



Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
Katedra Warzywnictwa



ZAŁĄCZNIK 2.

dr inż. Alina Kałużewicz

AUTOREFERAT

osiągnięcia naukowego i dorobku

Poznań 2018

Spis treści

1. Imię i nazwisko: ALINA KAŁUŻEWICZ	3
2. Edukacja i przebieg pracy naukowej	3
3. Przebieg pracy zawodowej.....	3
4. Omówienie osiągnięcia naukowego	4
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego.....	4
4.2 Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego:	4
4.3. Wstęp.....	5
4.4. Cel badań i omówienie wyników zawartych w publikacjach stanowiących osiągnięcie naukowe	7
5. Omówienie pozostałych ważniejszych wyników badań.....	19
5.1. Plonowanie szparaga lekarskiego (<i>Asparagus officinalis</i> L.) w zależności od odmiany.....	19
5.2. Wpływ wybranych czynników na wzrost i rozwój brokuła oraz wielkość plonu i jakość róż	21
5.3. Badania dotyczące innych gatunków warzyw	27
5.4 Wpływ długości okresu naświetlenia i temperatury na wzrost roślin przyprawowych i warzywnych uprawianych w pojemnikach	29
5.5 Badania dotyczące grzybów uprawnych.....	30
6. Podsumowanie.....	30

1. Imię i nazwisko: ALINA KAŁUŻEWICZ

2. Edukacja i przebieg pracy naukowej

1987 - 1992 – studia na Wydziale Ogrodniczym Akademii Rolniczej w Poznaniu.

Tytuł zawodowy magistra

1992 - tytuł magistra inżyniera ogrodnictwa;

Praca magisterska pt. „Przydatność dwudziestu odmian szparaga do uprawy na bielone wypustki”.

Opiekun: prof. dr hab. Mikołaj Knaflewski

Stopień doktora

2007 – dr nauk rolniczych z zakresu ogrodnictwa;

Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu, Wydział Ogrodniczy.

Rozprawa doktorska pt. „Wpływ temperatury w uprawie polowej na plonowanie i jakość róż brokuła”.

Promotor: prof. dr hab. Mikołaj Knaflewski.

Recenzenci: prof. dr hab. Mirosława Ziombra (Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu);
prof. dr hab. Eugeniusz Kołota (Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu).

3. Przebieg pracy zawodowej

- 1992-1996 – Rolnicze Gospodarstwo Doświadczalne Swadzim-Złotniki, Gospodarstwo Marcelin, Katedra Warzywnictwa, specjalista
- 1997-2008 – specjalista w Katedrze Warzywnictwa Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu,
- 2008-2009 – asystent w Katedrze Warzywnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu,
- 2010-obecnie - adiunkt w Katedrze Warzywnictwa Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu,

4. Omówienie osiągnięcia naukowego

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

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Przedmiotem mojej rozprawy habilitacyjnej jest monotematyczny cykl pięciu publikacji naukowych pt. **Wpływ biostymulatorów na plonowanie oraz przebieg wybranych procesów metabolicznych u brokoła (*Brassica oleracea* var. *italica*).**

4.2 Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego:

Lp. ¹	Oryginalna praca twórcza	pkt. ²	IF ³
A.1.	Kałużewicz A. , Spiżewski T., Krześciński W., Zaworska A. 2018. The effect of biostimulants on yielding and quality of broccoli heads during storage. <i>Nauka Przyroda Technologie</i> 12 (1): 45-54.	9	--
A.2.	Kałużewicz A. , Gąsecka M., Spiżewski T. 2017. Influence of biostimulants on phenolic content in broccoli heads directly after harvest and after storage. <i>Folia Horticulture</i> 29 (2): 221-230.	14	0,359
A.3.	Kałużewicz A. , Krześciński W., Spiżewski T., Zaworska A. 2017. Effect of biostimulants on several physiological characteristics and chlorophyll content in broccoli under drought stress and re-watering. <i>Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca</i> 45 (1): 197-202.	15	0,480
A.4.	Kałużewicz A. , Bączek-Kwinta R., Krześciński W., Spiżewski T., Zaworska A. 2018. Effect of biostimulators on chlorophyll fluorescence parameters of broccoli (<i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i>) under drought stress and rewatering. <i>Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus</i> 17(1): 99-108.	20	0,523
A.5.	Kałużewicz A. , Bosiacki M., Spiżewski T. 2018. Influence of biostimulants on the content of macro- and micronutrients in broccoli plants exposed to drought stress. <i>Journal of Elementology</i> 23(1): 287-297.	15	0,641
Razem:		73	2,003

