

dr hab. Mariusz Matyka prof. IUNG-PIB

Nauki rolnicze

Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy w Puławach

Recenzja osiągnięcia naukowego pt.:

„Wpływ osadów ściekowych na bioakumulację pierwiastków śladowych w biomasie wierzby energetycznej (*Salix viminalis* L.) i właściwości gleby lekkiej”

– *monografia.*

oraz dorobku naukowego

dr. inż. Edmunda Hajduka

z Uniwersytetu Rzeszowskiego w Rzeszowie,

ubiegającego się o nadanie stopnia doktora habilitowanego

w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie agronomii

wykonana na zlecenie Uniwersytetu Rzeszowskiego w Rzeszowie

1. Najważniejsze fakty z życiorysu zawodowego Kandydata

Pan dr inż. Edmund Hajduk uzyskał w 1985 r. tytuł magistra chemii na Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza w Rzeszowie na podstawie pracy magisterskiej pt.: „Numeryczne rozwiązanie równania Naviera-Stokesa we współrzędnych cylindrycznych”. Swoją karierę zawodową od 1990 r. związał Akademią Rolniczą im. H. Kołłątaja w Krakowie, a po przekształceniach organizacyjnych z Uniwersytetem Rzeszowskim w Rzeszowie. Obecnie jest zatrudniony na stanowisku starszego wykładowcy w Katedrze Gleboznawstwa, Chemii Środowiska i Hydrologii, Wydziału Biologiczno-Rolniczego, Uniwersytetu Rzeszowskiego w Rzeszowie.

Pracę doktorską pt. „Zmiany wybranych właściwości chemicznych w glebach objętych wpływem zanieczyszczeń przemysłowych w Polsce południowo-wschodniej” wykonaną pod kierunkiem prof. dr hab. Stanisława Barana w Akademii Rolniczej w Lublinie obronił w 2001 r. i na tej podstawie uzyskał stopień doktora nauk rolniczych w zakresie agronomii.

2. Ocena osiągnięcia naukowego wymienionego w ustawie z 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. z 27 września 2017 r. poz. 1789), zgodnie z art. 179 ustawy z 3 lipca 2018 r. – Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 30 sierpnia 2018 r. poz. 1669) oraz pozostałego opublikowanego dorobku naukowego

2.1. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe Habilitant przedłożył monografię opublikowaną w 2019 r. pod tytułem: „Wpływ osadów ściekowych na bioakumulację pierwiastków śladowych w biomasie wierzby energetycznej (*Salix viminalis* L.) i właściwości gleby lekkiej”. Przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe wnosi istotny z poznawczego i utylitarnego punktu widzenia wkład w rozwój nauk rolniczych. Habilitant we wstępie do omawianego osiągnięcia wskazuje na wzrost zawartości ditlenku węgla w atmosferze pochodzącego ze źródeł antropogenicznych, co przekłada się na postępujące zmiany klimatu. W tym kontekście

podkreśla znaczenie produkcji energii ze źródeł odnawialnych, do których zalicza biomasę pochodzenia roślinnego. Słusznie zauważa, że spośród wielu rodzajów biomasy, uprawa szybko rosnących drzew krótkiej rotacji wydaje się być jednym z alternatywnych wariantów jej pozyskiwania. Wskazuje także na wierzbę jako jeden z gatunków najbardziej predystynowanych do takiego wykorzystania. Decyduje o tym głównie duży potencjał plonotwórczy oraz stosunkowo niewielkie wymagania w stosunku do siedliska. Kandydat racjonalnie ocenia możliwości rozwoju celowych plantacji roślin uprawianych na cele energetyczne wskazując, że nie powinny one konkurować z produkcją na cele żywnościowe. W tym kontekście wskazuje na możliwość wykorzystania do produkcji biomasy niewykorzystywanych użytków rolnych oraz gruntów marginalnych, z których większość stanowią gleby lekkie o znacznym deficycie wody. Dr inż. Edmunda Hajduk zwraca również uwagę, że wierzba może być wykorzystana w procesie remediacji gruntów i gleb. Wynika to z jej szybkiego wzrostu, wysokich plonów biomasy, rozległego i głębokiego systemu korzeniowego, zdolności do wzrostu w zróżnicowanych warunkach glebowych oraz potencjału akumulacji zanieczyszczeń. Kandydat podkreśla, że uzyskanie wysokiej wydajności biomasy z upraw na glebach mało żyznych, ubogich w materię organiczną i składniki pokarmowe wiąże się z koniecznością nawożenia, co zwiększa koszty produkcji. Dlatego do tego celu proponuje wykorzystać komunalne osady ściekowe pochodzące z lokalnych oczyszczalni ścieków. Przemawia za tym argument, że ze względu na swój skład chemiczny przypominają nawozy naturalne, stanowiąc źródło substancji organicznej i składników pokarmowych. Przekłada się to na wzrost plonowania roślin nimi nawożonych. Należy jednak mieć na uwadze, że skład chemiczny osadów ściekowych jest na ogół bardzo złożony i niestety związany z obecnością toksycznych substancji chemicznych (w tym metali ciężkich) ograniczających możliwości ich zastosowania. Podsumowując Habilitant stwierdza, że produkcja biomasy do celów energetycznych z zastosowaniem użyźniania gleb komunalnymi osadami ściekowymi można pozwolić na zagospodarowanie gleb gorszej jakości przy jednoczesnej poprawie ich właściwości.

