

Prof. dr hab. Stanisław Mazur  
Katedra Botaniki, Fizjologii i Ochrony Roślin  
Wydział Biotechnologii i Ogrodnictwa  
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

## OCENA

osiągnięcia naukowego, dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego  
dr inż. Marka Kopackiego w związku ze wszczęciem postępowania habilitacyjnego.

### 1. Informacje podstawowe o kandydacie

Dr inż. Marek Kopacki jest absolwentem Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy). Studia wyższe ukończył w 1990 roku uzyskując tytuł zawodowy magistra inżyniera. Pracę magisterską pod tytułem „Zasiedlenie pięciu odmian jabłoni przez przędziorka owocowca *Panonychus ulmi* Koch.” zrealizował pod kierunkiem prof. dr hab. Anny Anasiewicz. **Stopień doktora nauk rolniczych w zakresie ogrodnictwa, specjalności ochrona roślin** nadała Mu Rada Wydziału Ogrodniczego ówczesnej Akademii Rolniczej w Lublinie na podstawie rozprawy pt. „Grzyby zasiedlające korzenie i podstawę pędu chryzantemy *Dentranthema grandiflora* Tzvelev uprawianej pod osłonami”, którą zrealizował pod kierunkiem prof. dr hab. Anny Wagner. Pracę zawodową rozpoczął na stanowisku asystenta w Katedrze Ochrony i Kwarantanny Roślin, na którym pracował w latach 1996-2004. Od 1.10.2004 do chwili obecnej jest zatrudniony na stanowisku adiunkta w Katedrze Ochrony Roślin.

### 2. Ocena osiągnięcia naukowego „Wpływ ozonu i plazmy niskotemperaturowej na cechy biometryczne i zdrowotność wybranych gatunków roślin rozmnażanych wegetatywnie”.

Osiągnięciem naukowym (art. 219 ust. 1 pkt. 2b Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce) jest monografia, która została wydana w 2022 roku przez Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie (Rozprawa Naukowa, zesz. 400, ISSN 1899-2374). Wydawnictwo UP jest ujęte w wykazie sporządzonym zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 267 ust. 2 pkt 2 lit. a. ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce.

Przedłożone do oceny osiągnięcie naukowe dr inż. Marka Kopackiego dotyczy zagadnień związanych z możliwością wykorzystania w praktyce ogrodniczej plazmy niskotemperaturowej. Ze względu na problemy związane z pozostałościami pestycydów w roślinach oraz ich negatywnym wpływem na środowisko obecnie w ochronie roślin przed



agrofagami preferowane są metody fizyczne, wśród których wykorzystuje się plazmę niskotemperaturową. Dodatkowym argumentem przemawiającym za stosowaniem metod nie chemicznych są ograniczenia związane z redukcją substancji aktywnych wykorzystywanych dotychczas w ochronie roślin. Stąd podjęta przez habilitanta problematyka jest jak najbardziej uzasadniona. Badania w tym zakresie prowadził na wybranych gatunkach roślin ozdobnych różniących się od siebie łatwością wytwarzania kalusa i korzeni przybyszowych, które to parametry oceniano po zastosowaniu plazmy. Były to sadzonki zdrewniałe dwóch gatunków wierzby (smukłoszyjkowa - *Salix gracilistyla* i Hookera - *Salix hookeriana*), sadzonki półzdrewniałe trzmieliny Fortune'a (*Eonymus fortunei*) i bluszczu pospolitego (*Hedera helix*) oraz sadzonki zielne chryzantemy wielkokwiatowej (*Chrysanthemum grandiflorum* odmiana Anastasia White) i bambusa rozłogowego (*Pleioblastus variegatus*). W praktyce szkółkarskiej dla przyspieszenia procesu wytwarzania nowych korzeni często wykorzystywane były ukorzeniacze zawierające związki chemiczne, które obecnie są wycofywane ze stosowania. Stąd w badaniach habilitant zastosował do tego zabiegu plazmę niskotemperaturową. Pędy testowanych roślin poddawano działaniu plazmy z wykorzystaniem 2 rodzajów gazu roboczego tj. powietrza i azotu. W przypadku sadzonek wierzby obserwowano sposób stymulacji rozwoju roślin zwiększający przyrost korzeni i kalusa. Wpływ plazmy niskotemperaturowej na ukorzenianie sadzonek testowanych roślin uzależniony był od zastosowanego gazu roboczego, czasu aplikacji oraz od gatunku rośliny. W swoich badaniach Habilitant wykorzystywał ponadto wodę plazmowaną (PAW) i ozon. W przypadku ostatniego czynnika oceniano wpływ na dominujące w uprawie chryzantemy agrofagi. Były to *Botrytis cinerea* powodujący szarą pleśń i *Myzus persicae* (mszyca burakowa). Najlepsze efekty ochronne przed szarą pleśnią wyrażone indeksem chorobowym uzyskano w kombinacji gdzie stosowano fungicyd oraz w kombinacji z najdłuższym czasem aplikacji ozonu i po 30 minutach przetrzymywania w zamkniętej szklarni z ozonem. W przeprowadzonych badaniach ozon ograniczał znacząco liczebność populacji mszyc zasiedlających chryzantemy. Uzyskane wyniki wskazują, że najlepszym sposobem ograniczania rozwoju *B. cinerea* oraz liczebności populacji mszyc zasiedlających chryzantemy była aplikacja ozonu przez 10 minut i przechowywanie roślin przez 30 minut w szczelnym pomieszczeniu. Ta informacja może mieć istotne znaczenie dla praktyki ogrodniczej. Zastosowanie plazmy z powietrzem jako gazem roboczym nie miało natomiast istotnego wpływu na wzrost świeżej masy sadzonek zdrewniałych obu testowanych gatunków wierzby oraz bluszczu pospolitego ale jak wykazały badania, najlepiej stymulowało rozwój nowych korzeni u tych gatunków. Ocena sadzonek zielnych chryzantemy wykazała, że aplikacja przez 300 sekund plazmą, gdy gazem



