

dr inż. Anita Schroeter-Zakrzewska  
Katedra Roślin Ozdobnych  
Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

**AUTOREFERAT**

**OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO I DOROBKU**

## SPIS TREŚCI

1. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe.....	3
2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	4
3. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.....	5
3.1. Tytuł osiągnięcia naukowego.....	5
3.2. Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.....	5
3.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania .....	6
3.4. Podsumowanie.....	19
3.5. Spis literatury.....	20
4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.....	24
4.1. Zastosowanie retardantów wzrostu w uprawie roślin ozdobnych.....	24
4.2. Zastosowanie regulatorów wzrostu w uprawie i przedłużaniu trwałości roślin ozdobnych.....	26
4.3. Możliwości wykorzystania kompostów w uprawie roślin ozdobnych.....	27
4.4. Zastosowanie szczepionek mikrobiologicznych w uprawie roślin ozdobnych.....	30
5. Podsumowanie.....	32

Imię i nazwisko **ANITA BARBARA SCHROETER-ZAKRZEWSKA**

### **1. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe**

1993-1998- studia na Wydziale Ogrodniczym Akademii Rolniczej w Poznaniu

#### **Tytuł zawodowy magistra**

1998 - tytuł zawodowy magistra inżyniera ogrodnictwa;

Praca magisterska pt. ” Ocena plonowania 13 odmian róż uprawianych w szklarni”

Opiekun dr hab. Anna Lisiecka

#### **Stopień doktora**

2005 - doktor nauk rolniczych z zakresu ogrodnictwa

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Ogrodniczy

Rozprawa doktorska pt. ” Wpływ retardantów na wzrost i kwitnienie wybranych roślin rabatowych”

Promotor: prof. dr hab. Marek Jerzy

Recenzenci:

dr hab. Anna Lisiecka (Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu)

prof. dr hab. Małgorzata Zalewska (Uniwersytet Technologiczno - Przyrodniczy w Bydgoszczy)

**Inne formy edukacji**

1995 - kurs dla Wychowawców Placówek Wypoczynku Dzieci i Młodzieży

1999-2003 Słuchacz Studium Doktoranckiego na Wydziale Ogrodnictwa Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu

2004 - kurs pedagogiczny

16-17.03.2011 – szkolenie „Sposoby pozyskiwania środków na realizację projektów badawczych (w tym z UE)”, Akademia Morska w Szczecinie

**2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych**

1999-2005 - starszy referent techniczny w Katedrze Roślin Ozdobnych na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

1.10.2005 - obecnie- adiunkt w Katedrze Roślin Ozdobnych na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu

listopad 2004 - luty 2005 – urlop macierzyński

styczeń 2012 - czerwiec 2012 – urlop macierzyński

**3. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. 2016 r. poz.882 ze zm. W Dz. U. z 2016 r. poz. 1311).**

### **3.1. Tytuł osiągnięcia naukowego**

Przedmiotem rozprawy habilitacyjnej jest monotematyczny cykl 7 publikacji naukowych pt. „**Jakość światła jako czynnik determinujący wzrost i rozwój wybranych gatunków roślin ogrodniczych**”

**3.2. Autor/autorzy, tytuł/tytuły publikacji, rok wydania, nazwa wydawnictwa** (kolejność według roku wydania)

**A.1. Schroeter-Zakrzewska A.** 2009. Wpływ barwy światła na jakość rozsady szaławii błyszczącej (*Salvia splendens* Buc'hoz Ex Etl.). Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 539: 633-640. [4 pkt MNiSW]

**A.2. Jerzy M., Zakrzewski P., Schroeter-Zakrzewska A.** 2011. Effect of colour of light on the opening of inflorescence buds and post-harvest longevity of pot chrysanthemums (*Chrysanthemum x grandiflorum* (Ramat.) Kitam). Acta Agrobotanica 64(3): 13-18. [7 pkt MNiSW]

**A.3. Schroeter-Zakrzewska A., Kleiber T.** 2014. The effect of light colour and type of lamps on rooting and nutrient status in cuttings of Michaelmas daisy. Bulgarian Journal of Agricultural Science 20(6): 1426-1434. [10 pkt MNiSW]

**A.4. Schroeter-Zakrzewska A.** 2015. Influence of the light colour on the seedling quality of French marigold and Scarlet sage. Bulgarian Journal of Agricultural Science 21(5): 951-956. [5 pkt MNiSW]

**A.5. Schroeter-Zakrzewska A., Borowiak K., Wolna-Maruwka A.** 2016. Effect of light quality and microbiological inoculum on geranium (*Pelargonium zonale*) gas exchange parameters. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca 44(1): 25-33. [IF= 0,547; 15 pkt MNiSW]

**A.6. Schroeter-Zakrzewska A., Kleiber T., Zakrzewski P.** 2017. The response of chrysanthemum (*Chrysanthemum x grandiflorum* (Ramat.) Kitam) cv. Covington to a different range of fluorescent and LED light. Journal of Elementology 22(3): 1015-1026. [IF= 0,641; 15 pkt MNiSW]

**A.7.** Kleiber T., Borowiak K., **Schroeter-Zakrzewska A.**, Budka A., Osiecki Sz. 2017. Effect of ozone treatment and light colour on photosynthesis and yield of lettuce. *Scientia Horticulturae* 217:130-136. [IF= 1,624; 35 pkt MNiSW]

Suma punktów = 91

Sumaryczny IF= 2,812

Oświadczenia współautorów prac dotyczące ich indywidualnego wkładu w powstanie publikacji zawiera załącznik 5. Żadna z wyżej wymienionych prac nie była częścią monotematycznego cyklu w innym postępowaniu habilitacyjnym.

### **3.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania**

Światło jest jednym z najważniejszych czynników środowiskowych wpływających na rozwój roślin. Natężenie światła oraz jego zmienność ulega wahaniom wynikającym ze zmian dobowych. Na ilość i jakość światła wpływa również kąt padania promieni słonecznych. Natężenie światła w Polsce w bezchmurny dzień wynosi 100 tys lux. W okresie od listopada do połowy lutego występują niekorzystne warunki świetlne. W tym okresie czas trwania usłonecznienia rzeczywistego wynosi 40-50 godzin a latem kształtuje się na poziomie 200-250 godzin miesięcznie (Jerzy 2000). W porównaniu do uprawy w gruncie ilość światła docierającego do roślin uprawianych pod osłonami jest o 20-40% mniejsza (Woźny 2015). Produkcja materiału wyjściowego: ukorzenionych sadzonek, czy siewek przypada na miesiące zimowe lub wczesnowiosenne. Uprawa roślin w okresie deficytu usłonecznienia wiąże się zatem z koniecznością doświetlania roślin co prowadzi w rezultacie do wzrostu kosztów produkcji. Aby uzyskać rośliny dobrej jakości doświetlanie jest zabiegiem niezbędnym.

Obserwowane zmiany klimatyczne powodowane emisją gazów cieplarnianych to jeden z ważniejszych problemów ochrony środowiska XXI wieku. Poszukuje się zatem rozwiązań, które pozwolą na zmniejszenie skutków tego zjawiska. Obecnie na świecie zaobserwować można trend do zastępowania szklarni i tuneli foliowych obiektami pozbawionymi dostępu

światła naturalnego, w których uprawa odbywa się w ściśle kontrolowanych warunkach. Istnieje w nich możliwość regulacji temperatury, intensywności i jakości światła, długości dnia, dokarmiania dwutlenkiem węgla, a także zużyciem wody i nawozów. Sygnalizuje się również, że w niedalekiej przyszłości woda stanie się zasobem deficytowym. Zatem uprawa w systemach zamkniętych, hydroponicznych będzie korzystnym rozwiązaniem w celu ograniczenia zużycia wody. W literaturze obiekty tego typu nazywane są fabrykami roślin (PFAL - Plant Factory Artificial Lighting) (Kang i in. 2014, Kozai 2018, Sakhonwasse i in. 2017). Są to zazwyczaj duże komory klimatyczne lub hale wyposażone w regały, na których znajdują się półki do uprawy roślin. Półki wyposażone są w lampy do oświetlania roślin. Uprawa na kilku poziomach zwiększa wydajność z powierzchni, jednocześnie zmniejsza koszty produkcji w porównaniu do uprawy w szklarni. Daje także możliwość uprawy w kilku cyklach niezależnie od pory roku i warunków zewnętrznych (Heming 2011, Watanabe 2011, Wolagen i Runkle 2014). Intensywny rozwój tego typu obiektów nastąpił od 2010 roku w krajach azjatyckich (Japonia, Taiwan, Korea, Chiny), Stanach Zjednoczonych oraz w Holandii (Goto 2011, 2012, Kozai i in. 2004, 2006, Kozai 2018, Kozai i Ohya 2006). W 2018 roku liczba komercyjnych obiektów w Japonii wynosiła 200, w Taiwanie 100 a około 500 w innych rejonach świata. Fabryki roślin i pojawiające się na świecie wertykalne farmy, które mogą wykorzystywać naturalne, jak i sztuczne światło wpisują się w trend nowoczesnego ogrodnictwa (Gang i Boldi 2014, Kozai 2018).

Do oświetlania można wykorzystać lampy fluorescencyjne lub jak to ma miejsce w ostatnich latach lampy diodowe (LED (Light Emitted Diode), które charakteryzują się długim okresem eksploatacji i możliwością dostosowania widma do konkretnych potrzeb roślin (Brown i in 1995, Morrow 2008, Reinders 2008). Ponadto są energooszczędne, mogą zredukować zużycie energii nawet do 80%. W przeciwieństwie do innych źródeł światła nie emitują energii cieplnej, w związku z tym mogą być umieszczone tuż przy roślinach. Dzięki zastosowaniu lamp diodowych można zwiększyć wydajność procesów fizjologicznych, przyspieszyć niektóre fazy rozwojowe a dodatkowym atutem jest to, że do ich budowy nie wykorzystuje się rtęci (Bian i in.2014, Bula i in. 1991, Massa i in. 2008, Woźny 2015).