W związku z zdiagnozowanym powyżej problemem głównym celem badań dr inż. Edmunda Hajduka było określenie wpływu jedno-, dwu- i trzyletniej uprawy wierzby energetycznej na uprzednio odlogowanej glebie lekkiej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego, agromeliorowanej osadami ściekowymi, wprowadzonymi do gleby w formie wkładek różnej miąższości na:

- 1) plon biomasy pędów wybranych klonów wierzby energetycznej i zawartość w nich pierwiastków śladowych w zależności od miąższości wkładki osadów i długości cyklu uprawy;
- 2) właściwości fitoremediacyjne wybranych klonów wierzby w odniesieniu do gleb użyźnianych osadami ściekowymi, zawierającymi metale ciężkie, poprzez ocenę ich bioakumulacji w pędach, wielkości współczynników bioakumulacji (BAF) i współczynników skuteczności oczyszczania gleby z pierwiastków śladowych (DE).

Celem badań było również określenie zmian wybranych właściwości fizykochemicznych i chemicznych uprzednio odlogowanej gleby lekkiej, po agromelioracji osadami ściekowymi i uprawie wierzby energetycznej.

Założone celu zrealizowano w oparciu eksperyment polowy zlokalizowany na odlogowanej glebie bielcowej typowej, wytworzonej z piasku gliniastego, położonej w miejscowości Jasionka koło Rzeszowa i prowadzony w latach 2010-2012. Czynnikiem doświadczenia były: miąższość osadu ściekowego (10 cm, 20 cm, 30 cm oraz 0 cm), zastosowanego w formie jednorazowo zdeponowanych doglebowo wkładek oraz klony uprawianej wierzby energetycznej (RF-3, RF-5, 1051) i cykl uprawy (jedno-, dwu- i trzyletni). Zastosowanie wkładek osadów ściekowych o miąższości 10, 20 i 30 cm

odpowiadało wprowadzeniu do gleby odpowiednio 83, 166 i 248 Mg·ha⁻¹ suchej masy osadów.

Na podstawie prawidłowo przeprowadzonych badań Habilitant wykazał, że plon pędów wierzby energetycznej trzech badanych klonów osiągał średnio 13,7 Mg·ha⁻¹ s. m. i był uzależniony od miąższości wkładki osadu ściekowego wprowadzonego do gleby, rodzaju klonu i długości cyklu zbioru. Klony RF-3 i RF-5 wykazywały się bardzo zbliżonym plonowaniem (średnio, niezależnie od miąższości wkładki osadu i cyklu zbioru pędów 14,9 Mg s.m.·ha⁻¹), a klon 1051 plonował statystycznie istotnie niżej (średnio o 23%). Zastosowane osady ściekowe w statystycznie istotny sposób zwiększały plon suchej masy pędów wierzby w każdym z badanych cykli uprawy w porównaniu do obiektów bez osadu. Największe plony uzyskiwano w wariantach z użyźnianiem gleby osadami ściekowymi w formie wkładki o miąższości 20 cm (średnio niezależnie od rodzaju klonu i cyklu upraw 21,7 Mg·ha⁻¹ s. m.), przy czym ten efekt był najbardziej widoczny po trzyletnim cyklu zbioru (średnio bez względu na rodzaj klonu 30,1 Mg s.m.·ha⁻¹).

Właściwości fitoremediacyjne badanych klonów wierzby energetycznej były ściśle związane ze zdolnością do gromadzenia pierwiastków w pędach. Średnia zawartość badanych pierwiastków śladowych w korze pędów wierzby energetycznej układała się w następującej kolejności: Zn (390 mg·kg⁻¹) > Mn (248 mg·kg⁻¹) > Fe (54 mg·kg⁻¹) > Cu (4,56 mg·kg⁻¹) > Ni (2,67 mg·kg⁻¹) > Cd (1,63 mg·kg⁻¹) > Co (0,70 mg·kg⁻¹). Średnia zawartość tych pierwiastków w drewnie układała się w tej samej kolejności, lecz była mniejsza (z wyjątkiem Cu i Ni) w porównaniu do kory. Stwierdzone w badaniach zakresy zawartości pierwiastków śladowych na ogół mieściły się w przedziałach zawartości określonych na podstawie różnych danych literaturowych, ale szczególnie Zn, Cd, Mn i Cu wyróżniały się względnie wysokimi zawartościami w pędach uprawianych w warunkach dodatku do gleby osadów ściekowych. Najczęściej nie stwierdzano statystycznie istotnych różnic pomiędzy średnimi zawartościami badanych pierwiastków w korze i drewnie w zależności od klonu wierzby.

