



Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa
Państwowy Instytut Badawczy
w Puławach
(IUNG-PIB)

Zakład Mikrobiologii Rolniczej

Autoreferat

w dziedzinie: **nauki rolnicze**, dyscyplinie: **agronomia**
przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych
(w języku polskim)

dr inż. Anna Maria Gajda

Puławy, 2018 r.

1. **Imię i nazwisko:** Anna Maria Gajda

2. **Posiadane dyplomy, stopnie naukowe:**
 - 1980 – 1984 jednolite studia magisterskie, realizowane na kierunku Rolniczym Wydział Rolniczy, Akademia Rolnicza w Lublinie.
 - 12.04.1984 magister inżynier w zakresie Agronomii, Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Rolniczy, na podstawie pracy magisterskiej pt: „Wpływ dawki i formy nawozów azotowych na produktywność kukurydzy”. Praca wykonana w Zakładzie Fizjologii Roślin. Promotor: prof. dr hab. Zofia Uziak
 - 25.09.1997 stopień doktora nauk rolniczych, w zakresie Agronomii nadany uchwałą Rady Naukowej Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Rozprawa doktorska pt: „Degradacja karbofuranu i aldikarbu w glebie”.
Promotor: prof. dr hab. Stefan Martyniuk.
Recenzenci: prof. dr hab. Anna Strzelec
prof. dr hab. Jadwiga Furczak

3. **Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych**
 - 01.06.1984 – 31.12.1996 r. – pracownik inżynieryjno-techniczny w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach,
 - 01.01.1997 – 30.10.1997 r. – asystent w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach,
 - 01.11.1997 r. do chwili obecnej – adiunkt, w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach.

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

4.a) Tytuł osiągnięcia naukowego będącego podstawą postępowania habilitacyjnego:

„Mikrobiologiczne i biochemiczne wskaźniki jakości gleb pod pszenicą ozimą w zależności od systemu uprawy roli”.

4.b) Autor, rok wydania, nazwa wydawnictwa:

Gajda Anna M. Mikrobiologiczne i biochemiczne wskaźniki jakości gleb pod pszenicą ozimą w zależności od systemu uprawy roli. 2015, Monografie i Rozprawy Naukowe, 2015, 46, s. 165. Wydawnictwo Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowego Instytutu Badawczego (IUNG-PIB) w Puławach. ISBN 978-83-7562-207-2

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

Prowadzone przez mnie wieloletnie badania nad biologiczną jakością gleby pod uprawą pszenicy ozimej w zależności od systemów uprawy roli rozszerzyłam o określenie badanych parametrów w zakresie zmian: aktywności enzymatycznej, jakości materii organicznej oraz przemian azotu w glebie. Wyniki tych badań zawarłam w pracy pt. **„Mikrobiologiczne i biochemiczne wskaźniki jakości gleb pod pszenicą ozimą w zależności od systemu uprawy roli”**, która ukazała się w 2015 r. (**Zał. 5**). Monografię tę uważam za największe moje osiągnięcie w działalności naukowej i przedstawiam ją, zgodnie z art. 16 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.), jako spełniony warunek do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

Jakość gleby, ze względu na jej funkcję w biosferze, wpływa na jakość środowiska przyrodniczego i jego zasobów, wielkość i jakość uzyskiwanych plonów oraz zdrowotność roślin, zwierząt i ludzi. Jakość gleby jest niezwykle ważna w zrównoważonym zarządzaniu zasobami naturalnymi oraz w zrównoważonym rozwoju sektora rolniczego. Zmiany środowiska glebowego oraz zmiany w populacji drobnoustrojów glebowych, szczególnie w agrosystemach spowodowane są głównie zróżnicowaną agrotechniką, m.in. uprawą roli, nawożeniem, pozostawianiem resztek poźniwnych i zmianowaniem roślin. Pod

pojęciem aktywności biologicznej gleby rozumiemy różnorodne, powiązane ze sobą grupy drobnoustrojów glebowych reprezentujących różne poziomy troficzne. Jednak kompleksowość i rola bioróżnorodności drobnoustrojów szczególnie w układzie gleba – roślina nie jest do końca wyjaśniona, dlatego ta funkcjonalnie zróżnicowana populacja drobnoustrojów w glebie nadal stanowi ważny przedmiot rozważań w badaniach nad jakością gleby.

Zasiedlające glebę drobnoustroje mogą być wykorzystane jako swoiste biologiczne markery w badaniach nad różnymi zakłóceniami naturalnych procesów w glebie, m.in. stosowaną agrotechniką. Sektor rolniczy w ogromnym stopniu oddziałuje na gleby, powodując zmiany zachodzące w ich fizycznych, chemicznych i mikrobiologicznych właściwościach. Poprzez uprawę roli kształtuje się bezpośrednio i pośrednio właściwości gleby, wpływając także na środowisko przyrodnicze. Działania agrotechniczne muszą zatem uwzględniać i minimalizować ryzyko ich niekorzystnego wpływu na glebę, wodę i powietrze, a szczególnie na glebę, w której odnotowuje się w ostatnim dziesięcioleciu znaczne straty materii organicznej, kluczowego czynnika decydującego o jakości gleby.

W Polsce dominuje tradycyjna (konwencjonalna) uprawa roli oparta na orce pługiem oraz oddzielnych zabiegach doprawiających rolę. Jedynie 5–10% uprawianych gruntów jest pod uprawą uproszczoną, w której orkę pługiem zastępuje się działaniem kultywatora, brony talerzowej, spulchniacza obrotowego czy innych narzędzi spulchniających rolę. Tylko na powierzchni 0,5–1,0% uprawianych gruntów stosuje się uprawę bezorkową, jaką jest siew bezpośredni, w której nasiona/ziarno wysiewa się do gleby w ściernisko, umieszczając je przy zastosowaniu specjalnych siewników. Uprawa roli jako podstawowy element agrotechniki podlega ewolucyjnym zmianom.

Gleba jest układem zamkniętym i niezwykle złożonym, a wszystkie procesy w niej zachodzące są wzajemnie od siebie zależne. Dla lepszego zrozumienia poszczególnych właściwości gleby i procesów mających wpływ na środowisko glebowe i rozwój roślin zagadnienia te powinny być rozpatrywane razem. W literaturze dotyczącej zagadnienia jakości gleby brakuje kompleksowych opracowań, traktujących o wpływie systemów uprawy roli na kształtowanie się biologicznej jakości gleby. Istniejące wyniki badań w tym zakresie są niejednoznaczne. Zdecydowana większość opublikowanych prac dotyczących jakości gleby opisuje rezultaty uzyskane w oparciu o krótkoterminowe doświadczenia polowe lub doświadczenia modelowe. Prace opisujące wyniki uzyskane w oparciu o

wieloletnie polowe obiekty doświadczalne, zawierają fragmentaryczne opracowania. Niedostateczna ilość kompleksowych wyników badań polowych prowadzonych w na terenie Polski w zróżnicowanych warunkach glebowo – klimatyczno – agrotechnicznych, była podstawą do sformułowania przeze mnie celu oryginalnych badań.

Celem moich badań była ocena biologicznej jakości różnych gatunków gleb w zróżnicowanych systemach uprawy roli i warunkach klimatycznych Polski, na podstawie zmian parametrów mikrobiologicznych i biochemicznych oraz wybranych chemicznych i fizycznych. Realizacja ogólnego celu pracy była możliwa dzięki sformułowaniu szczegółowych celów badań polegających na ocenie wpływu zróżnicowanych systemów uprawy roli na:

- ✓ zawartość C i N w biomacie drobnoustrojów,
- ✓ intensywność oddychania drobnoustrojów glebowych,
- ✓ aktywność dehydrogenaz,
- ✓ aktywność fosfataz (kwaśna i zasadowa),
- ✓ aktywność arylsulfatazy,
- ✓ aktywność β -glukozydazy,
- ✓ aktywność drobnoustrojów w procesie hydrolizy FDA (*ang.* Fluorecein Diacetate),
- ✓ zawartość materii organicznej w glebie,
- ✓ zawartość drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej POM (*ang.* Particulate Organic Matter),
- ✓ zawartość frakcji węgla organicznego ($C_{org.}$) rozpuszczalnych w zimnej CWEC (*ang.* Cold Water Extractable Carbon) i gorącej wodzie HWEC (*ang.* Hot Water Extractable Carbon),
- ✓ wartość wskaźnika metabolicznego i mikrobiologicznego,
- ✓ liczebność amonifikatorów i nitryfikatorów w glebie,
- ✓ wartość potencjału mineralizacyjnego gleby względem azotu PMN (*ang.* Potentially Mineralizable Nitrogen),
- ✓ zawartość wody w glebie.

Badania przedstawione w mojej monografii rozszerzyłam o określenie badanych parametrów w zakresie zmian:

- aktywności enzymatycznej – o dodatkowe enzymy: arylosulfataza, β -glukozydaza i intensywność procesu hydrolizy FDA (aktywność proteaz, lipaz i esteraz),
- jakości materii organicznej – o zawartość drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej POM oraz ruchomych frakcji C_{org} ekstrahowanych zimną (CWEC) i gorącą wodą (HWEC),
- przemian azotu w glebie – o zawartość zmineralizowanego azotu w glebie (PMN).

Prace badawcze nad biologiczną jakością gleb przeprowadziłam w latach 2003–2010 na bazie wieloletnich doświadczeń polowych rozmieszczonych w różnych rejonach Polski i na różnych typach gleb: glebie brunatnej właściwej o składzie granulometrycznym pyłu ilastego (Rogów, woj. lubelskie), glebie brunatnej wytworzonej z piasku gliniastego (Baborówko, woj. wielkopolskie) i glebie płowej wytworzonej z gliny piaszczystej (Laskowice, woj. dolnośląskie). Ocenę zmian w jakości gleby, w latach 2002–2005 prowadziłam również na glebie brunatnej kwaśnej o składzie granulometrycznym gliny lekkiej (Żeliszawki, woj. pomorskie), a w latach 2006–2009 na glebie bielcowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego (Grabów, woj. mazowieckie).

Na polach doświadczalnych w Rogowie, Laskowicach, Baborówku i Żeliszawkach uprawiano pszenicę ozimą w zmianowaniu, stosując trzy różne systemy uprawy roli:

- 1) konwencjonalny-płużny (głębokość uprawy do 25 cm) z późniwym pozostawianiem słomy w postaci siewki, opartym na orce pługiem odkładnicowym z doprawianiem roli tradycyjnymi narzędziami,
- 2) bezorkowy zredukowany, czyli uproszczony (głębokość uprawy 10–15 cm) z późniwym pozostawianiem słomy w postaci siewki i doprawianiem roli przy użyciu zestawu narzędzi tradycyjnych (kultywator o sztywnych łapach do późniwej i przedsiwnej uprawy roli),
- 3) siew bezpośredni, uprawa zerowa z mulczowaniem powierzchni gleby rozdrobnioną słomą i stosowaniem specjalistycznego siewnika do siewu bezpośredniego.

Natomiast w Grabowie pszenicę ozimą uprawiano w monokulturze, z zastosowaniem dwóch systemów uprawy roli: tradycyjny-płużny i uproszczony.

Na polach pod uprawą tradycyjną i uproszczoną stosowano chemiczno-mechaniczną walkę z chwastami dostosowaną do stanu zachwaszczenia oraz fenofazy uprawianej rośliny, natomiast w systemie bezpośrednim walkę z chwastami oparto

wyłącznie na stosowaniu odpowiednio dobranych herbicydów, zgodnie z zaleceniami agrotechnicznymi obowiązującymi w kraju. Systemy uprawy zredukowanej i siewu bezpośredniego to bezorkowe, konserwujące systemy uprawy roli, gdzie resztki poźniwne na powierzchni pola stanowiły powyżej 30% i 80%, odpowiednio.

Przeprowadzone przeze mnie badania wykazały, że wieloletnie stosowanie uprawy konserwującej (uproszczonej i siewu bezpośredniego) wpływało pozytywnie na jakość środowiska glebowego. Znalazło to odzwierciedlenie w wartościach oznaczanych parametrów aktywności biologicznej, które we wszystkich badanych glebach uprawianych w tych systemach generalnie były wyższe średnio od 5 do 55% w porównaniu z wartościami oznaczanych parametrów uzyskanymi w tych samych glebach uprawianych w systemie tradycyjnym-plużnym.

Ocenę jakości środowiska glebowego dokonałam poprzez oznaczenie wybranych parametrów, które uznane są jako dobre wskaźniki biologicznej jakości gleby:

- ✓ **biomasa mikroorganizmów** to jedyna, ożywiona i najbardziej dynamiczna frakcja materii organicznej, przez którą przepływa większość energii i składników pokarmowych w glebie. Ze względu na krótki okres trwania w glebie (<1 rok) i ważną rolę w integracji fizycznych i chemicznych właściwości gleby stosunkowo szybko reaguje na zmiany w glebie wywołane działalnością rolniczą;
- ✓ **intensywność uwalniania CO₂ z gleby** jest jedną z bardziej efektywnych metod oceny jej aktywności biologicznej. Jest też miarą tempa mineralizacji węgla organicznego, rozkładu związków organicznych, a także ich dostępności dla drobnoustrojów, dlatego aktywność oddechową drobnoustrojów stosuje się jako przydatny parametr w ocenie zmian powstałych pod wpływem systemu uprawy w biologicznej aktywności gleby;
- ✓ **aktywność dehydrogenaz** – dehydrogenazy należą do grupy oksydoreduktaz, są enzymami katalizującymi procesy oksydoredukcyjne w glebie, które związane są głównie z żywymi komórkami drobnoustrojów i dlatego są wrażliwe na oddziaływanie stresowych czynników w środowisku glebowym;
- ✓ **aktywność fosfataz** – kwaśnej i zasadowej – fosfatazy to szeroka grupa enzymów, pełniących ważną rolę w metabolizmie glebowym. Enzymy te są odpowiedzialne za rozkład organicznych związków fosforu, głównie za dostarczanie roślinom i mikroorganizmom dostępnych form fosforu, który w glebie występuje przeważnie w

formach organicznych. Aktywność fosfataz ze względu na ich rolę w glebie, traktuje się jako wskaźnik potencjału mineralizacji fosforu organicznego i biologicznej aktywności gleby.

