono w szpinaku, z kolei koperek był gatunkiem, który akumulował najwięcej Pb i Zn. Otrzymane wyniki są zgodne z opracowaniami naukowymi, w których wykazano, że niektóre gatunki warzyw wykazują zdolność do akumulacji metali ciężkich i ich uprawa na glebach, gdzie istnieje ryzyko zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi powinna być ograniczona. Zastosowanie dodatku biowęgla w pojedynczej aplikacji przynosiło korzystne efekty ograniczając pobieranie metali przez wszystkie gatunki warzyw. W przypadku

pojedynczej aplikacji kompostu zaobserwowano wzrost akumulacji Cu, Pb i Cd w warzywach. Bardzo negatywnym zjawiskiem był wzrost akumulacji chromu i niklu w szpinaku i koperku, nawet o 350% w porównaniu do wariantu bez dodatków. Zastosowanie kompostu w mieszance z biowęgłem w znacznym stopniu ograniczyły problem akumulacji metali ciężkich w warzywach, redukując zawartość Cu, Zn, Cd i Pb w częściach jadalnych nawet o 50%. W przypadku Ni i Cr dodatki stosowane w mieszance nie miały istotnego wpływu na ograniczenie pobierania metali przez badanego gatunki roślin.

Konkludując, zastosowanie kompostu z odpadów zielonych przynosi wiele korzyści, wpływając na poprawę właściwości fizykochemiczne gleby i zapewniając dobre warunki do wzrostu roślin. Należy mieć jednak na uwadze, że wprowadzanie kompostu do gleb może nieść ze sobą ryzyko wprowadzenia metali ciężkich lub wzrostu ich dostępności dla roślin, co w konsekwencji będzie powodowało akumulację zanieczyszczeń w jadalnych częściach roślin stwarzając ryzyko dla zdrowia ludzi i zwierząt. Ko-aplikacja kompostu z biowęgłem przynosi bardzo dobre efekty, ograniczając ryzyko związane ze stosowaniem kompostu, ograniczając pobieranie metali ciężkich przez rośliny uprawne.

#### 4.6 PODSUMOWANIE

Obecnie uważa się, że proces produkcji rolniczej powoduje degradację gleb poprzez wyczerpywanie makro- i mikrośladników, w tym znaczne ograniczenia zasobów glebowej materii organicznej, jak również wprowadzanie do gleb ksenobiotyków, głównie w procesie nawożenia i prowadzenia zabiegów ochrony roślin. W procesie degradacji chemicznej gleb uprawnych należy mieć również na uwadze udział czynników niezwiązanych z produkcją rolniczą jak np. emisje przemysłowe, deponowanie odpadów czy też wprowadzanie ścieków bytowo-gospodarczych do gleb. Identyfikacja źródeł i przyczyn degradacji środowiska glebowego może być trudna, z tego względu projektowanie działań zapobiegawczych powinno być prowadzone holistycznie uwzględniając wszystkie funkcjonalności gleby. W przedstawionym osiągnięciu naukowym podjęto się próby odpowiedzi na istotne pytania związane z dogłębowym wykorzystaniem biowęgla i możliwością wykorzystania tego materiału w ograniczaniu skutków chemicznej degradacji gleb, a za najważniejsze osiągnięcia należy uznać:

- wykazanie, że dodatek biowęgla ma pozytywny wpływ na kształtowanie się podstawowych właściwości gleby, takich jak odczyn, pojemność sorpcyjna, zdolność do retencji wody i zasoby glebowej materii organicznej, które stanowią kluczowe czynniki warunkujące możliwość uprawy gleb mało urodzajnych, takich jak gleby lekkie i zakwaszone
- wykazanie, że dodatek biowęgla może pełnić ważne funkcje glebochronne i zwiększające bezpieczeństwo prowadzenia produkcji rolniczej na terenach



oddziaływania emisji przemysłowych, poprzez ograniczanie mobilności i biodostępności dla roślin uprawnych pierwiastków potencjalnie toksycznych

- wykazanie, że dodatek biowęgla ogranicza pobieranie metali ciężkich, ograniczając ryzyko toksyczności dla roślin, spadku plonowania, a przede wszystkim transferu zanieczyszczeń w łańcuchu pokarmowym
- rozpoznanie mechanizmów immobilizacji metali ciężkich w glebie poprzez zastosowanie dodatku biowęgla, wskazując na aktywny udział materiału w procesach unieruchamiania metali ciężkich
- wskazanie nowych zastosowań biowęgla jako potencjalnego sorbenta kobaltu w glebach, jak również do minimalizowania ryzyka związanego z wprowadzaniem do gleby kompostu i prowadzeniem produkcji ogrodnictwa na glebach o zwiększonym ryzyku występowania podwyższonych zawartości pierwiastków potencjalnie toksycznych

Uzyskane wyniki znacząco uzupełniają i systematyzują wiedzę dotyczącą dogłębowego wykorzystania biowęgla. Ponadto istotnym osiągnięciem niniejszego cyklu jest wskazanie praktycznych zastosowań tego nowego materiału w rolnictwie i ogrodnictwie. Termiczne przekształcanie odpadowej biomasy z produkcji rolniczej do biowęgla stanowi rozwiązanie dwóch istotnych problemów: 1) zagospodarowania odpadowej biomasy, 2) potrzeby wprowadzania do gleby dodatków organicznych. Przeprowadzone badania wskazują, że produkcja biowęgla pozwala na odzysk większości cennych makro- i mikrośladników zawartych w biomacie roślinnej, a zastosowanie dodatku biowęgla do gleb pozwala ograniczyć potrzebę wykonywania innych zabiegów uprawowych, jednocześnie alkalizując, nawożąc i wzbogacając glebę w materię organiczną. Jego główne działanie w glebie opiera się na funkcjach regulacyjnych, wpływając na efektywniejsze wykorzystanie składników nawozowych i zmniejszaniu dostępności zanieczyszczeń, ograniczając migracje ksenobiotyków w łańcuchu pokarmowych, co stanowi istotny aspekt bezpieczeństwa produkcji rolniczej.

#### Literatura:

- 1) Abel S., Peters A., Trinks S., Schonsky H., Facklam M., Wessolek G. (2013): *Impact of biochar and hydrochar addition on water retention and water repellency of sandy soil. Geoderma* 202:183–191
- 2) Atkinson C., Fitzgerald J., Hips N. (2010): *Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. Plant Soil* 337:1–18
- 3) Baek K., Yang J.-W. (2004): *Sorption and desorption of cobalt in clay: Effect of humic acids. Korean J. Chem. Eng.*, 21: 989–993.
- 4) Beesley L., Moreno-Jiménez E., Gomez-Eyles J. (2010): *Effects of biochar and greenwaste compost amendments on mobility, bioavailability and toxicity of inorganic and organic contaminants in a multi-element polluted soil. Environ. Pollut.*, 158: 2282–2287.
- 5) Beesley L., Moreno-Jiménez E.; Gomez-Eyles J., Harris E., Robinson B., Sizmur T. (2011): *A review of biochars' potential role in the remediation, revegetation and restoration of contaminated soils. Environ. Pollut.*, 159: 3269–3282