Pod względem bioakumulacji w pędach wierzby, średnie arytmetyczne analizowanych pierwiastków śladowych można było uszeregować w identycznej kolejności, jak ich zawartości (średnio w g·ha⁻¹): Zn (2672) > Mn (1865) > Fe (221) > Cu (56,2) > Ni (27,6) > Cd (13,7) > Co (5,78). Zaobserwowano istotny wpływ miąższości zastosowanych wkładek osadów ściekowych na bioakumulację badanych metali, przy czym największe ich pobranie przez pędy wierzby (niezależnie od cyklu uprawy i rodzaju klonu) stwierdzono po zastosowaniu wkładek osadów ściekowych o miąższości 20 cm. Najmniejszą bioakumulacją wszystkich analizowanych metali wyróżniał się klon 1051. Natomiast klon RF-5 gromadził średnio najwięcej Fe, Mn, Zn, Ni i Cd, ale tylko w przypadku cynku, średnia była istotnie większa od średniej dla klonu 1051. Długość cyklu uprawy statystycznie istotnie różnicowała bioakumulację badanych pierwiastków w pędach wierzby (z wyjątkiem Mn) – średnio (bez względu na rodzaj klonu i miąższość wkładki osadu) największą bioakumulację Zn i Co stwierdzano w 3-letnich pędach wierzby energetycznej; Fe, Cu i Cd w pędach 2-letnich; Ni w pędach 1-rocznych.

Habilitant określił także współczynnik bioakumulacji gleba-roślina (BAF). Pod względem wartości średniej współczynników bioakumulacji badane pierwiastki śladowe można uszeregować w następującej kolejności: Cd (7,43) > Zn (4,12) > Mn (1,80) > Cu (0,46) > Ni (0,38) > Co (0,23) > Fe (0,008). Nie stwierdzono istotnych różnic w kształtowaniu się współczynników BAF dla analizowanych pierwiastków śladowych pomiędzy badanymi klonami wierzby. Wpływ miąższości wkładki zastosowanych osadów ściekowych na wartości BAF był natomiast zróżnicowany. Największe wartości współczynników BAF dla Zn i Cu stwierdzono w przypadku uprawy wierzby na glebach nie agromeliorowanych osadami ściekowymi, a w przypadku Cd, Co i Fe największe współczynniki BAF uzyskano po zastosowaniu wkładki o miąższości 10 cm. Także cykl uprawy istotnie różnicował wartości współczynników BAF, pędy jednoroczne cechowały się

największymi średnimi BAF (niezależnie od rodzaju klonu i miąższości wkładki osadu ściekowego) dla Mn, Zn i Ni; pędy dwuletnie - Cu, Cd i Fe; a pędy trzyletnie dla Co.

Średnia wartość współczynników oczyszczania gleb z pierwiastków śladowych (DE); ($\% \cdot \text{rok}^{-1}$) układał się w następującej kolejności: Co (1,73) > Cd (1,45) > Mn (1,09) > Ni (0,37) > Zn (0,30) > Cu (0,06) > Fe (0,009). Ścisłe związane z tymi współczynnikami średnie

czasy oczyszczania gleb z pierwiastków wniesionych do niej z osadami ściekowymi jedynie w przypadku Co, Cd i Mn nie przekraczały 100 lat. Zdecydowanie najlepszymi właściwościami oczyszczania gleby z metali śladowych, wniesionych do niej z osadami ściekowymi, wyróżniał się klon RF-5, który wykazał się największymi dla wszystkich metali (za wyjątkiem Co) średnimi współczynnikami oczyszczania (DE) i najkrótszym czasem oczyszczania. Uprawa wierzby w cyklu jednorocznym najszybciej (niezależnie od wkładki osadu i rodzaju klonu) oczyszczała glebę z Ni wprowadzonego z osadami ściekowymi; w cyklu dwuletnim z Fe, Cu, Co i Cd; w cyklu trzyletnim z Mn i Zn.

W swoich badaniach Kandydat wykazał również, że wprowadzenie do gleby osadów ściekowych w formie wkładek agromelioracyjnych o zróżnicowanej miąższości spowodowało, w porównaniu do stanu wyjściowego, istotną poprawę niektórych właściwości fizykochemicznych i chemicznych gleby tj.: zmniejszenie kwasowości gleby, zawartości glinu wymiennego, zwiększenie zawartości kationów zasadowych, stopnia wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi oraz zasobności w przyswajalne formy fosforu i magnezu. Natomiast nie stwierdzono statystycznie istotnego wpływu na zmiany zawartości ogólnych form Zn, Cu i Ni, chociaż stwierdzone średnie zawartości tych metali były znacznie większe w porównaniu do stanu przed założeniem doświadczenia. Zastosowanie osadów ściekowych do agromelioracji gleby lekkiej w warunkach trzyletniej uprawy wierzby energetycznej nie spowodowało zanieczyszczenia powierzchniowej warstwy gleby (0-25 cm) metalami ciężkimi. Poszerzenie zakresu zastosowania tych kryteriów do oceny zanieczyszczenia podpowierzchniowych warstw gleby, skutkowało ujawnieniem zanieczyszczenia badanych gleb (szczególnie Zn i Cu), pomimo braku przekroczeń norm aktualnie obowiązujących w Polsce. Wobec powyższego dr inż. Edmund Hajduk stwierdził, że stosowanie do użytkowania gleby lekkiej dawek osadów ściekowych przekraczających $83 \text{ Mg s.m} \cdot \text{ha}^{-1}$ (dla wkładki 10 cm osadów) pogarsza jej stan oraz stwarza zagrożenie dla jakości zbieranych plonów i zanieczyszczenia wód gruntowych.