roboczym był azot powodowała największe przyrosty świeżej masy. Natomiast w przypadku doświadczenia z sadzonkami bambusa rozłogowego największy średni przyrost masy zanotowano w kombinacji, gdy gazem roboczym było powietrze aplikowane przez 5 minut. Pomiary sadzonek bambusa rozłogowego po 4 tygodniach od traktowania plazmą wykazały również różnice w długości wytworzonych korzonków. Najdłuższe korzenie występowały w kombinacji przy czasie ekspozycji plazmą przez 120 sekund, gdy gazem roboczym był azot. Podobnie wysoki poziom występował, gdy gazem roboczym było powietrze i czas aplikacji wyniósł 300 sekund. **Biorąc pod uwagę fakt, że największa liczba korzeni sadzonek zdrewniałych wierzby smukłoszyjkowej oraz półzdrewniałych bambusa rozłogowego tworzyła się po 300 sekundowej aplikacji plazmy z azotem jako gazem roboczym, taki schemat powinien być stosowany do stymulacji ukorzenia sadzonek badanych gatunków roślin i jest to również ważna dla praktyki informacja.**

Ocena zmian morfologicznych sadzonek zdrewniałych wierzby w wyniku traktowania wodą plazmowaną (PAW) wykazała, że zabieg ten wpływa na wzrost świeżej masy. Analiza masy sadzonek wierzby smukłoszyjkowej wykazała, że pomimo iż ten wzrost był niezbyt wysoki to był zróżnicowany, zależny od czasu ekspozycji i użytego gazu roboczego. Kombinacje z wodą traktowaną plazmą z powietrzem przez 120 i 300 sekund różniły się istotnie od kontroli. Znaczny wzrost masy został odnotowany w czasie ekspozycji wody powietrzem przez 120 sekund. Wzrost masy zanotowano też dla czasu ekspozycji wody azotem w czasie 120 sekund. W przypadku wierzby Hookera najwyższy przyrost masy zanotowano dla sadzonek ukorzenianych wodą plazmowaną traktowaną powietrzem przez 300 sekund, a także w pozostałych kombinacjach z wodą plazmowaną traktowaną azotem, zwłaszcza przez 300 sekund. Pomiary wykonane po 4 tygodniach od traktowania wody plazmą niskotemperaturową sadzonek wierzby smukłoszyjkowej wykazały różnice w długości wytworzonych korzeni ale nie były one istotne statystycznie. **Otrzymane wyniki badań potwierdzają przydatność zastosowania stymulacji roślin plazmą w celu przyspieszenia wzrostu. Świadczy o tym m.in. stwierdzony przyrost biomasy roślin doświadczalnych w porównaniu z kombinacją kontrolną. Korzystnym tego skutkiem jest poprawa procesu ukorzenia wynikająca ze zwiększenia masy oraz długości wytworzonych korzeni i pędów, a także zwiększenie przyrostu kallusa wpływające pozytywnie na proces gojenia się ran roślin po zabiegach pielęgnacyjnych.**

W przeprowadzonych badaniach zanotowano też wpływ plazmy na zawartość hormonu IAA w sadzonkach chryzantem. Kwas indolilo-3-octowy (IAA) jest jednym z głównych naturalnych hormonów roślinnych z grupy auksyn, odgrywającym kluczową rolę



w pobudzaniu roślin do wzrostu i rozwoju. Zawartość IAA była zróżnicowana w zależności od badanego organu. Najwięcej IAA było w blaszce liściowej, mniej w korzeniu, a najmniej w łodydze. Największa zawartość tego składnika była w kombinacji z azotem jako gazem roboczym aplikowanym przez 1 minutę. Wysokie stężenie IAA uzyskano również w kombinacji z powietrzem aplikowanym przez 1 minutę oraz z powietrzem aplikowanym przez 5 minut. W przypadku analizy roztworów z łodygi najwyższy poziom IAA notowany był w kombinacji z azotem aplikowanym przez 2 minuty oraz z azotem aplikowanym przez 1 minutę. **Plazma zwiększa pobór wody i wpływa na hormony roślinne, a to ma decydujący wpływ na procesy związane z ukorzeniem. Wyniki tej części badań mogą sugerować, że stymulacja ukorzenia przez plazmę jest skorelowana z produkcją IAA. W związku z tym, że najwyższe poziomy hormonu IAA odnotowano w roślinach po zastosowaniu plazmy z azotem, zwłaszcza w blaszce liściowej, taki rodzaj gazu roboczego lepiej niż powietrze aktywizuje procesy ukorzenia i jest to cenna informacja tak dla nauki jak i dla praktyki.**