- 6) Bian R., Joseph S., Cui L., Pan G., Li L., Liu X., Zhang A., Rutledge H., Marjo C., Wong S., Chia C., Gong B., Munroe P., Donne S. (2014) A three-year experiment confirms continuous immobilization of cadmium and lead in contaminated paddy field with biochar amendment. *J Hazard Mater* 272:121–128
- 7) Bravin M., Tentscher P., Rose J., Hinsinger P. (2009): Rhizosphere pH gradient controls copper availability in a strongly acidic soil. *Environ. Sci. Technol.*, 43:5686–5691
- 8) Brinks R., Dubach P., Lynch D. 1960: Measurements of carbohydrates in soil hydrolyzates with anthrone. *Soil Science*, Vo. 89/3:157-166
- 9) Clemente R., Walker D., Pardo T., Martínez-Fernández D., Bernal M. (2012): The use of a halophytic plant species and organic amendments for the remediation of a trace elements-contaminated soil under semi-arid conditions. *J. Hazard. Mater.*, 223: 63–71.
- 10) Domingues R., Sánchez-Monedero M., Spokas K., Melo L., Trugilho P., Valenciano M., Silva C. (2020): Enhancing Cation Exchange Capacity of Weathered Soils Using Biochar: Feedstock, Pyrolysis Conditions and Addition Rate. *Agronomy*, 10: 824
- 11) Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 czerwca 2008 r. w sprawie wykonania niektórych przepisów ustawy o nawozach i nawożeniu (Dz.U. 2008 nr 119 poz. 765)
- 12) Głęb T., Palmowska J., Zaleski T., Gondek K., (2016): Effect of biochar application on soil hydrological properties and physical quality of sandy soil. *Geoderma* 281:11-20
- 13) Głęb T., Gondek K., Mierzwa-Hersztek M., Szewczyk W., (2020): "Effects of Straw and Biochar Amendments on Grassland Productivity and Root Morphology" *Agronomy* 10/11: 1794
- 14) Godlewska P., Sik Ok Y., Oleszczuk P. (2021): THE DARK SIDE OF GOLD: Ecotoxicological aspects of biochar and biochar - amended soil. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 403:
- 15) Gregorich E., Carter M. (2007): *Soil Sampling and Methods of Analysis*, 2nd ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA; ISBN 9780849335860
- 16) Hinsinger P., Plassard C., Jaillard B. (2006): Rhizosphere: A new frontier for soil biogeochemistry. *J. Geochem. Explor*, 88, 210–213.
- 17) Kabata-Pendias A., Pendias H. (2001): *Trace Elements in Soils and Plants*, 3rd ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA; ISBN 978-0-8493-1575-6.
- 18) Karami N., Clemente R., Moreno-Jiménez E., Lepp N., Beesley L.(2011): Efficiency of green waste compost and biochar soil amendments for reducing lead and copper mobility and uptake to ryegrass. *J. Hazard. Mater.*, 191: 41–48
- 19) Karczewska A. (2002): *Metale ciężkie w glebach zanieczyszczonych emisjami hut miedzi - formy i rozpuszczalność*. Rozprawa habilitacyjna nr 184, Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu
- 20) Kołodyńska D., Wnetrzak R., Leahy J., Hayes M., Kwapiński W., Hubicki Z. (2012); Kinetic and adsorptive characterization of biochar in metal ions removal. *Chemical Engineering Journal* 197: 295
- 21) Lehmann J., Joseph S. (2009): *Biochar for environmental management: an introduction*. [In:] *Biochar for Environmental Management: Science and Technology*. [Eds.] Lehmann J., Joseph S., Earthscan, London, UK, ISBN: 978-1844076581
- 22) Leyssens L., Vinck B., Van Der Straeten C., Wuyts F., Maes L. (2017): Cobalt toxicity in humans—A review of the potential sources and systemic health effects. *Toxicology*, 387, 43–56.
- 23) Ma Y., Hooda P. (2010): *Chromium, Nickel and Cobalt*. In *Trace Elements in Soils*; Hooda, P.S., Ed.; JohnWiley & Sons, Ltd.: Chichester, UK. 461–479, ISBN 978-1-4443-1947-7.
- 24) O'Toole A., Moni C., Weldon S., Schols A., Carnol M., Bosman B., Rasse D. (2018): *Miscanthus Biochar had Limited Effects on Soil Physical Properties, Microbial Biomass, and Grain Yield in a Four-Year Field Experiment in Norway*. *Agriculture*, 8, 171.
- 25) Reichman S., Parker T, (2005): *Metal complexation by phytosiderophores in the rhizosphere, w Biogeochemistry of Trace Elements in the Rhizosphere*; Huang, P.M., Gobran, G.R., Eds.; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands: pp. 129–156.

- 26) *Standardized Product Definition and Product Testing Guidelines for Biochar That Is Used in Soil* International Biochar Initiative Document dostępny w linku <http://www.biochar-international.org/characterizationstandard>
- 27) Titova J., Baltrėnaitė-Gedienė E., Medyńska-Juraszek A., Bakšienė E. (2020) : *Leaching of potentially toxic elements from biochars intended for soil improvement. Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 107/3: 235-242
- 28) Tomczyk A., Boguta P., Sokołowska Z., (2019): *Biochar efficiency in copper removal from Haplic soils. Int. J. Environ. Sci. Technol.* 16: 4899–4912
- 29) Uchimiya M., Klasson K., Wartelle L., Lima I. (2011): *Influence of soil properties on heavy metal sequestration by biochar amendment: Copper sorption isotherms and the release of cations. Chemosphere* 82:1431–1437
- 30) Uren N. (2007): *Types, Amounts and Possible Functions of Compounds Released into the Rhizosphere by Soil – Grown Plants: Rozdział 1, s. 1-23 z książki “The Rhizosphere – Biochemistry and Organic Substances at the Soil – Plant Interface” 2nd Edition, pod red. Pinton R., Varanini Z., Nannipieri P., wyd. CRC Press, ISBN: 978-0-8493-3855-7*
- 31) Wu S., He H., Yang Ch., Lu L., Zeng G., Han Z. (2017): *Role of biochar on composting of organic wastes and remediation of contaminated soils-a review. Environmental science and pollution research international.* 24. 16560-16577
- 32) Zong Y., Xiao Q., Lu S., (2016): *Acidity, water retention, and mechanical physical quality of a strongly acidic Ultisol amended with biochars derived from different feedstocks. Journal of Soils and Sediments* 16(1): 177–190.

## 5 OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ BADAWCZO-NAUKOWYCH

---

### Wpływ wybranych czynników fizykochemicznych na wiązanie pestycydów z materią organiczną gleby

W latach 2013-2017 uczestniczyłam jako wykonawca w projekcie o ww. tytule realizowanym w ramach grantu NCN uzyskanego w konkursie SONATA 3, nr projektu 2012/05/D/ST10/02223. Celem prowadzonych badań było uzyskanie dokładnej charakterystyki oddziaływania pomiędzy substancjami próchnicznymi gleby, a substancjami aktywnymi wybranych pestycydów z uwzględnieniem wpływu ilości i jakości obecnych w glebie substancji humusowych, minerałów ilastych, wybranych jonów metali, pH oraz struktury gleby. Do wybranych pestycydów badanych w projekcie należał: karbaryl, karbafuran, kwasu 2,4-dichlorofenoksyoctowego, metolachloru i glifosat. Badania polegały na przeprowadzeniu szeregu doświadczeń sorpcyjnych, w których uwzględniano wpływ dodatku substancji humusowych (kwasów fulwowych oraz huminowych), metali (Zn, Fe, Cu, Pb i Cd), minerałów ilastych (kaolinit, illit, montmorylonit) oraz pH na adsorpcję i desorpcję wybranych pestycydów w badanych glebach charakteryzujących się różnym uziarnieniem (gleba piaszczysta i gliniasta). Pomiar stężenia pestycydów prowadzony był przy użyciu chromatografii cieczowej sprzężonej z tandemową spektrometrią mas (LC-MS/MS), zawartości metali metodą

mineralizacji mikrofalowej, a następnie spektroskopii AAS i ICP, stężenia kwasów fulwowych przy zastosowaniu spektroskopii UV-Vis, ilości minerałów ilastych i stopnia wbudowania pestycydów za pomocą XRD oraz FT-IR i TGV. Mój udział w badaniach polegał na przeprowadzeniu badań terenowych, wykonaniu analiz podstawowych właściwości gleb pobranych z pól uprawnych zlokalizowanych na obszarze Dolnego Śląska i wytypowaniu gleb do dalszych badań i doświadczeń. W projekcie wykonywałam doświadczenia sorpcyjne związane z obecnością kationów metali i ich wpływem na procesy sorpcji/desorpcji wybranych pestycydów, wykonując pomiary stężeń metali na MP-AES 4200. Jednym z najważniejszych elementów mojej pracy naukowej było testowanie metody QUECHERS (z ang. "quick, easy, cheap, effective, rugged and safe") stosowanej dotychczas do ekstrakcji pozostałości pestycydów z roślin i jej dostosowanie do prowadzenia ekstrakcji próbek glebowych. Wprowadzenie tej relatywnie szybkiej metody ekstrakcji pestycydów z gleby było ważnym elementem umożliwiającym dalszą realizację badań zaplanowanych w projekcie. W pracy badawczej badano również mechanizmy wiązania pestycydów przez substancje próchniczne, minerały ilaste i biowęgiel (jako przykład egzogennej materii organicznej). W przeprowadzonych doświadczeniach sorpcyjnych, w których badano mechanizm wiązania wybranych pestycydów jonowych przez kwasy huminowe i biowęgle wykazano szereg podobieństw, wskazując na bardzo dużą efektywność sorpcji wybranych substancji chemicznych i niewielką podatność na desorpcję w obecności biowęgla w glebie. W pracy wykazano istotny wpływ podstawowych czynników takich jak uziarnienie i odczyn gleby na procesy sorpcji/desorpcji pestycydów w glebie, wskazując, że to odczyn gleby ma kluczowe znaczenie dla przebiegu ww. procesów. Obecność w glebie materii organicznej i minerałów ilastych ma wpływ na efektywność procesu, wskazując, że kluczową rolę w procesie sorpcji badanych pestycydów jonowych miały kwasy huminowe, w mniejszym stopniu kwasy fulwowe, a proces sorpcji/desorpcji na minerałach ilastych zależał od ich budowy i w przypadku badanych gleb, gdzie dominowały minerały jednowarstwowe nie miał istotnego znaczenia.