Analizę zmian aktywności enzymatycznej gleby rozszerzyłam o oznaczenie zmian aktywności arylsulfatazy, β -glukozydazy i intensywności hydrolizy FDA:

- ✓ **aktywność arylsulfatazy** – arylsulfatazy to grupa enzymów hydrolitycznych biorąca udział w procesach utleniania materii organicznej, głównie połączeń węgla ograniczonego i siarki do dwutlenku węgla. Siarka (S) uwalniana jest w postaci siarczanów jako produkt uboczny na drodze biochemicznej, gdzie połączenia estrowe S hydrolizowane są przez m.in. enzym arylsulfatazę. Szerokie spektrum aktywności tego enzymu w relacji zarówno do właściwości gleby, jak i sposobu jej uprawy, czyni je dobrym wskaźnikiem biologicznej aktywności gleby;
- ✓ **aktywność β -glukozydazy** – β -glukozydaza to enzym pełniący główną rolę w procesach transformacji materii organicznej i resztek roślinnych w glebie. Zmiany w aktywności β -glukozydazy pozwalają na wczesne wykrycie zmian zachodzących w glebowej materii organicznej oraz całkowitym i organicznym węglu w glebie;
- ✓ **aktywność drobnoustrojów w hydrolizie FDA** - aktywność hydrolityczną dioctanu fluoresceiny (FDA) również stosuje się jako dobry i stosunkowo prosty w oznaczeniu wskaźnik aktywności bakterii i grzybów w glebie, a także w identyfikacji acetylosteraz w żywych komórkach. W procesie hydrolizy FDA bierze udział wiele grup enzymów glebowych, jak proteazy, lipazy czy esterazy, aktywnych w procesach mikrobiologicznego rozkładu materii organicznej w glebie. Produktem enzymatycznych przekształceń FDA jest fluoresceina, której obecność stwierdzono w większości żywych komórek drobnoustrojów.

Reakcje drobnoustrojów zasiedlających badane gleby zaobserwowane na podstawie zmian zawartości węgla i azotu w ich biomacie, tempa uwalniania CO₂ oraz aktywności enzymów pochodzenia drobnoustrojowego (dehydrogenaz, fosfataz, arylsulfatazy, β -glukozydazy oraz lipaz, proteaz i esteraz) mierzone intensywnością procesu hydrolizy FDA) potwierdziły wysoką wrażliwość populacji drobnoustrojów na zmiany w glebie wywołane zastosowanymi systemami uprawy roli.

Zawartość puli węgla i azotu w biomase drobnoustrojów była istotnie większa w glebach pod pszenicą ozimą uprawianą w siewie bezpośrednim i uproszczonym systemie uprawy roli, średnio o 23–70%, w porównaniu z systemem tradycyjnym-płużnym.

Stwierdziłam, że systemy konserwujące z mniej intensywnej uprawy roli (uproszczony i siew bezpośredni) wpływały na wyższą zawartość puli węgla i azotu w biomase drobnoustrojów, szybsze tempo ich oddychania i wyższą aktywność enzymatyczną w badanych glebach w porównaniu z systemem tradycyjnym-płużnym, co świadczy o wyższej w tych systemach aktywności drobnoustrojów w przemianach i mineralizacji materii organicznej, która jest głównym źródłem składników pokarmowych dla uprawianych roślin.

Stopień aktywności drobnoustrojów podlegał także zmianom w zależności od gatunku gleby. Największymi wartościami oznaczanych parametrów aktywności mikrobiologicznej charakteryzowała się gleba o składzie granulometrycznym pyłu ilastego pochodząca z pól doświadczalnych w Rogowie (woj. lubelskie). Najniższe wartości oznaczone parametry przyjmowały w glebie o składzie granulometrycznym gliny piaszczystej (Laskowice, woj. dolnośląskie). Średnie wartości cechowały glebę o składzie granulometrycznym piasku gliniastego (Baborówko, woj. wielkopolskie). Wartości oznaczanych parametrów aktywności drobnoustrojów w glebie o składzie granulometrycznym gliny piaszczystej (Laskowice, woj. dolnośląskie) i glebie o składzie granulometrycznym piasku gliniastego (Baborówko, woj. wielkopolskie) były niższe średnio o 35–70% i 15–50% w porównaniu z glebą o składzie granulometrycznym pyłu ilastego (Rogów, woj. lubelskie).

Wykazałam na podstawie badań, że wartości mierzonych parametrów biologicznej aktywności badanych gleb charakteryzowały się zmiennością, która była związana z systemem uprawy roli i typem (gatunkiem) gleby, a także z przebiegiem warunków pogodowych w danym rejonie Polski, głównie zróżnicowaniem temperatury i opadów. Znalazło to odzwierciedlenie w zróżnicowanej zawartości wody w badanych glebach, a w konsekwencji w zróżnicowanej aktywności biologicznej w tych glebach.

Zmiany ilościowe całkowitej materii organicznej zawartej w badanych glebach (w warstwie 0–15 cm) pod wpływem stosowanych systemów uprawy roli, po ośmiu latach badań (2010) były niewielkie w porównaniu do pierwszego roku badań (2003). W glebach uprawianych w siewie bezpośrednim i systemie uproszczonym stwierdziłam przyrost

zawartości materii organicznej o 0,02–0,05%, natomiast w systemie płużnym odnotowano brak przyrostu lub ubytek o 0,03%. Stwierdziłam, że intensywność uprawy roli ma wpływ na zawartość materii organicznej w glebach, jednak zmiany te zachodzą powoli i nie zawsze są możliwe do zauważenia w stosunkowo krótkim czasie.

Materia organiczna gleby jest niejednorodna i składa się z wielu frakcji o różnym tempie rozkładu, dlatego ważne jest poznanie jej zmian jakościowych pod wpływem różnych systemów uprawy roli. **Badania zmian w zawartości całkowitej materii organicznej w badanych glebach wzbogaciłam o ocenę zmian jakościowych**, na podstawie:

- ✓ **zawartości labilnych jej frakcji, jak drobnocząsteczkowa frakcja POM** - frakcja POM uważana jest za stan pośredni pomiędzy świeżymi resztkami organicznymi a stabilną glebową materią organiczną, czyli humusem. Jest to frakcja stosunkowo „młoda”, na wpół zhumifikowana, dynamiczna, stanowiąca źródło składników pokarmowych, które okresowo mogą być pobierane bezpośrednio z tej frakcji zarówno przez rośliny, jak i drobnoustroje. W składzie frakcji POM zwykle dominują materiały pochodzenia roślinnego. Ze względu na dynamiczną naturę i stosunkowo krótki okres trwania w glebie (<2 lat) frakcja ta w stosunkowo krótkim czasie wskazuje kierunek zmian, jakim podlega całkowita materia organiczna zawarta w glebie w wyniku oddziaływania zarówno czynników środowiskowych, jak i związanych z działalnością człowieka, dlatego została uznana jako dobry wskaźnik jakości gleby;
- ✓ **zawartości ruchomych frakcji węgla organicznego ($C_{org.}$), czyli frakcji rozpuszczalnych w zimnej (CWEC) i gorącej wodzie (HWEC)** – oznaczenie ekstrahowanych wodą frakcji $C_{org.}$ w glebie (*ang.* WEOC – Water Extractable Organic Carbon) jest ważne, jednak frakcja ta nie jest jednorodna. Stopień rozpuszczalności związków chemicznych wchodzących w skład tej frakcji zależy od temperatury rozpuszczalnika, czyli wody, dlatego zwykle analizuje się dwie frakcje węgla organicznego w glebie – frakcję rozpuszczalną w gorącej wodzie (HWEC) oraz frakcję rozpuszczalną w zimnej wodzie (CWEC). Te labilne frakcje glebowej materii organicznej, ze względu na dynamiczną naturę, znacznie szybciej reagują na zmiany zachodzące w środowisku glebowym i zasobach węgla organicznego w glebie pod wpływem uprawy.

Uzyskane wyniki badań wykazały, że we wszystkich badanych glebach pod uprawą konserwującą (systemem uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego) były większe puli labilnych frakcji materii organicznej zarówno drobnocząsteczkowej frakcji POM, jak i frakcji C_{org.} wymywanych gorącą (HWEC) i zimną (CWEC) wodą, średnio o 12–30%, 2–20% i 3–15% w porównaniu do tradycyjnego systemu uprawy roli. Natomiast tradycyjny system uprawy roli z zastosowaniem orki przyczyniał się do zmniejszenia puli frakcji POM oraz frakcji HWEC i CWEC w badanych glebach. Wskazuje to, że frakcje te stosunkowo szybko podlegają zmianom pod wpływem stosowanych systemów uprawy roli, informując, czy dany system oddziałuje korzystnie, czy niekorzystnie na zasoby glebowej materii organicznej, a w konsekwencji na jakość gleby.

Ponadto wykazałam, że zawartość oznaczanych frakcji materii organicznej (POM, HWEC, CWEC) zależała także od typu (gatunku) gleby. Największymi zawartościami labilnych frakcji materii organicznej charakteryzowała się gleba o składzie granulometrycznym pyłu ilastego (Rogów, woj. lubelskie). Gleby o składzie granulometrycznym gliny piaszczystej (Laskowice, woj. dolnośląskie) i piasku gliniastego (Baborówko, woj. Wielkopolskie) zawierały znacznie niższe ilości labilnych frakcji materii organicznej średnio od 5 do 30% w porównaniu z pyłem ilastym.

Uzyskane wyniki badań nad zmianami zawartości labilnych frakcji materii organicznej wykazały negatywne skutki oddziaływania uprawy tradycyjnej-płużnej na glebę, powodując degradację gleby poprzez straty materii organicznej. Stosując konserwujące systemy uprawy roli, jak system uproszczony i siew bezpośredni, można w znacznym stopniu zrównoważyć straty materii organicznej i ograniczyć procesy degradacji gleby, a tym samym poprawić jakość gleby.

Zasadniczym osiągnięciem tej części pracy było stwierdzenie, że oznaczenie zmian zawartości drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej POM umożliwia w stosunkowo krótkim czasie poznać kierunek zmian zachodzących w całkowitej zawartości glebowej materii organicznej i skutki oddziaływania stosowanych systemów uprawy roli na glebę. W konsekwencji stwarza to większe możliwości odpowiedniego doboru systemu uprawy roli, tak aby chronić zasoby materii organicznej w glebie, zachować dobrą jakość gleby i jednocześnie zapewnić dobre warunki dla wzrostu i plonowanie uprawianych roślin. Podobnie pomocne w oznaczeniu jakościowych zmian materii organicznej okazały

się oznaczenia ruchomych frakcji C_{org} wymywanych gorącą (HWEC) i zimną (CWEC) wodą.

Oznaczałam także wskaźniki pomocnicze oceny aktywności biologicznej gleby.

Do tej pory nie określono parametru, który można by było uważać za biologiczny wskaźnik jakości gleby, dlatego bardziej odpowiednia jest ocena gleby na podstawie analizy uzyskanych wartości wielu parametrów. Podstawowym problemem dotyczącym biomonitoringu gleby jest naturalna zmienność większości badanych parametrów. Pewnym rozwiązaniem, w tym przypadku mogą być wskaźniki ekofizjologiczne, które charakteryzują przepływ energii i składników odżywczych przez biomasę drobnoustrojów glebowych. Tymi wskaźnikami, które także zastosowałam w swoich badaniach były:

- ✓ **wskaźnik metaboliczny (ang. Metabolic Quotient – qCO_2)** – wyraża się stosunkiem ilości uwolnionego dwutlenku węgla do węgla zawartego w biomacie drobnoustrojów w glebie i informuje o możliwych zakłóceniach oraz stresie działającym w danym układzie, wskazując na zmniejszenie wydajności funkcjonalnej drobnoustrojów, tzn. niższej ich aktywności przy większym zużyciu energii. Wskaźnik ten przyjmuje wyższe wartości w środowisku narażonym na oddziaływanie czynników stresogennych, jak niedobór wody w glebie, tlenu, składników pokarmowych lub obecność metali ciężkich czy pozostałości pestycydów;
- ✓ **wskaźnik dostępności węgla dla mikroorganizmów** lub inaczej wskaźnik mikrobiologiczny (ang. Microbial Quotient) – wyraża się stosunkiem ilości węgla zawartego w biomacie drobnoustrojów do całkowitego węgla organicznego (C_{org}) zawartego w glebie lub udziałem procentowym. Zależność ta informuje, jaka część C_{org} gleby zawarta jest w biomacie mikroorganizmów. Wyższe wartości tego wskaźnika świadczą o większej puli biomasy drobnoustrojów w glebie, co wskazuje na korzystne warunki w takim środowisku do ich namnażania, rozwoju i aktywności.

Stwierdziłam, że niższe wartości wskaźnika metabolicznego qCO_2 charakteryzowały badane gleby uprawiane w siewie bezpośrednim i uproszczonym systemie uprawy roli, w porównaniu do wartości tego wskaźnika w systemie tradycyjnym-pluźnym. Świadczy to, że tradycyjny system uprawy roli przyczyniał się do zmniejszenia wydajności funkcjonalnej drobnoustrojów. Natomiast wskaźnik mikrobiologiczny najwyższe wartości przyjmował w badanych glebach w siewie bezpośrednim, nieco niższe w systemie uprawy uproszczonej, a najniższe w uprawie tradycyjnej-pluźnej. Najniższe

wartości tego wskaźnika świadczą, że system tradycyjny-płużny przyczyniał się do zmniejszenia puli biomasy drobnoustrojów w glebie, co wskazuje na niekorzystne warunki dla ich rozwoju i aktywności.

Aby dopełnić obraz zmian zachodzących w środowisku glebowym, obok ilościowych i jakościowych zmian C_{org} , analizowałam także zmiany jakim podlegają zasoby azotu (N) w glebie. **Zmiany zawartości azotu w glebie oceniałam** na podstawie:

✓ **liczebności grup drobnoustrojów aktywnych w procesach mineralizacji tego pierwiastka, czyli liczebności amonifikatorów i nityfikatorów;**

Azot (N) zawarty w glebowej materii organicznej nie jest dostępny dla roślin. Dopiero przekształcony do postaci NH_4^+ , dzięki procesom amonifikacji, czyli mineralizacji organicznych połączeń azotu, pierwiastek ten może być pobierany z roztworu glebowego przez rośliny. Amonifikacja jest miarą procesu mineralizacji N netto, jak również immobilizacji jonów NH_4^+ przez drobnoustroje w biomacie, która tworzy się jednocześnie z przebiegającym procesem mineralizacji N w glebie. Oznaczenie wielkości populacji mikroorganizmów biorących udział w procesie amonifikacji organicznego N, tj. uwalniania azotu amonowego z organicznych połączeń azotowych, pozwala na określenie siły amonifikacyjnej gleby. Forma N- NH_4 nie jest stabilna i w wyniku procesu nityfikacji zostaje utleniona do azotanów (V). Proces nityfikacji przebiega w dwóch etapach: w pierwszym bakterie z rodzaju *Nitrosomonas*, które utleniają NH_4^+ do NO_2^- , a w drugim bakterie z rodzaju *Nitrobacter* utleniają NO_2^- do NO_3^- . Procesy te są ze sobą ściśle powiązane, a oznaczenie liczebności specyficznych grup drobnoustrojów – amonifikatorów i nityfikatorów, dzięki którym one zachodzą w glebach, ma szczególne znaczenie.