Badając wpływ plazmy niskotemperaturowej na grzyby zasiedlające sadzonki wierzby zaobserwowano, że mimo zastosowania plazmy na końcówki ukorzenianych później pędów, występowała dość duża liczba patogenicznych grzybów. W doświadczeniu uzyskano 426 izolatów z wierzby smukłoszyjkowej oraz 459 izolatów z wierzby Hookera należące do 20 gatunków. Najliczniej uzyskiwano izolaty *Alternaria alternata* oraz *Fusarium oxysporum* i *Botrytis cinerea*. Najwięcej wyosobnień grzybów było w kombinacji kontrolnej, w której nie stosowano żadnych zabiegów ochronnych na obu badanych gatunkach wierzby. Najmniej izolatów notowano w kombinacji, w której odkażano fragmenty sztabrów podchlorynem sodu. Dotyczyło to obu badanych gatunków wierzby. Porównując izolacje ze sztabrów pobranych z wierzby i traktowanych plazmą niskotemperaturową gdy gazem roboczym było powietrze zaobserwowano nieznacznie mniej izolatów w kombinacji z 5-minutowym czasem aplikacji plazmy. Podobna sytuacja miała miejsce w przypadku sztabrów traktowanych plazmą z azotem jako gazem roboczym. W większości przypadków dłuższy czas aplikacji powodował ograniczenie liczebności grzybów, jednak w przypadku wierzby Hookera i izolowanego grzyba *Epicoccum nigrum* można przypuszczać, że plazma niskotemperaturowa może nawet stymulować rozwój tego gatunku wykorzystywanego w biologicznej ochronie. **Tak więc plazma niskotemperaturowa może być postrzegana jako potencjalny element ochrony roślin i w pewnych przypadkach alternatywny dla środków chemicznych.** W przeprowadzonych przez Habilitanta badaniach na wybranych gatunkach grzybów stwierdzono różnice we wzroście grzybni i dość niską skuteczność



plazmy niskotemperaturowej, co jak zauważa autor, mogło wynikać ze zbyt dużej odległości głowicy reaktora plazmowego od grzybni. Zaobserwowano, że w przypadku ocenianych 3 gatunków grzybów najmniej kolonii wyrosło na pożywce MEA na szalkach traktowanych plazmą przez 5 minut. Dotyczyło to kombinacji, w których gazem roboczym było powietrze oraz azot. Najniższa średnia liczba wyrosniętych kolonii dotyczyła grzyba *B. cinerea*, gdy gazem roboczym było powietrze. Stwierdzono również, że największy procent hamowania wzrostu grzybni uzyskano w przypadku *B. cinerea*, gdy gazem roboczym było powietrze przy 1-minutowej aplikacji plazmy. Należy też zauważyć, że dłuższy czas aplikacji plazmy nie spowodował większego ograniczenia liczebności grzybów pożytecznych takich jak *Trichoderma* sp. czy *Epicoccum nigrum*, które są gatunkami wykorzystywanymi często w biologicznej ochronie roślin. Może to sugerować, że zabieg ten stymulował ich rozwój. Habilitant wykazał ponadto, że ozon i plazma niskotemperaturowa mogą wpływać również negatywnie na rośliny. W przeprowadzonych badaniach zaobserwował silne fitotoksyczne oddziaływanie ozonu na badane rośliny. Liście chryzantem były uszkodzone, zwłaszcza przy długim czasie aplikacji i przetrzymywaniu roślin w zamkniętym pomieszczeniu w kombinacjach z *B. cinerea* oraz z mszycami. Działanie fitotoksyczne ozonu na liściach chryzantem zaobserwowano już 2 dni po ozonowaniu. Najwyższe wskaźniki fitotoksyczności wystąpiły w kombinacjach z aplikacją ozonu przez 10 min i różniły się one istotnie statystycznie od kombinacji kontrolnej. Analizując makroskopowo i mikroskopowo pędy wierzby traktowane plazmą nie zaobserwowano uszkodzeń. Występujące natomiast niewielkie uszkodzenia, widoczne na przekroju pędów mogły być częściowo związane z podwyższoną temperaturą jaka powstawała po opuszczeniu reaktora przez plazmę i były wyraźnie wyższe przy czasie aplikacji wynoszącym 300 sekund.

**Podsumowując osiągnięcie naukowe Habilitanta stwierdzam, że zastosowanie ozonu i plazmy niskotemperaturowej ma wpływ na zdrowotność roślin. Zastosowanie plazmy niskotemperaturowej wpływa na ukorzenianie się wybranych roślin ozdobnych zwiększając liczbę i długość korzeni. Habilitant wykazał również, że wpływ plazmy niskotemperaturowej na ukorzenianie uzależniony jest od zastosowanego gazu roboczego, czasu aplikacji i gatunku rośliny. Biorąc pod uwagę fakt, że największa liczba korzeni sadzonek zdrewniałych wierzby smukłoszyjkowej oraz półdrewniałych bambusa rozłogowego tworzyła się po 300 sekundowej aplikacji plazmy z azotem jako gazem roboczym, taki schemat powinien być stosowany do stymulacji ukorzeniania sadzonek badanych gatunków roślin co jest istotną dla praktyki ogrodniczej informacją. W związku z tym, że najwyższe poziomy hormonu IAA odnotowano w roślinach po**



