

Artur Nosalewicz

Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk

Zakład Badań Systemu Gleba-Roślina

Laboratorium Systemu Korzeniowego Roślin

AUTOREFERAT

1. Imię i nazwisko: **Artur Nosalewicz**
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytuł rozprawy doktorskiej

1997 Uniwersytet Marii Curie Skłodowskiej w Lublinie, magisterskie studia stacjonarne, Wydział Matematyki i Fizyki, Kierunek Fizyka Stosowana. Tytuł magistra fizyki. Praca dyplomowa wykonana w Zakładzie Fizyki Ogólnej i Dydaktyki Fizyki.
Tytuł pracy magisterskiej: „Szumy natężenia prądu w cienkich warstwach”.
Studia ukończone z wynikiem dobrym.

2005 Instytut Agrofizyki PAN w Lublinie, Zakład Badań Systemu Gleba-Roślina. Stopień doktora nauk rolniczych w zakresie agronomii, specjalność agrofizyka.
Tytuł rozprawy doktorskiej: „Wpływ warstwowego zagęszczenia gleby na wzrost i funkcjonowanie korzeni pszenicy”.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

01. 1997 -10. 1997 Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk – **pracownik inżynierski**

10. 1997 – 12. 2005 Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk – **Asystent**

12. 2005 – obecnie Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk – **Adiunkt**

Sierpień 2010 – obecnie Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego Polskiej Akademii Nauk – **Opiekun**
Laboratorium Systemu Korzeniowego Roślin;
Pracowni Ulepszania Gleb;
Pracowni Wzrostu Roślin.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):
- a) tytuł osiągnięcia naukowego:
„Wpływ zlokalizowanego nawożenia oraz stanu zagęszczenia gleby na pobieranie wody i składników mineralnych przez kukurydzę”
- b) autor, tytuł, rok wydania, nazwa wydawnictwa:
Nosalewicz A., Wpływ zlokalizowanego nawożenia oraz stanu zagęszczenia gleby na pobieranie wody i składników mineralnych przez kukurydzę. Acta Agrophysica Monographiae, 2013, 3, pp. 103.
Recenzenci: prof. dr hab. Witold Grzebisz
prof. dr hab. Tadeusz Kęsik
- c) omówienie celu naukowego ww. pracy i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania:

Prowadzone przeze mnie badania nad wpływem stanu gleby na wzrost i funkcjonowanie roślin uprawnych wzbogaciłem o ocenę wpływu nierównomiernego rozmieszczenia składników mineralnych i heterogenicznego zagęszczenia gleby na pobieranie wody i składników mineralnych przez kukurydzę. Wyniki tych badań zawarłem w pracy pt. „Wpływ zlokalizowanego nawożenia oraz stanu zagęszczenia gleby na pobieranie wody i składników mineralnych przez kukurydzę”, która ukazała się w 2013 r (Załącznik 6). 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 o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.), jako spełniony warunek do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

Moje zainteresowanie tym tematem wynika z ważnej a często niedocenianej roli korzeni roślin w funkcjonowaniu ekosystemów lądowych. Powierzchnia korzeni roślin jest miejscem, przez które mineralne składniki odżywcze znajdujące się w glebie zostają włączone do światażywionego. Z kolei zróżnicowana dostępność składników mineralnych i wody jest jednym z najistotniejszych i najczęściej występujących abiotycznych czynników charakteryzujących ośrodek glebowy. Wiele badań związanych z procesami w systemie gleba – roślina przeprowadza się z założeniem homogeniczności gleby. Badania takie nie odpowiadają jednak na pytanie, jaki wpływ na funkcjonowanie roślin ma powszechne, naturalne lub antropogeniczne przestrzenne zróżnicowanie dostępności wody i składników mineralnych.

Celem, jaki postawiłem sobie w niniejszej pracy było określenie wpływu zlokalizowanego nawożenia i zagęszczenia gleby w obrębie systemu korzeniowego jednej rośliny na wzrost korzeni i części nadziemnych kukurydzy oraz pobieranie wody i rozpuszczonych w niej substancji mineralnych.

Dodatkowymi przesłankami, które skłoniły mnie do zainteresowania się tą tematyką były:

- słabo poznany wpływ heterogeniczności ośrodka glebowego na wzrost i funkcjonowanie korzeni. Zmiany właściwości gleby wywołane zagęszczeniem gleby skutkują zmianami grubości, rozmieszczenia przestrzennego i długości korzeni, co wpływa na ich zdolności absorpcyjne. Precyzyjne, zlokalizowane, sposoby nawożenia roślin powodują, że system korzeniowy wzrasta w ośrodku o dużym gradiencie stężenia składników mineralnych, który może stymulować wzrost, przyczyniać się do zmiany morfologii i struktury korzeni, wpływając na pobieranie wody i rozpuszczonych w niej substancji mineralnych;

- zagrożenie dla środowiska, jakie niesie zagęszczenie i zmiana struktury gleby wynikające z przejazdów maszyn rolniczych;

- zwiększająca się rola rolnictwa precyzyjnego. Istotą systemów precyzyjnej uprawy jest poznanie zapotrzebowania roślin na składniki mineralne, które jest uzależnione od warunków panujących w danym obszarze pola uprawnego.