✓ **potencjału mineralizacyjnego wybranych gleb względem azotu, czyli PMN (*ang. Potentially Mineralizable Nitrogen*).**

Naturalna zdolność gleby do uzupełniania zasobów łatwo dostępnego dla roślin azotu, czyli przekształcania organicznych połączeń azotu do form mineralnych świadczy o jej potencjalnych możliwościach mineralizacyjnych oraz zawartości zmineralizowanego azotu, a także o jakości materii organicznej w glebie. Wydajność procesu mineralizacji azotu odnosi się do zdolności gleby do transformacji organicznych związków azotu do form amonowych i azotanowych w optymalnych warunkach wilgotności i temperatury,

czyli świadczy o potencjale mineralizacyjnym gleby w uzupełnianiu zasobów łatwo dostępnego dla roślin azotu.

Zasadniczym osiągnięciem tej części pracy było stwierdzenie, że systemy uprawy roli istotnie wpływały na liczebność amonifikatorów i nityfikatorów w badanych glebach. Gleby te w uproszczonym systemie uprawy roli charakteryzowały się średnio 2-krotnie wyższą liczebnością amonifikatorów niż gleby w systemie tradycyjny-płużnym. Wyższa liczebność amonifikatorów w warstwie 0–15 cm w badanych glebach w uproszczonym systemie uprawy roli związana była przede wszystkim z wyeliminowaniem zabiegu orki, co przyczyniło się do nagromadzenia większej puli materii organicznej w górnych warstwach tych gleb w porównaniu z systemem tradycyjnym. Pomiar intensywności nityfikacji odzwierciedla rozmiary populacji nityfikatorów w glebie, dla których amoniak jest podstawowym substratem. Również, wyższe liczebności bakterii nityfikacyjnych, średnio o 1,8 raza, stwierdzono w badanych glebach uprawianych w systemie uproszczonym w porównaniu z liczebnością tej grupy bakterii w glebach pod uprawą tradycyjną-płużną.

Naturalna zdolność gleby do uzupełniania zasobów łatwo dostępnego azotu dla roślin, czyli przekształcania organicznych połączeń azotu do form mineralnych, świadczy o jej potencjalnych możliwościach mineralizacyjnych oraz zawartości zmineralizowanego azotu, a także o jakości materii organicznej w glebie. Wydajność procesu mineralizacji azotu odnosi się do zdolności gleby do transformacji organicznych związków azotu do form amonowych i azotanowych w optymalnych warunkach wilgotności i temperatury, czyli świadczy o potencjale mineralizacyjnym gleby w uzupełnianiu zasobów łatwo dostępnego azotu dla roślin. W uproszczonym systemie uprawy roli stwierdziłam wyższe zawartości zmineralizowanego azotu średnio o 25% w glebie brunatnej właściwej o składzie granulometrycznym pyłu ilastego (w Rogowie, woj. lubelskie), o 23% w glebie brunatnej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego (w Baborówku, woj. wielkopolskie) i o 30% w glebie płowej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego (w Grabowie, woj. mazowieckie) w porównaniu do tradycyjnego systemu uprawy roli. Wyniki moich badań dowiodły również, że aktywność mikroorganizmów biorących udział w procesach mineralizacji azotu w warunkach o mniejszej intensywności zakłóceń związanych z uprawą gleby była znacząco wyższa w porównaniu z glebą w uprawie tradycyjnej-płużnej. Ponadto uzyskane wyniki wskazały, że gleby z wysokim potencjałem

mineralizacyjnym N wydają się być z natury żyzne (np. gleba o składzie granulometrycznym pyłu ilastego w Rogowie, woj. lubelskie). Natomiast gleby z niskim potencjałem mineralizacyjnym N wydają się być z natury mniej urodzajne i wymagają większych nakładów pracy (np. gleba o składzie granulometrycznym piasku gliniastego w Grabowie, woj. mazowieckie).

Systemy uprawy roli istotnie wpływały na zawartość wody w glebach. We wszystkich badanych glebach pod pszenicą ozimą średnie zawartości wody były wyższe w uprawie bezorkowej (w systemie uproszczonym i siewie bezpośrednim) w porównaniu do tradycyjnej-płużnej uprawy roli, co było znaczące dla aktywności drobnoustrojów zasiedlających te gleby, szczególnie w latach o niższych opadach atmosferycznych.

Otrzymane wysokie korelacje pomiędzy aktywnością enzymatyczną, zawartością C w biomase drobnoustrojów a zawartością labilnych frakcji materii organicznej i węgla organicznego w glebie, jak POM i HWEC oraz wielkością plonów pszenicy ozimej potwierdziły silne, wzajemne powiązania i zależności pomiędzy liczebnością i aktywnością drobnoustrojów a zasobnością gleb w materię organiczną, która jest głównym źródłem energii i składników pokarmowych dla mikroorganizmów glebowych. Korelacje te podkreślają ważność biologicznej jakości gleby dla żyzności i rolniczej produktywności gleb. Ponadto potwierdzają przydatność labilnych frakcji materii organicznej, jako wskaźników w rozpoznaniu i ocenie krótkoterminowych zmian w zasobach materii organicznej w szerokim zakresie różnych typów (gatunków) gleb.

Otrzymane przeze mnie wyniki badań wykazały i potwierdziły pogląd, że stosowanie konserwujących systemów uprawy jest obecnie najskuteczniejszym sposobem poprawy aktywności biologicznej gleby i zapobiegania postępującym stratom zasobów materii organicznej w glebach oraz utrzymania właściwego stanu ich jakości i funkcji w środowisku przyrodniczym. Uzyskane wyniki wykazały także przydatność przeprowadzonych badań dla określenia reakcji różnych typów (gatunków) gleb na stosowane systemy uprawy roli. Wykazały również, jak ważne jest znaczenie odpowiedniego doboru systemu uprawy roli do warunków glebowo – klimatyczno – agrotechnicznych, zapewniającego zarówno stabilność środowiska glebowego, jak i odpowiedni poziom produktywności gleby. W dobie transformacji produkcji rolniczej w kierunku rolnictwa zrównoważonego, w którym to gleba jest najlepszym wskaźnikiem oddziaływania stosowanej praktyki rolniczej, zasadne wydaje się kontynuowanie tego typu

badania, które pozwolą na dalsze monitorowanie i ocenę skutków oddziaływania produkcji rolniczej na jakość gleby i środowiska przyrodniczego.

Propozycja wykorzystania wyników badań

Wyniki kompleksowych badań zebrane w monografii stanowiące osiągnięcie naukowe przyczyniły się do rozszerzenia wiedzy na temat czynników sprzyjających poprawie biologicznej jakości gleb w stosowanych systemach uprawy roli. W aspekcie praktycznym, uzyskane wyniki badań mogą dać podstawę do wskazania zabiegów agrotechnicznych prowadzących do tego celu. Moim zdaniem, podjęcie badań nad biologiczną jakością gleb w naszym kraju przyczyniło się do poznania reakcji badanych gleb pod pszenicą ozimą na system uprawy na podstawie zmian wybranych parametrów (wskaźników) mikrobiologicznych i biochemicznych, i wskazania systemu uprawy roli wpływającego na poprawę biologicznej jakości tych gleb. Prowadzone przez mnie wieloletnie badania nad biologiczną jakością gleby pod uprawą pszenicy ozimej w zależności od systemów uprawy roli, rozszerzyłam o określenie następujących parametrów w zakresie zmian: aktywności enzymatycznej (arylsulfataza, β -glukozydaza, intensywność procesu hydrolizy FDA), jakości materii organicznej (zawartość drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej POM oraz ruchomych frakcji C_{org} ekstrahowanych zimną – CWEC i gorącą – HWEC wodą), a także przemian azotu w glebie (badając liczebność i aktywność amonifikatorów i nitryfikatorów oraz potencjał mineralizacyjny wybranych gleb – PMN).

Przeprowadzone przeze mnie badania wskazują, że:

✓ Wieloletnie stosowanie uprawy konserwującej (systemu uproszczonej uprawy roli i siewu bezpośredniego) wpływało pozytywnie na biologiczną jakość środowiska glebowego. Potwierdzają to uzyskane na ogół wyższe, średnio od 5 do 55% wartości parametrów wykorzystanych w ocenie aktywności biologicznej i biochemicznej badanych gleb (zawartość C i N w biomacie drobnoustrojów, intensywność uwalniania CO_2 z gleby, aktywność dehydrogenaz, fosfataz, arylsulfatazy, β -glukozydazy oraz aktywność drobnoustrojów w hydrolizie FDA), w porównaniu z wartościami tych parametrów uzyskanymi w tych samych glebach w systemie tradycyjnym-płużnym. Świadczy to o wyższej w tych systemach aktywności drobnoustrojów w przemianach i mineralizacji

materii organicznej, która jest głównym źródłem składników pokarmowych dla uprawianych roślin.

✓ Systemy uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego wpływały pozytywnie na ilość oraz jakość glebowej materii organicznej, przyczyniając się do zwiększenia zawartości jej labilnych frakcji, jak drobnocząsteczkowa frakcja POM i frakcje węgla organicznego ($C_{org.}$) wymywane gorącą (HWEC) i zimną (CWEC) wodą, średnio o 12–30%, 2–20% i 3–15%, odpowiednio w porównaniu do tradycyjnego systemu uprawy roli. Natomiast tradycyjny system uprawy roli z zastosowaniem orki przyczyniał się do zmniejszenia zawartości tych frakcji w badanych glebach, sprzyjając procesom degradacji gleby.

✓ Systemy uprawy uproszczonej i siewu bezpośredniego wpływały także korzystnie na przemiany azotu w glebie. Aktywność i liczebność mikroorganizmów biorących udział w procesach mineralizacji azotu (amoniifikatorów i nityfikatorów) w warunkach o mniejszej intensywności zakłóceń związanych z uprawą gleby była znacząco wyższa w porównaniu z glebą w uprawie tradycyjnej-płużnej. Systemy te wpływały również pozytywnie na potencjał mineralizacyjny badanych gleb względem azotu, który wykazywał w tych systemach wyższe wartości świadczące o większej ilości zmineralizowanego azotu w porównaniu z systemem tradycyjnym.

✓ W systemach uprawy bezorkowej (uproszczonym i siewie bezpośrednim) we wszystkich badanych glebach pod pszenicą ozimą średnie zawartości wody były wyższe w systemach w porównaniu do tradycyjnego-płużnego systemu uprawy roli, co było znaczące dla aktywności drobnoustrojów zasiedlających te gleby, szczególnie w latach o niższej ilości opadów atmosferycznych.

✓ Systemy uprawy konserwującej (uproszczonej i siewu bezpośredniego) zmniejszały destabilizację gleby i chroniły jej różnorodność biologiczną. Ograniczały w znacznym stopniu degradację gleby i straty wody, wzbogacały glebę w resztki poźniwe (pokrycie powierzchni powyżej 30%), stabilizowały glebę i podwyższały zawartość materii organicznej, szczególnie w wierzchnich warstwach gleby.

✓ Oddziaływanie uprawy opartej na orce nie było korzystne dla gleby, ponieważ zakłócało ustaloną homeostazę środowiska glebowego. Taki system uprawy roli wywoływał duże zmiany szczególnie w wierzchniej warstwie gleby, przyczyniając się do

obniżenia zawartości materii organicznej, co negatywnie wpływało na życie biologiczne gleby, głównie obniżało aktywność drobnoustrojów glebowych.

Z uwagi na narastający w ostatnich latach problem stopniowego pogorszenia się jakości gleb zarówno w Polsce, jak i w Europie w związku z postępującą degradacją zasobów materii organicznej, zwłaszcza w glebach uprawnych, konieczność ciągłego monitorowania jakości gleb jest niezwykle ważna, szczególnie w zrównoważonym gospodarowaniu, co podkreśla znaczenie powyższych badań i uzasadnia potrzebę kontynuacji w przyszłości.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych:

Parametry bibliometryczne mojej działalności naukowej przedstawiłam w wykazie osiągnięć – **Załącznik 3 i 4**. Poniżej przedstawiam mój dotychczasowy rozwój naukowy oraz ogólny zarys działalności naukowo-badawczej.

Studia oraz początki pracy naukowej

W latach 1979–1984 studiowałam na Wydziale Rolniczym Akademii Rolniczej w Lublinie. W roku 1984 w uzyskałam dyplom magistra inżyniera na podstawie egzaminu i pracy magisterskiej pt. „Wpływ dawki i formy nawozów azotowych na produktywność kukurydzy”, którą wykonałam w Zakładzie Fizjologii i Żywienia Roślin pod kierunkiem Prof. dr hab. Zofii Uziak.

Od 1 czerwca 1984 r. rozpoczęłam pracę w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa (IUNG) w Puławach, w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej. W początkowym etapie mojej pracy naukowej zostałam włączona do zespołu badawczego Prof. dr hab. Józefa Kobusa, który w latach 1984–1986 prowadził badania nad wpływem osadów ściekowych na glebę i możliwościami wykorzystania osadów jako nawozu na polach uprawnych. Pracując w tym zespole badawczym zajmowałam się oznaczeniem występowania i liczebności drobnoustrojów z naciskiem na grupy bakterii i grzybów celulolitycznych. Rodzajami grzybów celulolitycznych najczęściej występującymi okazały się: *Trichoderma*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor* i *Verticillium*, rzadziej *Gliocladium*,

Mortierella, *Humicola*, *Scopulariopsis* i *Trichothecium spp.* W grupie bakterii najczęściej występowały: *Bacillus*, *Clostridium*, *Cytophaga*, *Sporocytophaga* oraz *Cellulomonas spp.* Wyniki tych badań zostały opublikowane w czasopiśmie naukowym Pamięnik Puławski [II.D.10.].