zastosowaniu plazmy z azotem, zwłaszcza w blaszce liściowej, taki rodzaj gazu roboczego lepiej niż powietrze aktywizuje procesy ukorzenia. Badania dr inż. Marka Kopackiego wykazały ponadto, że najlepszym sposobem ograniczania rozwoju *Botrytis cinerea* oraz liczebności populacji mszyc zasiedlających chryzantemy jest aplikacja ozonu przez 10 minut i przechowywanie roślin przez 30 minut w szczelnym pomieszczeniu. Opisane wyniki można zaliczyć do osiągnięć istotnych dla rozwoju dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo. Osiągnięciem naukowym ale również ważnym dla praktyki jest wykazanie, że plazma stosowana na rośliny redukuje liczbę patogennych gatunków, zwłaszcza w przypadku dłuższego czasu aplikacji. Stąd plazma niskotemperaturowa może być postrzegana jako potencjalny element ochrony roślin, alternatywny dla pestycydów i ma to duże znaczenie tak dla nauki jak i praktyki ogrodniczej. Tym samym osiągnięcie naukowe Habilitanta spełnia wymagania stawiane kandydatom do uzyskania stopnia naukowego doktora habilitowanego (Ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. art. 219 ust. 1 pkt 2 - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce).

### **3. Ocena pozostałego dorobku naukowego**

Dorobek naukowy dr inż. Marka Kopackiego jest zróżnicowany ale wartościowy merytorycznie. W jego skład oprócz monografii stanowiącej osiągnięcie naukowe wchodzi 66 oryginalnych publikacji, których wartość punktowa według rankingu czasopism MNiSzW (obecnie MOiN) w momencie ich ukazania się wynosi 1588 (wyliczone na podstawie załączonego w autoreferacie spisu). Spośród tych publikacji 17 ukazało się w czasopismach posiadających Impact Factor (w 4 jest autorem korespondencyjnym), a pozostałe w czasopismach z poza listy JCR (35, w tym 9 w języku angielskim) oraz jako rozdziały w monografii (7) i w materiałach konferencyjnych (7). Prace Habilitanta zostały opublikowane w uznanych czasopismach m.in. w *Agronomy*, *Energies*, *Fresenius Environmental Bulletin*, *International Agrophysics*, *Scientia Horticulturae*, *Acta Scientiarum Polonorum Hotorum Cultus*. Jak wynika z przedłożonych przez Habilitanta informacji Jego udział w powstawaniu publikacji, w większości współautorskich był znaczący i świadczy również o umiejętności pracy w zespołach badawczych. Jest także autorem wielu innych prac naukowych, komunikatów oraz streszczeń w materiałach konferencyjnych i z sympozjów, artykułów popularnonaukowych, a także publikacji w branżowych materiałach konferencyjnych i szkoleniowych.

Na podstawie przedstawionych materiałów można stwierdzić, że zainteresowania naukowe dr inż. Marka Kopackiego koncentrują się wokół zagadnień dotyczących



zdrowotności roślin ozdobnych, technologii ochrony w tym wykorzystania metod nie chemicznych, roli bioróżnorodności w terenach zurbanizowanych w aspekcie zdrowotności roślin. W Jego dorobku naukowym znajdują się też prace, w których zawarte są wyniki badań opisujące interakcje pomiędzy agrofagami a roślinami zielarskimi. Ponadto można dostrzec zainteresowanie często pomijanymi ale istotnymi z uwagi na bezpieczeństwo wykonujących zabiegi chemiczne aspektami bezpieczeństwa i higieny pracy w tym zakresie, co związane było również z ukończeniem dwusemestralnych studiów podyplomowych w Wyższej Szkole Bezpieczeństwa i Organizacji Pracy w Radomiu. Jego zainteresowania naukowe obejmowały początkowo problematykę zdrowotności chryzantemy uprawianej w gruncie i pod osłonami. Rezultatem tych badań była rozprawa doktorska zawierająca cenne informacje związane z chorobami i ochroną tej rośliny. Dało to podstawę do opublikowania kilku artykułów naukowych, gdzie dominującą była problematyka patogenów atakujących chryzantemy w trakcie uprawy. Chryzantema jest jedną z ważniejszych roślin ozdobnych uprawianych w Polsce pod osłonami, często jednak porażaną przez patogeniczne grzyby. Najliczniej z patogenów występują *Fusarium oxysporum*, *F. avenaceum* i *Sclerotinia sclerotiorum*. Dr Marek Kopacki wykazał, że w ochronie przed *Fusarium avenaceum* atakującym chryzantemę najskuteczniejsze są fungicydy zawierające difenakonazol, karbendazym i flusilazol, a najmniej skuteczne mankozeb, chlorotalonil i kaptan. **Ta informacja była szczególnie cenna dla praktyki ogrodniczej, tym bardziej, że badania prowadzono w gospodarstwach ogrodniczych zlokalizowanych w rejonie Sandomierza.**