Na podstawie przedstawionej powyżej analizy stwierdzam, że przedłożone przez dr inż. Edmunda Hajduka osiągnięcie naukowe w postaci monografii pt. „Wpływ osadów ściekowych na bioakumulację pierwiastków śladowych w biomasie wierzby energetycznej (*Salix viminalis* L.) i właściwości gleby lekkiej” wnosi istotny wkład w obszar wiedzy dotyczący uprawy wierzby na cele energetyczne, zagospodarowania gruntów marginalnych, wykorzystania komunalnych osadów ściekowych oraz rekultywacji gleb. Osiągnięcie posiada charakter kompleksowy i jest spójne zarówno pod względem koncepcji jak i omówienia wyników oraz płynących z nich wniosków. Na podkreślenie zasługuje fakt, że podstawę badań stanowił wieloletni eksperyment polowy założony i prowadzony prawidłowo pod względem metodycznym. Dzięki materiałowi roślinnemu i glebowemu pozyskanemu z tego obiektu możliwe było przeprowadzenie dalszych prac laboratoryjnych i analitycznych. Świadczy to o tym, że Habilitant prowadził swoje badania w sposób przemyślany, usystematyzowany, wieloaspektowy i dogłębny. Istotnym jest również, że oprócz ważnych walorów poznawczych osiągnięcia zawiera szereg wniosków możliwych do wdrożenia w praktyce. **W związku z powyższym stwierdzam, że oceniane osiągnięcie naukowe spełnia wymagania stawiane tego typu opracowaniom.**

2.2. Ocena pozostałego opublikowanego dorobku naukowego

Poza głównym nurtem badań przedstawionym w osiągnięciu naukowym dr inż. Edmund Hajduk prowadził także badania w zakresie:

- właściwości gleb i składu chemicznego roślin środowisk uprzemysłowionych i zurbanizowanych;
- wybranych właściwości gleb i roślin południowo-wschodniej Polski;
- produktywności i przydatność wybranych roślin do celów energetycznych oraz fitoremediacji środowiska glebowego lub wodnego;
- wpływu wapnowania, nawożenia mineralnego NPK i uprawy na właściwości wybranych gleb;
- wpływu wapnowania, nawożenia mineralnego NPK i uprawy na plony roślin oraz zawartość pierwiastków w roślinach i ich zdrowotność.

Na ich podstawie Habilitant wykazał, że zawartość Pb, Cd, Ni, Co i As w glebach z otoczenia pięciu zakładów przemysłowych (zlokalizowanych w Krośnie, Strzyżowie, Załężu, Łańcucie i Ropczycach) zazwyczaj mieściła się w zakresie zawartości najczęściej spotykanych w glebach Polski. Kontynuacja badań w kolejnych latach wykazała, że w zasięgu oddziaływania Huty Szkła w Krośnie występowały gleby w których zawartość Pb przekraczała wartości dopuszczalne dla gleb użytkowanych rolniczo, a 31% pobranych próbek charakteryzowało się podwyższoną zawartością tego pierwiastka. Natomiast 50% gleb z okolic Elektrociepłowni Załęże charakteryzowało się, według kryteriów IUNG, podwyższoną zawartością Ni, a 11% można było zakwalifikować do grupy o II stopniu zanieczyszczenia tym metalem. Nikiel, obok cynku i kadmu należał do pierwiastków z grupy metali ciężkich, których stosunkowo duża zawartość stwierdzono w glebach z otoczenia Fabryki Śrub w Łańcucie. Chrom okazał się głównym zagrożeniem jakości gleb z otoczenia Zakładów Magnezytowych w Ropczycach. Natomiast gleby wokół Rafinerii w Jaśle i w Jedliczu nie wykazywały zanieczyszczenia pierwiastkami śladowymi. Również zawartość analizowanych metali ciężkich w glebach z okolic Elektrowni Stalowa Wola oraz byłych Zakładów Lamp Wyładowczych „Polam” nie przekraczała norm obowiązujących w Polsce. Wyniki badań właściwości wybranych gruntów zdegradowanych i zrekultywowanych po Kopalni Siarki „Jeziórko” wskazują na znaczny stopień ich degradacji.

Kandydat w badaniach nad zawartością wybranych mikroelementów w glebach i liściach niektórych gatunków drzew z terenu miasta Stalowa Wola wykazał, że za wyjątkiem jednej próby glebowej (w odniesieniu do Zn) nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych zawartości analizowanych metali ciężkich (Mn, Zn, Cu, Cr i Ni) według norm prawnych obowiązujących w Polsce. Podjęta próba wykorzystania liści drzew do zdiagnozowania zanieczyszczenia środowiska pierwiastkami śladowymi wykazała, że zawartość wszystkich badanych pierwiastków w liściach różnych gatunków drzew zazwyczaj nie była statystycznie istotnie związana z ich zawartością w glebach oraz wybranymi właściwościami gleb. Wartości średnich zawartości manganu i niklu w liściach drzew były większe od ich średnich koncentracji w glebach badanego obszaru. Habilitant zajmował się także badaniami gleb oraz liści drzew i krzewów z obszaru ogrodów działkowych w Rzeszowie. Podjął również próbę określenia wpływu sąsiedztwa linii energetycznych wysokiego napięcia (220 kV) na wybrane właściwości gleb.