Promieniowanie fotosyntetycznie czynne PAR (Photosynthetically Active Radiation) mieści się w zakresie promieniowania widzialnego, które składa się z fal o długości 380-760 nm. W jego skład wchodzi następujące barwy światła: fioletowa, niebieska, zielona, żółta, pomarańczowa i czerwona. Aktywne fotosyntetycznie jest przede wszystkim światło o barwie pomarańczowoczerwonej i fioletowoniebieskiej. Światło fioletowoniebieskie (400-480 nm)

jest absorbowane przez chlorofil *a* i *b*. Natomiast światło niebieskie i fioletowe również przez karoteny i ksantofile oraz kryptochrom. Światło zielone i żółte (500-600 nm) ogranicza fotosyntezę i formowanie organów, a także bierze udział w syntezie antocjanów. Gdy w zakresie widma docierającego do roślin istnieje przewaga dalekiej czerwieni do czerwieni, wówczas następuje intensywne wydłużanie pędu (Takachi i in. 2000). Sytuacja taka związana jest prawdopodobnie ze zwiększającą się pod wpływem dalekiej czerwieni zawartością giberelin odpowiedzialnych za wzrost elongacyjny (King 2006) Odwrotny efekt można uzyskać poprzez oświetlanie roślin światłem o barwie niebieskiej (Parks i in. 2001).

Na jakość roślin wpływ ma przebieg procesu fotosyntezy. Czynniki, które wywierają największy wpływ na aktywność fotosyntetyczną roślin oprócz światła są: temperatura, dostępność wody, dwutlenek węgla. Zarówno niedobór, jak i nadmiar któregośkolwiek z czynników mogą być niekorzystne dla roślin poprzez zachwianie intensywności fotosyntezy. Standardowymi parametrami wykorzystywanymi w badaniach wpływu czynników stresowych na rośliny są: intensywność fotosyntezy, intensywność transpiracji, przewodność aparatów szparkowych, wymiana dwutlenku węgla, fluorescencja chlorofilu. Badania Kima i in. (2004) dowodzą, że przewodność szparkowa wzrasta stopniowo nad ranem podczas uprawy roślin pod lampami fluorescencyjnymi emitującymi światło o barwie białej, a maleje pod koniec dnia. Tendencja ta jest mniej widoczna u roślin uprawianych pod lampami LED emitującymi światło o barwie czerwonej + niebieskiej, pod lampami LED barwy czerwonej + niebieskiej z dodatkiem światła o barwie zielonej emitowanej przez lampy fluorescencyjne, a także pod lampami fluorescencyjnymi emitującymi światło o barwie zielonej. Prawdopodobnie przewodność szparkowa zależna jest nie tylko od barwy światła, ale także od tego jakie lampy wykorzystuje się do oświetlania roślin (Goins 2002, Kim i in. 2004, Yorio i in. 2001). Istnieje ścisła zależność między jakością światła a aktywnością fotosyntetyczną jak również przewodnością szparkową. Większą aktywność fotosyntetyczną u wilczomleczu pięknego, pokrzelicy Forstera i sałaty odnotowano u roślin uprawianych pod lampami diodowymi w porównaniu do lamp sodowych (Domurath i in. 2012). Także u siewek pomidora uprawianych pod lampami diodowymi emitującymi światło o barwie czerwonej + niebieskiej, czerwonej + niebieskiej + zielonej i u storczyków rosnących pod niebieską, czerwoną+zieloną+niebieską barwą światła stwierdzono większy poziom fotosyntezy (Lee i in. 2011, Liu i in. 2011, Xiaoying i in. 2012).

O jakości roślin decyduje także ich pokrój. W uprawie roślin rabatowych i balkonowych pod osłonami, aby uzyskać odpowiedni pokrój, powszechnie stosuje się retardanty wzrostu. W



czasach restrykcji ekologicznych zastąpienie retardantów przede wszystkim niebieską barwą światła wydaje się być zatem istotnym rozwiązaniem. Aby uzyskać dobrą jakościowo rozsadę konieczne jest również zapewnienie optymalnej ilości składników pokarmowych.

Celem podjętych badań, przedstawionych jako osiągnięcie naukowe była ocena możliwości uprawy wybranych gatunków roślin o dużym znaczeniu w produkcji ogrodniczej, w warunkach sztucznego światła a także ich przechowywania w celu przedłużenia walorów dekoracyjnych.

### **Ocena wpływu barwy światła i typu lamp na kiełkowanie nasion i jakość rozsady szalwii błyszczącej i aksamitki rozpierzchłej (A.1., A.4.)**

Szałwia błyszcząca (*Salvia splendens*) i aksamitka rozpierzchła (*Tagetes patula*) należą do najpopularniejszych roślin kwiatnikowych produkowanych i uprawianych w Polsce. Dostępne są w postaci nasion lub rozsady sprzedawanej w paletach wielodoniczkowych.

Nasiona szalwii błyszczącej wysiano do palet wielodoniczkowych, które następnie zostały umieszczone w pokoju wzrostowym, na regałach wyposażonych w lampy fluorescencyjne TLD Philips. Lampy emitowały następujące barwy światła: dzienną, białą, niebieską, żółtą, zieloną i czerwoną. Natężenie promieniowania kwantowego wynosiło  $35 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ . Dodatkowo nasiona wysiano na płytkach Petriego. Stwierdzono, że barwa światła istotnie wpłynęła na kiełkowanie nasion i dalszy wzrost siewek. W największym procencie skiełkowały nasiona szalwii pod lampami emitującymi światło o barwie białej oraz niebieskiej, następnie czerwonej, zielonej i żółtej. Natomiast w najmniejszym procencie, zaledwie w 33% pod światłem dziennym. Siewki uprawiane pod czerwoną barwą światła rosły najszybciej. W porównaniu do pozostałych barw światła były najwyższe i przy tym najgorszej jakości. Rośliny miały pokładające się, wiotkie o najmniejszej średnicy pędy, a także najmniejszą świeżą i suchą masę. Podobnym tempem wzrostu i jakością charakteryzowała się rozsada uprawiana pod żółtą barwą światła.

W przypadku światła o barwie białej, dziennej i zielonej tempo wzrostu roślin było podobne. W pierwszych tygodniach uprawy najwolniej rosły siewki umieszczone pod lampami emitującymi światło o barwie niebieskiej. Końcowo jednak wysokość roślin była zbliżona do wysokości roślin uprawianych pod światłem białym, dziennym i zielonym.

Najdłuższy hypokotyl tworzyły siewki uprawiane pod lampami emitującymi światło o barwie żółtej i czerwonej. Był on o ponad 2 cm dłuższy w porównaniu do pozostałych siewek. Natomiast nie odnotowano istotnego wpływu barwy światła na długość epikotyłu, z wyjątkiem siewek rosnących pod światłem dziennym i czerwonym. Te różniły się istotnie między sobą. Ciemnozielonymi liśćmi o najwyższym indeksie zazielenienia charakteryzowały się rośliny uprawiane pod światłem o barwie czerwonej i niebieskiej. Siewki rosnące pod lampami emitującymi światło o barwie białej i niebieskiej charakteryzowały się dużą zarówno świeżą jak, i suchą masą. Natomiast najmniejszą te rosnące pod światłem żółtym i czerwonym.

W drugim doświadczeniu nasiona szaławii lśniącej (*Salvia splendens*) i aksamitki rozpierzchłej (*Tagetes patula*) wysiano na płytki Petriego oraz do palet wielodoniczkowych i umieszczono na regałach wyposażonych w lampy diodowe Leuchte LED Tube emitujące światło o barwie: białej, zielonej, niebieskiej, czerwonej a także białej + niebieskiej (50:50) i czerwonej + niebieskiej (75:25).

Zarówno u aksamitki jak, i u szaławii w największym procencie skielkowały nasiona poddane działaniu światła niebieskiego, a następnie mieszaniny barwy czerwonej + niebieskiej oraz białej + niebieskiej. U obu gatunków w najmniejszym procencie skielkowały nasiona pod białą barwą światła.

W przypadku szaławii lśniącej najlepszą jakość siewek uzyskano pod wpływem niebieskiej barwy światła, a także przy kombinacji czerwonej + niebieskiej oraz białej + niebieskiej barwy. Natomiast u aksamitki rozpierzchłej pod wpływem białej barwy światła a, także mieszaniny czerwonej + niebieskiej oraz białej + niebieskiej.

W porównaniu do roślin uprawianych pod pozostałymi barwami światła odznaczały się sztywniejszymi pędami, większymi i ciemniejszymi liśćmi, a także większą ich liczbą.

Reasumując można stwierdzić, że istotny wpływ na kiełkowanie i jakość siewek ma zarówno barwa światła jak, i typ lampy wykorzystywany do oświetlenia. Reakcja na barwę światła będzie także zależna od gatunku.

### **Ocena wpływu barwy światła i typu lamp na ukorzenianie i stan odżywienia sadzonek astra nowobelgijskiego (A.3.)**

Aster nowobelgijski (*Aster novi-belgii*) jest bardzo popularnym gatunkiem uprawianym na rabatach a, także na kwiat cięty pod osłonami. Obecnie pojawiły się także niskie odmiany o zwartym pokroju, które poleca się do uprawy w pojemnikach. Dzięki uprawie sterowanej możliwa jest sprzedaż kwitnących roślin nie tylko w terminie jesiennym. Produkt wyjściowy stanowią ukorzenione sadzonki.