Ćwielałg - Piasecka I., Jerzykiewicz M., Jamroz E., **Medyńska-Juraszek A.** 2013. Influence of fulvic acid addition on 2,4-D herbicide photodegradation. ISEB21, Wuhan, Chiny, 13-18.10.2013, (referat)

Ćwielałg-Piasecka I., **Medyńska-Juraszek A.**, Dębicka M. 2014: Oznaczanie pozostałości herbicydów 2,4-D i MCPA w glebie z wykorzystaniem zmodyfikowanej metody QuEChERS. V Międzynarodowa Konferencja Naukowa „Przyczyny i skutki degradacji środowiska glebowego”, Rzeszów, 16-18.09.2014, (streszczenie)

Ćwielałg-Piasecka I., **Medyńska-Juraszek A.**, Dębicka M., Shavlakadze M. 2015. Zastosowanie metody QUECHERS do oceny pozostałości pestycydów w glebie. 29. Kongres Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego „Zasoby glebowe a zrównoważony rozwój”, Wrocław, 31.08 – 03.09.2015, (streszczenie)

Ćwielałg-Piasecka I., Dębicka M., **Medyńska-Juraszek A.** 2016. The influence of soil colloids on carbaryl retention". 11th International Conference on Agrophysics; Lublin, 26-28.09.2016, (streszczenia konferencyjne)

Ćwielałg – Piasecka I., **Medyńska-Juraszek A.**, Dębicka M., Bekier J., Weber J., Jamroz E., Kawałko D. 2017. Humic acids and biochar as specific sorbents of pesticides in soil. 11th International Conference Humic Substances in Ecosystems (HSE 11), Wrocław-Kudowa Zdrój, 29.05-01.06.2017, (streszczenie)

Debicka M., Ćwielał-Piasecka I., **Medyńska-Juraszek A.**, Weber J. 2017: Effectiveness of carbaryl and carbofuran retention under the influence of different soil colloids. 11th International Conference Humic Substances in Ecosystems (HSE 11), Wrocław-Kudowa Zdrój, 29.05-01.06.2017, (streszczenie)

Ćwielał – Piasecka I., Dębicka M., **Medyńska-Juraszek A.**, Weber J., Jamroz E. 2017. The role of humic acids and biochar as specific sorbents of pesticides in soil. *Geophysical Research Abstracts Vol. 19*, EGU2017-16827, (streszczenie)

Ćwielał-Piasecka I., **Medyńska-Juraszek A.**, Dębicka M., Jamroz E., Weber J. 2017. Role of biochar and humic acids in pesticides binding in soil. ISEB 23 "From cells to Earth scale processes: traversing the breadth of temporal and spatial scales in biogeochemistry." Palm Cove, Australia, 23-29.09.2017, (wystąpienie konferencyjne)

Ćwielał-Piasecka I., **Medyńska-Juraszek A.**, Bekier J. 2019: Badania strukturalne nad sorpcją pestycydów przez kwasy huminowe oraz biowęgle. 30. Kongres Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego "Gleba źródłem życia". Lublin, 1-6.09.2019, (streszczenie)

Ćwielał-Piasecka I., **Medyńska-Juraszek A.**, Jerzykiewicz M., Dębicka M., Bekier J., Jamroz E., Kawalko D. (2018): Humic acid and biochar as specific sorbents of pesticides, *w: Journal of Soils and Sediments*, 18 (8), ss. 2692-2702. (publikacja naukowa IF 2.813)

## Wykorzystanie biowęgla w produkcji ogrodniczej

W latach 2015-2018 byłam kierownikiem projektu pt. „Biowęgiel jako innowacyjne podłoże ogrodnicze” finansowanego w ramach III Programu Badań Stosowanych Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (nr projektu PBS III/B8/22/2015). Projekt był realizowany w konsorcjum Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu z dwoma przedsiębiorstwami - Świdnicką Fabryką Urządzeń Przemysłowych i IDEA AGRO Sp. z o.o. ogrodnictwem prowadzącym działalność w Dłużynie Górnej w województwie dolnośląskim. Całkowita kwota projektu: 1 470 816 zł, **dofinansowanie z NCBiR: 1 104 326 zł**. Celem prac badawczo – rozwojowych było opracowanie podłoża do uprawy hydroponicznej warzyw na bazie biowęgla wytworzonego ze słomy pszenicznej i opracowanie technologii uprawy ogórka i pomidora na nowym podłożu. W założeniach projektu biowęgiel jako porowaty materiał o dobrych zdolnościach do zatrzymywania wody i składników pokarmowych miał być substytutem torfu i wełny mineralnej w uprawie warzyw. Torf jest zasobem nieodnawialnym, którego wydobycie i wykorzystanie ma być w najbliższych latach ograniczone w UE, z kolei wełna mineralna, jest materiałem trudnym do utylizacji lub wtórnego zagospodarowania stanowiąc obciążenie dla środowiska naturalnego. Duża trwałość biowęgla i poprawa właściwości sorpcyjnych w czasie (co wykazano w badaniach wstępnych) miały wskazywać na możliwość ponownego wykorzystania podłoża w kolejnych cyklach produkcyjnych, co zostało poddane testowaniu w dwuletnim doświadczeniu wegetacyjnym. Ze względu na objęcie ochroną prawną wyników badań uzyskanych w projekcie (ochrona własności intelektualnej wynikająca z podpisanej umowy konsorcjum) i wszczęciem procedury zgłoszenia patentowego szczegółowe rezultaty projektu nie mogą być przeze mnie upowszechniane w niniejszym autoreferacie. Wśród najważniejszych osiągnięć projektu

należy wskazać, że biowęgiel spełnia wszystkie wymagania techniczne i może stanowić substytut torfu i innych komponentów stosowanych w podłożach ogrodnich przeznaczonych do upraw hydroponicznych, wykazując lepsze właściwości niż podłoże perlitowe i wełna mineralna. Zastosowanie biowęgla w podłożu miało wpływ na wzrost i plonowanie roślin, zapewniając lepszą dystrybucję wody i składników pożywki do systemu korzeniowego, co w efekcie przynosiło wyższe plony (w przypadku ogórka), wcześniejsze plonowanie (w przypadku pomidora) i lepszą jakość uzyskanych warzyw (wzrost zawartości wit. C i suchej masy). Zastosowanie biowęgla jako podłoża ogrodniczego pozwala zmniejszyć częstotliwość nawadniania upraw, co przekłada się na oszczędności zasobów wody. Przeprowadzone doświadczenia wykazały również, że biowęgiel zwiększa zdolność podłoża do magazynowania składników nawozowych poprzez mechanizm sorpcji wymiennej. W wyniku tego procesu biowęgiel stopniowo uwalnia do pożywki P, K, Ca, Mg i Fe ograniczając potrzebę stosowania tych składników w nawożeniu. Co istotne podłoża na bazie biowęgla mogą być użytkowane przynajmniej przez dwa sezony wegetacyjne, w drugim roku, uzyskane lepsze efekty uprawy niż w pierwszym. Zastosowane rozwiązanie bazuje na odnawialnych zasobach, stanowiąc rozwiązanie istotnego problemu zagospodarowania odpadowej biomasy rolniczej, a ograniczenie strat wody i składników nawozowych w istotny sposób minimalizuje negatywne oddziaływanie produkcji ogrodnich na środowisko naturalne. Szczegółowo wyniki zostały opisane w raporcie końcowym z projektu, który został przekazany przedsiębiorcy w celu opracowania Technicznego Studium Wykonalności.