Dr inż. Edmund Hajduk prowadził również prace badawcze związane z kształtowaniem się wybranych właściwości fizykochemicznych i chemicznych gleb różnych regionów południowo-wschodniej Polski. Wyniki wieloletnich badań odczynu poziomu próchnicznego

gleb wybranych 32 gospodarstw rolniczych, zlokalizowanych w południowo-wschodniej Polsce, wskazywały na korzystny wpływ stosowanych zabiegów agrotechnicznych na pH gleb. Ważnym obszarem badań było również określenie właściwości fizykochemicznych i zawartości pierwiastków biogennych gleb z otoczenia Magurskiego Parku Narodowego. Gleby te charakteryzowały się najczęściej uziarnieniem glin pylastych lub utworów pyłowych i były zazwyczaj silnie zakwaszone. Cechowały się także niewielką zawartością azotu ogólnego i przyswajalnego fosforu, natomiast dość często były zasobne w przyswajalny magnez i potas.

Kandydat prowadził również badania związane z zawartością w glebach wybranych pierwiastków śladowych. Wykazał, że zawartość arsenu w glebach południowo-wschodniej Polski, aczkolwiek naturalna, wykazywała znaczne różnicowanie ($0,3\text{--}5,97\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) i w dużym stopniu była związana z ich uziarnieniem. Gleby fliszowe obok gleb deluwialnych cechowały się znacznymi zawartościami kadmu i ołowiu, ale nie potwierdziły tego wyniki badań zawartości Cd w poziomach mineralnych gleb brunatnych kwaśnych buczyny karpackiej Bieszczadzkiego Parku Narodowego. Gleby leśne, w porównaniu do ornych i łąkowych, zazwyczaj wykazywały największe średnie zawartości Cd i Pb. Badania zawartości miedzi i niklu nie wykazały zanieczyszczenia gleb tymi pierwiastkami.

Kolejnym kierunkiem badań prowadzonych przez Habilitanta była ocena wpływu użyźniania gleb osadami ściekowymi na ich właściwości oraz plony biomasy roślin energetycznych i ich skład chemiczny. Jako korzystne cechy osadów ściekowych wykazano znaczną ilość materii organicznej i składników biogennych, głównie azotu, fosforu. Jednocześnie zawierały one także podwyższoną ilość pierwiastków z grupy metali ciężkich (przede wszystkim cynku, miedzi i kadmu), które stanowiły potencjalne zagrożenie dla środowiska glebowego. Zastosowanie osadów ściekowych w uprawie wierzby i topinamburu na cele energetyczne skutkowało zwiększoną produktywnością biomasy. Uprawa wierzby na glebie lekkiej, agromeliowanej różnymi ilościami osadów ściekowych, wpływała na różnicowanie składu chemicznego biomasy, ale nie stwierdzono jednoznacznego wpływu miąższości wkładki osadu na zawartość makro- i mikroelementów w biomase części nadziemnych pędów jednorocznych. Ogólna zawartość N, P, K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Cd, Ni była największa w liściach, mniejsza w korze, a najmniejsza w drewnie pędów wierzby. Także badania zawartości toksycznych metali ciężkich w trzcinie pospolitej, zastosowanej w biologicznej oczyszczalni ścieków bytowo-gospodarczych potwierdziły podwyższoną zawartość Pb, Cd i Ni w roślinach rosnących na złożu ze ściekami, zróżnicowaną w zależności od terminu zbioru i odległości od wlotu ścieków.

Dr inż. Edmund Hajduk zajmował się w swoich badaniach również wpływem nawożenia i uprawy na właściwości gleby. Na podstawie trzyletniego eksperymentu polowego wykazał korzystny wpływ różnych systemów uprawy roślin strączkowych grubonasiennych na zawartość węgla organicznego w glebach wytworzonych z utworów pyłowych i piaszczystych. Spośród badanych roślin najkorzystniejszym wpływem na zawartość C organicznego wyróżniał się groch siewny, a mieszanki roślin strączkowych ze zbożami miały mniej korzystny wpływ, niż siew czysty tych roślin. Wzrost intensywności uprawy, związany m. in. z zastosowaniem nawożenia azotem mineralnym miał korzystny wpływ na zawartość węgla w badanych glebach. W wyniku ośmioletnich badań zawartości makroelementów w glebie wytworzonej z lessu, pod wpływem uprawy roślin w warunkach zróżnicowanego wapnowania i nawożenia mineralnego, stwierdzono ujemny bilans azotu i potasu we wszystkich obiektach nawozowych gleby nie wapnowanej i w większości obiektów gleby wapnowanej. Bilans fosforu był dodatni bez względu na stan wapnowania gleb, wapń wykazywał dodatni bilans jedynie na glebie wapnowanej. Wapnowanie uruchamiało potas w glebie, dlatego stwierdzano zmniejszanie ilości form zapasowych tego pierwiastka, a zwiększanie ilości form przyswajalnych. Kandydat badał również wpływ wapnowania i nawożenia mineralnego NPK na zawartość mikroelementów i pierwiastków śladowych w glebie brunatnej, wytworzonej z lessu. Wapnowanie zmniejszyło zawartość rozpuszczalnego

boru i zwiększyło zawartość rozpuszczalnego molibdenu w poziomie orno-próchnicznym omawianej gleby, natomiast dodatni wpływ tego zabiegu na zawartość boru ujawnił się w stropowej części poziomu Bt.