Rozmieszczenie korzeni w glebie jest jednym z głównych czynników modyfikujących pobór wody składników mineralnych przez rośliny. Badania w tym zakresie prowadzone są często w kulturach hydroponicznych, w których nie są uwzględniane czynniki ograniczające wzrost korzeni, takie jak np. opór mechaniczny gleby, powierzchnia kontaktu między glebą a korzeniami. Struktura systemu korzeniowego jest silnie uzależniona zarówno od stopnia zagęszczenia gleby, jak i rozmieszczenia składników pokarmowych.

Niejednorodność gleby stanowi naturalną cechę ośrodka wzrostu korzeni, a znaczny zakres zmienności właściwości gleby jest obserwowany w skali odległości zbliżonej do zasięgu korzeni jednej rośliny. W warunkach pola uprawnego naturalna zmienność właściwości gleby jest dodatkowo modyfikowana uprawą roli. Zmienność zasobności gleby w składniki mineralne zwiększa się w procesie zlokalizowanego nawożenia roślin, zabiegu zalecanego w uprawie kukurydzy.

Określenie zdolności roślin do pobierania wody i rozpuszczonych w niej składników mineralnych w warunkach nierównomiernego zagęszczenia i zlokalizowanego nawożenia gleby jest niezbędne przy doborze zabiegów agrotechnicznych i technik nawożenia. Wykorzystanie uzyskanych wyników może być potencjalnie pomocne w ograniczeniu strat w rolnictwie związanych z wymywaniem mobilnych składników mineralnych ze strefy korzeniowej, tym samym może obniżyć koszty produkcji roślinnej i zmniejszyć ryzyko zanieczyszczenia środowiska. Wyniki badań w tym zakresie mają również istotne znaczenie w modelowaniu wzrostu i funkcjonowania roślin.

Precyzyjny pomiar poboru wody przez wydzielone części systemu korzeniowego jednej rośliny z gleby o nierównomiernym zagęszczeniu nie jest możliwy do przeprowadzenia w warunkach polowych. Z tego powodu badania przeprowadzono w kontrolowanych warunkach laboratoryjnych. Części pionowo podzielonego systemu korzeniowego kukurydzy wzrastały w kolumnach glebowych o średnicy 20 i wysokości 45 cm. Gleba w kolumnach została przygotowana w sposób pozwalający odzwierciedlić odmienne warunki występujące w rzędzie roślin w polu tj. z większym stopniem zagęszczenia gleby po jednej stronie rzędu (po przejazdach kół maszyn rolniczych) i mniejszym po drugiej stronie rzędu (bez przejazdów) w połączeniu ze zlokalizowanym nawożeniem gleby o różnym stopniu zagęszczenia gleby. W badaniach wykorzystano aparaturę utrzymującą potencjał wody

glebowej na stałym, optymalnym dla wzrostu roślin poziomie i pozwalającą na pomiar zużycia wody przez wydzielone części systemu korzeniowego kukurydzy.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdziłem, że w badanym zakresie gęstości gleby, niezależnie od rozmieszczenia dawki składników mineralnych, wzrost stopnia zagęszczenia skutkowało ogólnym spadkiem masy roślin. Wyższa biomasa części nadziemnych analizowanych obiektów wskazuje na to, że w warunkach nierównomiernego zagęszczenia gleby korzystniejsze warunki dla przyrostu masy części nadziemnych roślin występują, gdy składniki mineralne zlokalizowane są w glebie o mniejszej gęstości.

W glebie równomiernie zagęszczonej zlokalizowane nawożenie wierzchniej warstwy skutkowało intensywniejszym wzrostem korzeni w glebie wzbogaconej w składniki mineralne. Efekt ten był najwyraźniejszy w glebie luźnej i zmniejszał się ze wzrostem gęstości gleby. Zlokalizowane nawożenie gleby mocno zagęszczonej było mniej efektywne niż nawożenie gleby luźnej i średnio zagęszczonej, ale łagodziło skutki niekorzystnego wpływu mocnego zagęszczenia gleby. W nawożonej połowie kolumny z glebą mocno zagęszczoną zaobserwowałem zwiększenie zarówno całkowitej długości korzeni jak i udziału korzeni cienkich, w porównaniu do korzeni z części nienawożonej.

Stwierdziłem ponadto, że krótsze korzenie tej samej rośliny w części kolumn z glebą mocno zagęszczoną cechowały się większą efektywnością poboru wody, w porównaniu do korzeni z gleby luźnej i średnio zagęszczonej. Jednak zwiększenie efektywności poboru wody nie kompensowało skrócenia korzeni wywołanego zwiększonym oporem mechanicznym gleby. Analiza danych wykazała, że podwyższony opór penetracji gleby silnie ograniczający wzrost korzeni w większym stopniu ograniczał pobór wody z gleby mocno zagęszczonej niż zawartość składników mineralnych.