Palety wielodoniczkowe z sadzonkami umieszczono w pokoju wzrostowym na regałach wyposażonych w lampy diodowe Leuchte LED Tube, a także fluorescencyjne TLD Philips emitujące światło: białe, zielone, niebieskie, czerwone, czerwone+niebieskie (75:25), niebieskie+białe (50:50). Długość dnia wynosiła 12 godzin, a natężenie promieniowania kwantowego  $35 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Ukorzenianie sadzonek było uzależnione od typu lampy oraz barwy światła. W przypadku lamp diodowych najwięcej ukorzenionych sadzonek otrzymano pod niebieską barwą światła (77,5%) i zieloną (70%). W przypadku lamp fluorescencyjnych było to odpowiednio 47,5% i 20%. W przypadku lamp fluorescencyjnych najwięcej sadzonek ukorzeniło się pod czerwoną + niebieską barwą światła (60%), a dla lamp diodowych było to odpowiednio 17,5%. Barwa światła i typ lampy nie miały wpływu na przyrost sadzonek na długość, z wyjątkiem czerwonej barwy światła emitowanej przez lampy fluorescencyjne. Najdłuższe korzenie niezależnie od typu lampy tworzyły się na sadzonkach ukorzenianych pod niebieską barwą światła. W przypadku lamp diodowych długie korzenie wyrastały także pod białą + niebieską oraz białą barwą światła. Czerwona barwa światła emitowana przez lampy fluorescencyjne także wpłynęła na tworzenie się na sadzonkach długich korzeni.

Typ lamp miał istotny wpływ na zawartość wapnia i sodu. Ukorzenianie sadzonek pod lampami fluorescencyjnymi przyczyniło się do wzrostu zawartości wapnia, a pod lampami diodowymi sodu. Typ lampy nie miał natomiast wpływu na zawartość azotu, fosforu, potasu i magnezu. W przypadku mikroelementów typ lampy miał wpływ na zawartość żelaza. Wyższe zawartości odnotowano pod wpływem lamp fluorescencyjnych. Barwa światła istotnie modyfikowała zawartość azotu, sodu, żelaza i manganu.

## **Ocena wpływu barwy światła na rozwój pąków kwiatostanowych i trwałość kwiatów chryzantemy wielkokwiatowej (A.2.)**

Chryzantemy uprawiane w doniczkach cieszą się ogromnym zainteresowaniem, szczególnie w okresie jesiennym, kiedy to wykorzystywane są nie tylko do dekoracji grobów ale również pojawiają się na balkonach i tarasach. W ostatnich latach wyraźnie zmieniają się kanały dystrybucji roślin ozdobnych. Sprzedaż tych roślin ma coraz częściej miejsce w dużych marketach lub dyskontach. Ze względu na nieodpowiednie warunki panujące w tego typu obiektach, rośliny po kilku dniach przechowywania tracą walory dekoracyjne co wiąże się z brakiem zainteresowania kupnem roślin. Aby uzyskać odpowiedź czy możliwe jest przechowywanie i przedłużenie walorów ozdobnych chryzantem stosując sztuczne światło, przeprowadzono doświadczenia, które miały na celu ocenę wpływu barwy światła na rozwój pąków kwiatostanowych i przedłużenie trwałości średniokwiatowej odmiany chryzantemy wielkokwiatowej (*Chrysanthemum x grandiflorum* Ramat./Kitam.) 'Leticia Time Yellow'.

Doświadczenia przeprowadzono w pokoju wzrostowym, w którym regały były wyposażone w lampy fluorescencyjne TLD Philips emitujące światło o barwie białej, niebieskiej, zielonej, żółtej i czerwonej. Natężenie promieniowania kwantowego wynosiło  $30 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$  a długość dnia 10 godzin. Doświadczenie obejmujące ocenę rozwijania pąków kwiatostanowych rozpoczynano w fazie ich makroskopowego rozwoju, w dniu w którym były jeszcze zielone i zamknięte, ale gotowe do wybarwienia się i dalszego rozwoju. W takiej fazie rośliny z tunelu foliowego przeniesiono do pokoju wzrostowego. Określono następnie czas trwania fazy wybarwienia się pąków kwiatostanowych oraz czas ich rozkwitania. W stadium pełni kwitnienia roślin, gdy połowa wszystkich koszyczków kwiatowych była całkowicie rozwinięta, zmierzono ich średnicę i policzono koszyczki będące w pełni rozkwitu.

W pierwszym roku doświadczenia najszybciej wybarwiały się pąki kwiatostanowe u roślin uprawianych pod niebieską i białą barwą światła, a najdłużej pod wpływem barwy zielonej. Barwa światła nie wywarła istotnego wpływu na liczbę rozwijających się koszyczków, a także ich wielkość. Wyjątek stanowiły rośliny uprawiane pod niebieską barwą światła, które tworzyły koszyczki o większej średnicy.

W drugim roku najszybciej rozwój następował także pod niebieską barwą światła a, najdłużej wybarwiały się i rozwijały pąki pod światłem o barwie czerwonej. Liczba i wielkość koszyczków istotnie zależały od barwy światła. Więcej koszyczków o większej średnicy

rozwinęło się pod wpływem białej i niebieskiej barwy światła. Większymi koszyczkami odznaczały się także rośliny rosnące pod zieloną barwą światła.

Obserwacje dotyczące trwałości rozpoczynano w stadium pełni kwitnienia. Po przekwitnięciu określono ich trwałość wyrażoną liczbą dni, jakie upłynęły od stadium pełni kwitnienia roślin do utraty przez nie wartości ozdobnej (tj. gdy przekwitła połowa szczytowych koszyczków kwiatowych) oraz policzono przekwitnięte koszyczki kwiatowe, ale tylko szczytowe.

Barwa światła nie miała wpływu na liczbę przekwitłych koszyczków kwiatowych. Natomiast rośliny przechowywane pod białą, niebieską i zieloną barwą światła zachowywały walory ozdobne, średnio przez 26-31 dni. Pod czerwoną i żółtą barwą światła rośliny dekoracyjność traciły po 20-22 dniach.

Podsumowując można stwierdzić, że barwa światła może regulować rozwój pąków kwiatostanowych. Barwa niebieska i biała powodują wcześniejszy rozwój oraz wydłużają trwałość przechowywanych roślin.

### **Ocena wpływu barwy światła i typu lamp na wzrost, kwitnienie i stan odżywienia chryzantemy wielkokwiatowej (A.6.)**

Doświadczenie przeprowadzone w dwóch cyklach miało odpowiedzieć na pytanie czy możliwa jest uprawa chryzantemy w warunkach sztucznego oświetlenia bez dostępu światła naturalnego. W tym celu ukorzenione sadzonki średnio kwiatowej odmiany chryzantemy wielkokwiatowej (*Chrysanthemum x grandiflorum* Ramat./Kitam.) 'Covington' posadzono po pięć do doniczek i umieszczono w pokoju wzrostowym. Rośliny uprawiano na regałach wyposażonych w lampy fluorescencyjne TLD Philips i diodowe LED Tube emitujące światło o barwie białej, niebieskiej, zielonej oraz kombinacji barwy białej + niebieskiej (50:50) a także czerwonej + niebieskiej (75:25). Natężenie promieniowania kwantowego wynosiło  $35 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ , a długość dnia 10 godzin. Temperatura powietrza wynosiła  $20^{\circ}\text{C}$  a wilgotność 70%.

Uprawa trwała do czasu, gdy połowa koszyczków kwiatowych w doniczkach rozwinęła się. Wówczas określono wysokość i średnicę roślin, liczbę pąków i kwiatostanów, średnicę koszyczków kwiatowych, a także indeks zieloności liści. Pobrano także liście w celu oznaczenia zawartości makro i mikroelementów.

Wcześniejsze kwitnienie odnotowano u roślin rosnących pod lampami diodowymi emitującymi światło o barwie białej i niebieskiej. Niezależnie od typu lamp większe koszyczki kwiatowe tworzyły się u roślin pod wpływem światła o barwie niebieskiej, natomiast najmniejsze pod wpływem mieszaniny czerwonej + niebieskiej barwy światła. Były to różnice w wielkości wynoszące około 1 cm. Czerwona barwa światła emitowana zarówno przez lampy fluorescencyjne, jak i diodowe wywarła niekorzystny wpływ na jakość roślin, przede wszystkim na obfitość kwitnienia i zabarwienie liści, które charakteryzowały się mniejszymi wartościami indeksu zieloności SPAD.

Zarówno barwa światła jak, i typ lampy miały wpływ na stan odżywienia roślin. Wyższe zawartości badanych makro i mikro składników (azotu, fosforu, wapnia, magnezu, siarki oraz żelaza, manganu, cynku i miedzi) odnotowano w liściach roślin uprawianych na regałach wyposażonych w lampy diodowe w porównaniu do lamp fluorescencyjnych. Typ lampy nie miał jedynie wpływu na zawartość potasu w liściach chryzantem. Analizując barwę światła zaobserwowano, że najmniejszą zawartość fosforu, potasu, wapnia, magnezu, siarki, żelaza i cynku w liściach uzyskano u roślin uprawianych pod wpływem mieszaniny barwy czerwonej + niebieskiej. Światło o barwie czerwonej miało negatywny wpływ na zawartość manganu i miedzi, światło zielone cynku i miedzi, niebieskie potasu a białe wapnia.

### **Ocena wpływu barwy światła, typu lamp i szczepionek mikrobiologicznych na aktywność fotosyntetyczną pelargonii rabatowej (A. 5.)**

Alternatywą do stosowania nawozów sztucznych może stać się użycie szczepionek mikrobiologicznych, w których skład wchodzi wyselekcjonowane szczepy bakterii, promieniowców i grzybów, wpływających na zdrowotność roślin, zawartość chlorofilu, a także wczesność kwitnienia (Boelens i in. 1994). Przykładem szczepionki, która budzi coraz większe zainteresowanie jest preparat EM (Efektywne Mikroorganizmy). W jego skład wchodzi bakterie *Streptomyces albus*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Streptococcus lactis*, pleśnie *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*, drożdże *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*, i nie określone bakterie *Lactobacillus* sp., *Rhodopseudomonas* sp. i promieniowce *Streptomyces griseus* (Formowitz i in., 2007).