*Medyńska-Juraszek A., Uklańska – Pusz C., Chochura P., Ćwieliąg-Piasecka I., Dębicka M., Pusz W. 2015. Możliwość wykorzystania biowęgla jako podłoża ogrodniczego. IV Zjazd Polskiego Towarzystwa Nauk Ogrodnich, Konferencja Naukowa Postęp w ogrodnictwie dla poprawy jakości życia i ochrony środowiska; Wrocław, 14-16.10.2015 (streszczenie)*

*Medyńska-Juraszek A., Chochura P., Ćwieliąg – Piasecka I., Dębicka M., Uklańska-Pusz C. Is biochar source or a sink of nutrients in horticultural substrates? 14th International Conference on the Biogeochemistry of Trace Elements (ICOBTE), Zurych, Szwajcaria, 16-20.07.2017 (referat)*

*Medyńska-Juraszek A., Ćwieliąg – Piasecka I., Dębicka M., Jamroz E., Kawałko D., Chochura P., Uklańska-Pusz C., Norton U. Biochar-nutrient interactions in greenhouse soilless substrates. 11th International Conference Humic Substances in Ecosystems (HSE 11), Wrocław-Kudowa Zdrój, 29.05-01.06.2017 (referat)*

*Medyńska-Juraszek A., Ćwieliąg – Piasecka I., Dębicka M., Chochura P., Uklańska-Pusz C. Biochar in greenhouse vegetable production. 3rd Asia Pacific Biochar Conference, Chuncheon, Korea Południowa, 19-23.10.2016 (referat)*

*Medyńska-Juraszek A., Ćwieliąg – Piasecka I., Dębicka M., Chochura P., Uklańska-Pusz C., Pusz W., Latawiec A., Królczyk J. Możliwość zastosowania biowęgla w rolnictwie, ogrodnictwie i rekultywacji. I Konferencja „Biowęgiel w Polsce: nauka, technologia, biznes” Serock, 30-31.05.2016 (referat)*

*Medyńska-Juraszek A., Chochura P., Ćwieliąg-Piasecka I., Uklańska-Pusz C. Biochar as an alternative growing media in greenhouse vegetable production. International Symposium on Growing Media, Soilless Cultivation and Compost Utilization in Horticulture, Portland, Oregon, USA, 20-25.08.2017 (streszczenie)*

*Medyńska-Juraszek A., Chohura P., Ćwieląg – Piasecka I., Dębicka M., Uklańska-Pusz C., Sikora A., Pusz W: Biowęgiel jako podłoże w produkcji szklarniowej. III Konferencja Biowęgiel w Polsce – nauka, technologia, biznes. Poznań, 28.05.2018 (referat wygłoszony na zaproszenie organizatorów)*

*Medyńska-Juraszek A., Ćwieląg-Piasecka I. (2020): Biochar as a Growing Media Component, w: Biochar as a Renewable-Based Material : with Applications in Agriculture, the Environment and Energy / Manyà Joan J., Gascó Gabriel ( red. ), ISBN 978-1-78634 -896-8 (rozdział w monografii)*

## **Zastosowanie biowęgla w zrównoważonym rolnictwie na terenie Polski**

Projekt był prowadzony w latach 2014-2018 we współpracy z Politechniką Opolską, Politechniką Krakowską, Uniwersytetem Rolniczym w Krakowie i International Institute for Sustainability w Brazylii. Celem projektu była analiza aspektów środowiskowych, społecznych i ekonomicznych wprowadzenia biowęgla jako dodatku do gleb w warunkach Polski. W oparciu o system GIS, SDSS i metody wielokryterialnego podejmowania decyzji opracowano model, w którym wskazano potencjalne źródła biomasy do produkcji biowęgla i możliwości/potrzeby jego zastosowania w oparciu o dane dotyczące właściwości gleb uprawnych w Polsce (uziarnienie, odczyn, zawartość węgla organicznego, zanieczyszczenie pierwiastkami śladowymi). W ramach projektu przeprowadzono również doświadczenia polowe gdzie przez trzy lata obserwowano wpływ dodatku biowęgla wytworzonego ze zrębek sosnowych na kształtowanie się właściwości gleby uprawnej i wzrost roślin uprawianych w płodozmianie. Doświadczenie było prowadzone na polu uprawnym rolnika w okolicach miejscowości Prószków, w województwie opolskim. Do gleby wprowadzono dodatek biowęgla w dawce 50 t/ha, rolnik prowadził uprawę zgodnie z zaplanowanym płodozmiarem. Mój udział w części doświadczalnej projektu polegała na poborze próbek glebowych (dwa razy w roku) i wykonaniu szczegółowych analiz laboratoryjnych (odczyn, zasolenie, pojemność kompleksu sorpcyjnego, zawartość węgla ogólnego, kwasowość hydrolityczna i wymienna, zawartość makro – i mikrośladników, frakcjonowanie próchnicy glebowej metodą Tiurina, krzywe retencji wody). Wykonywałam również analizę roślin (kukurydzy i rzepaku) zebranych z poletek doświadczalnych analizując w nich na MP-AES 4200 zawartość makro- i mikrośladników. Ustalono, że dodatek biowęgla wyprodukowanego w niskiej temperaturze (< 300°C) nie spowodował istotnych zmian właściwości fizykochemicznych gleby uprawnej, natomiast spowodował poprawę właściwości fizycznych i wzrost retencji wodnej, co przyczyniło się do poprawy warunków wzrostu kukurydzy i zwiększenie plonów, w porównaniu do gleb gdzie dodatek nie był stosowany. Przeprowadzone badania są w naszej ocenie unikatowe, ponieważ w Polsce prowadzi się niewiele doświadczeń w warunkach polowych, przede wszystkim ze względu na bardzo ograniczony dostęp do biowęgla. Wyniki z trzyletniego doświadczenia polowego zostaną wkrótce opublikowane w artykule naukowym.

Latawiec A.E., Peake L., Baxter H., Cornelissen G., Grotkiewicz K., Hale S., Królczyk J., Kubon M., Łopatka A., **Medyńska-Juraszek A.**, Reid B., Siebielec G., Sohi S., Spiak Z., Strassburg B. (2017): A reconnaissance-scale GIS-based multicriteria decision analysis to support sustainable biochar use: Poland as a case study, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25 (2), 208-222 (artykuł w czasopiśmie, IF 0.635)

**Medyńska-Juraszek A.**, Latawiec A., Królczyk J., Bednik M., Dudek M., Bogacz A., Kawałko D. :Biochar improves maize growth but has limited effect on soil properties: evidence from a three-year field experiment. (praca wystana w styczniu 2021 roku do czasopisma „Soil and Tillage Research” IF 4.601)

**Medyńska-Juraszek A.**, Kawałko D., Bogacz A., Królczyk J., Latawiec A. (2019): Wpływ dodatku biowęgla na wybrane właściwości gleby uprawnej. Referat wygłoszony podczas 30. Kongresu Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego "Gleba źródłem życia", 1-7 września 2019.

## **Badania nad modyfikowanymi biowęgłami i ich zastosowaniem w ograniczaniu skutków nadmiernego zasolenia gleb**

Wiedza i co raz większe doświadczenie w badaniach biowęgla pozwoliły podjąć nowy temat badawczy związany z projektowaniem jego właściwości pod kątem konkretnych działań w glebie. W przeprowadzonych badaniach wykorzystano trzy biowęgłe wytworzone ze słomy pszenicznej, łuski słonecznika i zrębek sosnowych, które poddano chemicznym modyfikacjom powierzchni. Celem pracy była ocena zdolności badanych biowęgeli i ich modyfikacji do sorpcji sodu z roztworów imitujących stężenie soli w roztworze glebowym. Przeprowadzono doświadczenia sorpcyjno/desorpcyjne sodu z roztworów o różnym stężeniu pierwiastka (od 0,1g do 10g/dm<sup>3</sup>), pomiary stężenia Na wykonywano po 24, 48, 72 i 168 h. Wykonano również badania spektroskopowe FTIR i EPR biowęgeli i ich modyfikacji oceniając wpływ zastosowanych metod na zmiany właściwości powierzchni i aktywację grup funkcyjnych biorących udział w sorpcji kationów metali. Otrzymane wyniki poddano modelowaniu wyznaczając izotermę adsorpcji Freundlicha, na podstawie których określono efektywność procesu dla poszczególnych wariantów. Wykazano, że biowęgiel wytworzony ze słomy pszenicznej wykazuje najlepsze zdolności do sorpcji Na<sup>+</sup>, przy niewielkiej desorpcji kationów po 7 dniach. Za duże zdolności sorpcyjne biowęgla ze słomy pszenicznej odpowiadają tlenowe grup funkcyjne, jak również kationy potasu, których udział na powierzchni był największy w porównaniu z innymi badanymi biowęgłami. Kationy sodu podlegały sorpcji wymiennej i w badanych roztworach stwierdzono prawie dwukrotny wzrost stężenia K<sup>+</sup> po 72h, czego nie stwierdzono w innych badanych przypadkach. Badania potwierdziły, że modyfikacja chemiczna polegająca na traktowaniu biowęgla etanolem zwiększyła jego zdolności sorpcyjne we wszystkich trzech badanych biowęgłach. W przypadku traktowania biowęgeli 1M HCl nie uzyskano pozytywnego efektu, a przeprowadzona procedura obniżała skuteczność procesu sorpcji we wszystkich badanych materiałach. Wyniki pracy badawczej mogą być praktycznie wykorzystane i zostały poddane weryfikacji poprzez wprowadzenie biowęgeli do zasolonej gleby w doświadczeniu lizymetrycznym przeprowadzonym przez moją magistrantkę.