Znaczny opór mechaniczny dla wzrostu korzeni w części wierzchniej warstwy gleby w obiektach z glebą mocno zagęszczoną w połowie kolumny glebowej skutkowało intensywniejszym wzrostem korzeni w luźniejszej glebie pod warstwą zagęszczoną. Podobną zmianę rozmieszczenia korzeni z głębokością stwierdzono także w drugiej części podzielonego systemu korzeniowego tej samej rośliny, rosnącego w glebie mniej zagęszczonej. W kolumnach z roślinami, których przynajmniej część korzeni wzrastała w glebie mocno zagęszczonej, zaobserwowałem, że zmniejszał się udział korzeni cienkich w całym systemie korzeniowym, zarówno w części systemu korzeniowego w glebie mocno zagęszczonej, ale także w części rosnącej w glebie luźnej, średnio zagęszczonej oraz w głębszych, luźniejszych warstwach gleby. Zakres średnic, w którym obserwowano zmiany, wskazuje, że w obiektach z glebą zagęszczoną, ograniczeniu podlega szybkość wzrostu lub wytwarzania korzeni bocznych. Wskazuje to na negatywny wpływ znacznego zagęszczenia gleby, w którym znajduje się część systemu korzeniowego, na korzenie znajdujące się poza glebą mocno zagęszczoną.

Porównanie wzrostu korzeni w kolumnach glebowych ze zlokalizowanym i równomiernym nawożeniem tą samą dawką składników mineralnych pozwoliło stwierdzić, że szybszemu wzrostowi korzeni sprzyja zwiększenie objętości gleby wzbogaconej w składniki mineralne, a w mniejszym stopniu wzrost stężenia składników mineralnych.

Kompensacyjny pobór większej objętości wody przez korzenie z gleby o mniejszym stopniu zagęszczenia był głównie wynikiem intensywniejszego wzrostu korzeni

i w mniejszym stopniu wzrostu efektywności pobierania wody przez jednostkę długości korzenia.

Uzyskane wyniki dowiodły, że wzrost i struktura systemu korzeniowego są uzależnione od stanu zagęszczenia gleby oraz rozmieszczenia mineralnych składników pokarmowych. Nierównomierne zagęszczenie gleby w obrębie systemu korzeniowego rośliny nawożonej rzędowo wpływało na pobieranie przez roślinę wody i substancji mineralnych z gleby w sposób zależny od wzajemnego położenia obszaru nawożonego i zagęszczonego. Różnice we wzroście i w ilości pobranej wody przez podzielony system korzeniowy jednej rośliny sugerują, że użycie średniej wartości wskaźników takich jak długość korzeni w jednostce objętości gleby i średniej odległości między korzeniami dla niejednorodnych warunków panujących w glebie może być nieprecyzyjne.

W celu pełniejszego poznania wpływu zlokalizowanego nawożenia na wzrost roślin zmodyfikowałem model „wzrost roślin – relacje z czynnikami środowiskowymi” (Muller 2000). Własne modyfikacje obejmowały podział systemu korzeniowego umożliwiając ocenę wpływu różnej dostępności składników mineralnych na wzrost i funkcjonowanie całej rośliny oraz wydzielonych części systemu korzeniowego. Model ten wybrano ze względu na rozbudowane procedury interakcji korzeni roślin z glebą. Zmodyfikowany model posłużył do analizy procesów wzrostu i funkcjonowania korzeni roślin w glebie nawożonej w sposób zbliżony do nawożenia w prowadzonym doświadczeniu laboratoryjnym. Przeprowadzone analizy wykazują, że ilość pobranego azotu w obiekcie z równomiernym rozmieszczeniem nawozów w glebie jest wyższa niż średni pobór azotu z gleby w wypadku nawożenia zlokalizowanego. Pobór azotu jest ściśle powiązany z długością korzeni. Zwiększenie szybkości przyrostu biomasy korzeni w glebie nawożonej odnosi się do wszystkich korzeni niezależnie od średnicy w glebie wzbogaconej w składniki mineralne, w porównaniu do korzeni w glebie nienawożonej. Zwiększona szybkość wytwarzania nowych korzeni, w części systemu korzeniowego znajdującego się w glebie nawożonej, stwierdzona na podstawie analiz z użyciem modelu znalazła potwierdzenie w wynikach jakie uzyskałem w doświadczeniu laboratoryjnym. Badania modelowe wykorzystałem także do przewidywania zmian w poborze azotu po wprowadzeniu drugiej dawki nawozów (niestosowanej w doświadczeniu laboratoryjnym). Stwierdziłem, że na skutek zróżnicowania długości korzeni i biomasy roślin, druga dawka azotu powoduje chwilowy wzrost poboru azotu z gleby o 43% w przypadku równomiernego nawożenia i o odpowiednio: 8 i 79% w przypadku nawożenia zlokalizowanego z części nienawożonej i nawożonej kolumny glebowej. Należy zwrócić uwagę na to, że szybkie tempo poboru azotu może pośrednio ograniczać zagrożenie wypłukiwania azotu poniżej zasięgu korzeni.

Zaobserwowana reakcja roślin na niekorzystne warunki w części kolumn glebowych objawiająca się intensywniejszym wzrostem korzeni, w glebie o mniejszym oporze mechanicznym dla wzrostu korzeni lub większej dostępności mineralnych składników pokarmowych może być określona, jako efekt kompensacyjnego wzrostu. Zjawisko to było szczególnie widoczne, z porównania masy korzeni lub części nadziemnych roślin z obiektów z glebą równomiernie mocno zagęszczoną z obiektami, w których w połowie kolumny panowały korzystniejsze warunki dla wzrostu roślin. W obiektach tych wyraźnie widoczne

jest zwiększenie biomasy części nadziemnych i korzeni oraz długości korzeni do poziomu zbliżonego do obiektów z glebą niezagęszczoną.