Efektywne mikroorganizmy wydzielają do podłoża witaminy, kwasy organiczne, aminokwasy, antybiotyki, hormony, stymulatory wzrostu, a także substancje o charakterze antyutleniającym. Ponadto podłoża traktowane EM charakteryzuje zdolność do większego

magazynowania wody. Z kolei rośliny uprawiane w podłożach inokulowanych szczepionką mikrobiologiczną cechuje większa zawartość suchej masy, a przez to większa ilość wartościowych substancji (Daly i Stewart 1999). Również Stielow (2003) twierdzi, że wprowadzenie do podłoża szczepionki EM daje szereg pozytywnych efektów, tj. ograniczenie procesów gnilnych, lepsze ukorzenianie się roślin, zwiększenie odporności na suszę, przyspieszenie przemiany materii, zwiększenie efektu fotosyntezy, hamowanie rozwoju patogenów roślinnych, a także obfitsze kwitnienie roślin.

Istnieje ścisły związek pomiędzy roślinami a mikroorganizmami. Podstawową rolą mikroorganizmów w podłożu jest stała przemiana związków organicznych i mineralnych oraz udostępnianie składników pokarmowych roślinom. Drobnoustroje ściśle związane są z roślinami i ich systemem korzeniowym oraz wydzielinami korzeniowymi. Uczestniczą w przekształcaniu i udostępnianiu, a także rozkładzie substancji toksycznych. Odpowiedzialne są także za syntezę wtórnych metabolitów wpływających stymulująco na wzrost roślin (hormony wzrostowe roślin, fitochelatyny, kwasy organiczne, witaminy z grupy B). Mikroorganizmy wydzielają także substancje o działaniu toksycznym w stosunku do patogenów roślinnych czy organizmów zwierzęcych (antybiotyki, H<sub>2</sub>S), poprawiając w ten sposób kondycję i stan zdrowotny roślin (Marschner 2007). Inokulacja roślin szczepionkami wyselekcjonowanych mikroorganizmów przyczynia się do biologicznej kontroli korzeni przed wnikaniem patogenów, bierze udział w udostępnianiu roślinom substancji pokarmowych, a także w lepszym ukorzenianiu sadzonek (Barea i in.2002).

Ukorzenione sadzonki pelargonii rabatowej (*Pelargonium hortorum*) 'Tamara' posadzono do doniczek o średnicy 12 cm i uprawiano w szklarni. Po tygodniu od posadzenia rośliny potraktowano szczepionkami mikrobiologicznymi, które aplikowano dolistnie i dogłębowo w stężeniu 1:100. Zastosowano dwie szczepionki, dostępny na rynku preparat EM oraz szczepionkę BAF<sub>1</sub> stworzoną w Katedrze Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej UP w Poznaniu. która zawierała 15 szczepów bakterii, 5 szczepów promieniowców i 4 szczepy grzybów z gatunku *Trichoderma harzianum* pochodzących z kolekcji Instytutu Genetyki Roślin w Poznaniu.

Gdy rośliny osiągnęły wysokość około 30 cm i pojawiły się na nich pąki kwiatostanowe, przeniesiono je do pokoju wzrostowego, w którym temperaturę utrzymywano na poziomie 20<sup>0</sup>C, a długość dnia wynosiła 12 godzin. Natężenie promieniowania kwantowego wyrównano do 35 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> dla wszystkich barw światła i typów lamp.

Pomiary parametrów fotosyntezy przeprowadzono gdy, na roślinach rozwinęły się pierwsze kwiatostany. Za pomocą aparatu Ci 340 aa CID BIOSCIENCE Inc. Camas, USA wykonano następujące pomiary: aktywności fotosyntezy netto, przewodność aparatów szparkowych, współczynnik transpiracji, wewnątrzkomórkowe stężenie CO<sub>2</sub>.

W przypadku mieszaniny światła białego + niebieskiego typ lampy nie miał istotnego wpływu na poziom aktywności fotosyntezy netto oraz kumulacji CO<sub>2</sub> w przestworach międzykomórkowych. Natomiast istotnie wpłynął na przewodność aparatów szparkowych i transpirację. Wyższy poziom tych wskaźników odnotowano po zastosowaniu szczepionki BAF<sub>1</sub>.

Podobnie jak w przypadku wyżej omówionej barwy światła, także analizując białą barwę światła, typ lampy oraz rodzaj zastosowanej szczepionki nie miał wpływu na aktywność fotosyntezy netto. Istotny wpływ tego czynnika wykazano dla pozostałych ocenianych parametrów. Zwiększenie przewodności aparatów szparkowych odnotowano u roślin traktowanych szczepionką BAF<sub>1</sub> i uprawianych pod lampami diodowymi, a w przypadku transpiracji także po aplikacji szczepionki EM. Rośliny traktowane szczepionką BAF<sub>1</sub> i uprawiane na regałach wyposażonych w lampy fluorescencyjne wykazały zwiększenie zmagazynowania CO<sub>2</sub> w przestworach międzykomórkowych.

Światło czerwone nie wpływało na kumulację CO<sub>2</sub> w przestworach międzykomórkowych. Zarówno u roślin oświetlanych lampami diodowymi i fluorescencyjnymi. Także aplikacja szczepionek nie miała istotnego wpływu na ten wskaźnik. Istotnie większe wartości fotosyntezy netto, przewodności aparatów szparkowych i transpiracji odnotowano u roślin poddanych działaniu lamp diodowych i traktowanych preparatem EM.

Większe wartości fotosyntezy netto uzyskano u roślin poddanych działaniu szczepionek mikrobiologicznych i rosnących pod lampami fluorescencyjnymi emitującymi światło o barwie czerwonej + niebieskiej. W stosunku do roślin kontrolnych, te które były uprawiane pod lampami fluorescencyjnymi oraz te u których dolistnie i doglebowo aplikowano szczepionkę EM wykazywały większe wartości pozostałych wskaźników (transpiracji, przewodność aparatów szparkowych, stężenie CO<sub>2</sub>).

Typ lampy w przypadku emisji światła o barwie niebieskiej nie oddziaływał znacząco na aktywność fotosyntezy netto. Większy poziom przewodności aparatów szparkowych i współczynnika transpiracji odnotowano u roślin kontrolnych oświetlanych lampami



diodowymi. Jedynie u roślin poddanych działaniu szczepionki BAF<sub>1</sub> i rosnących pod lampami diodowymi zanotowano wzrost stężenia CO<sub>2</sub> w przestworach międzykomórkowych.

W świetle zielonym zaobserwowano wyraźny wpływ typu lampy na parametry fotosyntezy. Większymi wartościami fotosyntezy netto, przewodności aparatów szparkowych i współczynnika transpiracji charakteryzowały się rośliny uprawiane pod lampami diodowymi, niezależnie od inokulacji szczepionkami mikrobiologicznymi.

### **Ocena wpływu barwy światła i ozonu na plon, stan odżywienia i aktywność fotosyntetyczną sałaty (A.7.)**

Naturalny proces tworzenia się trójatomowych cząsteczek tlenu podczas wyładowań atmosferycznych znalazł zastosowanie w przenośnych generatorach ozonu pozwalających na wykorzystanie w nowoczesnym rolnictwie i ogrodnictwie. Ozon jest jednym z najsilniejszych środków odkażających. Wykazuje skuteczność w usuwaniu bakterii, grzybów, form przetrwalnikowych czy mikroorganizmów odpornych na działanie chloru. Działając na powierzchni nasion dezynfekuje okrywą nasienną, rozkłada pozostałości pestycydów oraz wtórne produkty metabolizmu grzybów pleśniowych (Klaptchuk 2004, Rodrigues i in.2015, Skrobacz i in. 2016). Jak podaje Sudhakar i in. 2011 ozonowanie może także przyspieszać kiełkowanie nasion pomidora i przerywać spoczynek.

Nasiona sałaty (*Lactuca sativa*) 'Subyana F<sub>1</sub>' oraz rozsadę w fazie trzech-czterech liści poddano 30 minutowemu działaniu ozonu w ilości 14 g O<sub>3</sub> h<sup>-1</sup> wytwarzanego przez generator ozonu Biosphera 14. Rośliny uprawiano w pokoju wzrostowym, w kostkach z wełny mineralnej o wymiarach 10 x 10 x 10 cm wstawionych do bezodpływowych pojemników o objętości 3,45 dm<sup>3</sup>. Regały w pokoju wzrostowym były wyposażone w lampy diodowe emitujące światło o natężeniu 70 μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup> i barwie białej, niebieskiej oraz białej + niebieskiej (50:50). Długość dnia wynosiła 12 godzin, a temperatura utrzymywana była na poziomie 22°C, przy wilgotności powietrza 65-70%. Rośliny podlewano dawką pożywki wynoszącą 150-300 ml na roślinę, utrzymując stały jej poziom na wysokości 2 cm. Za pomocą aparatu Ci 340 aa CID BIOSCIENCE Inc. Camas, USA wykonano następujące pomiary: aktywności fotosyntezy netto, przewodność aparatów szparkowych, współczynnik transpiracji, wewnątrzkomórkowe stężenie CO<sub>2</sub>.

Łączne ozonowanie nasion i rozsady istotnie obniżało plonowanie roślin. Mniejszą masą ( $30,3 \text{ g} \cdot \text{roślina}^{-1}$ ) cechowały się rośliny uprawiane pod światłem białym, natomiast większą masę ( $50,2 \text{ g} \cdot \text{roślina}^{-1}$ ) uzyskiwały rośliny poddane działaniu światła o barwie niebieskiej. Ozonowanie nasion nie wpływało istotnie na średni plon świeżej masy główek sałaty.

Barwa światła nie miała wpływu na średnią liczbę liści tworzących się na roślinie. Niezależnie od barwy światła najmniej liści tworzyły rośliny, które poddane były działaniu ozonu w postaci nasion oraz rozsady.

Sałata, której tylko nasiona były ekspozycje na ozon, odznaczała się istotnie większą wartością indeksu zieloności liści SPAD. Mniejszą wartość tego wskaźnika odnotowano u wszystkich roślin uprawianych pod białą barwą światła w stosunku do pozostałych barw.

Barwa światła i działanie ozonem miały wpływ na zawartość makro i mikroelementów w liściach sałaty.