Moje zainteresowania naukowe obejmowały zagadnienia z zakresu mikrobiologii ogólnej i środowiskowej, które były dominującym nurtem badań w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG w Puławach. W kolejnych latach 1987-1988 poznałam specyfikę pracy naukowej, współpracując z pozostałymi zespołami badawczymi w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej, nad określeniem zmian w liczebności i aktywności drobnoustrojów glebowych. W zespole badawczym Prof. dr hab. Wandy Maliszewskiej zajmowałam się określeniem występowania i liczebności bakterii z rodzaju *Azotobacter sp.* w glebach użytkowanych rolniczo w zależności od rodzaju gleby i jej pH. Badania te pozwoliły na stwierdzenie, że bakterie z rodzaju *Azotobacter sp.* nie występowały lub występowały sporadycznie w glebach o pH niższym niż wartość 6,0. Uczestniczyłam także w pracach badawczych zespołu Prof. dr hab. Władysława Myśkowa nad materią organiczną w glebie, jej rolniczym i ekologicznym znaczeniu oraz aktywnością biologiczną gleby a jej urodzajnością. Poznanie metodyki stosowanej ww. zespołach badawczych i zdobycie specjalistycznej wiedzy ułatwiły mi późniejsze wybory, co do kierunku moich badań.

W latach 1989–1990 zostałam zaproszona do udziału w badaniach nad mikroflorą ryzosfery pszenicy i jej wpływem na żywienie roślin i grzyby glebowe, **objętych grantem No. MR/USDA-89-3 Project No. PL-ARS-148.** Grant ten realizowano w latach 1989–1993 w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG w zespole badawczym kierowanym przez Prof. dr hab. Józefa Kobusa. **Realizacja grantu przebiegała we współpracy z Departamentem Rolnictwa w Stanach Zjednoczonych (USDA-ARS).** Celem badań w latach 1989-1990 było rozpoznanie ilościowe i jakościowe populacji bakterii w ryzosferze pszenicy ozimej w różnych fazach jej rozwoju, w uprawie polowej na glebie brunatnej wytworzonej z lessu. Badano następujące frakcje ryzosfery: 1) glebę przylegającą do korzeni, 2) powierzchnię korzeni (ryzoplana), 3) homogenat korzeni niesterylizowanych (całkowita endoryzosfera + nieznaną pozostałość ryzoplany), 4) homogenat korzeni sterylizowanych powierzchniowo (endoryzosfera lub jej część). Uzyskane wyniki wykazały, że populacje badanych bakterii zmieniały się ilościowo i jakościowo w

analizowanych fazach rozwoju roślin, osiągając maksymalne wartości w fazie dojrzałości. Liczebności bakterii w 1 g s.m. gleby lub 1 g s.m. korzeni były zbliżone i wahały się w granicach $2-3 \times 10^9$, jednakże z powodu znacznie większego udziału masy gleby niż masy korzeni w badanych próbkach ryzosfery, 81–96% tych drobnoustrojów występowało we frakcji 1. Bakterie znalezione w endoryzosferze (frakcja 4) stanowiły tylko niewielki ułamek (0,007–1,5%) populacji drobnoustrojów ryzosfery. Większość wyizolowanych szczepów bakterii należała do rodzajów: *Pseudomonas*, *Erwinia* i *Flexibacter* oraz do grupy *Coryneform*. Na ogół fluoryzujące bakterie z rodzaju *Pseudomonas*, jak również z rodzaju *Erwinia spp.*, przeważały liczebnie na korzeniach i w ich wnętrzu w młodszych fazach rozwoju pszenicy, natomiast *Flexibacter spp.* był stosunkowo liczny w fazie czwartego liścia i kwitnienia, a bakterie z grupy *Coryneform* stanowiły główną populację w fazie dojrzałości pszenicy. Mój udział w grancie polegał na wyizolowaniu i zgromadzeniu kolekcji szczepów bakterii ryzosferowych oraz ich oznaczeniu do rodzaju i opieka nad kolekcją, która stanowiła podstawę do dalszych badań. Wyizolowałam wraz z zespołem 1500 różnych szczepów bakterii. W dalszym etapie badań aktywności izolatów z kolekcji wykazano, że bakterie z rodzaju *Pseudomonas* i *Bacillus spp.* okazały się najbardziej aktywnymi grupami drobnoustrojów w uwalnianiu składników pokarmowych z podłoża dla pszenicy ozimej oraz w walce z głównym patogenem tej rośliny *Fusarium culmorum*. Wyniki tych badań opublikowano w raporcie [II.E.1.] oraz publikacjach [II.A.4. i II.D.15.].

W roku 1988 Prof. dr hab. Józef Kobus zaproponował mi wyjazd na stypendium naukowe do USA. Rok później zdałam egzamin z języka angielskiego z wynikiem bardzo dobry, w Instytucie Sadownictwa i Kwiaciarstwa w Skierniewicach u Prof. dr hab. Stanisława W. Zagai, współdyrektora Polsko-Amerykańskiej Wymiany Rolniczej, sponsorowanej w USA przez Church of the Brethren, a zapoczątkowanej przez Prof. dr hab. Szczepana Pieniążka. W sierpniu 1990 r. wyjechałam na stypendium naukowe do USA, na imienne zaproszenie odbycia stażu naukowego od Prof. dr Gregory A. Buyanovsky'ego z Uniwersytetu Missouri-Columbia (UMC) w stanie Missouri (MO). W latach 1990–1993 przebywałam na stypendium naukowym (The Polish Agricultural Exchange Program 1988/1989) na Uniwersytecie Missouri-Columbia w Columbii, MO, USA, gdzie pod kierunkiem Prof. dr G.A. Buyanovsky'ego prowadziłam badania nad udziałem ryzosfery roślin i towarzyszących drobnoustrojów w rozkładzie pestycydów w

glebie. Badania te obejmowały głównie rozkład insektycydów z grupy karbaminianów, jak carbofuran (2,3-dihydro-2,2-dimethyl-7-benzofuranol N-methylcarbamate), nazwa handlowa Furadan oraz aldicarb (2-methyl-2(methylthio)propanal O-(N-methylcarbamoyl)oxime, nazwa handlowa Temik, a także herbicydu alachlor (2-chloro-2',6'-diethyl-N-(methoxymethyl)acetanilide, nazwa handlowa Lasso, znakowanych węglem ^{14}C . Nauczyłam się tam zasad postępowania i pracy ze związkami znakowanymi izotopami radioaktywnymi, m.in. węglem ^{14}C oraz analizą radioaktywności znakowanych pestycydów za pomocą liczników scyntylicyjnych, co pozwoliło mi na dokładne prześledzenie przemian pestycydów w ryzosferze oraz w poszczególnych warstwach profilu glebowego, jak i ich dystrybucję w roślinie. Poznałam też metodykę oznaczania biomasy drobnoustrojów glebowych, aktywnych w procesie rozkładu znakowanych pestycydów. Uczestniczyłam także w badaniach wspólnych z innymi zespołami badawczymi, m.in. Prof. dr. R. Kremer'a, Prof. dr. D. Blevins'a, a także współpracowałam z Prof. dr. G.H. Wagner'em jako konsultantem we wspólnym projekcie z Amerykańską Agencją Ochrony Środowiska Naturalnego (US EPA – United State Environment Protection Agency), w którym badałam rozkład i pozostałości atrazyny (2-chloro-4-etyloamino-6-izopropylamino-1,3,5-triazyna) oraz simazyny (2-chloro-4,6-bis-etyloamino-1,3,5-triazyna) w różnych glebach i ich rozmieszczenie w roślinach z zastosowaniem metod chromatografii gazowej. Część wyników tych badań została opublikowana jako **rozdział w książce [II.D.1.]** oraz prezentowana przeze mnie na 4 konferencjach naukowych w Stanach Zjednoczonych: 1) – ASA (American Society of Agronomy), CSSA (Crop Science Society of America) and SSSA (Soil Science Society of America) Annual Meeting w 1991 roku, w Denver, CO, USA; 2) – na 2 cyklicznych, corocznych Konferencjach Stanowych Water Quality Conference (1992 i 1993) organizowanych na Uniwersytecie UMC w Columbii, MO, USA oraz na 3) – International Water Quality Conference w 1993 roku, w Minneapolis, MN, USA w **formie 3 posterów [III.B.46. – III.B.48.]** oraz 4 **wyróżnionych publikacji konferencyjnych [II.D.11. – II.D.14.]**. W roku 1992, drugim roku pobytu na stypendium naukowym, wygłosiłam na seminarium wydziałowym referat nt. „Główne kierunki badań w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG w Puławach oraz historia Instytutu IUNG w Puławach” **[III.B.1.]**. W roku 1993 Prof. dr G.A. Buyanovsky zaproponował mi podjęcie studiów doktorskich na

Uniwersytecie Missouri-Columbia, jednak ze względów rodzinnych musiałam wracać do Polski.

Dzięki badaniom naukowym i zdobytemu doświadczeniu podczas stypendium naukowego w USA **przyczyniłam się do udoskonalenia metodyki oznaczania biomasy drobnoustrojów w glebie w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG**, którą zapoczątkował Prof. dr hab. Wł. Myśków. Za Jego aprobatą, metodyka ta weszła na stałe do oznaczeń w pracach zespołów badawczych Zakładu Mikrobiologii Rolniczej i w tamtym okresie była **metodą nowatorską** w badaniach środowiskowych.

Osiągnięciem tego niezwykle owocnego pod względem zawodowym stypendium naukowego jest moja **rozprawa doktorska pt. „Degradacja karbofuranu i aldikarbu w glebie”**, (insektycydy znakowane węglem ^{14}C), którą obroniłam 25 września 1997 r., uzyskując stopień naukowy doktora nauk rolniczych na podstawie uchwały Rady Naukowej IUNG w Puławach. Rozprawę doktorską napisałam i opracowałam w kraju w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG w Puławach, z części wyników badań przeprowadzonych przeze mnie w latach 1990–1993 w Uniwersytecie UMC w Columbi, MO, USA, pod kierunkiem prof. dr. G.A. Buyanovsky’ego, za Jego wiedzą i zgodą. Promotorem mojej pracy doktorskiej był Prof. dr hab. Stefan Martyniuk. Obronie przysłuchiwali się goście Instytutu z zagranicy, m.in. Prof. dr Russell Stubbles z South Dakota State University, SD, USA.

W roku 1997 w dniach 27 lipca – 1 sierpnia w IUNG zorganizowano obrady **14 Międzynarodowej Konferencji ISTRO** (International Soil Tillage Research Organisation) nt. „Agroekologiczne i ekonomiczne aspekty uprawy gleby”, w której uczestniczyło 211 osób z 37 krajów, reprezentujących wszystkie kontynenty. Zostałam zaproszona przez organizatorów do zespołu obsługującego sekretariat tej konferencji. Było to duże wyzwanie dla mnie i zarazem dobre doświadczenie. Dobra organizacja sekretariatu pozwoliła wynieść naszym gościom jak najlepsze wrażenia z konferencji, Instytutu, Puław i Polski, czemu niejednokrotnie dawano wyraz na spotkaniach na późniejszych konferencjach naukowych w kraju i na świecie nawet po wielu latach.

W dniach 13 – 17 września 1997 r. pracowałam także w zespole obsługującym sekretariat **Międzynarodowej Konferencji** nt. „Jakość gleby w aspekcie zrównoważonego rozwoju rolnictwa i ochrony środowiska w krajach Europy Środkowej” zorganizowanej przez IUNG wspólnie z Macaulay Land Use Research Institute w Aberdeen (Wielka

Brytania) w ramach grantu NATO, w której uczestniczyło około 50 osób z 11 krajów (Czechy, Litwa, Polska, Słowacja, Ukraina, Węgry, Dania, Niemcy, Wielka Brytania i USA). Dzięki dobrej organizacji pracy sekretariatu uczestnicy konferencji niejednokrotnie wyrażali swoje zadowolenie.

Poza zagadnieniem aktywności drobnoustrojów w rozkładzie różnych pestycydów znakowanych węglem ^{14}C w różnych warstwach profilu glebowego i rozmieszczeniem ich w roślinie, którym zajmowałam się podczas stypendium naukowego w USA, moje zainteresowania i aktywność naukową rozszerzyłam o zagadnienia związane z aktywnością biologiczną gleb uprawnych. **W latach 1994 – 1997** w ramach działalności statutowej IUNG **byłam wykonawcą tematu badawczego 1.2 *Biomasa i aktywność mikroorganizmów jako wskaźniki i czynniki kształtujące żyzność gleby*** realizowanego w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej (kierownik tematu: Prof. dr hab. S. Martyniuk), w którym prowadziłam badania nad rolą biomasy mikroorganizmów i ich aktywnością w kształtowaniu żyzności gleby. Wyniki tych badań **opublikowano w formie raportu [II.E.2.]**, wygłoszonego **referatu [III.B.5.]** oraz **posteru [III.B.54.]** na Międzynarodowej Konferencji Gleboznawczej i Kongresie Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego na Uniwersytecie Przyrodniczym w Lublinie w 1999 roku i **publikacji** w czasopiśmie Polish Journal of Soil Science [II.D.17.].

Praca naukowa po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk rolniczych w zakresie agronomii zostałam zatrudniona na stanowisku adiunkta, na którym od dnia 1 listopada 1997 r. pracuję do chwili obecnej.