Dodatkowym stwierdzonym efektem kompensacyjnym był kompensacyjny pobór wody z obiektów z glebą mocno zagęszczoną. Zaobserwowałem zwiększony pobór wody z głębszych warstw gleby o mniejszym zagęszczeniu w porównaniu do wierzchniej mocno zagęszczonej warstwy gleby. Jednostka długości korzeni tej samej rośliny cechowała się ponad dwukrotnie wyższym poborem wody z warstwy o niższym zagęszczeniu niż z gleby mocno zagęszczonej. Na ogół przyjmuje się, że kompensacyjny pobór wody jest reakcją roślin na niedobory wody w zasięgu znacznej części systemu korzeniowego. Wyniki uzyskane w badaniach własnych wskazują, że kompensacyjny pobór większej objętości wody przez korzenie z gleby o mniejszym stopniu zagęszczenia niż z gleby mocno zagęszczonej był realizowany głównie poprzez intensywniejszy wzrost korzeni w glebie o korzystniejszych warunkach, niż przez zmianę wartości jednostkowego poboru wody – JPW (ilości pobranej wody przez jeden centymetr długości korzeni w ciągu jednej doby). Wartości JPW osiągały podobną wartość dla korzeni z gleby o różnym stopniu zagęszczenia. Wnioski te wspierają wyniki uzyskane przez innych autorów w kulturach hydroponicznych, w których zjawiska kompensacji w obrębie korzeni kukurydzy realizowane są głównie przez intensywniejszy wzrost korzeni niż przez zmiany ich aktywności. Analiza relacji między wartościami JPW na różnych głębokościach była komplikowana różnym tempem wzrostu korzeni w glebie o różnym zagęszczeniu i różnym udziale korzeni młodych z reguły efektywnych w poborze wody.

Określona zmienność efektywności poboru wody przez korzenie ma dodatkowe, znaczenie z uwagi na dużą rolę poboru wody w przewidywaniu wzrostu i plonowanie roślin. W swoich badaniach potwierdziłem, że nawet w warunkach znacznej heterogeniczności zagęszczenia i dostępności składników mineralnych w glebie relacje wiążące pobór wody z długością i masą korzeni są istotne statystycznie.

Muller C., 2000. Modelling Soil-Biosphere Interactions. CABI Publishing.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych:

W roku 1997 ukończyłem studia magisterskie z fizyki, tytuł magistra fizyki otrzymałem na podstawie egzaminu i pracy magisterskiej pt. "Szumy natężenia prądu w cienkich warstwach" przygotowanej pod kierunkiem prof. dr hab. L. Gładyszewskiego. W tym samym roku rozpocząłem pracę w Instytucie Agrofizyki PAN w Zakładzie Agrofizycznych Podstaw Kształtowania Środowiska Glebowego (obecna nazwa Zakład Badań Sytemu Gleba-Roślina) kierowanym przez prof. dr hab. Jerzego Lipca. W pewnym uproszczeniu można określić, że moje badania prowadzone w tym zakładzie koncentrowały się na dwóch obiektach: glebie i roślinie. W badaniach podejmowałem się oceny wpływu sposobu użytkowania gleby na jej właściwości, oraz wpływ właściwości i stanu gleby na wzrost i funkcjonowanie roślin uprawnych.

Realizując badania w ramach działalności statutowej IA PAN moje główne zainteresowania naukowe ukierunkowane były na:

- 1) ocenę zmian właściwości gleby, w tymi agregatów glebowych wynikających ze sposobu jej użytkowania;
- 2) pomiary i analizę rozkładów naprężeń i przemieszczeń w glebie pod kołami pojazdów rolniczych;
- 3) określenie wpływu stanu fizycznego gleby na rozmieszczenie i funkcjonowanie korzeni wybranych roślin zbożowych;
- 4) określenie reakcji roślin na stropy niedoborów wody, niskiego pH gleby, wysokiej temperatury.

Ad 1)

W początkowych badaniach koncentrowałem się na wpływie czynników związanych z intensywnością uprawy na wytrzymałość mechaniczną agregatów glebowych. Wytrzymałość różnych frakcji agregatów w znacznym stopniu determinuje trwałość struktury gleby. W badaniach wykazano relacje wiążące mechaniczne właściwości agregatów z ich sorpcyjnością, zawartością materii organicznej. Ponadto stwierdzono występowanie wpływu sposobu uprawy na opór penetracji gleby na różnych głębokościach. Wartości średnie oporu penetracji w warstwie wierzchniej gleby były największe w obiekcie z glebą nieuprawianą, najmniejsze w obiekcie z glebą uprawianą tradycyjnie. Na większych głębokościach największy średni opór penetracji stwierdzono w glebie z uprawą uproszczoną i typową płużną (II. D. 4, 8, 18).

Międzynarodowa współpraca między Instytutem Agrofizyki PAN a Instytutem IMAMOTER CNR (Institute For Agricultural And Earthmoving Machines, Italian National Research Council) w Turynie pozwoliła mi na uczestnictwo w badaniach wpływu nierównomiernego zagęszczenia gleby przejazdami maszyn rolniczych zboczami winnic i różnej okrywy roślinnej na dynamikę zmian temperatury gleby. W wyniku współpracy wykazaliśmy zróżnicowany wpływ okrywy roślinnej na temperaturę gleby w różnych porach roku. Pokryta trawą gleba cechowała się wyższymi temperaturami w lutym i marcu a niższymi w sierpniu w porównaniu do gleby bez okrywy roślinnej. Wyniki analiz zostały

opublikowane w czasopiśmie o zasięgu międzynarodowym, były także prezentowane na konferencjach naukowych (II. D. 12).