Uprawa pod światłem niebieskim wpływała negatywnie na zawartość azotu i potasu w porównaniu do pozostałych barw. W przypadku fosforu wyraźny wzrost zawartości tego składnika odnotowano u roślin rosnących pod światłem o barwie białej + niebieskiej. Mniejszą zawartość wapnia oraz większą sodu stwierdzono u roślin, które rosły pod niebieską barwą oraz mieszaniną barwy białej + niebieskiej. W przypadku mikroelementów najmniejszą średnią zawartość w liściach sałaty oznaczono u roślin poddanych wpływowi światła o barwie białej + niebieskiej, a największą pod wpływem światła o barwie niebieskiej. Wyjątek stanowił mangan, w przypadku którego największą średnią zawartość oznaczono w liściach roślin oświetlanych światłem o barwie białej.

Ekspozycja na ozon, niezależnie od barwy światła, istotnie zwiększyła zawartość azotu w liściach w porównaniu do roślin kontrolnych. Łączne ozonowanie nasion oraz rozsady doprowadziło do zmniejszenia średniej zawartości pozostałych makroelementów w liściach. W przypadku mikroelementów traktowanie ozonem przyczyniło się do obniżenia ich średniej zawartości w liściach.

Zarówno barwa światła jak, i traktowanie ozonem miały wpływ na badane parametry fotosyntezy. Ozonowanie nasion i uprawa roślin pod białą + niebieską barwą światła przyniosły pozytywny efekt w odniesieniu do na badanych parametrach fotosyntezy.

### 3.4. Podsumowanie

- Barwa światła i typ lampy mają istotny wpływ na kiełkowanie i rozwój roślin
- Niebieską barwę światła można polecić do produkcji rozsady szalwii błyszczącej i aksamitki rozpierzchłej, a także do ukorzenia sadzonek astra nowobelgijskiego
- Wcześniejszy rozwój pąków kwiatostanowych chryzantemy oraz dłuższą trwałość przechowywanych roślin można uzyskać pod wpływem niebieskiej oraz białej barwy światła
- Lepiej odżywione chryzantemy uzyskać można wykorzystując do oświetlenia lampy diodowe
- Większy poziom fotosyntezy netto pelargonii rabatowej uzyskano pod lampami diodowymi. U roślin kontrolnych pod wpływem niebieskiej, a także czerwonej barwy światła, a u roślin traktowanych szczepionką BAF<sub>1</sub> zwiększenie poziomu fotosyntezy odnotowano pod wpływem białej + niebieskiej barwy światła
- Korzystny wpływ na badane parametry fotosyntezy ma ozonowanie nasion i uprawa sałaty pod białą + niebieską barwą światła emitowaną przez lampy diodowe

Przeprowadzone doświadczenia dowiodły, że możliwa jest uprawa roślin w warunkach całkowicie sztucznego światła o stosunkowo niskim natężeniu promieniowania kwantowego. Jakość światła może istotnie modyfikować cechy biometryczne, intensywność procesu fotosyntezy a także zawartość makro i mikroskładników w roślinach. Znajomość reakcji poszczególnych gatunków roślin na badane czynniki może być wykorzystana w praktyce ogrodniczej w celu optymalizacji uprawy lub przydatna w przechowywaniu roślin. W tym celu szczególnie godne polecenia są lampy diodowe, których testowanie wydaje się być bardzo istotne, bowiem z pewnością w niedalekiej przyszłości zastąpią stosowane do tej pory w laboratoriach lampy fluorescencyjne, a w szklarniach lampy sodowe.

### 3.5. Spis literatury

1. Barea J.M., Azcon R., Azcon-Aguilar C. 2002. Mycorrhizosphere interactions to improve plant fitness and soil quality. *Antonie van Leeuwenhoek* 81: 343.

2. Bian. Z.H., Yang Q.C, Liu W.K.2014. Effect of light quality on the accumulation of phytochemicals in vegetables produced in controlled environments: A review. J.Sci. Food Agricult., 95(5): 869-877.
3. Boelens J., Vande W., Verstaete W. 1994. Ecological importance of motility for plant growth- promoting rhizopseudomonas strain ANP 15. Soil Biology and Biochemistry 26: 269-277.
4. Bulla R.J, Morrow R.C., Tibbits T.W., Ignatius R.W., Martin T.S., Barta D.J. 1991. Light emitting diodes as a radiation source for plants. HortScience 26: 203-205.
5. Daly M.J., Stewart D.P.C. 1999. Influence of „Effective microorganism” (EM) on vegetable production and carbon mineralization- a preliminary investigation. J. Sustain. Agric. 14: 15.
6. Domurath N., Schroeder F.G., Glazed S. 2012. Light response curves of selected plants under different light conditions. Acta Horticulturae 956: 291-298.
7. Formowitz B., Elango F., Okumoto S., Muler T., Buerkert A. 2007. The role of „effective microorganisms” in the composting of banana (*Musa ssp.*) residue. J. Plant Nutr. Soil Sci. 170 (6): 722-728.
8. Goins G.D. 2002. Growth, stomatal, conductance and leaf surface temperature of Swiss chard grown under different artificial lighting technologies. Society of Automotive Engineers Technical Paper No. 2002-01-2338.
9. Goto E. 2011. Production of pharmaceutical materials using genetically modified plants grown under artificial lighting. Acta Hort. 907: 45-52.
10. Goto E. 2012. Plant production in a closed plant factory with artificial lighting. Acta Hort. 956: 37-50.

11. Graamans L., Baeza E., Dobbelsteen A., Tsafaras I., Stanghellini C. 2018. Plant factories versus greenhouses: Comparison of resource use efficiency. *Agricultural Systems* 160: 31-43.
12. Hemming S. 2011. Use of natural and artificial light in horticulture – Interaction of plant and technology. *Acta Hort.* 907: 25-35.
13. Kang J.H., Kumar S.K., Atulba S.L.S., Jeong B.R., Hwang S.J. 2013. Light intensity and photoperiod influence the growth and development of hydroponically grown leaf lettuce in a closed-type plant factory system. *Hort. Environ. Biotechnol.* 54(6): 501-509.
14. Kim H.H., Goins G.D., Wheeler R.M., Sager J.C. 2004. Stomatal conductance of lettuce grown under or exposed to different light qualities. *Annals of Botany* 94(5): 691-697.
15. Kim S.J., Hahn E.J., Heo J.W., Paek K.Y. 2004. Effects of LEDs on net photosynthesis rate, growth and leaf stomata of chrysanthemum plantlets *in vitro*. *Scientia Horticulturae* 101(1): 143-151.
16. King R. 2006. Light regulated plant growth and flowering: photoreceptors to genes, hormones and signals. *Acta Hort.* 711: 227-233.
17. Klaptchuk P. 2004. Method of destroying seed. World Patent n. WO089078, 7 abr. 2004, 21 out.
18. Kozai T. 2018. *Smart Plant Factory: The next generation indoor vertical farms*. Springer ISBN -78-981-13-1064-5.
19. Kozai T., Chun C., Ohyama K. 2004. Closed systems with lamps for commercial production of transplants using minimal resources. *Acta Hort.* 630: 239-252.
20. Kozai T., Ohyama K., Chun C. 2006. Commercialized closed systems with artificial lighting for plant production. *Acta Hort.* 711: 61-67.
21. Lee Y.I., Fang W., Chen C.C. 2011. Effect of six different LED light qualities on the seedlings growth of *Paphiopedilum* orchid *in vitro*. *Acta Hort.* 907: 389-392.

22. Liu X.Y., Chang T.T., Guo S.R., Xu Z.G., Li J. 2011. Effect of different light quality of LED on growth and photosynthetic character in cherry tomato seedlings. *Acta Hort.* 907:325-330.
23. Marschner P. 2007. Plant-microbe interactions in the rhizosphere and nutrient cycling. In: Marsner P., Rengel Z. (eds). *Nutrient Cycling in Terrestrial Ecosystems, Soil Biology*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 159-182.
24. Massa G.D., Kim H.H., Wheeler R.M., Mitchel C.A. 2008. Plant productivity in response to LED lighting. *HortScience* 43: 1951-1956.
25. Morrow R.C. 2008. LED lighting in horticulture. *HortScience* 43(7): 1947-1950.
26. Parks B., Folta K.M., Spalding E.P. 2001. Photocontrol of stem growth. *Current Opinion in Plant Biology*. 4:436-440.
27. Reinders U., Dueck T.A. 2008. LEDs are still the future of lighting. *Flower Tech* 11(60): 24-26.
28. Rodrigues V.O., Costa F.R., Nery M.C., Cruz S.M., Ferreira de Melo S.G., Moreira de Carvalho M.L. 2015. Treating sunflower seeds subjected to ozonization. *J.Seed Sci.* 37(3): 202-210.
29. Skrobacz K., Kosowski P., Józefczyk R., Antos P., Balawejder M. 2016. Ozonowanie jako nowoczesne narzędzie w rolnictwie. W (red) Łuczycka D. *Rolnictwo XXI wieku- problemy i wyzwania*. Idea Knowledge Future Wrocław, 300-307.
30. Sokhonwase S., Tummachai K., Nimnov N. 2017. Influences of LED light quality and intensity on stomatal behavior of three petunia cultivars grown in a semi-closed system. *Environ. Control Biol.* 55(2): 93-103.
31. Stielow G. 2003. Rich soil do not need of the fertilization. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 48(1): 20-22.

32. Sudhakar N., Nagendra-Prasad D., Mohan N., Hill B., Gunasekaran M., Murugesan K. 2011. Assessing influence of ozone in tomato seed dormancy alleviation. *Am. J.Plant Sci.* 2(3): 443-448.
33. Takaichi M., Shimaji H., Higashide T. 2000. Effect of red/far red photon flux ratio of solar radiation on growth of fruit vegetable seedlings. *Acta Hort.* 514: 147-156.
34. Watanabe H. 2011. Light – controlled plant cultivation system in Japan- development of vegetable factory using LEDs as a light source for plants. *Acta Hort.* 907: 37-44.
35. Wollaeger H.M., Runkle E.S. 2014. Growth impatiens, petunia, salvia and tomato seedlings under blue, green and red Light Emitting Diodes. *Hort Science* 49(6): 734-740.
36. Woźny A. 2015. Źródła światła wykorzystywane w produkcji ogrodniczej. *Prace Instytutu Elektrotechniki* 269: 47-54.
37. Xiaoying L., Shirong G., Taotao C., Zhigang X., Tezuka T. 2012. Regulation of the growth and photosynthesis of cherry tomato seedlings by different light irradiations of light emitting diodes (LED). *African Journal of Biotechnology* 11(22):.6169-6177.
38. Yorio N.C., Goins G.D., Kagie H.R., Wheeler R.M., Sager J.C. 2001. Improving spinach, radish and lettuce growth under red light emitting diodes (LEDs) with blue supplementation. *Hort Science* 36: 380-383.