W roku 1998 uzyskałam pięciomiesięczne stypendium naukowe podoktoranckie **OECD (ang. Organisation for Economic Co-operation and Development) Post Doctoral Fellowship „Zarządzanie zasobami biologicznymi dla zrównoważonych systemów rolniczych”**, które odbyłam w jednostce **USDA-ARS przy Uniwersytecie Nebraska w Lincoln, NE, USA**. W ramach stypendium prowadziłam badania pod kierunkiem Prof. dr. J.W. Doran’a, których temat brzmiał: „Jakość gleby jako wskaźnik zrównoważonego zarządzania rolnictwem”. W ramach stypendium, **poznałam** zagadnienia związane z jakością gleby oraz metody oceny jakości gleby, m.in. **1) metodę oznaczania**

biomasy drobnoustrojów przy zastosowaniu chromatografii gazowej (GC) i promieniowania mikrofalowego, 2) metodę biologiczną oznaczania zawartości zmineralizowanego azotu w glebie w warunkach beztlenowych oraz 3) metodę oznaczania zawartości drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej POM (*ang.* **Particulate Organic Matter**). Brałam też udział w jednym z 5 zespołów USDA-ARS w USA wybranych do przeprowadzenia walidacji metody oznaczania biomasy drobnoustrojów, którą zmodyfikowali K.R. Islam i R.R. Weil z Uniwersytetu Maryland, MD, USA. Modyfikacja polegała na zastąpieniu dotychczasowej procedury fumigacji gleby chloroformem oddziaływaniem promieniowania mikrofalowego. Walidację przeprowadzono na 80 próbkach glebowych pobranych w zróżnicowanych warunkach glebowo – klimatycznych USA i uzyskano dobrą powtarzalność wyników, jak i porównywalne wyniki do tych uzyskanych w glebie fumigowanej chloroformem (*ang.* MB CF-I – Microbial Biomass Chloroform Fumigation-Incubation Method). Wykazano, że jest to metoda szybka, prosta i przede wszystkim bezpieczna w porównaniu do tej z rakotwórczym chloroformem i można stosować ją jako metodę alternatywną w oznaczaniu zawartości biomasy drobnoustrojów w glebie. Metoda ta została opublikowana przez Islam'a i Weil'a w roku 1998 w pracy „Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon”. Po powrocie z USA tę **zmodyfikowaną metodę oznaczania biomasy drobnoustrojów (*ang.* MB MWI – Microbial Biomass Microwave Irradiation) w glebie zastosowałam po raz pierwszy w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG w Puławach, analizując glebę w badaniach objętych grantem KBN Nr 5 P06B 057 19 (2000-2003).**

Zmodyfikowana metoda MB MWI nie wymaga stosowania chloroformu, związku niezwykle lotnego o silnych właściwościach biotoksycznych i rakotwórczych. Wykorzystanie promieniowania mikrofalowego w metodzie oznaczania biomasy mikroorganizmów glebowych sprawia, że jest to metoda bezpieczniejsza zarówno dla zdrowia analityków, jak i środowiska w porównaniu do metody fumigacji-inkubacji (MB CF-I). Przeprowadzone testy potwierdziły, że promieniowanie mikrofalowe o mocy 800 J g⁻¹ gleby w zupełności wystarcza na zatrzymanie aktywności biologicznej w glebie, a rezultaty są porównywalne do tych uzyskiwanych metodą MB CF-I. Metoda MB MWI jest wystarczająco dokładna, czuła i daje wysoką powtarzalność wyników, przy porównywaniu zmian w zawartości C w biomacie mikroorganizmów pod wpływem stosowanego sytemu

uprawy roli. Dlatego w badaniach nad oceną jakości i żyzności gleby można stosować ją jako metodę alternatywną do referencyjnej metody MB CF-I Jenkinson'a i Powlson'a (1976 a, b), również dla gleb w Polsce, co zostało wykazane w raporcie końcowym z grantu KBN Nr 5 P06B 057 19 [II.E.5.].

Pracując w zespole Prof. dr. J.W. Doran'a poznałam także **metodę oznaczania drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej POM** (*ang. Particulate Organic Matter*) w glebie autorstwa Cambardella i Elliott (1992). Brałam również udział w **opracowaniu modyfikacji tej metody we współpracy z dr C.A. Cambardella z jednostki USDA-ARS** przy Uniwersytecie Stanowym Iowa, w Ames, IO, USA w celu dostosowania jej do możliwości mniej zasobnych finansowo i aparaturowo laboratoriów. Dość drogą, ale bardzo precyzyjną procedurę oznaczenia POC (*ang. Particulate Organic Carbon*) w procesie suchego spalania POC-DC (*ang.– Particulate Organic Carbon-Dry Combustion*), przy użyciu analizatora Carlo Erba NA 1500 NCS (Haake Buchler Instruments, Peterson, NJ), zastąpiono procedurą oznaczenia ubytku masy podczas spalania WLOI (*ang. Weight Loss-On-Ignition*) w piecu muflowym autorstwa Schulte (1988) i Schulte i Hopkins'a (1996).

Zmodyfikowaną metodę oznaczania frakcji materii organicznej POM w glebie zastosowałam jako pierwsza w Zakładzie Mikrobiologii IUNG w Puławach w analizach gleby objętych grantem KBN Nr 5 P06B 057 19 (2000–2003). Tę metodę ilościowego oznaczania drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej POM w glebie wg Cambardella i Elliott (1992) techniką WLOI można stosować zamiennie do referencyjnej w naszych warunkach metody oznaczania C_{org} wg Tiurina-Andrzejewskiego (POM-TA) (Andrzejewki, 1962; Kononowa, 1968), co zostało wykazane w raporcie końcowym z grantu KBN Nr 5 P06B 057 19 [II.E.5.]. Wykazałam, że **metoda oznaczania POM z zastosowaniem techniki WLOI** jest wystarczająco dokładna i czuła dla porównania wpływu stosowanych systemów uprawy roli na zmiany zachodzące w glebowej materii organicznej. Ponadto metoda ta dzięki modyfikacji pozwoliła również w warunkach naszego laboratorium na określenie jakości materii organicznej w glebie i stanowiła swego rodzaju *novum*, co bardzo ułatwiło ocenę jakości gleby. Z czasem **oznaczanie zawartości frakcji materii organicznej POM w glebie zmodyfikowaną metodą WLOI weszło na stałe do metodyki analizy gleby w naszym Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG w Puławach.**

Podczas pracy w zespole Prof. dr J.W. Doran'a poznałam również metodę biologiczną oznaczania zawartości zmineralizowanego azotu w glebie w warunkach beztlenowych, czyli **metodę oznaczania potencjału mineralizacyjnego gleby względem azotu PMN** (*ang.* **Potentially Mineralizable Nitrogen**), autorstwa Warning'a i Bremner'a (1964) i zmodyfikowaną przez Keeney'a i Nelson'a (1982). Uчени Ci, wykorzystując technikę kolorymetrii przepływowej umożliwili precyzyjne oznaczanie form azotu mineralnego, uzyskując dużą powtarzalność wyników i jednocześnie skrócenie czasu trwania oznaczenia. Zastosowanie tej zmodyfikowanej metody PMN w tamtym czasie w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG-PIB stanowiło *novum* i nadal jest ona stosowana w analizach gleby.

Przebieg stypendium, jak i uzyskane wyniki z przeprowadzonych badań opisałam w raporcie dla OECD przesłanym do siedziby OECD w Paryżu, Francja **[II.E.3.]** w grudniu 1998 roku. Wyniki powyższych badań zostały opublikowane jako 2 rozdziały w książce-monografii **Assessment Methods for Soil Carbon [II.D.3. i II.D.4.]** oraz jako 1 rozdział w książce metodycznej **Methods for Estimation of Soil Quality** na użytek wewnętrzny jednostki badawczej USDA-ARS **[II.D.16.]** i prezentowane w formie posteru na Cropping System Workshop USDA-ARS zorganizowanym w Northern Great Plains Experimental Station w Mandan, ND, USA w 1998 roku **[II.B.49.]**.

W dniach 27 – 30 września 1998 roku odbyło się w IUNG **Międzynarodowe Sympozjum „Kodeks dobrej praktyki nawożenia i zrównoważone nawożenie”**, w którym uczestniczyło 95 osób, w tym 63 osoby z zagranicy, z 25 krajów świata. Miałam również przyjemność pracy w zespole obsługującym sekretariat tego Międzynarodowego Sympozjum.

Po powrocie ze stypendium naukowego w USA w drugiej połowie roku 1998 realizowałam badania nad jakością gleby, wykorzystując zdobytą tam wiedzę i poznane metody badawcze. Moją wieloletnią działalność naukową kontynuowałam w następujących obszarach badawczych:

1. Wpływ właściwości mikrobiologicznych na jakość i żyzność gleby

W latach 1998 – 2000 w ramach działalności statutowej IUNG **kierowałam** tematem badawczym **2.12 Mikrobiologiczne właściwości gleb jako wskaźniki ich**

żyźności i prowadziłam badania nad wybranymi parametrami mikrobiologicznych właściwości gleb pod pszenicą ozimą jako wskaźnikami ich żyźności. Badania te zrealizowałam w oparciu o wieloletnie doświadczenia poletkowe należące do IUNG w Puławach. Obiekt ten składał się z obetonowanych mikroparceli o pow. 1 m² wypełnionych do głębokości 150 cm naturalnymi profilami 6 różnych utworów glebowych przywiezionych z różnych rejonów Polski: czarna ziemia – glina średnia na glinie ciężkiej (gs.gc), mada brunatna – pył zwykły (płz), less (ls), gleba brunatna – glina lekka na glinie ciężkiej (gl.gc), gleba brunatna – piasek gliniasty lekki na glinie ciężkiej (pgl. gc), gleba brunatna – piasek gliniasty lekki na piasku (pgl. ps) – według normy BN-78/9180-11. Próbki glebowe pobierano 6-krotnie w ciągu każdego sezonu wegetacyjnego i oznaczano: biomasę drobnoustrojów metodą fumigacji-inkubacji, oddychanie gleby, ogólną liczebność bakterii i grzybów oraz aktywność dehydrogenaz i fosfataz a także skład granulometryczny, zawartość węgla organicznego (C_{org.}) i azotu ogólnego (N_{og.}). Ze względu na dużą różnorodność wyników jeśli chodzi o liczebności bakterii i grzybów uzyskanych w różnych terminach poszczególnych oznaczeń, pomimo wyraźnie widocznych różnic pomiędzy badanymi glebami, analiza statystyczna nie wykazała jednak istotności tychże różnic, tak więc parametr ten w tym przypadku nie można uważać za różnicujący dla badanych gleb. Ten brak istotnego zróżnicowania należy tłumaczyć tym, że wzrost i rozwój drobnoustrojów glebowych na sztucznych podłożach może być poważnie ograniczony poprzez dostępność odpowiednich składników pokarmowych obecnych tylko w ich naturalnym środowisku bytowania i dlatego w warunkach *in vitro* nie rozwijają się, znajdują się w fazie uśpienia. Większość analizowanych parametrów okazała się jednak reprezentatywnymi dla aktywności biologicznej badanych 6 gleb i istotnie je różnicowała oraz była ze sobą powiązana, o czym świadczyły uzyskane dość wysokie współczynniki korelacji zarówno pomiędzy tymi parametrami, jak i pomiędzy fizycznymi i chemicznymi właściwościami tych gleb, jak zawartość frakcji ilów oraz C_{org.} i N_{og.} Potwierdza to, że parametry te dobrze charakteryzują właściwości biologiczne badanych gleb, a tym samym charakter przemian jakim podlega zawarta w nich materia organiczna. **Wyniki powyższych badań zostały opracowane i przedstawione w raporcie końcowym [III.E.4.] i opublikowane w czasopiśmie naukowych [II.A1.] oraz [II.D.19. i II.D.20.].**

2. Ocena wpływu zróżnicowanych systemów produkcji roślinnej na jakość i żyzność gleby

W roku 1999 uzyskałam finansowanie na **badania objęte grantem KBN Nr 5P06B05719 nt. Zmiany w zawartości drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej oraz biomasy mikroorganizmów glebowych w zależności od zabiegów agrotechnicznych na lata 2000 – 2003, którego byłam kierownikiem.** W ramach niniejszego projektu badawczego zwróciłam szczególną uwagę na oddziaływanie różnych systemów produkcji roślinnej: ekologicznego, konwencjonalnego (intensywnego) i integrowanego na zmiany w zawartości POM oraz węgla i azotu w biomacie mikroorganizmów w glebie w zależności od stosowanego zmianowania roślin i nawożenia. Oznaczyłam mikrobiologiczne i biochemiczne właściwości gleby pod zbożami (pszenica ozima i jęczmień jary) uprawianymi ww. systemach produkcji roślinnej. Ponadto skoncentrowałam się nad modyfikacją i testowaniem metod oznaczania ilościowego frakcji POM na podstawie zawartości węgla organicznego ($C_{org.}$) w glebie oraz węgla zawartego w biomacie mikroorganizmów glebowych względem metod referencyjnych obowiązujących w kraju. Wykazałam, że najwyższe zawartości puli biomasy mikroorganizmów glebowych oszacowane w oparciu o ilości węgla były na ogół istotnie większe w glebie pod zbożami uprawianymi w systemie ekologicznym (średnio około 20%) niż w systemie konwencjonalnym i integrowanym. W porównaniu do systemu ekologicznego tempo przyrostu puli biomasy w systemie integrowanym było 2-krotnie, a w systemie konwencjonalnym 6-krotnie niższe. Również pula biomasy mikroorganizmów glebowych, oszacowana w oparciu o ilości azotu zawartych w ich biomacie, była istotnie większa w glebie pod zbożami uprawianymi w systemie ekologicznym niż w systemie konwencjonalnym i integrowanym. Wykazałam także, że aktywność enzymów pochodzenia drobnoustrojowego (dehydrogenazy, fosfatazy, intensywność hydrolizy dwuocianu fluoresceiny FDA) i oddychanie gleby były na ogół najwyższe w glebie uprawianej w systemie ekologicznym. Wskazuje to na dużą aktywność mikroflory glebowej w przemianach i mineralizacji materii organicznej, która jest głównym źródłem składników pokarmowych dla roślin uprawianych w tym systemie. Ponadto, wykazałam, że najwyższe zawartości drobnocząsteczkowej frakcji POM 0,053 mm charakteryzowały glebę w ekologicznym systemie gospodarowania. System ten, w którym stosowano tylko

nawożenie organiczne w porównaniu do systemu konwencjonalnego i integrowanego najbardziej sprzyjał zwiększaniu zawartości frakcji POM w glebie. Zawartość POM w glebie pod zbożami w systemie ekologicznym była wyższa o średnio 23% od zawartości POM oznaczonej w systemie integrowanym i 27% od zawartości POM w systemie konwencjonalnym. W czasie 3 lat badań odnotowano 6-krotnie wyższe tempo przyrostu frakcji POM w systemie ekologicznym i 4-krotnie wyższe w systemie integrowanym, w porównaniu do systemu konwencjonalnego.

Analiza uzyskanych wyników pozwoliła na stwierdzenie, że zmodyfikowaną metodę ilościowego oznaczania drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej POM w glebie wg Cambardella i Elliott (1992) techniką WLOI wg Schulte i Hopkins'a (1996) można stosować zamiennie do referencyjnej w naszych warunkach metody oznaczania C_{org} wg Tiurina-Andrzejewskiego (POM TA) (Andrzejewki, 1962; Kononowa, 1968). Wykazałam, że metoda POM WLOI jest wystarczająco dokładna i czuła dla porównania wpływu stosowanych systemów produkcji roślinnej na zmiany zachodzące w materii organicznej gleby.