Istotnym obszarem badawczym, którym zajmował się Habilitant była ocena wpływu zróżnicowanego nawożenia mineralnego (przy stałej dawce Mg: NPK i NPK + wapnowanie) na plony roślin uprawianych w zmianowaniu. Wyniki 8-letnich badań wskazują na statystycznie istotne zwiększenie plonów ziarna i słomy jęczmienia jarego, ziarna pszenicy ozimej i zielonej masy kapusty pastewnej po zastosowaniu zabiegu wapnowania gleby. Korzystny wpływ wapnowania potwierdził się także w badaniach nad plonowaniem zielonej masy słonecznika i bulw ziemniaka. Przeprowadzone badania wykazały także istotny wpływ nawożenia mineralnego NPK na plony uprawianych roślin. Wykazano także, że wapnowanie gleby lub jego brak miały istotny wpływ na zawartość makroelementów w uprawianych roślinach. Plony ziarna i słomy jęczmienia jarego i pszenicy ozimej z obiektów wapnowanych wykazały istotnie większe średnie ilości azotu, w porównaniu do obiektów niewapnowanych. Kandydat wykazał także, że wapnowanie gleby wytworzonej z lessu wpływało na istotne zmniejszenie zawartości manganu, cynku i niklu oraz nie miało istotnego wpływu na zawartość miedzi w ziarnie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego, bulwach ziemniaka i biomase słonecznika pastewnego. Także zawartość kobaltu i kadmu w ziarnie pszenicy ozimej i jęczmienia jarego nie były istotnie związane z tym zabiegiem. Niemniej jednak zawartość tych metali w ziarnie zbóż z obiektów wapnowanych była na ogół mniejsza w porównaniu do ziarna z analogicznych obiektów z pominięciem tego zabiegu. Nawożenie mineralne NPK, niezależnie od wapnowania, pomimo pewnego zróżnicowania średnich, nie miało istotnego wpływu na zawartość Mn, Zn, Cu i Ni w ziarnie badanych zbóż. Większe dawki NPK powodowały natomiast istotne zwiększenie zawartości Cd w ziarnie badanych zbóż. Ponadto nawożenie mineralne miało istotny wpływ na zawartość Mn, Zn, Cu, B i Ni w zielonej masie słonecznika oraz zawartość Mn w bulwach ziemniaka. Badania wpływu nawożenia mineralnego NPK na zawartość cynku, manganu i żelaza w runi łąkowej wykazały że runi mieszana w porównaniu do kupkówki pospolitej charakteryzuje się większą zawartością tych pierwiastków. Zastosowane nawożenie w istotny sposób wpłynęło na zawartość tych pierwiastków w runi. W przypadku Mn zaobserwowano wyraźną tendencję do zwiększania zawartości tego pierwiastka w plonie siana, wraz ze wzrostem intensywności nawożenia. Zmiany zawartości badanych mikroelementów w roślinności łąk miały wyraźny związek z kształtowaniem się odczynu gleby. Nawożenie azotem było również jednym z czynników uwzględnionych w trzyletnich badaniach polowych nad wpływem na porażenie sadzeniaków chorobami wirusowymi w regionie Kotliny Sandomierskiej. Zwiększanie dawek N z 50 do 200 kg·ha⁻¹ spowodowało wzrost stopnia porażenia sadzeniaków większością chorób wirusowych, a przede wszystkim smugowością.

Dr inż. Edmund Hajduk w trakcie swojej pracy zawodowej zajmował się również szeroko pojętą ochroną i racjonalnym wykorzystaniem zasobów oraz zapobieganiem degradacji środowiska

Ocena merytoryczna pozostałego dorobku naukowego wykazała, że Kandydata jest przygotowany do podjęcia samodzielnej pracy naukowej.

3. Ocena istotnej aktywności badawczej, współpracy międzynarodowej, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego Habilitanta zgodnie z rozporządzeniem MNiSW z 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz.U. nr 196 z 2011 r., poz. 1165)

§ 3. Kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta obejmują:

5) w obszarze nauk przyrodniczych, nauk rolniczych, leśnych i weterynaryjnych oraz nauk medycznych, nauk o zdrowiu oraz nauk o kulturze fizycznej:

a) autorstwo lub współautorstwo publikacji naukowych w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR),

Dr inż. Edmund Hajduk jest współautorem **10** prac opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie JRC. Jego wkład w przygotowanie publikacji wynosił od 5 do 70%. Łączny **IF** wynosi **8,18**, a suma punktów wg. listy **MNiSW 165**. Prace z listy JRC wg. punktacji MNiSW stanowią niemal 31% dorobku publikacyjnego Habilitanta. Publikacje z listy JRC ukazały się w ostatnich 9 latach, co świadczy o tym że Kandydat rozwija się naukowo i dostrzega zmiany wymogów w odniesieniu do jakości publikacji jakie zaszły w ostatnich latach.

b) udzielone patenty międzynarodowe lub krajowe,

Brak

c) wynalazki, wzory użytkowe i przemysłowe, które uzyskały ochronę, w tym te, które zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach,

Brak

§ 4. Kryteria oceny w zakresie osiągnięć naukowo-badawczych habilitanta we wszystkich obszarach wiedzy obejmują:

1) autorstwo lub współautorstwo monografii, publikacji naukowych w czasopismach międzynarodowych lub krajowych innych niż znajdujące się w bazach lub na liście, o których mowa w § 3, dla danego obszaru wiedzy;

Dr inż. Edmund Hajduk jest autorem i współautorem **47 prac naukowych z listy B MNiSW** z czego w 2 pracach (4%) jest jedynym autorem, a w 9 (19%) pierwszym autorem. Ponadto 6 (13%) prac zostało opublikowane w języku angielskim.