#### **4. Omówienie pozostałych ważniejszych wyników badań**

##### **4.1.Zastosowanie retardantów wzrostu w uprawie roślin ozdobnych**

Retardanty wzrostu stosowane są powszechnie w uprawie roślin ozdobnych. Służą głównie do regulacji pokroju. Dzięki nim można uzyskać rośliny niższe, bardziej zwarte. Reakcja poszczególnych gatunków a nawet odmian nie jest jednakowa, dlatego celowe jest

testowanie różnych retardantów. Mimo coraz większych restrykcji ekologicznych są nadal powszechnie wykorzystywane przez producentów. Jednak ze względu na wysokie koszty zakupu preparatów poszukuje się tańszych zamienników lub preparatów, które pozwolą na zredukowanie liczby zabiegów.

Z tematyką retardantów związana jestem od początku pracy naukowej. Podejmowane przeze mnie badania dotyczyły wielu aspektów stosowania tej grupy regulatorów wzrostu i odnosiły się do kilku taksonów roślin kwiatnikowych i balkonowych.

Dolistna aplikacja jest najczęściej wykorzystywaną w praktyce metodą stosowania retardantów. Jednak warunkiem uzyskania wyrównanych roślin jest równomierne pokrycie roślin roztworem. Inną możliwością stosowania retardantów wzrostu jest podlewanie roślin. W badaniach testowałam także moczenie nasion czy opryskiwanie podłoża, w którym wysiano nasiona.

W przeprowadzonych doświadczeniach badałam retardanty wzrostu zarejestrowane w Polsce do uprawy roślin ozdobnych tj. daminozyd, który jest substancją czynną kilku preparatów dostępnych w handlu: Aksilary 85 SG, B-Nine 85 SP, Dazide Enchance 85 SG i fluroprimidol zawarty w preparacie Topflor 015 SL. Ze względu na wysoką cenę wymienionych preparatów producenci poszukują innych tańszych zamienników, które charakteryzują się podobnym działaniem. W związku z tym podjęto badania mające na celu ocenę wpływu preparatów wykazujących działanie hamujące wzrost, takich jak chloromekwat zawarty w preparacie Cycocel 460 SL oraz metkonazol zawarty w preparacie Caramba 60 SL.

Dolistnie i doglebowo testowałam daminozyd, fluroprimidol i chloromekwat w uprawie niecierpka Walleriana (*Impatiens walleriana*) i begonii stale kwitnącej (*Begonia semperflorens*). W doświadczeniach tych oprócz oceny wpływu retardantów na jakość roślin prześledzono także dynamikę wzrostu i kwitnienia roślin. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdziłam, że fluroprimidol zastosowany dolistnie i doglebowo zbyt silnie hamował wzrost i kwitnienie begonii stale kwitnącej. Natomiast w przypadku niecierpka Walleriana doglebowa aplikacja fluroprimidolu wykazała pozytywny następczy wpływ na kwitnienie roślin (C.10, C.13).

W przypadku doglebowego stosowania chloromekwatu, daminozydu i fluroprimidolu w uprawie dwóch odmian begonii stale kwitnącej i petunii ogrodowej (*Petunia atkinsiana*) stwierdziłam, że wpływ retardantów na jakość roślin zależał istotnie od odmiany, a także od zastosowanego preparatu. W przypadku begonii stale kwitnącej u odmiany 'Eureka Bronze



Rose' daminozyd i chloromekwat stymulowały wzrost roślin. Te same retardanty w przypadku drugiej odmiany 'Eureka Scarlet' hamowały wzrost roślin. Natomiast fluorprimidol istotnie ograniczał wzrost roślin, szczególnie begonii stale kwitnącej, w zależności od odmiany nawet o 66,7-79,3%. Podlewanie daminozydem pozwoliło na uzyskanie obficie kwitnących roślin begonii stale kwitnącej 'Eureka Scarlet' i petunii ogrodowej 'Prism Sunshine' (C.11).

Po raz pierwszy w Polsce stosowałam dolistnie metkonazol z grupy triazoli, zawarty w preparacie Caramba 60 SL w uprawie pelargonii rabatowej (*Pelargonium hortorum*) i chryzantemy wielkokwiatowej (*Chrysanthemum x grandiflorum*), a w przypadku aksamitki rozpięchłej do moczenia nasion i opryskiwania podłoża. U większości odmian pelargonii rabatowej nie udało się wyeliminować z uprawy retardantów wzrostu. Powszechnie w uprawie tego gatunku stosuje się chloromekwat. Prowadzono także badania nad wpływem innych retardantów, takich jak fluorprimidol i daminozyd. W badaniach własnych chloromekwat i metkonazol skutecznie hamowały wzrost i długość szypuł kwiatostanowych pelargonii rabatowej 'Aida' a także przyczyniły się do obfitszego kwitnienia. Rośliny tworzyły również większą liczbę, ciemniejszych liści w porównaniu do roślin kontrolnych. We współpracy z Katedrą Żywienia Roślin UP w Poznaniu oceniono także wpływ badanych substancji (chloromekwatu i metkonazolu) na stan odżywienia roślin makro i mikroelementami. Badane substancje wpływały na wzrost zawartości fosforu, przy jednoczesnym zmniejszeniu zawartości potasu. Nie wykazano natomiast wpływu stosowanych substancji na zawartość wapnia i magnezu. W przypadku azotu chloromekwat powodował wzrost zawartości tego pierwiastka w liściach. Dolistne traktowanie roślin chloromekwatem i metkonazolem zwiększało zawartość miedzi w górnych i dolnych liściach, żelaza w liściach górnych, zmniejszając zawartość w liściach dolnych. W przypadku sodu i manganu odnotowano odwrotne tendencje (C. 22, C .23, C. 24).

Chryzantema wielkokwiatowa ma duże znaczenie zarówno jako kwiat cięty, jak i gatunek do uprawy w doniczkach. W obu przypadkach w uprawie stosuje się preparaty kształtujące pokrój roślin, głównie retardanty wzrostu, np. daminozyd. Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń w trzech cyklach: wiosennym, letnim i jesiennym dowiodłam, że istnieje możliwość zastąpienia w uprawie chryzantemy wielkokwiatowej 'Leticia Time Yellow' daminozydu znacznie tańszym metkonazolem. Jego skuteczność zależy jednak od stężenia, dawki preparatu, liczby zabiegów i terminu uprawy.

W letnim terminie uprawy działanie metkonazolu zastosowanego raz w stężeniu 300 mg·dm<sup>3</sup> było porównywalne ze skutecznością daminozydu stosowanego dwukrotnie w stężeniu

2550 mg·dm<sup>3</sup>, a w uprawie jesiennej większe. Nie odnotowano przy tym opóźnień kwitnienia roślin (C. 27).

W przypadku aksamitki rozpierzchłej ‘Boy Golden’ stosowałam trzy metody aplikacji (moczenie nasion przed siewem, opryskiwanie podłoża po wysiewie, opryskiwanie siewek) metkonazolu zawartego w preparacie Caramba 60 SL oraz daminozydu w preparacie B-Nine 85 SP. Moczenie nasion w roztworze metkonazolu i opryskiwanie roślin roztworem daminozydu skutecznie hamowało wzrost roślin. Jednak metkonazol niekorzystnie wpłynął na kiełkowanie nasion (C.19).

#### **4.2. Zastosowanie regulatorów wzrostu w uprawie i przedłużaniu trwałości roślin ozdobnych**

W latach 2007-2012 brałam udział w badaniach dotyczących wpływu regulatorów wzrostu: kwasu giberelinowego i benzyloadeniny na wzrost, kwitnienie i przedłużanie trwałości wybranych gatunków roślin ozdobnych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że kwas giberelinowy przyspiesza o 11-16 dni, a benzyloadenina o 3-7 dni kwitnienie zawilca wieńcowatego (*Anemone coronaria*) ‘Sylphide’. Oba regulatory wzrostu wpływały na zwiększenie zawartości chlorofilu i karotenoidów oraz gromadzenie się cukrów w liściach tego gatunku (C. 20, C. 29).

W przypadku dwóch odmian niecierpka Walleriana ‘Spellbound Lilac’ i ‘Spellbound Pink Imtrarepu’ kwas giberelinowy aplikowano dolistnie w pięciu stężeniach: 10, 30, 50, 100, 150 mg·dm<sup>-3</sup>. Niezależnie od zastosowanego stężenia i odmiany kwas giberelinowy stymulował wzrost roślin. Pod jego wpływem na roślinach tworzyło się o 57,4-87,8% więcej pąków kwiatostanowych w porównaniu do roślin kontrolnych. Kwas giberelinowy wpłynął jednak niekorzystnie na wygląd roślin i zabarwienie liści (C.14).

Przedłużanie trwałości kwiatów ciętych jest przede wszystkim istotne w przypadku gatunków, które szybko tracą walory dekoracyjne. Do takich należy między innymi eustoma wielkokwiatowa (*Eustoma grandiflorum*). W przeprowadzonym doświadczeniu wykazano, że kondycjonowanie ciętych kwiatów eustomy wielkokwiatowej w roztworach wodnych kwasu giberelinowego przedłużało trwałość pozbiorną. Najtrwalsze kwiaty uzyskano w wyniku kondycjonowania w roztworze kwasu giberelinowego o stężeniu 50 mg·dm<sup>-3</sup> i przechowywaniu

w wodnym roztworze 8-hydroksycholiny o stężeniu  $200 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  z dodatkiem 2% sacharozy (C.15).