*Medyńska-Juraszek A., Calvo Alvarez M., Białowiec A., Jerzykiewicz M.: Biochars obtained from agricultural wastes reduces sodium content in solution, mitigating the problem of soil salinity impacted by salt water drainage (publikacja w recenzji w czasopiśmie Materials, IF 3.051 )*

*Sakuta N. Praca magisterska pt. „Wykorzystanie biowęgla w ograniczaniu problemu zasolenia gleb na terenie miasta Wrocławia” Data obrony 07.07.2020, kierunek Ochrona Środowiska*

## **Badania materii organicznej**

Badania prowadzone są w zespole naukowym pracowników Zakładu Waloryzacji Gleb i Badań Materii Organicznej w Instytucie Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska UPWr. Głównym tematem badań są transformacje glebowej materii organicznej pod wpływem różnych czynników i wpływ egzogennej materii (kompostów i biowęgla) na obieg węgla w glebie. Prowadzone przeze mnie badania dotyczą wpływu dodatku biowęgla na sekwestrację węgla w glebie i jego rolę w procesie określanym w języku angielskim jako „priming effect”. Zawartość aktywnych form węgla, mogących potencjalnie wchodzić w reakcję z glebową materią organiczną jest w biowęglach zróżnicowana i zależy zarówno od rodzaju biomasy jak i temperatury stosowanej w procesie jego wytwarzania. Prowadzone badania dotyczą oceny zawartości w biowęglach frakcji węgla potencjalnie aktywnych chemicznie. Do oceny zastosowano metody badawcze typowe dla analizy glebowej materii organicznej jak frakcjonowanie próchnicy glebowej metodą Tiurina i Shnitzera, jak również bardziej specyficznych analiz jak zawartość węgla wodnorozpuszczalnego, lotnych frakcji węgla (z ang. volatile organic compounds), utleniających chemicznie form węgla, czy też frakcji aktywnych biologicznie (zawartość cukrów i niskocząsteczkowych kwasów organicznych). Przeprowadzone doświadczenia inkubacyjne z dodatkiem biowęgla do gleby leśnej wykazały wzrost udziału frakcji wodnorozpuszczalnego i frakcji kwasów fulwowych po dwóch latach od zastosowania dodatku, a w przypadku gleby uprawnej wzrost ww. frakcji nastąpił dopiero po 4 latach, co wskazuje na bardzo powolne tempo przemian biowęgla w glebie zależne o wielu czynników glebowych co podlega dalszym badaniom prowadzonym przez zespół. Prowadzone badania dotyczą również oceny procesu kompostowania na podstawie wybranych wskaźników humifikacji, jak również zmian dostępności makro- i mikroskładników w kompoście. Mój udział w prowadzonych badaniach polega na analizie dostępności pierwiastków i zanieczyszczeń w materiałach poddawanych procesowi kompostowania i kompostach w różnych fazach dojrzałości. W przeprowadzonych badaniach kompostów wykazano, że udział form dostępnych C, P, K, Ca i Mg maleje wraz z osiągnięciem kolejnych faz dojrzałości kompostu, z kolei dostępność mikroskładników zwiększa się wraz z upływem czasu kompostowania. Dynamika zmian dostępności pierwiastków w czasie pozwala określić przebieg, a przede wszystkim długość poszczególnych faz kompostowania.

- Jamroz E., Bekier J., Medyńska-Juraszek A., Kałuża – Haładyn A., Cwielał-Piasecka I., Bednik M. (2020): *The contribution of water extractable forms of plant nutrients to evaluate MSW compost maturity: a case study*, w: *Scientific Reports*, vol. 10, ss. 1-9, numer artykułu:12842 (publikacja, IF 3.998)
- Białowiec A., Pilarski G., Sobieraj K., Medyńska-Juraszek A., Stegenta – Dąbrowska S. (2019): *Reżim technologiczny kompostowania osadów ściekowych z bioodpadami w pryzmach przetrucanych. Bilans metali ciężkich oraz makro- i mikrośladników*. *Przemysł Chemiczny*, vol. 98, nr 9, ss. 1388-1391 (publikacja, IF 0.485)
- Bekier J., Weber J., Jamroz E., Medyńska-Juraszek A., Cwielał – Piasecka I. 2015. *Przemiany wybranych spektroskopowych i chemicznych właściwości substancji humusowych podczas kompostowania organicznych odpadów miejskich*, 29. Kongres Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego „Zasoby glebowe a zrównoważony rozwój”, Wrocław, 31.08 – 03.09.2015 (streszczenie)
- Jamroz E., Bekier J., Cwielał – Piasecka I., Medyńska-Juraszek A., Kocowicz A., Weber J. 2017. *Effect of clear-cutting on soil organic matter in mountain areas*. 11th International Conference Humic Substances in Ecosystems (HSE 11), Wrocław-Kudowa Zdrój, 29.05-01.06.2017 (referat)
- Dudek M., Kabala C., Łabaz B., Mituła P., Bednik M., Medyńska-Juraszek A.: *MIR spectroscopy supports identification of the origin of organic matter in soils* (artykuł w recenzji, w czasopiśmie *Land*, IF 2.429)
- Medyńska-Juraszek A., Bednik M., Jamroz E.: *The effect of biochar application on soil organic matter of forest soil*. (publikacja w przygotowaniu)
- Medyńska-Juraszek A., Jamroz E., Bednik M., Bekier K., Cwielał-Piasecka I.: *The effect of pinewood biochar application on carbon pools in arable soil*. (publikacja w przygotowaniu)

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

---

Od 2009 roku jest związana naukowo i prowadzę działalność naukowo – badawczą we współpracy z prof. Urszulą Norton z College of Agriculture and Natural Resources, University of Wyoming w Laramie, Stany Zjednoczone Ameryki Północnej.

W trakcie mojego stażu naukowego brałam udział w:

- 1) pracach badawczych w ramach projektu „*Effect of massive-scale bark beetle outbreak on carbon, nitrogen, and water cycling and greenhouse gas (GHG) emissions*”. Mój udział polegał na pobieraniu próbek gazów i gleb ze stałych punktów monitoringowych, wykonywaniu analiz laboratoryjnych gleb – oznaczanie form azotu, azotu potencjalnie mineralizowalnego (z ang. Potentially Mineralizable Nitrogen), biomasy mikroorganizmów metodą fumigacji chloroformowej i analizie profili kwasów tłuszczowych metodą PLFA (profile fosfolipidowych kwasów tłuszczowych)
- 2) badaniach polegających na monitorowaniu struktury zespołów mikroorganizmów glebowych metodą PLFA w glebach zanieczyszczonych metalami ciężkimi z rejonu huty miedzi „Legnica” i zbiornika poflotacji rud miedzi „Żelazny Most”, co zostało opublikowane w mojej pracy doktorskiej

- 3) badaniach polegających na monitorowaniu struktury zespołów mikroorganizmów glebowych metodą PLFA i podstawowych właściwości gleb rekultywowanych pól naftowych w rejonie Wamsutter i Red Desert w Wyoming – projekt badawczy realizowany przez prof. Petera Stahla

Wyniki tych prac zostały opublikowane w mojej pracy doktorskiej i zaprezentowane podczas konferencji naukowych.

*Medyńska A. (2008): Use of Fatty Acid Methyl Ester (FAME) and Phospholipid Fatty Acids (PLFA) methods for characterizing microbial communities in soils. IV Międzynarodowej Konferencji Young Scientist Towards the Challenges of Modern Technology, Warszawa*

*Medyńska-Juraszek A. (2011): Composition and activity of the microbial communities in forest floor exposed to deposition from copper industry. Abstract Ecology of Soil Microorganisms. Micorbes as Important Drivers of Soil Processes, Praga, Republika Czeska*

W roku 2015 prowadziłam badania z prof. Urszulą Norton w Polsce na obszarach badawczych związanych z realizacją projektu „Zastosowanie biowęgla w zrównoważonym rolnictwie na terenie Polski: skutki socjośrodowiskowe i zdolność ekonomiczna. Doświadczenia polowe”. Badania polegały na pobraniu próbek gazów glebowych za pomocą specjalnych przenośnych komór (z ang. gas chambers). Próbkę gazów zostały przeze mnie przeanalizowane w roku 2016 w laboratorium prof. U. Norton w Stanach Zjednoczonych. W tym samym roku prof. Urszula Norton odbyła urlop naukowy (z ang. sabbatical leave) na UPWr i wspólnie prowadziłyśmy badania w ramach realizowanego przeze mnie projektu „Biowęgiel jako innowacyjne podłoże ogrodnicze” (PBS3/B8/22/2015). Wyniki naszej pracy naukowej zostały zaprezentowane podczas konferencji i zostaną wkrótce opublikowane w publikacji naukowej.