Zaletą opracowań naukowych Habilitanta jest aktualność podejmowanej tematyki badawczej, ukierunkowanej na rozwiązywanie istotnych problemów związanych ze środowiskiem. Wzrastająca świadomość ekologiczna społeczeństwa również przyczynia się wśród naukowców do poszukiwania nowych, przyjaznych dla środowiska technik jego oczyszczania (gleby, wody gruntowe i powierzchniowe, osady ściekowe i powietrze) z udziałem organizmów żywych, zwłaszcza roślin wyższych. Jednym z przykładów takiego podejścia jest wykorzystanie roślin kanny do fitoremediacji. Przeprowadzone przez Habilitanta badania wykazały, że kanny są w stanie zadowalająco rosnąć nawet w pozornie niesprzyjających warunkach glebowych z ich silną degradacją i to pomimo występujących na roślinach patogenów wpływających negatywnie na intensywność fotosyntezy, transpirację, przewodnictwo aparatów szparkowych i stężenie CO<sub>2</sub> pod aparatem szparkowym. W trzyletnich badaniach prowadzonych na 10 odmianach kanny wykazał, że odmiany „Cyganeria”, „Picasso”, Odmiany ‘Cherry Red’ i ‘President’ są bardziej porażane przez patogeny, a tym samym prowadziły fotosyntezę i wymianę gazową na znacznie niższym



poziomie niż odmiany mniej porażone. Natomiast uprawa odmian 'Botanica', 'Robert Kemp' i 'Wyoming' na glebach zanieczyszczonych okazała się najkorzystniejsza. Dlatego można je polecać do uprawy na glebach silnie zdegenerowanych, zwłaszcza w miastach i ta informacja ma wpływ na rozwój dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo ale również ma walory aplikacyjne.

Wprowadzenie jako obowiązującej producentów rolnych integrowanej ochrony roślin umożliwiło opracowanie wytycznych w tym zakresie dla poszczególnych upraw, ze zwróceniem uwagi na możliwość stosowania innych niż chemiczne metody zwalczania szkodników i chorób. Stosowanie agrochemikaliów jest nadal najskuteczniejszą metodą ochrony roślin przed chorobami i szkodnikami, jednak intensywne ich stosowanie powoduje konieczność poszukiwania alternatywnych metod, które można zastosować w ochronie roślin dla bezpieczeństwa konsumentów i środowiska. Ta problematyka jest również obecna w publikacjach Habilitanta. Przeprowadził On laboratoryjną ocenę fungistatycznego działania ekstraktów roślin zielarskich występujących w stanie naturalnym w Polsce: chrzanu, krwawnika pospolitego i wrotyczu pospolitego na polifagiczne fitopatogenne grzyby (*Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum coccodes* i *Fusarium oxysporum*). Badania te wykazały, że ekstrakty roślinne z liści wrotyczu pospolitego i krwawnika charakteryzowały się wyższą zawartością polifenoli i flawonoidów w porównaniu z ekstraktami z liści chrzanu, a także wykazywały wyższą aktywność przeciwutleniającą. Fungistatyczne działanie ekstraktów roślinnych było zależne od gatunku grzyba i stężenia ekstraktu. Ekstrakty roślinne w stężeniu 20% wykazywały najsilniejsze działanie przeciwgrzybicze. Ekstrakty z liści wrotyczu pospolitego i krwawnika wykazywały najsilniejsze działanie fungistatyczne na *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum coccodes* i *Fusarium oxysporum*, a najsłabsze z liści chrzanu. Najmniej fungistatyczne działanie ekstraktów roślinnych odnotowano w stosunku do *Botrytis cinerea*, gdyż ekstrakty hamowały wzrost liniowy tego grzyba tylko w pierwszych dniach doświadczenia. Ekstrakty roślinne były najskuteczniejsze w pierwszych dniach doświadczenia, a ich aktywność przeciwgrzybicza malała z czasem. Uzyskane w tych badaniach wyniki wskazują na możliwość wykorzystania ekstraktów roślinnych w produkcji biologicznego preparatu do ochrony roślin rolniczych i ogrodniczych przed patogenami grzybowymi. Problematyka biologicznej ochrony była również w sferze zainteresowań Habilitanta o czym świadczą zrealizowane badania oceniające skuteczność *Aureobasidium pullulans* (w biopreparacie Boni Protect) wobec różnych patogenów jabłek (*Botrytis cinerea*, *Monilinia fructigena*, *Penicillium expansum*, i *Pezicula malicortis*). Potwierdziły one



przydatność biopreparatu w ograniczaniu chorób występujących na owocach, zwłaszcza szarej pleśni i brunatnej zgnilizny.