Oceniałam także wpływ regulatorów wzrostu na trwałość pozbiorną zieleni ciętej. W przypadku obrazków włoskich (*Arum italicum*) kondycjonowanie w roztworze kwasu giberelinowego o stężeniu  $100 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  i późniejsze umieszczenie w roztworze benzyloadeniny o stężeniu  $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  przedłużyło trwałość liści o 1-2 tygodnie (C.16).

Z kolei u zatrwanu szerokolistnego (*Limonium latifolium*) kondycjonowanie liści w kwasie giberelinowym o stężeniu 25 i  $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  lub umieszczenie ich bez kondycjonowania w roztworze benzyloadeniny o stężeniu 25,  $50 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$  wydłużało pozbiorną trwałość liści (C. 21).

#### **4.3. Możliwości wykorzystania kompostów w uprawie roślin ozdobnych**

Torf wysoki ze względu na dobre właściwości powietrzno-wodne, sorpcyjne i możliwość regulowania odczynem oraz zawartością makro i mikrośladników jest powszechnie stosowanym podłożem w uprawie roślin ozdobnych. Ze względu na intensywną eksploatację poszukuje się innych komponentów podłoży ogrodniczych, które mogłyby go choć w części zastąpić.

Właściwości podobne do torfu ma kompost, który uzyskiwany jest w aerobowym procesie rozkładu odpadów materii organicznej. Wszystkie resztki i odpady pochodzenia roślinnego, w tym także drzewne, nadają się do utylizacji metodami biologicznymi, jak kompostowanie. Odpady drzewne nadają się do kompostowania ze względu na dużą zawartość ligniny.

We współpracy z Zakładem Ochrony Środowiska i Chemii Drewna z Instytutu Technologii Drewna w Poznaniu oraz Katedrą Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej a także Katedrą Żywienia Roślin UP w Poznaniu przeprowadziłam doświadczenia mające na celu ocenę wpływu kompostów uzyskanych z drewna poużytkowego na wzrost, rozwój pelargonii rabatowej oraz paciorecznika ogrodowego.

Odpady drewna poużytkowego to zdeponowane na składowiskach zużyte i wyeksploatowane meble, stolarka budowlana (okna, drzwi, podłogi, konstrukcje), a także inne wyroby z drewna, które zakończyły swoją przydatność. W badaniach zastosowano dwa

warianty kompostów oznaczone symbolami OPA i OPB. Rośliny uprawiano w podłożach składających się z kompostów i torfu wysokiego w różnych kombinacjach objętościowych.

W przypadku pelargonii rabatowej większe dawki kompostu (100% i 75%) powodowały zahamowanie wzrostu roślin. Natomiast 25% dodatek kompostu do podłoża może być z powodzeniem wykorzystywany do uprawy pelargonii rabatowej (C.30).

Podobne rezultaty uzyskano u paciorecznika ogrodowego (*Canna x generalis*), u którego dodatkowo analizowano stan odżywienia roślin, a także liczebność mikroorganizmów oraz poziom ich aktywności enzymatycznej w podłożach, w których były uprawiane rośliny.

Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że rodzaj podłoża miał wpływ na cechy wegetatywne paciorecznika, takie jak wysokość roślin, liczba liści i ich zazielenienie. Duże dawki (100% i 75%) kompostów powodowały zahamowanie wzrostu roślin. Natomiast rośliny uprawiane w podłożach z dodatkiem 50% i 25% kompostu charakteryzowały się podobną jakością, co rośliny kontrolne. Rodzaj i dawka zastosowanego kompostu okazały się czynnikiem determinującym zmiany liczebności i aktywności mikroorganizmów w badanych podłożach, a także stanu odżywienia roślin (B.4, C.31).

Wprowadzenie nowoczesnych technologii oczyszczania ścieków spowodowało powstawanie większych ilości osadów ściekowych. Dotychczas były one deponowane na składowiskach odpadów, a tylko niewielka ich część wykorzystywana do celów nawozowych. W myśl ustawodawstwa Unii Europejskiej powinno dążyć się do utylizacji termicznej przez spalanie oraz zagospodarowania w rolnictwie. W związku z tym podjęłam badania przy współdziałaniu Katedry Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej, Instytutu Inżynierii Rolniczej oraz Katedry Ekologii i Ochrony Środowiska UP w Poznaniu, których celem było określenie wpływu kompostów sporządzonych na bazie osadów ściekowych na wzrost i kwitnienie werbeny ogrodowej (*Verbena hybrida*), szalwii błyszczącej (*Salvia splendens*) i aksamitki rozpierzchłej (*Tagetes patula*), a także ocena stanu mikrobiologicznego i biochemicznego podłoży.

Osady ściekowe z reguły kompostuje się z dodatkiem komponentów strukturotwórczych, którymi mogą być słoma, trociny, wióry, odpady zieleni miejskiej. W przeprowadzonych doświadczeniach osady ściekowe kompostowano w bioreaktorze z dodatkiem 20% trocin i 30 % słomy pszennej, kukurydzianej i łubinowej.

Jakość roślin istotnie zależała od gatunku, zastosowanego podłoża (składu i procentowego udziału). U werbeny ogrodowej zastosowane komposty stymulowały wzrost i tworzenie się pąków kwiatostanowych. Stwierdzono, że domieszki kompostów przyczyniły się do rozwoju grzybów pleśniowych i promieniowców, czego nie odnotowano w przypadku bakterii właściwych. Zaobserwowano również, że komposty niezależnie od zastosowanej dawki stymulowały aktywność dehydrogenaz. Do głównych czynników oddziałujących na aktywność enzymatyczną podłoży oraz zmiany liczebności badanych mikroorganizmów zaliczono wartość pH podłoża oraz fazę rozwojową roślin (B.1).

W przypadku szaławii lśniącej zastosowane komposty stymulowały wzrost roślin z wyjątkiem użycia samego kompostu. Rośliny uprawiane w kompoście z dodatkiem świeżej słomy kukurydzianej tworzyły dłuższe kwiatostany. Analizując uzyskane wyniki stwierdzono, że komposty wyprodukowane z komunalnych osadów ściekowych mogą być stosowane w uprawie szaławii lśniącej, ale jako dodatek do podłoża torfowego, bowiem zastosowanie samego kompostu wpływało niekorzystnie na badane cechy. Podłoża zawierające w swoim składzie komposty charakteryzowały się większą liczbą bakterii heterotroficzných i aktywnością fosfatazy kwaśnej w porównaniu do podłoża kontrolnego. Silniejsze namnażanie grzybów pleśniowych i promieniowców w stosunku do kontroli odnotowano w podłożach zawierających kompost K3 (50% osad ściekowy + 20% trociny + 30% słoma łubinowa) i kompost K4 (50% osad ściekowy + 20% trociny + 30% świeża słoma kukurydziana) Natomiast największy poziom aktywności ureazy odnotowano w podłożach zawierających kompost K1 (50% osad ściekowy + 20% trociny + 30% słoma pszenna) (B.7).

W uprawie aksamitki rozpierzchłej kompost z dodatkiem słomy łubinowej wpłynął negatywnie na jakość roślin, u których kwitnienie zostało zahamowane, a pędy ulegały deformacji. Silniejszy rozwój bakterii i grzybów odnotowano w kompoście z dodatkiem słomy łubinowej, a namnażanie promieniowców w kompoście K1, składającym się w 50% z osadu ściekowego + 20% trocin i 30% słomy pszennej (B. 8).

#### **4.4. Zastosowanie szczepionek mikrobiologicznych w uprawie roślin ozdobnych**

W uprawie roślin ozdobnych do tej pory preparat EM nie był stosowany. Dlatego podjęłam wspólnie z Katedrą Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej UP w Poznaniu badania nad wpływem tego preparatu na wzrost i kwitnienie roślin ozdobnych. W przypadku pelargonii rabatowej 'Andria' rośliny uprawiano w dwóch rodzajach podłoża: odkwaszonym torfie wysokim o raz torfie z dodatkiem glinki. Rośliny jednorazowo potraktowano preparatem EM

rozcieńczonym w wodzie w różnych proporcjach (1:10, 1:50, 1:100). Szczepionkę aplikowano dolistnie opryskując rośliny dawką 10 cm<sup>3</sup> na roślinę oraz doglebowo w dawce 50 cm<sup>3</sup> na doniczkę. Dolistna i doglebowa aplikacja wywarła pozytywny wpływ na kwitnienie roślin, nie miała natomiast wpływu na wysokość roślin i liczbę liści. Indeks zieloności liści SPAD oraz zawartość chlorofilu *a+b* w liściach zależały od rodzaju podłoża, w którym uprawiana była pelargonja, a także od sposobu aplikacji i stężenia preparatu EM. Niezależnie od stężenia EM i rodzaju podłoża dolistna i doglebowa aplikacja przyczyniła się do zwiększenia poziomu dehydrogenaz (C.32).

Celem drugiego doświadczenia było określenie dynamiki rozwoju wybranych grup mikroorganizmów oraz aktywności dehydrogenaz w podłożu, w którym uprawiano pelargonję rabatową 'Trend Lavender' a także ocena jakości roślin. Podobnie jak w pierwszym doświadczeniu rośliny uprawiano w dwóch rodzajach podłoża- odkwaszonym torfie wysokim oraz torfie z dodatkiem glinki. Po posadzeniu roślin potraktowano preparatem EM rozcieńczonym w wodzie w proporcjach 1:10, 1:50, 1:100. Preparat aplikowano dolistnie i doglebowo w ilości 10 cm<sup>3</sup> na roślinę lub doniczkę. Próbkę podłoża pobierano w trzech fazach: po posadzeniu, w fazie wzrostu wegetatywnego i w fazie kwitnienia. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że wprowadzenie do podłoża torfowego szczepionki w postaci EM przyczyniło się do zahamowania rozwoju grzybów pleśniowych, wzrostu liczebności bakterii i promieniowców oraz wzrostu aktywności dehydrogenaz. Badania pozwoliły na stwierdzenie, że dolistna aplikacja EM 1:10 hamuje rozwój badanych drobnoustrojów. Największą liczbę bakterii, promieniowców i aktywność dehydrogenazy odnotowano w fazie kwitnienia roślin. Zastosowana szczepionka w postaci preparatu EM nie miała wpływu na wysokość roślin, liczbę liści i indeks zieloności, a także na długość szypuły kwiatostanowej. Zaobserwowano natomiast korzystny wpływ preparatu na liczbę kwiatów i pąków, a także wczesność kwitnienia. Ponadto badania wykazały zmniejszenie zawartości chlorofilu *a+b* w liściach u roślin uprawianych w podłożu torfowym z dodatkiem glinki, a zwiększenie u roślin uprawianych w odkwaszonym torfie (C.26).