W aktywnie uczestniczyłem także w badaniach realizowanych w ramach projektu badawczego dotyczącego wpływu makroporów glebowych na wzrost roślin oraz wymywania składników pokarmowych z gleby, kierowanego przez prof. dr hab. Jerzego Lipca (II.I.5). Przeprowadziłem analizy struktury porowatej i analizę infiltracji wody do gleby uprawianej tradycyjnie oraz nieuprawianej. Analiza struktury porów gleby o uziarnieniu pyłu zwykłego w szerokim zakresie ich średnicy wykazała wielopikowy rozkład porów, który zaznaczył się w większym stopniu w glebie pod sadem niż uprawnej, co świadczy o bardziej heterogenicznym układzie porów tej gleby. Uzyskane wyniki wskazują na to, że użytkowanie sadownicze gleby w porównaniu do rolniczego prowadzi do zwiększenia jej makroporowatości, infiltracji, wzrostu korzeni i zmniejszenia wymywania mineralnych składników pokarmowych. Zmiany te oddziałują korzystnie na magazynowanie wody i ograniczają zanieczyszczenie środowiska.

Dalsze analizy zmian struktury gleby wynikające ze stosowania różnych technik uprawy w wieloletnich doświadczeniach prowadzonych we współpracy z prof. dr hab. J. Kusiem z IUNG i prof. dr hab. A. Słowińską-Jurkiewicz uzupełniłem o analizę obrazu utrwalonej struktury tych gleb. Technika ta pozwoliła powiązać mierzone właściwości wodne, mechaniczne i przepuszczalność powietrzną gleb z zawartością porów o różnej morfologii. Analiza obrazu cienkich szlifów gleby utrwalonej żywicami umożliwiła pomiary wielkości, kształtu i orientacji porów. Informacje są o tyle ważne, że różne typy uprawy wiążą się z różną intensywnością zabiegów uprawowych, które mogą być prowadzone do różnej głębokości. Zdolność gleby do magazynowania wody i zakres wilgotności, w którym woda jest dostępna dla roślin, ilość makroporów wytworzonych przez korzenie roślin są to właściwości gleby silnie powiązane ze strukturą porów glebowych. Wyniki pokazują, że wysoka infiltracja i przepuszczalność powietrzną gleby uprawianej tradycyjnie w porównaniu do gleby z uprawą zerową jest związana ze szczególnie dużą zawartością dużych (>1000µm) wydłużonych porów, zorientowanych w kierunku pionowym w wierzchniej warstwie gleby. Kształt i wielkość porów w glebie z zerową uprawą wskazują, że znaczna część dużych porów powstała w wyniku aktywności fauny i korzeni roślin (II. A. 12).

Ad 2)

W początkowym okresie pracy w IA PAN współuczestniczyłem w badaniach determinujących relacje między wilgotnością i zawartością materii organicznej na podatność gleb na zagęszczenie. Stwierdziliśmy, że wzrost zawartości materii organicznej powodował spadek podatności gleb na zagęszczenie. Ponadto zaobserwowano wzrost krytycznej wilgotności gleby, przy której gleby osiągały maksymalną gęstość i obniżenie wartości maksymalnej gęstości ze wzrostem zawartości materii organicznej. Analiza danych pozwoliła na określenie związku łączącego opór penetracji z wilgotnością i gęstością badanych gleb (II.D.10).

Kolejnym kierunkiem badań, który realizowałem w badaniach zespołowych była ocena wpływu przejazdów maszyn rolniczych na rozkład naprężeń i przemieszczeń w glebie i w rezultacie na zagęszczenie gleby. W trakcie realizacji tych badań współuczestniczyłem

w opracowaniu miniaturowego czujnika do pomiaru naprężeń i przemieszczeń w glebie pod kołami maszyn rolniczych. Czujnik działający na zasadzie pomiaru ciśnienia słupa cieczy między stabilną stacją pomiarową a czujnikiem umieszczonym w glebie pozwolił na wyeliminowanie efektu obrotu czujnika na pomiar położenia w czujniku rejestratorem optycznym. Kontynuując te badania odbyłem staż naukowy w DLO Winand Staring Centre For Integrated Land, Soil And Water Research w Holandii w roku 2000. W czasie stażu podjąłem się analizy wpływu właściwości gleby na podatność gleby na zagęszczenie kołami maszyn rolniczych. Stwierdzono między innymi, że zwiększenie nacisku wywieranego na powierzchnie kontaktu opony i gleby powoduje, trwałe odkształcenia gleby w coraz głębszych warstwach gleby. Wzrost obciążenia koła z 3 Mg do 5 Mg powoduje ponad 5-krotny wzrost obszaru podlegającego odkształceniom, w tym w warstwach gleby poniżej 24 cm wzrost ten może być ponad 3-krotny. Różnice między obszarami ulegającymi zagęszczeniu w wyniku zwiększenia nacisku zmniejszają się ze wzrostem ciśnienia w oponie, ale zagęszczeniu ulegają głębsze warstwy gleby. Uzyskane wyniki były przedmiotem prezentacji na konferencji i publikacji (II.D.9, III.B.18).