Wykazałam, że zmodyfikowaną metodę ilościowego oznaczania zawartości C w biomacie mikroorganizmów, w której procedurę fumigacji gleby chloroformem zastąpiono działaniem mikrofali (MWI) można stosować jako metodę alternatywną do metody CF-I (Jenkinson i Powlson, 1976 a, b). Metoda BM MWI daje porównywalne rezultaty do metody BM CF-I i nie wymaga stosowania chloroformu. **Wyniki powyższych badań zostały opublikowane w raporcie końcowym [II.E.5.], w czasopiśmie naukowym, jak Postępy Mikrobiologii i Polish Journal of Environmental Studies [II.A.2. i II.A.3.] oraz w formie posterowej na Międzynarodowym Kongresie Enzymatycznym w Pradze, Czechy w 2003 roku [III.B.50.] i na Międzynarodowej Konferencji Chemii Analitycznej na UMK w Toruniu, w 2005 roku [III.B.55.].**

W latach 2001 – 2004 ramach w działalności statutowej IUNG-PIB kierowałam **tematem badawczym 2.23 Bioróżnorodność i aktywność drobnoustrojów biorących udział w przemianach C i N w glebie pod zbożami uprawianymi w systemie ekologicznym, konwencjonalnym i integrowanym**, w którym prowadziłam badania nad różnorodnością i aktywnością drobnoustrojów heterotroficznych aktywnych w przemianach C i N w glebie pod zbożami uprawianymi w różnych systemach produkcji roślinnej. Badania te potwierdziły wcześniejsze rezultaty i wykazały najwyższą aktywność

drobnoustrojów biorących udział w przemianach C i N w glebie pod zbożami uprawianymi w systemie ekologicznym. Uzyskane wyniki opracowano i przedstawiono w **raporcie końcowym [II.E.6.]** oraz **opublikowano w czasopismach naukowych**, jak Acta Agrophysica i Polish Journal of Environmental Studies **[II.A.3. i II.D.18.]**, a także prezentowane w **formie posteru** na Międzynarodowym Kongresie Enzymatycznym w Pradze, Czechy, w 2003 roku **[III.B.50.]**.

W latach 2011 – 2013 w ramach działalności statutowej IUNG-PIB **kierowałam tematem badawczym 3.1.4 Oddziaływanie systemów produkcji na wybrane elementy żyzności gleby**. Prowadziłam badania w oparciu o wieloletnie doświadczenia polowe IUNG-PIB nad oddziaływaniem systemów produkcji roślinnej na zmiany wybranych parametrów właściwości biologicznych, chemicznych i fizycznych charakteryzujących żyzność gleby. Celem pracy było określenie wpływu różnych systemów produkcji (ekologicznego, konwencjonalnego, integrowanego i monokultury) na zmiany zawartości węgla (C) i azotu (N) w biomase drobnoustrojów, aktywności enzymatycznej oraz zawartości frakcji C_{org} . rozpuszczalnych w wodzie, w glebie pod pszenicą ozimą. Uzyskane wyniki wykazały, że w porównaniu do konwencjonalnego systemu gospodarowania, systemy ekologiczny i integrowany oddziaływały korzystnie na jakość badanej gleby mierzoną wyższą zawartością C i N w biomase drobnoustrojów i ich aktywnością oraz zawartością rozpuszczalnych w wodzie frakcji C_{org} ., zarówno w gorącej HWEC (*ang.* Hot Water Extractable Carbon) jak i w zimnej wodzie CWEC (*ang.* Cold Water Extractable Carbon). Wyniki tych badań zostały **przedstawione w raporcie końcowym [II.E.14.]** oraz **opublikowane w pracach w czasopismach punktowanych [II.A.8.] i [II.D.30.]**, w wygłoszonych referatach **[III.B.33. – II.B.38., II.B.40.]** oraz **prezentacjach posterowych [III.B.94., III.B.97., III.B.101., III.B.102.]**.

W latach 2012 – 2015 w ramach działalności statutowej IUNG-PIB **byłam wykonawcą tematu 2.5.16 Ocena ilości i jakości glebowej materii organicznej zależnie od nawożenia oraz doboru gatunków w zmianowaniu** realizowanego w Zakładzie Żywienia Roślin i Nawożenia, w którym prowadziłam badania nad zmianami w zawartości drobnocząsteczkowej materii organicznej i aktywności populacji drobnoustrojów w glebie. Wyniki powyższych badań przedstawiłam w **raporcie końcowym [II.E.15.]** oraz w **prezentacjach posterowych [III.B.97., III.B.101.]**.

3. Wpływ zróżnicowanych systemów uprawy roli na jakość gleby

Tematyka naukowo – badawcza, którą zajmuję się zwłaszcza od obrony doktoratu, obejmuje szeroki zakres zagadnień związanych przede wszystkim z oceną jakości gleby w zależności od systemu uprawy roli. Moje zainteresowania badawcze dotyczą przede wszystkim tematyki z zakresu biologii gleb i różnorodności drobnoustrojów. W szczególności są to zagadnienia związane z kształtowaniem właściwości mikrobiologicznych i biochemicznych gleby, jak biomasa drobnoustrojów, ich aktywność i różnorodność oraz aktywność enzymatyczna w glebie; a także ze zmianami właściwości fizycznych, jak zawartość wody w glebie, gęstość objętościowa oraz stabilność gleb w wodzie na podstawie zawartości łatwo-dyspergującego ilu RDC (*ang.* Readily Dispersible Clay) oraz właściwości chemicznych gleb, jak węgiel organiczny, azot ogólny, materia organiczna i jej ruchome frakcje – POM i frakcje ekstrahowane wodą WEC (*ang.* Water Extractable Carbon) oraz potencjał mineralizacyjny gleby względem azotu PMN (*ang.* Potentially Mineralizable Nitrogen) i pH gleby pod wpływem oddziaływania różnych systemów uprawy roli.

Umiejętność oceny jakości gleby na podstawie zmian wybranych parametrów właściwości biologicznych gleby, a także fizycznych i chemicznych zdobyłam na stypendiach naukowych w USA w latach 1990–1993 i w 1998 roku, poznając niezwykle pomocną metodykę w tego rodzaju badaniach. Metodyka ta, którą wprowadziłam do naszych badań, w latach 1993–1999 stanowiła swego rodzaju *novum*, gdyż pozwalała nam na śledzenie zmian nie tylko ilościowych, ale też jakościowych zachodzących w glebowej materii organicznej, uznanej za kluczowy czynnik determinujący właściwości gleby, czyli jej jakość.

Kontynuując swoje zainteresowania naukowe uczestniczyłam w latach **2001 – 2005** w badaniach w wielodyscyplinarnym **Projekcie Celowym Nr 6 PO6 032 2001 C/5741 nt. Opracowanie i wdrożenie konserwującej technologii uprawy roli dla różnych warunków glebowo-klimatycznych Polski** realizowanym na zamówienie Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW), w którym kierowałam wyodrębnioną częścią projektu w ramach **Zadania VII**. Kierownikiem Projektu Celowego był Dr Stanisław Włodek. Prowadziłam tu badania w zakresie oceny oddziaływania stosowanej technologii uprawy roli na środowisko glebowe, na podstawie zmian wybranych wskaźników aktywności

mikrobiologicznej oraz jakości i zawartości materii organicznej w glebach w różnych rejonach Polski.

Kierowałam pracami badawczymi prowadzonymi na polowych obiektach doświadczalnych zlokalizowanych w czterech województwach: w woj. lubelskim (prywatne gospodarstwo rolne w Rogowie), w woj. pomorskim (RZD IUNG-PIB w Żeliszawkach), w woj. dolnośląskim (RZD IUNG-PIB Jelcz-Laskowice) oraz w woj. wielkopolskim (RZD IUNG-PIB w Baborówku), w wybranych rejonach Polski zróżnicowanych pod względem klimatycznym i glebowym. W ramach tych badań współpracowałam w szerokim zakresie z naukowcami: Prof. dr hab. inż. Ewa A. Czyż, Prof. dr Anthony R. Dexter (uprawa roli i właściwości fizyczne gleb), Dr Janusz Smagacz (uprawa roli, jakość plonu i stan zachwaszczenia), Dr Stanisław Włodek i Dr Andrzej Biskupski (agrotechnika, właściwości fizyczne i chemiczne gleb), Dr J. Jadczyzyn (erozja wodna gleby i spływy powierzchniowe) oraz Wiesław Gryn (właściciel prywatnego gospodarstwa rolnego w Rogowie k. Zamościa, agrotechnika – opiekun pól doświadczalnych). W badaniach tych wykonałam ocenę zmian w aktywności mikrobiologicznej i biochemicznej gleby oraz jakości materii organicznej w różnych glebach, pochodzących z polowych obiektów doświadczalnych zlokalizowanych w ww. rejonach kraju. Wyniki powyższych badań opisałam **w raporcie końcowym [II.E.7.]**, a współpraca zaowocowała licznymi publikacjami: **rozdziałami w monografiach [II.D.6. i II.D.7.]**, **publikacjami w czasopismach naukowych**, jak Problemy Inżynierii Rolniczej, Acta Agraria et Silvestria i Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy [II.D.21. – II.D.24.] oraz **referacie wygłoszonym na Międzynarodowym Kongresie EUROSOIL na Uniwersytecie BOKU w Wiedniu, Austria, w 2008 roku [III.B.3.]** i referatami wygłoszonymi na międzynarodowych konferencjach i kongresach naukowych w kraju [III.B.6. – III.B.11.] oraz **prezentacjami posterowymi [III.B.56. – III.B.60., III.B.71. – III.B.77.]**.

W latach 2006 – 2008 byłam kierownikiem i wykonawcą wyodrębnionej części wielodyscyplinarnego projektu badawczego w Sieci Naukowej „AGROGAS” (Redukcja gazów cieplarnianych i amoniaku w rolnictwie) Dec. Nr 17/E-184/SN-019/2006 oraz 17/E164/SN-019/2007. Głównym koordynatorem Sieci Naukowej był Instytut Agrofizyki PAN (IA PAN) w Lublinie, a osobą odpowiedzialną Prof. dr hab. Cezary Sławiński. W skład konsorcjum wchodził także Instytut Budownictwa,

Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa (IBMER) w Warszawie, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy (IUNG-PIB) w Puławach, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Łódzkiego (UŁ) w Łodzi, Instytut Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN (ZBŚRiL PAN) w Poznaniu oraz Wydział Biologiczno-Rolniczy Uniwersytetu Rzeszowskiego (UR) w Rzeszowie. Koordynatorem badań w IUNG-PIB w Puławach w ramach Sieci Naukowej AGROGAS była Prof. dr hab. inż. Ewa A. Czyż. W ramach Zadania IV realizowałam badania dotyczące określenia zmian zachodzących we właściwościach mikrobiologicznych i biochemicznych gleb w wybranych warunkach siedliskowych, w aspekcie poszukiwania możliwości ograniczenia emisji gazów cieplarnianych z pól uprawnych.

W ramach Sieci Naukowej AGROGAS uczestniczyłam również w pracach badawczych na doświadczeniach polowych prowadzonych w Rolniczych Zakładach Doświadczalnych (RZD) IUNG-PIB w Osinach (woj. lubelskie) oraz w Grabowie (woj. mazowieckie). Współpracowałam z Prof. dr hab. Teresą Włodarczyk (IA PAN Lublin) oraz Dr Jadwigą Stanek-Tarkowską (UR w Rzeszowie) i Dr Agnieszką Bednarek (UŁ w Łodzi), wykonując ocenę zmian jakości mikrobiologicznej i biochemicznej gleby pochodzącej z obiektów doświadczalnych polowych zlokalizowanych na Podkarpaciu (gospodarstwo prywatne w Dąbrowie Nowej i Stacja Doświadczalna UR w Krasnem) oraz w okolicach Uniejowa, w prywatnym gospodarstwie rolnym zlokalizowanym na obszarze zlewni rzeki Warty w obrębie obszaru ochrony przyrody objętego siecią Natura 2000 (UŁ w Łodzi). Współpracowałam także z zespołem badawczym Prof. dr hab. Barbary Walczak i Prof. dr hab. Cezarego Sławińskiego z IA PAN w Lublinie i określiłam aktywność mikrobiologiczną gleby ciężkiej (czarna ziemia o zawartości materii organicznej 4,2%) pod roślinami energetycznymi, jak wierzba (*Salix viminalis*) i ślazowiec pensylwański (*Sida hermaphrodita* (L.) Rusby) na polach doświadczalnych w RZD IUNG-PIB w Osinach (woj. lubelskie). W badaniach własnych stwierdziłam, że właściwości mikrobiologiczne gleby ciężkiej pod wieloletnią uprawą wierzby, jak i gleby lekkiej (piasek gliniasty, zawartość materii organicznej 1,3%) pod uprawą ślazowca różniły się znacząco w porównaniu do tych samych gleb nieuprawianych, stanowiących kontrolę. Badania wykazały, że wielkość puli biomasy drobnoustrojów, intensywność uwalniania CO₂ z gleby oraz aktywność dehydrogenaz i intensywność hydrolizy FDA były istotnie

niższe w glebie ciężkiej pod uprawą wierzby oraz w glebie lekkiej pod uprawą ślazuca w porównaniu do gleb nieuprawianych (obiekty pod trawami).

W pracach zespołowych (Prof. dr. hab. inż. E.A. Czyż i Prof. dr A.R. Dexter) stwierdzono, że podobnie kształtowały się wartości parametrów fizycznych gleby (zawartość wody w glebie, gęstość objętościowa i stabilność gleby w wodzie). Także ilościowe analizy glebowej materii organicznej potwierdziły wyższą jej zawartość w glebach nieuprawianych – kontrolnych (obiekty trawiaste) niż pod roślinami energetycznymi. Podobne rezultaty dotyczyły również oznaczeń zawartości materii organicznej w badanych glebach, szczególnie w powierzchniowych ich warstwach. Analizując wyniki, wspólnie z Prof. dr hab. inż. E.A. Czyż i Prof. dr A.R. Dexter'em stwierdzono, że najprawdopodobniej trawy produkują materię organiczną, w której zawarta jest duża ilość grup chemicznych - OH, -COOH i że ten typ materii organicznej lepiej stabilizuje strukturę gleby w porównaniu do materii organicznej wytworzonej z resztek (głównie liści) wierzby czy ślazuca.