Kandydat jest również autorem **1** rozdziału i współautorem **2 rozdziałów w monografiach w języku angielskim** oraz autorem **1** rozdziału i współautorem **9 rozdziałów w monografiach w języku polskim**. Dodatkowo jest współautorem **2 monografii w języku polskim**. Ponadto opublikował 20 komunikatów naukowych w czasopismach z listy B oraz 5 artykułów naukowych w czasopismach nie znajdujących się na listach MNiSW.

Łączna suma punktów w/w opracowań naukowych wg list MNiSW wynosi **290** (w tym 234 po uzyskaniu stopnia doktora).

Podsumowując należy stwierdzić, że cały dorobek naukowy dr inż. Edmunda Hajduka (osiągnięcie naukowe i pozostałe opracowania) jest zadowalający i wg list MNiSW wynosi 535 punkty, w tym 479 (90%) po uzyskaniu stopnia doktora.

2) autorstwo lub współautorstwo odpowiednio dla danego obszaru: opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych;

Habilitant jest autorem i współautorem 2 opracowań zbiorowych, które powstały w efekcie realizacji prac badawczo-rozwojowych.

3) *sumaryczny impact factor publikacji naukowych według listy Journal Citation Reports (JCR), zgodnie z rokiem opublikowania;*

Sumaryczny IF Habilitanta wynosi 8,18.

4) *liczbę cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS);*

Liczba cytowań (bez autocytowań) – 14 (11)

5) *indeks Hirscha opublikowanych publikacji według bazy Web of Science (WoS);*

Indeks Hirscha 2

6) *kierowanie międzynarodowymi lub krajowymi projektami badawczymi lub udział w takich projektach;*

Dr inż. Edmund Hajduk był kierownikiem trzech wewnętrznych tematów badawczych realizowanych na UR w Rzeszowie, dodatkowo w kolejnym był odpowiedzialny za realizację wydzielonych zadań. Ponadto był wykonawcą w 10 tego typu tematach badawczych. Niestety Kandydat nie uczestniczył jako kierownik, a nawet wykonawca w jakimkolwiek projekcie krajowym lub międzynarodowym finansowanym ze źródeł zewnętrznych. W kontekście obecnych uwarunkowań funkcjonowania i finansowania badań naukowych taki stan rzeczy może utrudniać dalszy rozwój naukowy Habilitanta.

7) *międzynarodowe lub krajowe nagrody za działalność naukową*

Habilitant uzyskał w 2001 r. nagrodę II stopnia Rektora UR za osiągnięcia naukowe.

8) *wyłoszenie referatów na międzynarodowych lub krajowych konferencjach tematycznych.*

Kandydat wraz ze współautorami wyłosił 5 referatów na konferencjach i sympozjach naukowych, w tym 3 referaty na międzynarodowych konferencjach naukowych.

§ 5. Kryteria oceny w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej habilitanta we wszystkich obszarach wiedzy obejmują:

1) *uczestnictwo w programach europejskich i innych programach międzynarodowych lub krajowych;*

Kandydat brała udział w realizacji dwóch programów europejskich współfinansowanych z Programu Operacyjnego „Rozwój Polski Wschodniej” oraz Programu Operacyjnego „Infrastruktura i Środowisko”. W ramach ich realizacji był odpowiedzialny za planowanie i rozwój infrastruktury badawczej na UR w Rzeszowie.

2) *udział w międzynarodowych lub krajowych konferencjach naukowych lub udział w komitetach organizacyjnych tych konferencji;*

Dr inż. Edmund Hajduk aktywnie uczestniczył w 75 międzynarodowych i krajowych konferencjach naukowych. Był również członkiem komitetów organizacyjnych 7 konferencji naukowych, w tym 4 o zasięgu międzynarodowym.

3) otrzymane nagrody i wyróżnienia;

Poza nagrodami naukowymi scharakteryzowanymi w odniesieniu do § 4. pkt 7. Kandydat został odznaczony Brązowym Krzyżem Zasługi (nadany 2.07.2002 r. przez Prezydenta Rzeczypospolitej A. Kwaśniewskiego) oraz Srebrnym Medalem za Długoletnią Służbę (nadany 19.07.2017 r. przez Prezydenta Rzeczypospolitej A. Dudę).

4) udział w konsorcjach i sieciach badawczych;

Brak

5) kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami z innych ośrodków polskich i zagranicznych, a w przypadku badań stosowanych we współpracy z przedsiębiorcami;

6) udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism;

Habilitant był członkiem komitetu redakcyjnego dwóch Zeszytów Problemowych Postępów Nauk Rolniczych tj.: nr 493 (2003) i nr 520 (2007).