Ad 3)

Badania w kierunku reakcji korzeni roślin na właściwości gleby rozpocząłem pod kierunkiem prof. dr hab. Jerzego Lipca od określenia wpływu zagęszczenia gleby na pobieranie wody przez pszenicę z wykorzystaniem unikalnej aparatury pozwalającej utrzymać stały potencjał wody glebowej na zadanym poziomie i umożliwiającej dobowe pomiary zużycia wody przez wydzielone części systemu korzeniowego.

W roku 2000 otrzymałem finansowanie 12 miesięcznego projektu badawczego (II.2.4), którego celem projektu było zbadanie wpływu miejscowych niekorzystnych warunków glebowych na pobieranie wody przez korzenie pszenicy w początkowej fazie wzrostu. Pomiary prowadzone były na pszenicy (Ismena) z podzielonym systemem korzeniowym. Części pionowo podzielonego systemu korzeniowego jednej rośliny wzrastały w glebie o różnej gęstości. Doświadczenie przeprowadzono na glebie płowej wytworzonej z lessu i dla dwóch potencjałów wody glebowej. Pomiary wykonano na obiektach - cylindrach podzielonych pionową przegrodą rozdzielającą podzielony system korzeniowy. Przeprowadzone doświadczenie wykazało, że zróżnicowanie gęstości gleby w obrębie kolumny glebowej wpływa na wzrost części nadziemnych pszenicy. Stwierdzono, że potencjał wody glebowej -8 kPa korzystniej wpływa na wzrost części nadziemnych w obiektach, z glebą zagęszczoną, niż w kolumnach z glebą luźną. Przy potencjale wody glebowej -35 kPa w porównaniu do -8 kPa wpływ badanych gęstości na wzrost części nadziemnych był mniejszy. Najmniejsze jednostkowe zużycie wody (na jednostkę suchej masy) stwierdzono w obiektach z glebą umiarkowanie zagęszczoną w połowie kolumny. Niezależnie od gęstości gleby, wzrost części nadziemnych, jak też zużycie wody na jednostkę suchej masy części nadziemnych były większe przy potencjale -8 kPa niż -35 kPa. Przeprowadzone doświadczenie wykazało, że w warunkach wysokiej wilgotności gleby podwyższone zagęszczenie gleby w zasięgu części systemu korzeniowego pszenicy może mieć pozytywny wpływ na wzrost części nadziemnych. Obserwowany efekt może wynikać z lepszego kontaktu gleby i korzeni w glebie umiarkowanie zagęszczonej i ograniczonego,

negatywnego wpływu zagęszczenia gleby objawiającego się zwiększonym oporem penetracji dla korzeni w glebie wilgotnej. Potwierdzać to mogą wyniki zaobserwowane dla niższego potencjału wody glebowej, gdzie wzrost części nadziemnych był najbardziej ograniczony w obiektach z glebą umiarkowanie i mocno zagęszczoną. Dla obu potencjałów wody glebowej, w częściach cylindrów z glebą luźną, rośliny wytwarzały korzenie o wyraźnie większej długości, niż w części gleby mocno zagęszczonej, co może mieć istotne znaczenie na wzrost roślin w dalszym okresie, w przypadku np. niekorzystnych zmian wilgotności gleby.

Stopień doktora nauk rolniczych otrzymałem w roku 2005 na podstawie egzaminu i pracy magisterskiej pt. "Wpływ warstwowego zagęszczenia gleby na wzrost i funkcjonowanie korzeni pszenicy" wykonanej pod kierunkiem prof. dr hab. J. Lipca. Celem tych badań było określenie wpływu warstwowego zagęszczenia gleby na funkcjonowanie korzeni i wzrost pszenicy. W doświadczeniu fitotronowym określiłem wpływ warstwowego zagęszczenia gleby na: początkowy wzrost części nadziemnych roślin, tempo wzrostu korzeni, szybkość przemieszczania się strefy poboru wody, zmianę grubości korzeni, zależność między ilością pobranej wody a zawartością korzeni cienkich. W badaniach zaproponowałem nieniszczącą metodę oceny szybkości przemieszczania się strefy poboru wody w glebie. Stwierdziłem, że optymalna gęstość gleby zapewniająca korzystne warunki dla wzrostu badanej pszenicy zapewnia gleba lekko zagęszczona. W wypadku tej rośliny o stosunkowo cienkich korzeniach ma to najprawdopodobniej związek z lepszym kontaktem między glebą a korzeniami, co może ułatwiać pobór wody i składników pokarmowych. Ponadto określiłem, że pobór wody z kolejnych warstw gleby rozpoczynał się najszybciej także z gleby o średnim zagęszczeniu, a podwyższona gęstość gleby w porównaniu do obiektu o glebie luźnej nie wpłynęła negatywnie na szybkość wzrostu korzeni. Stwierdzono znaczne zróżnicowanie poboru wody przez jednostkę długości korzeni, który zmieniał się z głębokością i gęstością gleby. Przeprowadziłem analizę długości poszczególnych frakcji korzeni o określonych średnicach, co pozwoliło stwierdzić, że w ogólności, współczynnik korelacji między ilością pobranej wody a grubością korzeni maleje ze wzrostem grubości korzeni, choć ta zależność ma różny przebieg w zależności od rozkładu zagęszczenia gleby w profilu glebowym. Wykazałem także, że istnieje zróżnicowana zależność współczynnika radialnego przewodnictwa wodnego korzeni od ich promienia dla korzeni rosnących w glebie o różnej gęstości. Relacja ta w ogólnym przypadku jest różna od zależności odwrotnej, co wskazuje, że wykorzystanie informacji o wpływie grubości korzeni na pobór wody może poprawić przewidywania modeli w tym zakresie.