¹ numeracja oryginalnych prac twórczych odpowiada kolejności ich omawiania

² punkty wg MNiSW za publikację zgodne z rokiem wydania

³ IF publikacji zgodny z rokiem wydania

Oświadczenia Współautorów prac dotyczące ich indywidualnego wkładu w powstanie publikacji zawiera Załącznik 6. Żadna z w/w prac nie była częścią monotematycznego cyklu.

4.3. Wstęp

Brokuł włoski (*Brassica oleracea* var. *italica*) jest rośliną należącą do warzyw kapustowatych (*Brassicaceae*). Cechą wyróżniającą brokuł jest jego wysoka wartość biologiczna związana z zawartością takich związków jak witamina C, polifenole, związki indolowe, glucorafina i jej pochodna-sulforafan (LIANG I IN. 2006). Wszystkie te związki charakteryzują się silnymi właściwościami antyoksydacyjnymi, przy czym najsilniejsze działanie ma sulforafan, którego działanie antynowotworowe nie ogranicza się tylko do fazy wstępnej procesu karcenogenezy, lecz również aktywnie hamuje proliferację komórek nowotworowych i przerzutowanie (MORENO I IN. 2006). Zawartość tych związków zależy od wielu czynników, wśród których do najważniejszych należą: czynniki klimatyczne, agrotechniczne, sposób traktowania po zbiorze oraz przechowywanie.

W ostatnich latach w ogrodnictwie do ważnych czynników agrotechnicznych zalicza się stosowanie preparatów wpływających na wzrost i rozwój roślin, czyli tzw. biostymulatorów. Według KAUFFMAN I IN. (2007) organiczne biostymulatory można podzielić na trzy główne grupy: zawierające związki humusowe, wolne aminokwasy i wolne łańcuchy peptydowe i ekstrakty z glonów morskich. Biostymulatory zawierające wolne aminokwasy powstają w procesie chemicznej i enzymatycznej hydrolizy zarówno białek roślinnych i zwierzęcych (DU JARDIN 2015). Do produkcji biostymulatorów opartych o ekstrakty z glonów morskich wykorzystuje się około 200 gatunków, przy czym najpopularniejszy jest *Ascophyllum nodosum* (UGARTE I IN. 2006, HONG I IN. 2007). Ekstrakty z glonów morskich zawierają polisacharydy (RAYORATH I IN., 2009), związki polifenolowe (HOLDT I KRAAN 2011) oraz fitohormony takie jak: auksyny, cytokininy, gibereliny, kwas abscysynowy i brasinosteroidy (STIRK I IN. 2014). Działanie biostymulatorów na roślinę jest wielokierunkowe, poprzez wpływ zarówno na podstawowy jak i wtórny metabolizm. Poprzez zmianę aktywności enzymów uczestniczących w metabolizmie węgla i azotu (ERTANI 2013) powodują wzrost wydajności procesu fotosyntezy a w efekcie tego wzrost plonu.

Efekt plonotwórczy biostymulatorów może się różnić w zależności od rodzaju substancji aktywnej danego biostymulatora oraz od gatunku rośliny. Według GRABOWSKIEJ I KUNICKIEGO (2009) zastosowanie Aminoplantu i Goëmar Goteo nie wpłynęło na zwiększenie plonu u brokuła w uprawie wiosennej (GRABOWSKA I KUNICKI 2009). Biostymulatory peptydowe nie miały wpływu na wielkość plonu selera, jednak wpływ taki stwierdzono po zastosowaniu

ekstraktu z alg morskich (SHEHATA I IN. 2011). Wzrost plonu ogórka po zastosowaniu preparatów wykonanych na bazie alg morskich potwierdził również AHMED I SHALABY (2012).