Preparat EM stosowałam także w uprawie aksamitki rozpierzchłej dolistnie, doglebowo i łącznie podlewając oraz opryskując rośliny w różnych proporcjach 1:10, 1:50, 1:100. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdziłam, że łączne stosowanie roztworu preparatu EM 1:100 przyczyniło się do tworzenia na roślinie większej liczby liści o ciemniejszym zabarwieniu, a także większej liczby kwiatostanów. Wykazano także, że, głównym czynnikiem determinującym poziom aktywności badanych enzymów była faza rozwojowa roślin. Preparat

EM korzystnie wpływał na poziom aktywności fosfatazy kwaśnej, nie wykazano natomiast jego stymulującego wpływu na aktywność ureazy czy dehydrogenaz (C. 33).

Bakterie są jedną z najważniejszych grup mikroorganizmów biorących udział w udostępnianiu składników odżywczych roślinom oraz zabezpieczaniu roślin przed atakiem patogenów. Obok bakterii właściwych drugą pod względem liczebności grupę mikroorganizmów prowadzących ważne przemiany złożonych związków węgla w podłożu stanowią promieniowce. Ponadto wykazują one właściwości fitosanitarne dzięki produkcji antybiotyków. Zasadniczą rolę w krążeniu substancji pokarmowych oraz przepływie energii odgrywają grzyby pleśniowe. W związku z powyższym w kolejnych badaniach testowałam szczepionkę mikrobiologiczną o nazwie BAF<sub>1</sub> sporządzoną w Katedrze Mikrobiologii Ogólnej i Środowiskowej UP w Poznaniu, w skład której wchodziło 30 szczepów bakterii, 10 szczepów promieniowców i 4 szczepy grzybów z gatunku *Trichoderma atroviride*.

W uprawie aksamitki rozpierzchłej łączne dolistne i doglebowe zastosowanie szczepionki 1:100 przyczyniło się do tworzenia większej liczby ciemniejszych liści i większej liczby kwiatostanów. Większą zawartość chlorofilu w liściach odnotowano u roślin, które były opryskiwane roztworem szczepionki BAF<sub>1</sub> w proporcji 1:10. Zastosowana szczepionka nie miała wpływu na liczbę analizowanych grup mikroorganizmów jak również na aktywność ureazy, fosfatazy i dehydrogenazy (B.6).

W uprawie szałwii błyszczącej wykorzystano szczepionkę BAF<sub>1</sub> o zmodyfikowanym składzie, która zawierała 15 szczepów bakterii, 5 szczepów promieniowców i 4 szczepy grzybów z gatunku *Trichoderma harzianum* pochodzących z kolekcji Instytutu Genetyki Roślin w Poznaniu.

U odmiany 'Saluti Red' dolistna aplikacja szczepionki BAF<sub>1</sub> w proporcji 1:10 przyczyniła się do rozwoju mikroorganizmów. Natomiast największą aktywność dehydrogenaz odnotowano po dolistnym zastosowaniu szczepionki w proporcji 1;50. Istotna była również faza wzrostu roślin, bowiem większe namnażanie bakterii i promieniowców, a także większą aktywność dehydrogenaz zaobserwowano w fazie kwitnienia roślin, a grzybów w fazie wzrostu wegetatywnego. Większą zawartość chlorofilu w liściach odnotowano u roślin podlewanych roztworem szczepionki w proporcji 1:50 oraz opryskiwanych roztworem 1:100. Opryskiwanie oraz łączne stosowanie niezależnie od zastosowanej dawki stymulowało wzrost kwiatostanów. Wysokość piętra liści istotnie zależała od dawki zastosowanej szczepionki oraz sposobu jej aplikacji. Wyraźnie wyżej były ułożone liście u roślin, które były opryskiwane roztworem

szczepionki, niezależnie od jej dawki. Na pozostałe cechy morfologiczne, takie jak liczba, szerokość i długość liści oraz ich zazielenienie szczepionka nie wywarła istotnego wpływu (B.2).

W przypadku odmiany 'Salvano' szczepionka BAF<sub>1</sub> stymulowała rozwój bakterii i grzybów po posadzeniu roślin i w fazie kwitnienia. Natomiast hamowała rozwój promieniowców oraz aktywność dehydrogenazy, fosfatazy i ureazy. Na jakość roślin nie wywarła znaczącego wpływu z wyjątkiem długości i świeżej masy kwiatostanów. Nie wpłynęła także znacząco na cechy wegetatywne roślin (B.5).

### **Podsumowanie**

Podsumowując, moje zainteresowania badawcze związane są z regulacją pokroju roślin i optymalizacją uprawy roślin z wykorzystaniem przyjaznych środowisku metod uprawy.

Mój dorobek naukowy łącznie z pracami uwzględnionymi w cyklu powiązanych tematycznie, stanowiących osiągnięcie naukowe obejmuje autorstwo i współautorstwo 49 oryginalnych prac twórczych (po doktoracie w okresie mianowania na stanowisko adiunkta 41), 17 streszczeń w materiałach konferencyjnych, 4 rozdziałów w monografiach oraz 144 publikacji popularno-naukowych. Uzyskałam łącznie 406 punktów według klasyfikacji MNiSW zgodnie z rokiem wydania (tabela 1).

Opublikowany dorobek charakteryzują następujące wskaźniki. Sumaryczny Impact Factor wg listy Journal Citation Reports (JCR) zgodnie z rokiem wydania wynosi 8,03. Liczba cytowań wg bazy Web of Science wynosi 29 (23 bez autocytowań), a Index Hirscha wg bazy Web of Science = 3.

W ramach działalności naukowej byłam kierownikiem jednego projektu badawczego finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki, a w drugim głównym wykonawcą. Ponadto brałam udział jako główny wykonawca w projekcie finansowanym przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości.

Uczestniczyłam aktywnie w 16 konferencjach o zasięgu międzynarodowym i krajowym. Współorganizowałam dwie konferencje krajowe poświęcone hortiterapii.

Prowadzę lub prowadziłam zajęcia dydaktyczne (ćwiczenia i wykłady) na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych I i II stopnia na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury



Krajobrazu na kierunkach: Ogrodnictwo, Architektura Krajobrazu, Medycyna Roślin, również dla studentów anglojęzycznych na kierunku Ogrodnictwo z przedmiotu Commercial production of ornamental plants. Ponadto prowadzę ćwiczenia i wykłady w ramach Studiów Podyplomowych Hortiterapia realizowanych na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu.

Sprawowałam opiekę naukową nad 46 studentami realizującymi prace dyplomowe. Pod moją opieką zrealizowano 20 prac magisterskich i 26 prac inżynierskich na kierunku Ogrodnictwo oraz Architektura Krajobrazu.

Jestem członkiem dwóch Zespołów ds. Jakości Kształcenia na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu dla kierunku Ogrodnictwo oraz Architektura Krajobrazu. Ponadto pełnię funkcję wydziałowego koordynatora Uczelnianego Repozytorium Prac Dyplomowych. Czynnie biorę udział w promocji Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu.

Recenzowałam publikacje naukowe w czasopismach zagranicznych, takich jak: *Scientia Horticulturae*, *The Journal of Animal and Plant Sciences*, *Canadian Journal of Plant Science*, *African Journal of Biotechnology* oraz w czasopismach krajowych: *Folia Horticulturae*, *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica*, *Nauka Przyroda Technologie*.

Szczegółowe dane bibliometryczne oraz zestawienie opublikowanych prac naukowych, a także informacje o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki zawiera załącznik 5.

Człowiek w pojedynkę zdziała niewiele. Przedstawiony do oceny dorobek naukowy zapewne nie powstałby, gdybym na swojej drodze nie spotkała wyjątkowego Nauczyciela śp. prof. dr hab. Marka Jerzego, a także mojego męża oraz życzliwych osób, z którymi powstały wspólne projekty badawcze i publikacje.

Tabela 1. Zestawienie całkowitego dorobku naukowego, z włączeniem prac osiągnięcia naukowego

publikacje	łączna liczba	łączny IF	punktacja w roku wydania	punktacja MNiSW 2016 r.
oryginalne prace twórcze umieszczone w bazie Journal Citation Reports				
Acta Scientiarum Polonorum- Hortorum Cultus	12	8,03	185	205
Archives of Environmental Protection				
Drewno				
Fresenius Environmental Bulletin				
Folia Horticulture				
Horticultural Science				
Journal of Elementology				
Notuale Botanicae Horti Agrobotanici Cluj Napoca				
Polish Journal of Environmental Study				
pozostałe oryginalne publikacje naukowe				
Acta Agrobotanica	37		181	378
Aparatura badawcza i Rozwojowa				
Bulgarian Journal of Agricultural Science				
Ecological Chemistry and Engineering A				
EJPAU (Electronic Journal of Polish Agricultural Universities)				
Journal of Fruit and Ornamental Plant Research				
Nauka Przyroda Technologie				
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych				
Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej w Krakowie				
Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu				
inne publikacje				
rozdziały w monografiach	4			
streszczenia konferencyjne	17			
publikacje popularno-naukowe	144			
<b>suma</b>	<b>214</b>	<b>8,03</b>	<b>406</b>	<b>603</b>

Anita Schroeter-Zakrzewska