Jedną z alternatywnych dla pestycydów jest metoda fizyczna wykorzystująca w zwalczaniu agrofagów takie czynniki jak temperaturę, promieniowanie, ozon czy plazmę niskotemperaturową. W badaniach Habilitanta temat ten wydaje się być wiodącym w ostatnich latach. Oprócz monografii również w dorobku Habilitanta znajdują się publikacje, w których zawarto wyniki badań obejmujące wykorzystanie zimnej plazmy jako alternatywnej metody zaprawiania nasion cebuli. Zainteresowanie tą tematyką wynikało, jak można przypuszczać na podstawie załączonej dokumentacji z podjętej współpracy w programie COST Action CA19110 „Plasma in Agriculture”. Oceniano wpływ plazmy na nasiona cebuli odmiany ‘Wolska’, zwłaszcza na proces kiełkowania oraz zdrowotność. Gazem roboczym była mieszanina helu i tlenu lub powietrza, regulowana oddzielnymi rotametrami przy tym samym ciśnieniu. Zabieg ten istotnie wpływał na parametry kiełkowania nasion cebuli. Nie powodował widocznych uszkodzeń komórek nasiennych cebuli, poza efektem zubożenia górnej warstwy wosku. Najlepszy wpływ na grzyby chorobotwórcze miała fumigacja plazmowa nasion przez 240 i 480 sekund, zwłaszcza strumieniem plazmy uzyskanej przy użyciu helu jako gazu roboczego. Oceniając wpływ wody plazmowanej, wytworzonej poprzez aplikację plazmy niskotemperaturowej wykazano, że obróbka plazmą krótką pozytywnie wpływa na wartość energetyczną i zdolność kiełkowania nasiona cebuli. Również pozytywne wyniki w zakresie energii i zdolności kiełkowania uzyskano dla obróbki plazmowej 120 sekundowej i mieszaniny gazowej helu i tlenu. Zastosowanie plazmy spowodowało w tym przypadku całkowitą eliminację grzybów chorobotwórczych takich jak *Fusarium equiseti* i *Phoma glomerata*. Generalnie plazma pod ciśnieniem atmosferycznym powodowała spadek liczby kolonii grzybów chorobotwórczych i saprotroficznych. Taki zabieg przedsięwzięty mógłby pełnić rolę ochronną przed porażeniem mikrobiologicznym nasion, a następnie rozsady. Podobne wyniki świadczące o pozytywnym działaniu plazmy otrzymał Habilitant przy zastosowaniu wody aktywowanej plazmą (PAW), wytwarzanej w reaktorze z łukiem ślizgowym pod ciśnieniem atmosferycznym, do kiełkowania nasion buraka ćwikłowego i marchwi. Badania przeprowadzono dla różnych czasów obróbki plazmowej wody (5, 10 i 20 minut) oraz przy ustalonej geometrii i mocy układu wyładowczego, wykorzystując powietrze jako gaz roboczy. W przypadku buraka ćwikłowego zaobserwowano pozytywny wpływ na liczbę i długość kiełkujących nasion, który zwiększał się wraz z wydłużaniem czasu zabiegu. Natomiast w przypadku nasion marchwi wykazano bardziej istotny pozytywny wpływ na kiełkowanie. Efekt dekontaminacji był



stosunkowo słabszy niż przy zastosowaniu metody chemicznej z podchlorynem sodu. Woda aktywowana plazmą pozytywnie wpłynęła na proces kiełkowania nasion. Jednakże zaobserwowano różnice między gatunkami roślin pod względem reakcji nasion. Im dłuższy czas wchłaniania wody aktywowanej plazmą tym lepsze były parametry kiełkowania w porównaniu do kontroli. Woda aktywowana plazmą miała też wpływ na skład zasiedlających ją gatunków grzybów, które w różny sposób reagowały na PAW. W badaniach Habilitanta zastosowanie zimnej plazmy zmniejszyło nasilenie chorobowe. Udowodniono, że reaktywne formy tlenu, takie jak ozon, podnoszą poziom kwasu abscysynowego (ABA), który jest głównym stymulantem wywołującym zamykanie aparatów szparkowych, co może być związane z reakcjami obronnymi roślin. Wzrost metabolizmu reaktywnych form tlenu uruchamia wrodzoną zdolność roślin do radzenia sobie z negatywnymi czynnikami zewnętrznymi. Interesujące są też wyniki wskazujące, że grzyby uważane za antagonistów, które mogłyby być potencjalnie stosowane w ochronie biologicznej, były liczniejsze po zabiegu plazmowym (Hel+Powietrze) przez 120 sekund. Pomimo faktu, że dłuższy czas ekspozycji plazmy skutkuje lepszą aktywnością przeciwgrzybiczą, powoduje również uszkodzenia nasion. Zatem krótsza ekspozycja plazmy daje lepsze efekty w zakresie kiełkowania, nawet jeśli dekontaminacja grzybów jest niepełna. Te informacje są ważne tak dla nauki jak i praktyki w przypadku wykorzystania tego czynnika jako potencjalnego dezynfektanta. Zainteresowania naukowe habilitanta obejmują różną tematykę czego przykładem są badania dotyczące interakcji pomiędzy szkodnikami a roślinami żywicielskimi. Produkcja i rynek surowców roślinnych wykorzystywanych w produktach zdrowotnych i medycznych znacznie wzrósł w ciągu ostatnich trzech dekad ze względu na rosnący popyt, gdyż wiele sprzedawanych na całym świecie leków opartych jest na roślinach. To powoduje, że produkcja zielarska roślin w pojemnikach pod osłonami jest jedną z prędko rozwijających się gałęzi szklarniowej produkcji na całym świecie. Dużym problemem są jednak fitofagi dla których te rośliny są źródłem pokarmu i przyczyniają się tym samym do znacznych szkód i strat w plonie. Oceniając wpływ wybranych gatunków roślin zielarskich tj. bazylii, melisy i szalwii na preferencje pokarmowe i żerowanie przędziorka chmielowca (*Tetranychus urticae*) Habilitant wykazał, że interakcje pomiędzy rośliną a roztocznymi różnią się w zależności od gatunku rośliny i wpływają na ich parametry biologiczne. Badane rośliny w różnym stopniu były preferowane przez przędziorki – szalwia okazała się gatunkiem o najniższym stopniu podatności na żerowanie, podczas gdy bazylia była najbardziej akceptowalnym gospodarzem. Analiza parametrów fizjologicznych przędziorka chmielowca wykazała różne poziomy stresu oksydacyjnego w zależności od gatunku rośliny i czasu