Biostymulatory mogą poprawiać cechy jakościowe uprawianych roślin poprzez wzrost zawartości takich związków jak np. cukry, witaminy i związki polifenolowe (GAJEWSKI I IN. 2008, SHEHATA I IN. 2011, FAN I IN. 2013, LOLA-LUZ 2013, 2014).

Rośliny w uprawie polowej często narażone są na działanie warunków stresowych. Do najczęściej występującego stresu należy stres związany z brakiem wody w glebie, czyli stres suszy. U roślin poddanych temu stresowi następują liczne zmiany zarówno fizjologiczne jak i biochemiczne, wynikiem których są zaburzenia we wzroście i rozwoju roślin (WU I IN. 2012). Silny stres prowadzi do zakłócenia struktury i metabolizmu komórkowego, wynikiem którego jest ograniczenie, bądź nawet zatrzymanie procesu fotosyntezy i śmierć rośliny (SHAO I IN. 2008). Jedną z metod podniesienia u roślin odporności na stres jest stosowanie biostymulatorów (ERTANI I IN. 2013, COLLA I IN. 2015, CALVO I IN. 2014). Według ERTANI I IN. (2013) biostymulatory wyprodukowane na bazie hydrolizatów białkowych zwiększały tolerancję roślin na stres poprzez aktywację metabolizmu wtórnego, czego efektem był wzrost zawartości związków fenolowych. W wyniku zastosowania biostymulatorów następowała aktywacja genu odpowiedzialnego za produkcję enzymu amoniakolizy L-fenylalaninowej (PAL), którego obecność świadczy o produkcji substancji związanych z przekazywaniem sygnałów indukujących miejscową i systemową odporność rośliny (SCHIAVON I IN. 2010). Aktywacji wtórnego metabolizmu sprzyja zawartość proliny i betainy zarówno w biostymulatorach peptydowych jak i wyprodukowanych z alg morskich (APONE I IN. 2010). Betaina łagodzi stres osmotyczny oraz wpływa na wzrost zawartości chlorofilu co w efekcie prowadzi do wzrostu plonu. Inny mechanizm działania ekstraktów z alg morskich polega na bezpośrednim wpływie na system regulujący zamykanie aparatów szparkowych. Mimo, iż dokładny skład chemiczny ekstraktów uzyskanych z alg morskich nie jest znany, prawdopodobna jest w nich obecność cząsteczek aktywujących szlaki sygnałowe prowadzące do zamknięcia aparatów szparkowych i w konsekwencji tego zwiększenia odporności na stres suszy (SANTANIELLO I IN. 2017).

Jedną z metod opisujących reakcję roślin na warunki stresowe jest pomiar fluorescencji chlorofilu, czyli energii promieniowania emitowanej przez wzbudzone cząsteczki chlorofilu ($\lambda = 690$ nm w PS II, $\lambda = 740$ nm w PS I). Badanie zmian w wydajności fluorescencji pozwala na zrozumienie mechanizmu wykorzystania energii świetlnej

pochłoniętej przez PSII (ROHÁČEK I BARTÁK 1999). Fluorescencja zerowa (F_0) jest wskaźnikiem utraty energii wzbudzenia podczas przenoszenia z anteny energetycznej do centrum reakcji PSII (KALAJI I ŁOBODA 2010). Parametr F_v/F_m jest miarą maksymalnej wydajności fotochemicznej PSII, gdy wszystkie centra reakcji są otwarte (GIORIO 2011). W warunkach stresu suszy wartość F_v/F_m spada, co wskazuje, że efektywność konwersji energii świetlnej i aktywność centrum reakcji jest zahamowana (GUO I IN. 2016). Redukcji wartości F_v/F_m często towarzyszy obniżeniu wydajności kwantowej transportu elektronów (Y) i fotochemicznego wygaszenia fluorescencji (qP). Parametr qP odzwierciedla stopień wykorzystania energii promieniowania świetlnego w procesie fotosyntezy (SOFO I IN. 2009). Parametr qN oznacza wygaszanie niefotochemiczne fluorescencji. Spowodowane ono jest uruchomieniem procesów, w których część energii pochłonięta w fotosyntezie w fazie świetlnej fotosyntezy jest przekształcana w ciepło. Intensyfikacja tych procesów zachodzi w wyniku fotoinhibicji lub działania stresorów (KALAJI I ŁOBODA 2010). W warunkach silnego stresu suszy zmniejsza się również szybkość transportu elektronów przez fotoukłady (ETR) (BĄCZEK-KWINTA I IN. 2011).