*Medyńska-Juraszek A., Ćwiela – Piasecka I., Dębicka M., Jamroz E., Kawałko D., Chochura P., Uklańska-Pusz C., Norton U. Biochar-nutrient interactions in greenhouse soil substrates. 11th International Conference Humic Substances in Ecosystems (HSE 11), Wrocław-Kudowa Zdrój, 29.05-01.06.2017*

*Norton U., Medyńska-Juraszek A., Jamroz E. „The role of rhizosphere in nitrogen mineralization and release from biochar media under cucumbers and tomatoes production” ( w trakcie przygotowania)*

W roku 2019 w ramach środków finansowych pozyskanych w Rezerwy Prorozwojowej UPWr ponownie wyjechałam do Stanów Zjednoczonych i prowadziłam prace badawcze związane z realizacją projektu pt. „Badania nad wykorzystaniem biowęgla w ograniczaniu negatywnych skutków zasolenia i zwiększaniu retencji wodnej gleb uprawnych” W trakcie mojego pobytu założono doświadczenie polowe z zastosowaniem biowęgla wytworzonego ze zrębek sosnowych. Projekt zakłada trzyletnią obserwację i obecnie prowadzone są badania właściwości fizycznych i fizykochemicznych gleb, a także badania biometryczne roślin. Oprócz opisywanego projektu biorę również udział jako „advisor” w realizacji tematu pracy magisterskiej pt. „The effect of biochar and other soil amendments on plant lead and iron uptake in industrially polluted dryland alkaline soils” pani

Tary Geiger. Obecnie w przygotowaniu jest publikacja naukowa: *Geiger T., Norton U., Medyńska-Juraszek M. „Examining the effect of biochar on soil available lead concentrations and plant lead uptake in calcareous soils”*, która zostanie wysłana do Special Issue czasopisma Applied Sciences "Novel Technologies for Heavy Metals Removal from Contaminated Soil", którego jestem edytorem gościnnym.

Od roku 2012 współpracuję z dr. Erikiem Jonerem i dr. Danielem Rasse z Norwegian Institute for Agricultural and Environmental Research (Bioforsk), obecnie Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO) w Ås, Norwegia. W trakcie stażu naukowego i przeprowadzonych przeze mnie badań w ośrodku zagranicznym powstała publikacja pt. *„Biochar Affects Heavy Metal Uptake in Plants through Interactions in the Rhizosphere”* opisana w osiągnięciu naukowym przedstawionego autoreferatu. Wyniki przeprowadzonego doświadczenia zostały również zaprezentowane podczas konferencji naukowej we Włoszech.

*Medyńska-Juraszek A., Joner E., Rasse D., Rivier D. (2013). Effect of biochar application on bioavailability and uptake of heavy metals by barley (Hordeum vulgare L.) Międzynarodowa Konferencja BCD 2013 "Biochars, Composts, and Digestates" Production, Characterization, Regulation, Marketing, Uses and Environmental Impact. Bari, Włochy*

Realizacja projektów naukowych i możliwość zaprezentowania wyników na wielu konferencjach zagranicznych zaowocowały rozwinięciem międzynarodowej współpracy z innymi ośrodkami w Europie (UK Biochar Center, Politechnika w Madrycie), w Ameryce Południowej (International Institute for Sustainability w Brazylii) i w Azji (Zhejiang University of Technology, Hangzhou, Chiny), dzięki czemu udało się stworzyć platformę naukową, w której możliwa jest merytoryczna dyskusja o kierunkach badań nad biowęglem. Nawiązana współpraca pozwoliła również na wymianę naukową studentów i pracowników naukowych z USA, Hiszpanii, Włoch i Litwy i realizację projektów badawczych, których wyniki zostały opublikowane jako publikacje naukowe.

*Titova J., Baltrėnaitė-Gedienė E., Medyńska-Juraszek A., Bakšienė E. (2020) : Leaching of potentially toxic elements from biochars intended for soil improvement, w: Zemdirbyste-Agriculture, vol. 107, nr 3, ss. 235-242*

*Medyńska-Juraszek A., Calvo Alvarez M., Białowiec A., Jerzykiewicz M. (2021): Biochars obtained from agricultural wastes reduces sodium content in solution, mitigating the problem of soil salinity impacted by salt water drainage (publikacja w recenzji w czasopiśmie Materials, IF 3.051 )*

Wynikiem międzynarodowej współpracy z prof. Gabrielem Gasco ze School of Agricultural, Food and Biosystems Engineering z Technical University of Madrid w Hiszpanii jest również współautorstwo książek o biowęglu.

*Medyńska-Juraszek A., Ćwieliąg-Piasecka I. (2020): Rozdział pt. Biochar as a Growing Media Component Biochar as a Renewable-Based Material : with Applications in Agriculture, the Environment and Energy / Manyà Joan J., Gascó Gabriel ( red. ), ISBN 978-1-78634 -896-8, ss. 85-104*

Obecnie trwają przygotowania drugiej książki w międzynarodowym zespole naukowców z Zhejiang University of Technology, Hangzhou, Chiny, UK Biochar Center w Edynburgu, w Anglii i Technical University of Madrid w Hiszpanii pt. *“Engineered*

*biochar: Fundamentals, Preparation, Characterization and Applications*”, która zostanie wydana przez wydawnictwo Springer w 2022 roku.

Prowadzone prace badawcze są również związane ze współpracą z krajowymi jednostkami naukowymi:

- ✓ Uniwersytetem im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (dr hab. Karoliną Lewińską, prof. uczelni)
- ✓ Uniwersytetem Wrocławskim (dr hab. Marią Jerzykiewicz)
- ✓ Politechniką Opolską (dr hab. Jolantą Królczyk, prof. uczelni)
- ✓ Uniwersytetem Rolniczym w Krakowie (dr hab. Agnieszka Latawiec, prof. uczelni)
- ✓ Instytutem Upraw i Nawożenia Gleb w Puławach (dr Aleksandrą Ukalską – Jaruga)

**Latawiec A., Peake L., Baxter H., Cornelissen G., Grotkiewicz K., Hale S., Królczyk J., Kubon M., Łopatka A., Medyńska-Juraszek A., Reid B., Siebielec G., Sohi S., Spiak Z., Strassburg B.** (2017): *A reconnaissance-scale GIS-based multicriteria decision analysis to support sustainable biochar use: Poland as a case study*, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25 (2), ss.208-222, (publikacja naukowa, IF 0.635)

Gruss I., Twardowski J., **Latawiec A., Medyńska-Juraszek A., Królczyk J.** (2019) : *Risk assessment of low-temperature biochar used as soil amendment on soil mesofauna*, w: *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 26, 2019, ss. 18230-18239, (publikacja naukowa IF 3.056)

Gruss I., Twardowski J., **Latawiec A., Królczyk J., Medyńska-Juraszek A.** (2019): *The Effect of Biochar Used as Soil Amendment on Morphological Diversity of Collembola*, w: *Sustainability*, vol. 11 (18), ss. 1-13, (publikacja naukowa IF 2.576)

**Ukalska-Jaruga A., Lewińska K., Mammadov E., Medyńska-Juraszek A., Karczewska A.** (2020): *Residues of persistent organic pollutants (POPs) in agricultural soils adjacent to historical sources of their storage and distribution - the case study of Azerbaijan*, w: *Molecules*, vol. 25, nr 8, ss. 1-15, (publikacja naukowa IF 3.267)

Ćwieliąg-Piasecka I., Medyńska-Juraszek A., **Jerzykiewicz M., Dębicka M., Bekier J., Jamroz E., Kawałko D.** (2018): *Humic acid and biochar as specific sorbents of pesticides*, w: *Journal of Soils and Sediments*, 18 (8), ss. 2692-2702, (publikacja naukowa, IF 2.813)

Medyńska-Juraszek A., Ćwieliąg – Piasecka I., **Jerzykiewicz M., Trynda J.** (2020): *Wheat straw biochar as a specific sorbent of cobalt in soil*. *Materials*, vol. 13/11: ss. 1-15, (publikacja naukowa IF 3.056)

Medyńska-Juraszek A., Kawałko D., Bogacz A., **Królczyk J., Latawiec A.** (2019): *Wpływ dodatku biowęglu na wybrane właściwości gleby uprawnej. Referat wygłoszony podczas 30. Kongresu Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego "Gleba źródłem życia", 1-7 września 2019.*

Charakter współpracy i wspólnie realizowane projekty naukowe zostały opisane w **Załączniku 3.B.**

## 7 INFORMACJE O OSIĄGNIĘCIACH DYDAKTYCZNYCH, ORGANIZACYJNYCH ORAZ POPULARYZUJĄCYCH NAUKĘ LUB SZTUKĘ

---

### 7.1 OSIĄGNIĘCIA DYDAKTYCZNE

W ramach działalności dydaktycznej prowadzę wykłady i ćwiczenia na studiach I i II stopnia na kierunkach Ochrona Środowiska, Agrobiznes, Odnawialne Źródła Energii i Gospodarka Odpadami, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji, Bezpieczeństwo Żywności.