W roku 2005 otrzymałem także stypendium JSPS (Japan Society for the Promotion of Science) i odbyłem 3 miesięczny staż w wydziale Nauk Biologicznych i Rolniczych (Graduate School of Bioagricultural Sciences) Uniwersytetu w Nagoi. W trakcie stażu pod kierunkiem prof. M. Iijima przeprowadziłem badania wpływu potencjału wody glebowej i gęstości gleby na pobieranie wody przez kukurydzę.

Moje badania w zakresie reakcji roślin na zagęszczenie gleby podsumowują wyniki zawarte w monografii, którą przedstawiłem, powyżej jako spełniony warunek do uzyskania stopnia doktora habilitowanego.

Ad 4)

Aktualnie tematyka mojej pracy naukowej skupia się na badaniach w dwóch obszarach:

- reakcji roślin na stres suszy z uwzględnieniem, czy roślina była wcześniej eksponowana na taki stres;

- reakcji na wspólne działanie stresu suszy i wysokiej temperatury;

Uczestniczę w badaniach prowadzonych przez konsorcjum jednostek naukowych POLAPGEN BD (II.I.3), jestem w nich odpowiedzialny, między innymi za wykonanie podzadania dotyczącego wpływu niedoborów wody na rozmieszczenie korzeni w glebie.

Współuczestniczyłem w opracowaniu koncepcji systemu do regulacji wilgotności gleby w kolumnach glebowych (III.B.2), który na zamówienie Instytutu Agrofizyki PAN został wykonany przez firmę E-Test Sp. z o. o.. System ten umożliwia utrzymanie zaplanowanego tempa zmian wilgotności na różnych głębokościach kolumn glebowych a także pomiar ewapotranspiracji z gleby. Urządzenie jest aktualnie wykorzystywane w badaniach statutowych i projektach badawczych.

Moje zainteresowania naukowe, realizowane w badaniach zespołowych, ukierunkowane są na ocenę równoczesnego oddziaływania suszy i wysokiej temperatury na rośliny uprawne. Realizuję je wraz z doktorantką, której jestem opiekunem pomocniczym. Badania prowadzone na pszenicy jarej wykazują, że w warunkach suszy (pF 3,4) fotosynteza ulega redukcji o 11%, w czasie stresu wysokiej temperatury (34°C) o 19%, a ekspozycja roślin na jednoczesne działanie obu stresów redukuje fotosyntezę o 79% w porównaniu do roślin kontrolnych rosnących w optymalnych warunkach (100%). Natomiast transpiracja zmniejsza się w warunkach suszy o 60%, łącznym stresie suszy i wysokiej temperatury o 63%, a sam stres wysokiej temperatury skutkuje nieznacznym wzrostem transpiracji.

W ostatnim czasie rozpocząłem badania w zakresie określanym, jako „pamięć stresu” roślin. Maja one na celu zbadanie, jaki wpływ na reakcję roślin na stres suszy ma ich wcześniejsza ekspozycja na ten stres, w kontekście przewidywanych zmian klimatu zakładających zwiększenie intensywności i częstości występowania susz glebowych. Ekspozycja roślin na suszę wywołuje złożony łańcuch zmian morfologicznych, fizjologicznych – mechanizmów ochronnych, uzależnionych od natężenia suszy, czasu ekspozycji na stres a także aktualnego stanu roślin uzależnionego od warunków wzrostu w czasie poprzedzającym stres. Negatywnym skutkiem aklimatyzacji roślin do czynnika stresowego tzw. „pamięć stresu” objawia się zmniejszeniem plonu poprzez ograniczenie „parametrów wzrostu” poniżej potencjalnych możliwości. Z tego powodu wydaje się uzasadnione określenie, trudnego do przewidzenia wpływu drugiej suszy na wzrost i funkcjonowanie roślin uprawnych.

W badaniach analizowałem reakcję na stres suszy jęczmienia jarego i modelowej rośliny zbożowej - kłosownicy dwukłoskowej (*Brachypodium distachyon*). W doświadczeniach prowadzonych w kontrolowanych warunkach rośliny poddawano stresowi suszy w fazie krzewienia i kwitnienia.

Celem badań było określenie, jaki wpływ na funkcjonowanie roślin w stresie suszy ma wcześniejsza ekspozycja na ten stres.

Pomiary wykonane w czasie kolejnych stresów, wykazały, że rośliny poddane stresowi suszy cechowały się podwyższonym przewodnictwem aparatów szparkowych, transpiracją

i natężeniem fotosyntezy niż rośliny niepoddane stresowi suszy. Rozpraszenie niefotochemiczne (NPQ) pozwalające na ochronę systemu fotosyntetycznego było podwyższone w czasie pierwszego stresu u roślin poddanych stresowi suszy. W stresie w stadium kwitnienia rozpraszenie niefotochemiczne było najwyższe w liściach roślin poddanych stresowi suszy po raz pierwszy, niższe dla roślin przechodzących stres suszy po raz drugi i najniższe dla roślin rosnących w glebie o wilgotności optymalnej. Zaobserwowano zróżnicowanie natężenia fotosyntezy w reakcji na drugi stres suszy, w fazie kwitnienia między roślinami, które były eksponowane uprzednio na stres lub wzrastały w glebie o optymalnej wilgotności. Wstępne badania wskazują, że istnieje zróżnicowana reakcja na drugi stres suszy (w fazie kwitnienia) między roślinami, które były eksponowane uprzednio (w fazie krzewienia) na stres lub wzrastały w glebie o optymalnej wilgotności. Eksponowane wcześniej na stres cechowały się nieznacznie wyższą transpiracją i przewodnictwem aparatów szparkowych i istotnie wyższym natężeniem fotosyntezy w czasie kolejnego stresu.