Stres suszy powoduje zamknięcie aparatów szparkowych, konsekwencją czego jest ograniczeniem transpiracji i zaburzeniami w transporcie i pobieraniu składników pokarmowych z gleby (TANGUILIG I IN. 1987). Zastosowanie ekstraktów z alg morskich jak również biostymulatorów peptydowych może poprawić stan odżywienia roślin (COLLA I IN. 2015; EL-ATTAR I ASHOUR 2016) przy czym efekt ten zależy przede wszystkim od gatunku rośliny i jego reakcji na warunki uprawy.

4.4. Cel badań i omówienie wyników zawartych w publikacjach stanowiących osiągnięcie naukowe

4.4.1. Cel badań

Celem badań było scharakteryzowanie wpływu biostymulatorów na plonowanie oraz przebieg wybranych procesów metabolicznych u brokuła (*Brassica oleracea* var. *italica*). Badania prowadzone były zarówno w polu jak i kamerach wegetacyjnych, a ich wyniki opisano w formie monotematycznego cyklu składającego się z pięciu publikacji.

Dla realizacji postawionego celu wyznaczyłam trzy podstawowe zadania badawcze charakteryzujące wpływ biostymulatorów na:

1. wielkość plonu brokuła i jego jakość określoną zaraz po zbiorze róż oraz po pierwszym, drugim i trzecim tygodniu przechowywania w chłodni - **A.1. i A.2.**
2. wartości parametrów fizjologicznych i zawartość chlorofilu u roślin:
 - uprawianych przy optymalnej zawartości wody w podłożu
 - w czasie trwania stresu suszy
 - ponownie nawodnionych po zakończeniu stresu suszy- **A.3. i A.4.**
3. zawartość makro i mikroelementów w liściach brokuła u roślin poddawanych stresowi suszy - **A.5.**

4.4.2. Opis zastosowanych metod i uzyskanych wyników w poszczególnych zadaniach badawczych

Zadanie 1. – Wpływ biostymulatorów na wielkość plonu brokuła i jego jakość określona zaraz po zbiorze oraz po pierwszym, drugim i trzecim tygodniu przechowywania w chłodni

Doświadczenie polowe przeprowadzono na jednej odmianie brokuła 'Tiburon'. Jest to odmiana średniopóźna, która w doświadczeniu odmianowym obejmującym 10 odmian brokuła (badania nie publikowane A. Kałużewicz) charakteryzowała się dobrą jakością róż oraz dużą równoczesnością ich dorastania.

Rozsadę wysadzono w pole w połowie lipca, natomiast zbiór przeprowadzono w drugiej dekadzie października w pierwszym roku uprawy (2013 rok) natomiast w drugim roku w drugiej dekadzie września (2014 rok). Zastosowano następujące obiekty doświadczenia: biostymulator, którego substancją aktywną były aminokwasy i krótkie łańcuchy peptydowe - AA (rośliny opryskiwano po 2, 4 i 6 tygodniach od posadzenia), biostymulator zawierający filtrat *Ascophyllum nodosum* - AN (rośliny były podlewane po 4 i 5 tygodniach od siewu), łączne zastosowanie AA i AN oraz kontrola u której nie stosowano biostymulatorów. Uprawę prowadzono bez nawadniania.

Nie stwierdzono wpływu biostymulatorów na wielkość plonu brokuła. Wykazano natomiast istotne różnice między latami w zawartości witaminy C i cukrów w różach brokuła.

Biostymulatory wpłynęły na wzrost zawartości cukrów w różach świeżych w drugim roku badań, nie było natomiast takiego wpływu w pierwszym roku. Nie stwierdzono wpływu biostymulatorów na zawartość witaminy C w różach zaraz zbiorze w obu latach.

W czasie przechowywania zawartość cukrów wzrosła w pierwszym roku badań po zastosowaniu AA+AN, zmiany takiej nie było w pozostałych obiektach doświadczenia zarówno w pierwszym jak i drugim roku badań.