Zestawienie prowadzonych zajęć w latach 2011 – 2020:

#### WYDZIAŁ PRZYRODNICZO – TECHNOLOGICZNY

##### Kierunek Ochrona Środowiska

###### Wykłady

- 1) Decyzje środowiskowe
- 2) Metody badania stanu środowiska glebowego

###### Ćwiczenia

- 3) Gleboznawstwo cz. 1 i 2
- 4) Monitoring środowiska i teledetekcja
- 5) Ochrona gleb
- 6) Rekultywacja terenów zdegradowanych
- 7) Kompleksowe ćwiczenia terenowe dla studentów III roku Ochrony Środowiska
- 8) Metale ciężkie w środowisku
- 9) Zagrożenia cywilizacyjne i zrównoważony rozwój
- 10) Ochrona zasobów naturalnych
- 11) Technologie rekultywacji gleb i gruntów zanieczyszczonych chemicznie
- 12) Ocena ryzyka środowiskowego
- 13) Decyzje środowiskowe
- 14) Metody badania stanu środowiska glebowego

##### Kierunek Zarządzanie i Inżynieria Produkcji

###### Wykłady i ćwiczenia

- 1) Ekologia i zarządzanie środowiskowe
- 2) Zasoby naturalne i zrównoważony rozwój

##### Kierunek Agrobiznes

###### Wykład i ćwiczenia

- 1) Zarządzanie środowiskowe w aspekcie zrównoważonego rozwoju
- 2) Skutki chemizacji rolnictwa

### 3) Sozologia

#### **Kierunek Odnawialne Źródła Energii i Gospodarka Odpadami**

##### **Wykład i ćwiczenia**

- 1) Zarządzanie środowiskowe w aspekcie zrównoważonego rozwoju

#### **WYDZIAŁ BIOLOGII I HODOWLI ZWIERZĄT**

#### **Kierunek Bezpieczeństwo Żywności**

##### **Wykład i ćwiczenia**

- 1) Bezpieczeństwo w ochronie roślin

#### **ZAJĘCIA OGÓLNOUCZELNIANE PROWADZONE W JEZYKU ANGIELSKIM (WYKŁADY I ĆWICZENIA) DLA STUDENTÓW PROGRAMU ERASMUS**

- 1) Remediation of soils polluted with heavy metals
- 2) Environmental risk assessment
- 3) Heavy metals in the environment
- 4) Environmental monitoring
- 5) Organic pollutants in soil
- 6) Environmental monitoring

#### **PROMOTORSTWO PRAC MAGISTERSKICH I INŻYNIERSKICH**

W latach 2012 – 2020 byłam promotorem 10 prac magisterskich i 9 prac inżynierskich oraz recenzentem 6 prac magisterskich i 8 inżynierskich realizowanych przez studentów Wydziału Przyrodniczo-Technologicznego na kierunkach Ochrona Środowiska, Agrobiznes i Zarządzanie i Inżynieria Produkcji.

#### **Prace magisterskie realizowane pod moją opieką:**

- 1) Wykorzystanie biowęgla w ograniczaniu problemu zasolenia gleb na terenie miasta Wrocławia. Data obrony 07.07.2020, kierunek Ochrona Środowiska
- 2) Biofortyfikacja jako nowatorska metoda zwiększania wartości odżywczej roślin. Data obrony 16.09.2019, kierunek Agrobiznes
- 3) Wykorzystanie biopreparatów i kwasów humusowych w rolnictwie i ogrodnictwie. Praca magisterska po pozytywnych recenzjach, oczekiwanie na obronę, kierunek Agrobiznes
- 4) Wpływ dodatku biowęgla i kompostu na zmianę zdolności sorpcyjnych i wodnych gleby. Data obrony: 7.06.2019, kierunek Ochrona Środowiska
- 5) Wpływ dodatku biowęgla na sorpcję/desorpcję Cu, Zn i Pb w zróżnicowanych warunkach odczynu gleby. Data obrony: 11.07.2018, kierunek Ochrona Środowiska

- 6) Ocena przydatności biowęgla do produkcji podłoży ogrodniczych. Data obrony: 11.07.2016, kierunek Ochrona Środowiska
- 7) Ocena właściwości sorpcyjnych wybranych podłoży ogrodniczych stosowanych w produkcji szklarniowej warzyw. 11.07.2016, kierunek Ochrona Środowiska
- 8) Wykorzystanie biowęgla do ograniczenia ryzyka zdrowotnego związanego z produkcją na terenach oddziaływania przemysłu miedziowego. Data obrony: 11.07.2016, kierunek Ochrona Środowiska
- 9) Analiza wybranych właściwości i zawartości pestycydów w glebach użytkowanych rolniczo na obszarze dolnego Śląska. Data obrony: 30.10.2014, kierunek Ochrona Środowiska
- 10) Przestrzenny gradient zawartości miedzi, cynku i ołowiu w powierzchniowych poziomach glebach leśnych strefy ochrony sanitarnej huty miedzi Legnica. Data obrony: 8.07.2013, kierunek Ochrona Środowiska

#### **Prace inżynierskie realizowane pod moją opieką:**

- 1) Wykorzystanie sorbentów w remediacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi. Data obrony 28.01.2019, kierunek Ochrona Środowiska
- 2) Analiza i ocena wykorzystania funduszy unii europejskiej na inwestycje w zakresie ochrony środowiska na przykładzie Dolnego Śląska. Data obrony: 5.02.2018, kierunek Ochrona Środowiska
- 3) Możliwości wykorzystania biowęgla w rekultywacji gleb zanieczyszczonych metalami ciężkimi w sąsiedztwie huty miedzi Głogów. Data obrony: 08.02.2016, kierunek Ochrona Środowiska
- 4) Analiza stanu wiedzy i ocena możliwości produkcji biowęgla w Polsce. 08.02.2016, kierunek Ochrona Środowiska
- 5) Analiza i ocena wykorzystania funduszy Unii Europejskiej na inwestycje w zakresie ochrony środowiska na przykładzie miasta Wrocławia. Data obrony: 12.02.2014, kierunek Ochrona Środowiska
- 6) Outsourcing ekologiczny na przykładzie Strzeblowskich Kopalni Surowców Mineralnych Sp. z o.o. Data obrony: 07.02.2014, kierunek Ochrona Środowiska
- 7) Źródła zanieczyszczenia i metody remediacji gleb zanieczyszczonych pestycydami. Data obrony: 07.02.2014, kierunek Ochrona Środowiska
- 8) Analiza i ocena Systemu Zarządzania Środowiskowego w MAHLE Polska sp.z o.o. Data obrony: 14.02.2013, kierunek Ochrona Środowiska
- 9) Analiza obszarów przekroczenia dopuszczalnych zawartości metali ciężkich w glebach Dolnego Śląska na podstawie Raportów o stanie środowiska i określenie możliwości ich użytkowania. Data obrony: 14.02.2013, kierunek Ochrona Środowiska



### OPIEKA NAUKOWA JAKO PROMOTOR POMOCNICZY W PRACACH DOKTORSKICH

Pełnię rolę promotora pomocniczego w dwóch projektach doktorskich realizowanych w Instytucie Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska UPWr:

- 1) mgr inż. Michał Dudek, praca pt. *„Współczesna transformacja gleb czarnoziemnych w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem właściwości i przemian materii organicznej”*, promotor pracy: dr hab. Beata Łabaz, prof. uczelni, data wszczęcia przewodu doktorskiego: 19.05.2020r (uchwała UPWr nr 24/2020), planowana data obrony: wrzesień 2022 roku
- 2) mgr inż. Magdalena Bednik, praca pt. *„Czynniki decydujące o degradacji biowęgla w glebie w kontekście możliwości wykorzystania węgla pirolitycznego jako narzędzia sekwestracji CO<sub>2</sub>”*, promotor pracy: dr hab. Elżbieta Jamroz, prof. uczelni, planowana data obrony: wrzesień 2023 roku

### OPIEKA NAUKOWA NAD STUDENTAMI I PRACOWNIKAMI NAUKOWYMI Z OŚRODKÓW ZAGRANICZNYCH

#### Staż naukowy w laboratorium w ramach programu Erasmus + Traineeship

- ✓ Katia Pacella z Uniwersytetu w Bari, we Włoszech, okres stażu (1/03/17-31/05/17)
- ✓ Filippo di Marzo z Uniwersytetu w Bolonii, we Włoszech, okres stażu (1/04/17-30/06/2017)

#### NAVA Training Program for Students

- ✓ Marisa Alvarez Calvo z Technical University of Madrid (5/03/19-5/04/2019)