7) członkostwo w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych;

Kandydat jest od 1991 r. członkiem Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego, od 2003 r. członkiem Międzynarodowej Unii Towarzystw Gleboznawczych oraz członkiem Polskiego Towarzystwa Agrofizycznego.

8) osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki lub sztuki; 10

Habilitant przygotował i prowadził wykłady z gleboznawstwa, chemii rolnej, monitoringu środowiska, monitorowania zagrożeń środowiskowych, chemicznego skażenia środowiska rolniczego oraz efektywności nawożenia roślin. Wykłady te prowadził na studiach I i II stopnia, kierunków: Rolnictwo, Agrobiologia i Przetwórstwo spożywcze. Ponadto w poszerzonym w stosunku do wykładów zakresie przygotowywał i prowadził ćwiczenia audytoryjne, laboratoryjne i terenowe. Dodatkowo w 2013 r. w ramach Warsztatów Laboratoryjnych „Analiza gleby” prowadził zajęcia dla studentów Państwowego Uniwersytetu Pedagogicznego w Drohobyczu, Wydziału Biologii i Nauk Przyrodniczych.

9) opiekę naukową nad studentami i lekarzami w toku specjalizacji;

Dr inż. Edmund Hajduk był **promotorem 26** prac dyplomowych licencjackich i inżynierskich oraz **35** prac magisterskich. Wykonał również **30 recenzji** prac dyplomowych licencjackich i inżynierskich oraz **23** prac magisterskich. Jednokrotnie był opiekunem roku na kierunku Architektura krajobrazu (I stopień, studia stacjonarne), Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego.

10) opiekę naukową nad doktorantami w charakterze opiekuna naukowego lub promotora pomocniczego, z podaniem tytułów rozpraw doktorskich;

Kandydat jest promotorem pomocniczym w 2 przewodach doktorskich otwartych w 2015 r. na Wydziale Biologiczno-Rolniczym Uniwersytetu Rzeszowskiego.

11) staże w zagranicznych lub krajowych ośrodkach naukowych lub akademickich;

Kandydat w 2013 r. odbył 2-tygodniowy staż naukowo-dydaktyczny w Uniwersytecie Hohenheim - Stuttgart (Niemcy). Następnie w 2015 r. odbył miesięczny staż naukowy w Politechnice Białostockiej (Katedra Technologii i Systemów Inżynierii Środowiska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska).

12) wykonanie ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie organów władzy publicznej, samorządu terytorialnego, podmiotów realizujących zadania publiczne lub przedsiębiorców;

Habilitant jest autorem 1 ekspertyzy nt.: „Rekultywacja powierzchni składowiska odpadów z oczyszczania ozokerytu w mieście Borysław przy użyciu komponentów organiczno-mineralnych” wykonanej w 2015 r. Wątpliwości budzi wykazanie w dokumentacji opracowania o takim samym tytule również w wykazie opracowań zbiorowych, katalogów zbiorów, dokumentacji prac badawczych, ekspertyz, utworów i dzieł artystycznych.

13) udział w zespołach eksperckich i konkursowych;

Brak

14) recenzowanie projektów międzynarodowych lub krajowych oraz publikacji w czasopismach międzynarodowych i krajowych.

Kandydat wykonał dziewięć recenzji artykułów naukowych dla czasopism o zasięgu międzynarodowym.

Na podstawie przeprowadzonej oceny należy stwierdzić, że istotna aktywność badawcza, współpraca międzynarodowa oraz dorobek dydaktyczny i popularyzatorski Kandydata jest wystarczający i ściśle wiąże się z Jego zainteresowaniami naukowymi oraz pracą dydaktyczną na UR w Rzeszowie. W związku z tym stwierdzam, że dr inż. Edmund Hajduk spełnia w tym zakresie wymogi stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego.

4. Wniosek końcowy

Na podstawie analizy i oceny osiągnięcia naukowego, dorobku naukowego Habilitanta mierzonego wskaźnikami naukowymi (535 pkt. MNiSW, 8,18 IF, indeks H 2) oraz istotnej aktywności badawczej, współpracy międzynarodowej, dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego wyrażam opinię, że są one wystarczające. Wobec powyższego stwierdzam, że dr inż. Edmund Hajduk spełnia wymagania stawiane kandydatom ubiegającym się o nadanie stopnia doktora habilitowanego, określone w ustawie z 14 marca 2003 r. *o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz.U. z 27 września 2017 r. poz. 1789), zgodnie z art. 179 ust. 1 ustawy z 3 lipca 2018 r. – *Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz.U. z 30 sierpnia 2018 r. poz. 1669) oraz wytyczne zawarte w rozporządzeniu MNiSW z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. nr 196, poz. 1165). **W związku z powyższym wnioskuję do Rady Wydziału Biologiczno-Rolniczego Uniwersytetu Rzeszowskiego w Rzeszowie o nadanie dr inż. Edmundowi Hajdukowi stopnia naukowego doktora habilitowanego w dziedzinie nauk rolniczych, dyscyplinie rolnictwo i ogrodnictwo.**

Puławy 18.06.2019



.....
dr hab. Mariusz Matyka prof. IUNG-PIB