Podsumowując wielodyscyplinarne badania w ramach Sieci AGROGAS należy podkreślić, że uzyskane wyniki przyczyniły się do identyfikacji i określenia praktycznych sposobów zarządzania rolniczą przestrzenią produkcyjną (produkcja roślinna i zwierzęca). Rezultaty te wskazują, jak uzyskać najniższą emisję gazów cieplarnianych i największą możliwość sekwestracji węgla w glebie.

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych z gleb użytkowanych rolniczo można uzyskać, zwiększając zawartości węgla w glebach uprawnych poprzez możliwość długoterminowego odłożenia węgla z atmosfery i związania go w glebowej materii organicznej w procesie sekwestracji. Jak wiadomo, zawartość węgla (próchnicy) w glebach Polski jest stosunkowo niska, jednak uzyskane wyniki zespołowych badań wykazały, że: 1) systematyczne stosowanie określonych praktyk rolniczych w dłuższym okresie czasu, jak konserwująca uprawa roli w połączeniu z zabiegiem mulczowania resztkami roślinnymi powierzchni gleby ogranicza mineralizację materii organicznej w glebie - ograniczenie erozji wodnej i wietrznej; 2) zwiększenie w strukturze zasiewów roślin wieloletnich o dodatnim wpływie na bilans materii organicznej; 3) wdrożenie rolnictwa ekologicznego przyczynia się do zwiększenia zawartości materii organicznej w glebie, a tym samym ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. Wyniki powyższych badań zostały opracowane i opisane w raportach końcowych [II.E.9. i II.E.10.].

Udział w tych wielodyscyplinarnych badaniach w ramach Sieci AGROGAS pozwolił mi na pogłębienie wiedzy z zakresu fizyki i chemii gleby w aspekcie ograniczania emisji gazów cieplarnianych, a współpraca z wieloma zespołami badawczymi zaowocowała licznymi pracami naukowymi opublikowanymi w **rozdziałach w monografii [II.D.5. – II.D.7.]**, w **czasopismach punktowanych**, jak International Agrophysics [II.A.5. i II.A.6.], [II.D.22. – II.D.29.], w wygłoszonych **referatach na konferencjach międzynarodowych [III.B.3., III.B.4., III.B.6. – III.B.13.] i krajowych [III.B.20., III.B.21., III.B.24. – III.B.32.]** oraz prezentowanych **posterach** na konferencjach międzynarodowych [III.B.56. – III.B.65.] i krajowych [III.B.75. – III.B.93., III.B.95. – III.B.100.], gdzie miałam możliwość przedstawienia wyników swoich badań w powiązaniu z badaniami wspólnymi, dotyczącymi wpływu różnych systemów uprawy roli nie tylko na właściwości mikrobiologiczne, ale także na fizyczne i chemiczne różnych gleb, w aspekcie możliwości ograniczenia emisji gazów cieplarnianych z rolnictwa. Łącznie z **wyników uzyskanych w badaniach przeprowadzonych w ramach Sieci Naukowej AGROGAS** wygłosiłam **20 referatów i przedstawiłam 32 postery**.

Kontynuując swoje zainteresowania naukowe i znając nowe metody oceny jakości gleby **uczestniczyłam w latach 2006 – 2009 w kolejnym, wielodyscyplinarnym Projekcie Celowym Nr 6 ZR7 2006C/06735 Ocena oddziaływania stosowanych energooszczędnych technik uprawy roli na środowisko glebowe, jako kierownik oraz wykonawca wyodrębnionej części Projektu**, realizowanego w IUNG-PIB na zamówienie MRiRW. Kierownikiem Projektu Celowego był Dr J. Smagacz. Projekt ten był kontynuacją i stanowił dopełnienie badań przeprowadzonych w poprzednim Projekcie Celowym realizowanym w latach 2001–2005. W tym Projekcie w ramach Zadania VII prowadziłam badania w zakresie zmian wybranych wskaźników aktywności mikrobiologicznej oraz jakości materii organicznej w różnych glebach. Kierowałam pracami badawczymi prowadzonymi na tych samych polowych obiektach doświadczalnych zlokalizowanych w czterech województwach: w woj. lubelskim (prywatne gospodarstwo rolne w Rogowie), w woj. pomorskim (RZD IUNG-PIB w Żeliszawkach), w woj. dolnośląskim (RZD IUNG-PIB Jelcz-Laskowice) oraz w woj. wielkopolskim (RZD IUNG-PIB w Baborówku). W ramach badań współpracowałam z wielodyscyplinarnym zespołem realizującym ten Projekt, m.in.: Prof. dr hab. inż. E.A.

Czyż, Prof. A.R. Dexter'em, Dr J. Smagaczem, Dr S. Włodkiem, Dr A. Biskupskim, Dr J. Jadczyznym i W. Grynem i wykonałam ocenę zmian w środowisku glebowym wybranych mikrobiologicznych parametrów jakości gleby pod wpływem oddziaływania stosowanych technik uprawy roli, w odniesieniu jednocześnie do zmian parametrów charakteryzujących właściwości fizyczne i chemiczne gleby.

Zasadniczym osiągnięciem tych badań było udowodnienie, że konserwujące systemy uprawy (bezorkowe) wywierają korzystny wpływ na środowisko glebowe, we wszystkich obiektach doświadczalnych zlokalizowanych w zróżnicowanych warunkach glebowo – klimatycznych Polski. Zmniejszenie głębokości i intensywności uprawy roli przyczyniło się do zmniejszenia głębokości migracji materii organicznej w profilu glebowym i ograniczenia strat zasobów materii organicznej w glebie. Konserwująca uprawa sprzyjała wzrostowi zawartości labilnych frakcji materii organicznej, jak zawartość biomasy drobnoustojów i POM. Sugeruje to, że bezorkowa uprawa roli pozytywnie wpływała na jakość gleby i zwiększyła zasoby łatwo dostępnego węgla, niezbędnego do rozwoju i aktywności mikroorganizmów w glebie. Aby lepiej zrozumieć zmiany zachodzące w jakości gleby spowodowane przez system uprawy roli takie eksperymenty polowe należy prowadzić w przez wiele lat. Umożliwia to osiągnięcie ekologicznej stabilizacji środowiska glebowego, zwłaszcza w systemie zredukowanym i siewie bezpośrednim, i pozwala uzyskać lepszy obraz zmian zachodzących w glebie. Ponadto pozwala zgromadzić więcej niezbędnych danych dla prawidłowego podejmowania decyzji o wdrożeniu systemów uprawy konserwującej do szerokiej praktyki rolniczej, z uwzględnieniem różnych warunków glebowo – klimatycznych Polski.

Wyniki powyższych badań zostały opracowane i opisane w **raporcie końcowym [II.E.12.]**, opublikowane w pracach w **czasopismach punktowanych [II.A.5. – II.A.7.] i [II.D.26. – II.D.28.]**, w **rozdziałach w monografii [II.D.7. i II.D.8.]**, oraz prezentowane w formie **5 referatów na konferencjach międzynarodowych [III.B.7. – III.B.11.] i 5 krajowych [III.B.26., III.B.28., III.B.30. – III.B.32.]** oraz **6 posterów na konferencjach międzynarodowych [III.B.56., III.B.58. – III.B.62.] i 8 krajowych [III.B.82. – III.B.84., III.B.86. - III.B.89., III.B.91., III.B.93.]**.

W tym samym czasie (2008 – 2010) w ramach działalności statutowej IUNG-PIB byłam także wykonawcą tematu badawczego **2.3.2. Produkcyjne i siedliskowe skutki stosowania różnych systemów uprawy roli** realizowanego w Zakładzie Systemów i

Ekonomiki Produkcji Roślinnej (kierownik tematu Dr Janusz Smagacz), w którym prowadziłam badania nad oddziaływaniem systemów uprawy roli na jakość gleby na podstawie zmian wybranych wskaźników aktywności biologicznej. Wyniki powyższych badań zostały przedstawione **w raporcie końcowym [II.E.13.]** oraz prezentowane **w formie referatów na konferencjach międzynarodowych i krajowych [II.B.8., II.B.9.] i [II.B.30. – II.B.32.]** oraz **posterów [II.B.59. – II.B.61.]**.

Wyniki uzyskane przeze mnie w przeprowadzonych pracach badawczych, potwierdzają korzystny wpływ stosowania uproszczeń w uprawie roli na jakość gleby. Przede wszystkim sprzyjają poprawie aktywności mikrobiologicznej w glebie i zwiększeniu zawartości materii organicznej oraz poprawie stabilności gleby, a tym samym zmniejszeniu podatności gleby na erozję, szczególnie wodną, a także zwiększeniu zawartości wody w glebie. Badania te są bardzo ważne z rolniczego punktu widzenia, chociażby ze względu na to, że jedną z istotnych, praktycznych zalet stosowania uproszczeń w uprawie oprócz korzyści środowiskowych są także aspekty ekonomiczne i organizacyjne, jak zmniejszenie nakładu pracy na wykonanie zabiegów uprawowych, oszczędność czasu i obniżenie zużycia i kosztów paliwa.

4. Zapobieganie degradacji właściwości mikrobiologicznych gleby, metody przeciwdziałania degradacji biologicznej gleby

W latach 2005 – 2006 w działalności statutowej IUNG-PIB **byłam wykonawcą tematu 1.23 *Wpływ bentonitu na właściwości gleby w wieloletnim doświadczeniu*** realizowanego w Zakładzie Mikrobiologii Rolniczej IUNG-PIB (kierownik tematu Dr Janusz Czaban), w którym prowadziłam badania nad wpływem bentonitu na aktywność mikrobiologiczną i biochemiczną gleby. Celem badań było rozpoznanie, czy bentonit po 33 latach od momentu założenia doświadczenia i po 8 latach odłogowania nadal korzystnie oddziałuje na mikrobiologiczne, chemiczne i fizyczne właściwości gleby. Wyniki badań wykazały, że gleby do których wprowadzono bentonit (szczególnie w dawce 4%) charakteryzowały się wyższą zawartością pyłu i łu, wody, próchnicy, kwasów humusowych, a zwłaszcza humin w porównaniu do gleby kontrolnej (0% bentonitu). Ponadto wykazywały wyraźnie wyższą całkowitą pojemnością sorpcyjną kationów, większe ilości przyswajalnego Mg i całkowitych form Ca, Mg, Zn i Mn oraz

charakteryzowały się niższą kwasowością czynną i wymienną od gleby kontrolnej. Wieloletnie odłogowanie spowodowało silne zakwaszenie gleb, a zwłaszcza ich górnej warstwy oraz silny spadek liczebności drobnoustrojów i aktywności mikrobiologicznej. Po 33 latach od założenia doświadczenia i 8 latach odłogowania, dodatek bentonitu do gleb, zwłaszcza w dawce 4%, nadal korzystnie oddziaływał na aktywność mikrobiologiczną gleby. Stwierdzono również istotne wzajemne korelacje pomiędzy zawartością ilu koloidalnego, zawartością próchnicy i parametrami mikrobiologicznej aktywności gleb. Wyniki powyższych badań zostały opracowane w raporcie końcowym [II.E.8].

W latach 2005 – 2008 w ramach w działalności statutowej IUNG-PIB **byłam także wykonawcą tematu 2.36 *Optymalizacja niektórych elementów agrotechniki mieszanek festulolium z koniczyną łąkową*** realizowanego w Zakładzie Roślin Pastewnych (kierownik tematu Dr Mariola Staniak), w którym prowadziłam badania nad wpływem niektórych elementów agrotechniki w uprawie mieszanek festulolium z koniczyną łąkową na aktywność mikrobiologiczną gleby. Uzyskane wyniki wykazały, że zastosowane w doświadczeniu elementy agrotechniki (różne dawki azotu N) w uprawie mieszanek festulolium z koniczyną łąkową powodowały istotne zmiany aktywności biologicznej gleby. Generalnie, w roku 2008 uzyskane wartości badanych parametrów aktywności biologicznej gleby, jak liczebność populacji bakterii i grzybów oraz aktywność enzymów z grupy dehydrogenaz i fosfataz były istotnie wyższe, szczególnie w seriach doświadczalnych A (koniczyna łąkowa 40%+festulolium 60%; 0 kg N/ha) i D (koniczyna łąkowa 80%+festulolium 20%; 180 kg N/ha) w porównaniu do wartości tych parametrów w roku 2005. Powyższe wyniki zostały opisane w raporcie końcowym [II.E.11].

W roku 2013 brałam także udział w badaniach realizowanych w Zakładzie Żywienia Roślin i Nawożenia IUNG-PIB w ramach Fundacji Programów Pomocy dla Rolnictwa FAPA nt. *Ocena wpływu osadów ściekowych z oczyszczalni stosujących technologię Kwadrant-Ekosystem EM na aktywność biologiczną gleby – badania wstępne* w ramach Umowy Nr KSOW/3/1/2013, Nr ewidencyjny i rozliczeniowy w IUNG-PIB – 3062-415-1/2013 (kierownik tematu z ramienia IUNG Dr Tamara Jadczyzyn). W tym projekcie badałam wpływ dawki osadów ściekowych na biomasę i aktywność drobnoustrojów glebowych. Wyniki powyższych badań zostały opisane i zinterpretowane w raporcie-ekspertyzie dla FAPA [II.M.1].

Obecnie (2016 – 2018) w ramach działalności statutowej IUNG-PIB **jestem wykonawcą tematu 3.11 Współdziałanie zanieczyszczeń w mieszaninach w zależności od zróżnicowanych warunków glebowych**, realizowanego w Zakładzie Gleboznawstwa Erozji i Ochrony Gruntów (kierownik tematu Dr Agnieszka Klimkowicz-Pawlas), w którym prowadzę badania nad zmianami w aktywności fosfataz glebowych w zależności od stężenia i kombinacji różnych zanieczyszczeń (WWA, metale ciężkie) aplikowanych do różnych gleb. Badania wykazały, że stężenie i kombinacje różnych zanieczyszczeń wyraźnie warunkowały aktywność fosfataz w glebie. Uzyskane wyniki opublikowano w formie wspólnego **posteru** prezentowanego **na międzynarodowej konferencji nt. *Toxic substances in the environment*** zorganizowanej przez Katedrę Chemii Rolnej i Środowiskowej na Uniwersytecie Rolniczym w Krakowie, w dniach 14 – 15 września 2017 roku [III.B.69.].