Zawartość witaminy C po pierwszym tygodniu przechowywania wzrosła we wszystkich obiektach doświadczenia w roku 2014 oraz w roku 2013 u roślin traktowanych biostymulatorami. W pierwszym roku badań wraz z długością okresu przechowywania następował spadek zawartości witaminy C, natomiast w drugim roku po wzroście po pierwszym tygodniu, w następnym stwierdzono niewielki spadek.

Biostymulatory nie miały wpływu na zmianę barwy róż brokuła w czasie przechowywania.

W latach 2012-2013 przeprowadzono doświadczenie dotyczące wpływu biostymulatorów na zawartość fenoli ogółem, kwasów fenolowych oraz kwercetyny i kemferolu w różach świeżych oraz po 1, 2 i 3 tygodniu przechowywania w warunkach chłodniczych.

Biostymulatory (zarówno AA jak i AA+AN) miały istotny wpływ na wzrost zawartości fenoli ogółem w różach świeżych w drugim roku badań, wpływu takiego nie stwierdzono w roku pierwszym. W obu latach badań, po każdym tygodniu przechowywania stwierdzono istotny wpływ biostymulatorów na wzrost zawartości fenoli ogółem. Średnio dla długości okresu przechowywania biostymulatory miały wpływ na wzrost kwasu synapinowego w obu latach badań oraz kawowego w pierwszym roku. Wpływu takiego nie stwierdzono w przypadku kwasu ferulowego. U róż świeżych istotny wpływ biostymulatorów na wzrost zawartości kwasu synapinowego stwierdzono tylko w pierwszym roku badań po łącznym zastosowaniu AA i AN.

We wszystkich obiektach doświadczenia wraz ze wzrostem długości okresu przechowywania wzrastała zawartość kwasów fenolowych.

Średnio dla długości okresu przechowywania stwierdzono istotny wpływ biostymulatorów na wzrost zawartości kwercetyny. Biostymulatory nie miały wpływu na wzrost zawartości kwercetyny w różach świeżych, jednak istotny wzrost nastąpił po dwóch tygodniach przechowywania w obu latach badań oraz po pierwszym tygodniu

przechowywania w pierwszym roku. Wpływ biostymulatorów na wzrost zawartości kemferolu stwierdzono tylko w drugim roku badań, po dwóch tygodniach przechowywania u roślin traktowanych w okresie uprawy AA.

Podsumowując, biostymulatory nie wpłynęły na zwiększenie plonu róz brokuła odmiany 'Tiburon', natomiast ich wpływ na zawartość cukrów i witaminy C zależał przede wszystkim od roku prowadzenia badań. Należy tutaj podkreślić, że wystąpiła bardzo duża różnica (tj. około miesiąca) w długości okresu wegetacji między latami w których prowadzono doświadczenie. Biorąc pod uwagę, że biostymulatory były w obu latach stosowane po takiej samej liczbie dni od siewu (biostymulator-AN) bądź od sadzenia (biostymulator-AA), wydłużony okres wegetacji mógł istotnie wpłynąć na skuteczność zastosowanych biostymulatorów. Istotnym czynnikiem kształtującym długość okresu wegetacji były na pewno warunki atmosferyczne, w tym temperatura. Niższa temperatura w roku 2013 mogła nie tylko wpłynąć na wolniejszy wzrost roślin lecz również opóźnić inicjację róz, co ma bezpośredni wpływ na długość okresu wegetacji. Temat dotyczący wpływu temperatury zarówno na inicjację róz jak i plonowanie brokuła był przedmiotem moich wcześniejszych badań i został szeroko opisany w publikacjach **B.2., D.10., D.17., D.21., D.22.**)

Biostymulatory zwiększyły zawartość fenoli ogółem w rózach brokuła w czasie ich przechowywania w chłodni. Średnio dla długości okresu przechowywania biostymulatory zwiększyły zawartość kwasu synapinowego i kwercetyny. Wraz z długością okresu przechowywania zawartość związków fenolowych zwiększała się zarówno u roślin traktowanych biostymulatorami jak i u kontroli.