#### Staż naukowy finansowany z European Social Fund under the No 09.3.3-LMT-K-712 “Development of Competences of Scientists, other Researchers and Students through Practical Research Activities”

- ✓ Dr Jelena Titova z Vilnius Gediminas Technical University (Research Institute of Environmental Protection) (01/08/2019-31/02/2019)

### OPIEKA NAUKOWO-DYDAKTYCZNA NAD STUDENTAMI KOŁA NAUKOWEGO

Od 2012 roku pełnię rolę **opiekuna Studenckiego Koła Naukowego Gleboznawstwa i Ochrony Środowiska**. Działalność naukowa studentów związana jest z realizacją samodzielnych projektów badawczych, jak również w zespołach badawczych z pracownikami naukowo-dydaktycznymi INoGiOŚ. W trakcie mojej opieki członkowie koła uczestniczyli i organizowali konferencje naukowe, wielokrotnie otrzymując wyróżnienia i nagrody. Wśród najważniejszych należy wymienić nagrodę otrzymaną w konkursie “Quarry Life Award 2018” organizowanym przez Grupę Heidelberg-

Góraźdże, w kategorii projekty naukowo-badawcze za realizację projektu „Rekultywacja biologiczna jak sposób na zwiększenie bioróżnorodności kopalni Nowogród Bobrzański”, studenci otrzymali 2 500 Euro nagrody finansowej. Studenci otrzymali również wyróżnienie w konkursie StRuNa w kategorii „Projekt Roku” 18 listopada 2018r.

## 7.2 OSIĄGNIĘCIA ORGANIZACYJNE

- ✓ **Zastępca dyrektora ds. badań** - organizacja prac badawczych, zarządzaniem laboratoriami i organizacją czasu pracy pracowników technicznych, pozyskiwaniem zleceń i środków na badania, kontaktem z klientami zewnętrznymi i jednostki zainteresowanymi współpracą z Instytutem, **od 2017 roku do dzisiaj**
- ✓ **Sekretarz wrocławskiego oddziału Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego, od 2019 roku do dzisiaj**
- ✓ Członek **Wiodących Zespołów Badawczych Wiodącego** „Waloryzacji odpadów i biomasy (WBVG)” – lider zespołu prof. dr hab. Andrzej Białowiec i „Rolnictwo, środowisko, zasoby naturalne (AgrEn) – lider zespołu prof. dr hab. Cezary Kabała, **od 2019 roku do dzisiaj**
- ✓ Członek **Wiodącego Zespołu Dydaktycznego** na Wydziale Przyrodniczo-Technologicznym UPWr, lider zespołu dr hab. Katarzyna Szopka, prof. uczelni, **od 2020 roku do dzisiaj**
- ✓ Członek **Rady Dyscypliny „Rolnictwo i Ogrodnictwo”**, **od września 2020 roku do dzisiaj**
- ✓ Członek **Uczelnianej Rady Programowej** dla studiów doktoranckich krajowych i międzynarodowych opiniując programy nauczania i wnioski o finansowanie badań w ramach programu „Innowacyjny Doktorant” na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu, **od sierpnia 2018 roku do maja 2019 roku**

## 7.3 DZIAŁALNOŚĆ POPULARYZUJĄCA NAUKĘ

W trakcie swojej pracy naukowej starałam się popularyzować wiedzę z zakresu gleboznawstwa i ochrony środowiska biorąc aktywny udział w wielu przedsięwzięciach organizowanych przez Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu:

- ✓ **Warsztaty „Człowiek w świecie przyrody”** 12.04.2013 r. organizowane dla uczniów szkół ponadpodstawowych
- ✓ **Warsztaty „Studia w pigułce”** – Dzień Otwarty Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, edycja 2014 i 2015. Zajęcia dla uczniów klas 2 i 3 szkół ponadpodstawowych „Co dżdżownica robi w glebie?”, „Co to jest gleba?”

- ✓ **Warsztaty „Słońce – Roślina – Człowiek”** 13.05.2016 r. organizowane dla uczniów szkół ponadpodstawowych
- ✓ **Zajęcia dla przedszkolaków** z przedszkoli wrocławskich „Co piszczy w glebie – czyli coś o dżdżownicach i innych stworzeniach glebowych”
- ✓ **Warsztaty z recyklingu odpadów plastikowych i nakrętek** dla uczniów i podopiecznych Wrocławskiego Hospicjum dla Dzieci
- ✓ **Światowy Dzień Gleby** na Uniwersytecie Przyrodniczym, organizowany od 2018 przez Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska - warsztaty dla dzieci, uczniów szkół podstawowych i ponadpodstawowych, wykłady dla mieszkańców Wrocławia.
- ✓ **Best4Soil:** Międzynarodowa sieć promująca 4 najlepsze praktyki dotyczące zdrowia gleby w Europie. Prowadzę wykłady o glebowej materii organicznej, biowęgla i potrzebach prowadzenia zrównoważonego nawożenia C i N.

## 8 INNE INFORMACJE, NIE WYMIENIONE W PKT. 1-7, WAŻNE Z PUNKTU WIDZENIA PRZEBIEGU KARIERY ZAWODOWEJ

---

Od 2020 roku realizuję trzy projekty badawcze związane z moją działalnością w Wiodących Zespołach Badawczych i Wiodącym Zespole Dydaktycznym, powołanych na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu.

W ramach pracy w WZD „Waloryzacji odpadów i biomasy (WBVG)” od października 2020 roku jestem kierownikiem zadania badawczego pt. „Innowacyjne podłoże ogrodnicze do uprawy ziół i roślin leczniczych wytwarzane z waloryzowanych materiałów odpadowych powstających w produkcji rolnej i energetycznym przekształcaniu biomasy” realizowanego w ramach Inkubatora Innowacyjności 4.0 finansowanego przez Ministerstwo Edukacji i Nauki. Celem projektu jest opracowanie mieszanki podłoża na bazie odpadowej biomasy roślinnej, kompostów z wyselekcjonowanych odpadów biodegradowalnych, pofermentu i biowęgla do uprawy ziół i roślin leczniczych i badania nad wpływem podłoża na zawartość olejków eterycznych (w bazylii, mięcie, tymianku i lawendzie) i kannabidioli (w konopi siewnej).

W ramach pracy w WZB „Rolnictwo, środowisko, zasoby naturalne” realizuję projekt pt. „Badania węgla wodnorozpuszczalnego jako potencjalnego wskaźnika produktywności gleb Polski objętych antropopresją związaną z produkcją rolniczą i emisją zanieczyszczeń przemysłowych” finansowanego w ramach środków Rezerwy Prorozwojowej Prorektora ds. nauki i rozwoju Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Podstawowym kryterium oceny jakości materii organicznej jest analiza jej składu frakcyjnego, która ukazuje dynamikę, zróżnicowanie, stopień rozkładu i przemian materii organicznej w środowisku

glebowym. Aktualnie w pracach naukowych coraz więcej uwagi poświęca się labilnej frakcji węgla organicznego, tzw. węgiel wodnorozpuszczalny (z ang. DOC). DOC uważany jest za aktywną formę glebowej materii organicznej przede wszystkim ze względu na to, że stanowi on źródło łatwo dostępnego węgla dla mikroorganizmów glebowych, a to z kolei ma wpływ na jego krążenie w środowisku. Celem projektu są badania ilościowe i jakościowe DOC i ocena przydatności tego wskaźnika w ocenie przeobrażenia glebowej materii organicznych w czarnoziemach podlegających antropopresji na skutek intensywnego użytkowania rolniczego. Przeprowadzone badania pozwolą wyjaśnić procesy związane z przemianami abiotycznymi i biotycznymi glebowej materii organicznej, jak również tempo tych przemian. Rozwinięcie tematu badawczego jest zaangażowanie studentów koła Naukowego Gleboznawstwa i Ochrony Środowisk w realizację projektu finansowanego w ramach programu wsparcia prac badawczych realizowanych w ramach Kół Naukowych Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w latach 2020-2021 pt. „Antropogeniczna degradacja gleb czarnoziemnych w Polsce południowo-wschodniej”. Celem projektu jest ocena stopnia degradacji gleb czarnoziemnych na podstawie wskaźników związanych z przemianami azotu w glebie. Badania polegają na ilościowej i jakościowej analizie form azotu i jego dostępności dla roślin. W badaniach uwzględniono takie wskaźniki jak: azot potencjalnie mineralizowany (z ang. potentially mineralizable nitrogen), azot mikrobiologiczny (z ang. microbial nitrogen) analizowany metodą fumigacji chloroformowej i podstawowe formy amonowe i azotanowe.

Od 31 maja 2014 roku do 15 kwietnia 2015 roku przebywałam na urlopie macierzyńskim.

*A. Medyńska-Juraszek*