5. Ocena i kształtowanie bioróżnorodności oraz aktywności mikrobiologicznej gleb z uwzględnieniem różnych warunków siedliskowych, systemów uprawy roli i systemów produkcji roślinnej

Drobnoustroje glebowe odgrywają istotną rolę w mineralizacji materii organicznej i uwalnianiu składników pokarmowych dla roślin, dlatego ważne jest poznanie bioróżnorodności populacji drobnoustrojów w środowisku glebowym względem stosowanej technologii uprawy roli oraz sposobów i wielkości nawożenia. Z rolniczego punktu widzenia aktywność biologiczna gleby warunkuje utrzymanie żyzności gleby, jak i optymalne plonowanie roślin. Oznaczenia aktywności mikrobiologicznej gleb i różnorodności drobnoustrojów prowadzę w badaniach zespołowych od początku swojej działalności naukowej w oparciu o wieloletnie doświadczenia polowe pod pszenicą ozimą uprawianą w zmianowaniu i monokulturze, w różnych systemach uprawy roli i w zróżnicowanych systemach produkcji roślinnej. Szczególną uwagę zwróciłam na aktywność drobnoustrojów heterotroficznych biorących aktywny udział w przemianach węgla i azotu w glebie. Jako wskaźnik bioróżnorodności mikroorganizmów w środowisku glebowym zastosowałam, m.in. oznaczenia aktywności różnych enzymów glebowych, takich jak dehydrogenazy, fosfatazy kwaśnej i zasadowej, arylsulfatazy, β -glukozydazy i hydrolizy FDA. Powyższy temat zrealizowałam **jako wykonawca kilku Zadań w**

Programie Wieloletnim IUNG-PIB na lata 2006-2010: Zadanie 1.3 [III.A.2.], Zadanie 1.5 [III.A.3.], oraz w Programie Wieloletnim IUNG-PIB **na lata 2011-2015:** Zadanie 2.3 [III.A.4.]. Wyniki badań wykazały, że bezorkowe, konserwujące systemy uprawy roli (system zredukowany i siew bezpośredni) tworzyły środowisko znacznie bardziej przyjazne dla rozwoju i aktywności drobnoustrojów w różnych glebach. Gleby w tych systemach uprawy roli zawierały większą pulę biomasy drobnoustrojów i wykazywały wyższą aktywność enzymatyczną w porównaniu do systemu tradycyjnego-płużnego, co znalazło także potwierdzenie w parametrach ekofizjologicznych, jak współczynnik mikrobiologiczny i współczynnik aktywności metabolicznej. Ponadto pula drobnocząsteczkowej frakcji materii organicznej (POM) była również większa w glebie w bezorkowych systemach uprawy roli niż w systemie tradycyjnym. Uzyskane wyniki badań w ramach dotychczasowej realizacji Zadań 1.3, 1.5 i 2.3 stały się podstawą do opracowania corocznych sprawozdań [II.E.21. – II.E.27.], **publikacji naukowych [II.A.5.]** oraz **referatów [III.B.6., III.B.8]** i **prezentacji posterowych** na konferencjach naukowych [III.B.57. – III.B.59., III.B.61., III.B.62., III.B.80. – III.B.102.]

Aktualnie biorę udział **jako wykonawca** w realizacji kolejnych zadań w Programie Wieloletnim IUNG-PIB **na lata 2016-2020:** Zadanie 1.3 [III.A.5.], Zadanie 1.4 [III.A.6.], Zadanie 2.2 [III.A.7.], w których kontynuuję powyższą tematykę badawczą. Uzyskane dotychczas wyniki badań w ramach realizacji Zadań 1.3, 1.4 i 2.2 stały się podstawą do opracowania **publikacji naukowych [II.A.9.]** oraz **wyłoszenia referatów [III.B.42. – III.B.45.]** i **prezentacji posterowych** na konferencjach [III.B.103. – III.B.122.]

6. Zastosowanie nowoczesnych metod charakteryzujących właściwości mikrobiologiczne gleb (techniki PCR) w analizie i ocenie środowiskowych uwarunkowań produkcji rolniczej i ochrony środowiska

W latach 2014 – 2017 w ramach działalności statutowej IUNG-PIB **kierowałam** **tematem badawczym 2.26 Ocena jakości gleb i zróżnicowania mikroorganizmów przy wykorzystaniu oznaczeń ruchomych frakcji materii organicznej i metod molekularnych,** w którym prowadziłam badania nad zmianami jakości gleb i zróżnicowania mikroorganizmów w zależności od zastosowanego systemu uprawy roli i systemu produkcji roślinnej na podstawie oznaczeń ruchomych frakcji materii organicznej oraz

analizy różnorodności metabolicznej z zastosowaniem systemu Biolog i wstępnej analizy DNA.

Wyniki badań wykazały, że ekologiczny system produkcji roślinnej oraz uproszczony system uprawy roli pozytywnie wpływały na zwiększenie zawartości materii organicznej i jej ruchomych frakcji, obniżały gęstość objętościową gleby i zawartość łatwo-dyspergującego łu w glebie, zwiększały pulę biomasy drobnoustrojów w porównaniu do systemów produkcji roślinnej: konwencjonalnego i integrowanego oraz monokultury, a także płużnego systemu uprawy roli. Przeprowadzone wstępne analizy glebowego DNA przy zastosowaniu techniki PCR-DGGE wykazały wyraźne zróżnicowanie w populacji drobnoustrojów glebowych pomiędzy systemami produkcji roślinnej, a także pomiędzy systemami uprawy roli. Świadczą o tym różnice w ilościach uzyskanych prążków (fragmentów DNA) w wyniku reakcji rozdziału DNA. W ekologicznym systemie produkcji uzyskano 116 prążków, w konwencjonalnym 112, w integrowanym 81, a w monokulturze 62. Podobnie wyraźne zróżnicowanie w ilości uzyskanych prążków obserwowano w systemach uprawy roli – w systemie uproszczonym 78, natomiast w płużnym 67. Uzyskane wyniki powyższych badań zostały przedstawione w raporcie końcowym [II.E.16.] oraz opublikowane w czasopismach punktowanych [II.A.8. – II.A.13.], rozdziałach w monografiach [II.D.8., II.D.9., II.D.30.], w wygłoszonych referatach [III.B.41. – III.B.45.] oraz w prezentacjach posterowych [III.B.66., III.B.95. – III.B.114.].

Obecnie w ramach działalności statutowej IUNG-PIB kieruję tematem badawczym 2.38 *Ocena jakości gleb użytkowanych rolniczo na podstawie zróżnicowania metabolicznego i genomowego oraz aktywności biologicznej (2018 – 2021)*, w którym prowadzę badania nad jakością gleb użytkowanych rolniczo na podstawie standardowych analiz środowiskowych gleby, m.in. zmian w aktywności populacji drobnoustrojów oraz analizy ich zróżnicowania metabolicznego z użyciem systemu Biolog i genomowego na podstawie analizy glebowego DNA. Wyniki powyższych badań zostaną opublikowane w czasopismach naukowych oraz na konferencjach w formie referatów i posterów.

Poniższa literatura stanowi uzupełnienie Autoreferatu w rozdziale, w którym na stronach 23 - 26 omawiam mój udział w przystosowaniu zmodyfikowanych metod do oznaczania jakości gleby w Polsce.

Literatura

1. Andrzejewski M. 1962. Wpływ nawożenia organicznego na przemiany związków próchnicznych w glebie. *Pozn. Tow. Przyj. Nauk., Wydział Nauk Roln. i Leśn.*, 11.
2. Cambardella C.A., Elliott E.T. 1992. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. *Soil Science Society of America Journal*, 56, 777–783.
3. Islam K.R., Weil R.R. 1998. Microwave irradiation of soil for routine measurements of microbial biomass carbon. *Biology and Fertility of Soils*, 27, 408–416.
4. Jenkinson D.S., Powlson D.S. 1976a. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. I. Fumigation with chloroform. *Soil Biol. Biochem.*, 8, 167-177.
5. Jenkinson D.S., Powlson D.S. 1976b. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.*, 8, 209-213.
6. Keeney D.R., Nelson D.W. 1982. Nitrogen: Inorganic forms. In: *Methods for Analysis* (Ed. A.L. Page). SSSA Press, Madison, WI, USA.
7. Kononowa M. 1968. *Substancje organiczne gleby, ich budowa, właściwości i metody badań*. PWRiL Warszawa.
8. Schulte E.E. 1988. Recommended soil organic matter tests. In: *Recommended Chemical Soil Test Procedure for the North Central Region*. North Centr. Reg. Pub. No. 221., Bull. No. 499, North Dakota Ag. Exp. Stn., North Dakota State University, Fargo, 29-32.
9. Schulte E.E., Hopkins B.G. 1996. Estimation of organic matter by weight loss-on-ignition. In: Magdoff F.R. et al. (eds.) *Soil Organic Matter: Analysis and Interpretation*. SSSA Spec. Pub. No. 46. SSSA, Madison, 21–31.
10. Warning S.A, Bremner J.M. 1964. Ammonium production in soil under water-logged conditions as an index of soil nitrogen availability. *Nature*, 201, 951-952.

Zestawienie dorobku naukowego z uwzględnieniem danych naukometrycznych

Posumowanie wskaźników dokonań naukowych

Mój dorobek naukowo – badawczy obejmuje **192** pozycje publikacyjne, w tym m.in:

- ✓ **34** oryginalne publikacje naukowe;
- ✓ **2** monografie;
- ✓ **7** rozdziałów w monografiach i książkach (w tym **6** w języku angielskim);

Warto podkreślić, że jestem autorką i współautorką **13** prac twórczych wydanych w czasopismach z IF, w tym w **8** pracach z IF jestem pierwszym autorem. Aktualnie opracowuję kolejne oryginalne prace twórcze i rozdziały w książkach.

Oryginalne prace twórcze opublikowałam w 18 czasopismach naukowych, w tym 13 w czasopismach z JCR, 21 w czasopismach innych niż JCR, a pozostałe w monografiach oraz rozdziałach w monografiach i książkach. Pozostałe publikacje w liczbie **149** stanowią: referaty – **45**, postery – **77** oraz raporty, sprawozdania i ekspertyzy – **27** (**tab. 1 i 2**).

Uczestniczyłam w **15** konferencjach i seminariach naukowych międzynarodowych, w tym **9** za granicą (5 x USA, Austria, Turcja, Czechy, Ukraina) i **32** konferencjach krajowych. Wygłosiłam **45** referatów i zaprezentowałam **77** posterów.

Wykaz opublikowanych prac naukowych lub twórczych prac zawodowych zawarto w **Załączniku 3**. Natomiast informację o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki zawarto w **Załączniku 4**.

Suma punktów za publikacje według punktacji MNiSW, zgodnie z rokiem publikacji wynosi **425**.

Sumaryczny *Impact Factor* według listy Journal Citation Report (JCR) zgodnie z rokiem opublikowania wynosi – **11,499**.

Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) – **47**

Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS) – **4**

Tabela 1. Liczbowe zestawienie dorobku naukowego przed i po uzyskaniu stopnia doktora

Wyszczególnienie		Liczba prac		
		Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem
Oryginalne prace twórcze	Samodzielne	0	4	4
	Pierwszy autor	0	13	13
	Drugi lub kolejny autor	6	11	17
Monografie		1	1	2
Rozdziały w monografiach		1	6	7
Razem publikacje		8	23	43
Raporty, sprawozdania, ekspertyzy		2	25	27
Materiały konferencyjne-referaty i opracowania multimedialne		1	44	45
Materiały konferencyjne - postery		3	74	77
RAZEM		6	143	149
Łącznie		14	166	192

Tabela 2. Syntetyczne zestawienie dorobku naukowego

Lp	Nazwa czasopisma	Liczba dokonań	Impact factor ^a	Punkty wg. MNiSW ^b	Liczba prac	Suma Impact factor ^c	Suma punktów wg. MNiSW
Czasopisma z IF							
1	Polish Journal of Environmental Studies	3	0,639 0,352 0,947	6 10 10	1 1 1	0,639 0,352 0,947	26
2	Postępy Mikrobiologii	2	0,108 0,311	4 15	1 1	0,108 0,311	19
3	International Agrophysics	5	0,714 1,574 1,142 1,067 0,967	20 20 25 25 25	1 1 1 1 1	0,714 1,574 1,142 1,067 0,967	115
4	Plant Soil and Environment	3	1,226 1,226 1,226	25 25 25	1 1 1	1,226 1,226 1,226	75
Suma					13	11,499	235
Pozostałe czasopisma recenzowane							
5	Pamiętnik Puławski,	2	- -	2 4	1 1	- -	6
6	SSSA Special Publications Book	4	-	1 1 1 1	1 1 1 1	-	4
7	Roczniki Gleboznawcze	1	-	4	1	-	4
8	Methods for Estimation of Soil Quality	1	-	1	1	-	1
9	Polish Journal of Soil Science	1	-	3	1	-	3
10	Acta Agrophysica	1	-	3	1	-	3
11	Acta Agraria et Silvestria, Series Agraria	2	-	2 2	1 1	- -	4
12	Problemy Inżynierii Rolniczej	1	-	4	1	-	4
13	Bulletin of the Belarussian State Agricultural Academy, Gorki, Belarus	1	-	3	1	-	3
14	International Agrophysics	1	-	6	1	-	6
15	Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych	1	-	4	1	-	4
16	Nauka, Przyroda, Technologie	1	-	5	1	-	5
17	Zeszyty Naukowe Południowo-Wschodniego Oddziału Polskiego Towarzystwa Inżynierii Ekologicznej	3	- - -	2 2 1	1 1 1	- - -	5
18	Polish Journal of Soil Science	1	-	14	1	-	14
Suma					21	-	66
Monografie i rozdziały w książkach							
19	Rozprawa doktorska	1	-	35	1	-	35
20	Monografie i rozprawy*	1	-	20	1	-	20
21	Rozdziały w monografiach:	1 1 1 1 1 1	- - - - - -	12 12 7 7 7 12 12	1 1 1 1 1 1 1	- - - - - - -	69
Suma					9	-	124
Pozostałe							
22	Raporty, sprawozdania, ekspertyzy	27	-	-	27	-	-
23	Materiały konferencyjne-referaty i opracowania multimedialne				45	-	-
24	Materiały konferencyjne- postery				77	-	-
Suma					149		
Suma wszystkich prac					192		
Suma Impact factor						11,499	
Razem wg MNiSW							425

^aWartość IF z roku wydania, ^b Punkty MNiSW zgodne z datą wydania; *Monografia stanowiąca osiągnięcie naukowe