Mój dorobek publikacyjny obejmuje 85 publikacji naukowych i komunikatów konferencyjnych. Jestem autorem lub współautorem 32 oryginalnych prac twórczych i przeglądowych, w tym 12 w czasopismach z IF. Aktualnie opracowuję kolejne prace naukowe. Mój całościowy dorobek naukowy wg punktacji MNIŚW, zgodnie z rokiem publikacji wynosi 363 punktów, z czego 27 uzyskałem przed obroną doktoratu. Sumaryczny Impact Factor dla opublikowanych przeze mnie publikacji wynosi 18,91 (wszystkie opublikowane po uzyskaniu stopnia doktora), liczba cytowań według bazy Web of Science wynosi 142 (118 bez autocytowań), a indeks Hirscha 6 według bazy Web of Science. W ciągu całego okresu pracy zawodowej brałem czynny udział w realizacji 5 projektów badawczych (II.I.1-II.I.6). Kierowałem 2 projektami (II.I.4.-II.I.5.).

W ciągu ostatnich dwóch lat oprócz pracy naukowej, brałem również aktywny udział w utworzeniu w Instytucie Laboratorium Systemu Korzeniowego, Pracowni Wzrostu Roślin. Od roku 2010 roku pełnię funkcję opiekuna tegoż laboratorium i pracowni, a także Pracowni Ulepszania Gleb.

Wyposażenie i rozwiązania technologiczne zastosowane w tych jednostkach badawczych zostało w znacznym stopniu zaplanowane przez mnie. Sprawując nadzór merytoryczny nad Pracownią Wzrostu Roślin, koordynuję pracę zespołu badawczego, a inwencja twórcza oraz rozwiązywane na bieżąco problemy badawcze związanych z oceną reakcji roślin na stresy sprawia, że moje zainteresowania naukowe oraz zakres badań wykonywanych w laboratorium są stale poszerzane.

Podczas pracy naukowej brałem czynny udział w wielu kongresach, spotkaniach i konferencjach międzynarodowych i krajowych (III.B.1.-III.B.43.), prezentując wyniki w formie ustnej lub w formie posterów. Uczestniczyłem również w pracach komitetów organizacyjnych konferencji (III.C.1.-III.C.4.).

W ramach pracy naukowej współpracuję z ośrodkami naukowymi w kraju i zagranicą, między innymi Instytutem Rolnictwa i Maszyn Rolniczych (IMAMOTER CNR) w Turynie, Wyższą Szkołą Nauk Rolniczych i Biologicznych w Nagoi, Laboratorium Modelowania Systemów Rolniczych i Hydrologicznych (UMR EMMAH) w Awinion, Zakładem Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej IUNG w Puławach, Katedrą Agrotechnologii Uniwersytetu

Technologiczno – Przyrodniczego w Bydgoszczy, jak też jednostkami Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie. W ramach projektu POLAPGEN BD, którego jestem wykonawcą współpracujemy z konsorcjantami, do których należy 10 ośrodków naukowych i 2 przedsiębiorstwa.

W latach 2008-2012 wykonałem 4 recenzje artykułów naukowych dla 3 czasopism o zasięgu międzynarodowym (III.P.1.-III.P.3.), 1 recenzję projektu badawczego (III.O.1.).

Obecnie jestem pomocniczym opiekunem naukowym dwóch doktorantów (III.K.1., III.K.2.), wykonujących badania z zakresu interakcji gleba - roślina. Od października 2011 roku koordynuję badania dotyczące wpływu jednoczesnego stresu cieplnego i suszy na wzrost i funkcjonowanie pszenicy, wykonywane przez doktorantkę mgr inż. Katarzynę Kondracką w ramach Studiów Doktoranckich prowadzonych w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie. Od roku 2012 pełnię funkcję opiekuna naukowego Doktorantki I roku SD, mgr Joanny Wróbel w zakresie badań reakcji roślin na stres suszy w glebie o niskim pH. Podczas pracy naukowej przeszkoliłem kilku wolontariuszy, stażystów i studentów (III.J.1.-III.J.4., III.Q.2.), odbywających pod moim kierunkiem praktyki w Pracowni Wzrostu Roślin.

W roku 2007 zostałem wybrany głosami młodych pracowników naukowych na członka Rady Naukowej Instytutu Agrofizyki – przedstawiciela młodych pracowników naukowych. W roku 2011 ponownie zostałem wybrany na to stanowisko na kolejną kadencję Rady Naukowej IA PAN.

Jestem członkiem Polskiego Towarzystwa Agrofizycznego i aktywnie uczestniczę w naukowych konferencjach tematycznych organizowanych, co 4 lata przez PTA (III.C.2-4).

Artur Nosalewicz