trwania inwazji roztocy. Niski poziom wrażliwości był charakterystyczny dla szalwii co zostało udowodnione przez najmniejszą liczbę roztocy zasiedlających liście. Było to spowodowane podwyższonym poziomem nadtlenu wodoru i dialdehydu malonowego (MDA) w porównaniu do kontroli, co miało wpływ na preferencje pokarmowe szkodnika. Ponadto zanotowano wyższą peroksydację lipidów błonowych, wyższą aktywność gwajakolu peroksydazy (GPX) i mniejszą aktywność katalazy (CAT) przy dłuższym czasie żerowania roztocy. Badania te wykazały, że interakcje roślina-roztocze różnią się w zależności od gatunku rośliny i wpływają na ich parametry biologiczne. **Wyniki te można uznać za bardzo cenne w zastosowaniu roślin pułapkowych do zwalczania szkodników lub kompozycji środków odstraszających roztocza zawierających olejki eteryczne, co może mieć wpływ na zmniejszenie ilości pestycydów stosowanych w uprawach tych roślin. Przedstawione wyniki stanowią uzupełnienie wiedzy na temat odpornych roślin leczniczych, które mogą być przydatne w przewidywaniu populacji przędziorków i w przyszłości mogą przyczynić się do wzmocnienia integrowanej ochrony przed szkodnikami w doniczkowej uprawie roślin leczniczych. Wiedza na temat interakcji między roślinami a roztoczami oraz fizjologicznych reakcji roślin na roztocza jest bardzo ważna szczególnie dla strategii hodowlanych, zwłaszcza w przypadku roślin leczniczych i ich właściwości zdrowotnych dla człowieka. Tym samym opisane w publikacjach wyniki wnoszą istotne elementy dla rozwoju dyscypliny rolnictwo i ogrodnictwo.**

W dorobku naukowym Habilitanta znajdują się też badania związane ze zdrowotnością wybranych gatunków roślin ozdobnych w zieleni przyulicznej miast oraz nasadzeń przy obiektach sakralnych. Zainteresowanie symboliką roślin biblijnych doprowadziły do zaproponowania nasadzeń przy sakralnych obiektach franciszkańskich – zarówno zabytkowych, jak i współczesnych. Łącząc elementy tradycji franciszkańskiej, symboliki roślin biblijnych zakorzenionej w odniesieniach teologicznych, potrzeby wprowadzenia roślin rosnących w harmonii z istniejącą już architekturą sakralną, które wykazują równocześnie większą tolerancję na choroby i wpływają na zachowanie bioróżnorodności w ekosystemie, szczególnie w terenach zurbanizowanych poddanych silnej antropopresji.

Dr inż. Marek Kopacki opracował moduły kształcenia wielu przedmiotów w tym „Metody i technika ochrony roślin” i „BHP z ergonomią”, w których wykorzystuje również wyniki własnych badań zajmujących się tą problematyką. W Jego dorobku znajdziemy publikacje poświęcone problemom przestrzegania zasad bezpiecznej pracy w rolnictwie, w których wykazał, że najważniejszym czynnikiem, wpływającym na bezpieczeństwo rolnika



i środowisko naturalne jest sprawność opryskiwacza, zaś ustawowa, okresowa kontrola stanu technicznego osprzętu, jest skutecznym bodźcem do utrzymania opryskiwacza w wysokiej sprawności. Ważnym elementem, umożliwiającym dokładne kontrolowanie i monitorowanie bezpieczeństwa ochrony roślin w Polsce jest także prowadzenie ewidencji zabiegów. Elementy ochrony roślin oceniane były również w zakresie dostępnych rozwiązań technicznych, szczególnie wykorzystujących antyznoszeniowe końcówki rozpylające. **Są to istotne dla praktyki rolniczej opracowania, które mogą przekładać się na kształtowanie świadomości rolników wobec zagrożeń przy stosowaniu chemicznych środków ochrony roślin przy pomocy opryskiwaczy.**

Oprócz dorobku publikacyjnego dr inż. Marek Kopacki wykazuje również dużą aktywność w zakresie uczestnictwa w życiu naukowym czego dowodem jest Jego udział w 52 konferencjach, z których 11 odbyło się za granicą. Wyniki swoich badań prezentował w formie referatów (8) oraz posterów. **W mojej ocenie dorobek naukowo-badawczy Habilitanta w świetle wymogów formalnych jest wystarczający do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, o czym świadczy również wymiana naukowa z wieloma krajowymi i zagranicznymi ośrodkami naukowymi, w tym z University of Mosul, Mosul (Irak), Department of Environmental Physics, Comenius University Bratislava (Słowacja), Department of Agronomy, University of Cordoba (Hiszpania), Department of Agricultural and Environmental Science University of Bari Aldo Moro, Bari (Włochy), których efektem są liczne publikacje współautorskie dołączone do wykazu. W ramach uczestnictwa w programie „Erasmus +” (15.06-19.06.2015) odbył szkolenie oraz staż naukowy w Stacji Doświadczalnej Proeftuin Zwaagdijk (Holandia) testującej pestycydy (20.06-01.07.2015). Współpraca naukowa z Ukraińskim Narodowym Uniwersytecie Leśnym we Lwowie umożliwiła odbycie stażu naukowego, w trakcie którego zapoznał się z metodami identyfikacji i zwalczania agrofagów w terenach leśnych i zurbanizowanych (9.09 - 9.10.2019 r.). W latach 2019-2023 brał udział w międzynarodowym projekcie COST Action: COST CA 19110 „Plasma applications for smart sustainable agriculture”. Wymiernym efektem udziału w projekcie są publikacje i prezentacje wyników na konferencjach międzynarodowych. O spełnieniu formalnych wymagań określonych w art. 227 ust. 1 pkt. 1 lit. b. ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce odnośnie prac naukowych realizowanych w zespołach badawczych, które uzyskały finansowanie w drodze konkursów krajowych i międzynarodowych świadczy Jego udział w projektach badawczych realizowanych w ramach programu „Bon na innowację B+R” w 2019 i**



**2020 r.** Wnioskował również o finansowanie projektu badawczego NN310770840 pt. „Wykorzystanie różnych systemów ochrony w produkcji chryzantem pod osłonami”, który pomimo pozytywnej recenzji nie został przekazany do realizacji. Podkreślić należy Jego aktywność we wdrażaniu osiągnięć naukowych do praktyki o czym świadczą liczne patenty krajowe (9).

#### **4. Dorobek dydaktyczny i organizacyjny**

Dr inż. Marek Kopacki prowadził i nadal prowadzi liczne zajęcia dydaktyczne związane z szeroko rozumianą ochroną roślin. Wykłady i ćwiczenia realizuje dla studentów kierunków Ogrodnictwo, Ziolarstwo i Fitoprodukty, Architektura Krajobrazu, Ochrona Roślin i Kontrola Fitosanitarna, Rolnictwo. Posiadając odpowiednie kwalifikacje językowe prowadzi również zajęcia z przedmiotów Plant Protection Management, Plant Protection oraz z Ochrony Roślin w języku rosyjskim realizowanych dla studentów w ramach programu Erasmus. Pod Jego kierunkiem wykonano 32 prace magisterskie oraz 35 prac inżynierskich. Realizuje wykłady i ćwiczenia z przedmiotów: Nowe tendencje w ochronie terenów zieleni, Ochrona upraw leśnych, Pestycydy i ekologiczne skutki ich stosowania, Konwencjonalne i niekonwencjonalne metody ochrony roślin w terenach zurbanizowanych, Metody i technika ochrony roślin, BHP z ergonomią, Integrowana ochrona roślin, Ochrona roślin, Pestycydy i ekologiczne skutki ich stosowania, Nowe tendencje w ochronie terenów zieleni. Tak liczne zajęcia z różnych przedmiotów, do których w większości opracował moduły kształcenia mają wpływ również na Jego aktywność naukową ale taka jest specyfika pracy nauczyciela akademickiego. Tak duże obciążenie dydaktyką powinno również być uwzględnione w ocenie całego dorobku Habilitanta. Był również promotorem pomocniczym obronionej w 2022 r. pracy doktorskiej.

Za osiągnięcia w pracy naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej wielokrotnie otrzymywał Nagrody JM Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie. Powyższy przegląd działalności dydaktycznej dr inż. Marka Kopackiego pozwala mi stwierdzić, że jest on wszechstronnym, zaangażowanym pracownikiem dydaktycznym, otwartym na nowe wyzwania i gotowym poszerzać zakres swojej wiedzy by móc ją przekazywać w ramach prowadzonych zajęć na różnych kierunkach. Świadczy o tym częsty udział w szkoleniach, kursach i warsztatach, zwłaszcza związanych z problematyką dotyczącą ochrony roślin.

**W mojej ocenie dorobek naukowo-badawczy Habilitanta w świetle wymogów formalnych jest wystarczający do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Świadczą o tym: osiągnięcie naukowe w postaci monografii, publikacje**



w czasopismach o światowym zasięgu, odbyte staże i szkolenia w zagranicznych ośrodkach naukowych, wygłoszone referaty na konferencjach oraz wskaźniki bibliometryczne.

Biorąc pod uwagę osiągnięcia naukowe dr inż. Marka Kopackiego stwierdzam, że Habilitant spełnia kryteria określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 i 3 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. z 2018 r. poz. 1668 ze zm.) stawiane kandydatom do stopnia doktora habilitowanego. W związku z powyższym pozytywnie opiniuję wniosek o nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie rolnictwo-ogrodnictwo.



prof. dr hab. Stanisław Mazur

Kraków, 31.07.2023 r.