Zadanie 2. – Wpływ biostymulatorów na wartości parametrów fizjologicznych i zawartość chlorofilu u roślin:

- uprawianych przy optymalnej zawartości wody w podłożu
- w czasie trwania stresu suszy
- ponownie nawodnionych po zakończeniu stresu suszy

Doświadczenie przeprowadzono na dwóch odmianach brokuła 'Agassi' i 'Tiburon' w komorach wegetacyjnych w roku 2015. Temperatura utrzymywana była na poziomie 18°C w czasie dnia oraz 16 °C w nocy, rośliny były doświetlane przez 16 godzin na dobę, RH

wynosiła 90% i PFD $150 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Zastosowano następujące obiekty: biostymulator zawierający aminokwasy (AA), łączne zastosowanie biostymulatora zawierającego aminokwasy i biostymulatora wyprodukowanego na bazie alg morskich – *Ascophyllum nodosum* (AN) oraz kontrola – bez użycia biostymulatora. Intensywność fotosyntezy (A), transpirację (E), przewodnictwo szparkowe (g_s) oraz zawartość międzykomórkowego CO_2 (C_i) została zmierzona przy użyciu aparatu LCpro + system (ADC BioScientific). Względna zawartość chlorofilu określono przy użyciu chlorofilomierza OSI CCM-200 Plus (ADC BioScientific Ltd.). Określono następujące parametry fluorescencji chlorofilu: fluorescencja początkowa (F_0), fluorescencja maksymalna (F_m), fluorescencja zmienna (F_v), efektywność transportu elektronów (ETR). Wszystkie te parametry zmierzono przy użyciu OS1-FL Fluorometer, OptiSciences Inc., USA. Następnie obliczono maksymalną wydajność PSII (F_v/F_m), wydajność reakcji fotochemicznych w PSII (Y) (według GENTY I IN. 1989) oraz wartość wygaszania niefotochemicznego (q_N) i wygaszania fotochemicznego fluorescencji (q_P) (według SCHREIBER I IN. 1986).

U odmiany 'Agassi' biostymulatory spowodowały wzrost intensywności fotosyntezy we wszystkich trzech terminach wykonywania pomiarów (tj. przed stresem suszy, w czasie jego trwania i po ponownym nawodnieniu), przy czym największa różnica (ponad 5-krotna) między roślinami kontrolnymi a traktowanymi biostymulatorami była w stresie suszy. Wartość g_s przed stresem suszy i po ponownym nawodnieniu roślin, była około 2-krotnie wyższa u roślin traktowanych biostymulatorami, natomiast w stresie suszy 3-4 krotnie wyższa. Zwiększone przewodnictwo szparkowe związane jest ze zwiększeniem intensywności procesu transpiracji. Wartość E przed stresem suszy i w czasie jego trwania była wyższa od kontroli zarówno po zastosowaniu AA jak AA+AN. Po ponownym nawodnieniu nie było różnicy w intensywności transpiracji między roślinami, u których stosowane były biostymulatory a kontrolą. Istotnie wyższa zawartość CO_2 międzykomórkowego między roślinami traktowanymi zarówno AA jak i AA+AN a kontrolą była w stresie suszy oraz przed stresem po zastosowaniu AA.

U odmiany 'Tiburon' nie stwierdzono wpływu biostymulatorów na wartości parametrów A, C_i , G_s i E w warunkach stresu suszy. W okresie poprzedzającym stres, wyższa wartość przewodnictwa szparkowego i transpiracji była po zastosowaniu AA. Po ponownym nawodnieniu roślin po stresie suszy, u roślin traktowanych biostymulatorami wartość intensywności fotosyntezy i przewodnictwa szparkowego była wyższa od kontroli, natomiast

żadnych różnic nie stwierdzono między badanymi obiektami w zawartości CO₂ międzykomórkowego oraz transpiracji.

Wyższą zawartość chlorofilu po zastosowaniu biostymulatorów stwierdzono tylko u odmiany 'Agassi' po ponownym nawodnieniu roślin po stresie suszy.

Pomiar fluorescencji chlorofilu jest wykorzystywany do określania sprawności aparatu fotosyntetycznego oraz oceny stanu fizjologicznego wszelkich organizmów fotosyntetyzujących (KALAJ I ŁOBODA 2010).

Przy uprawie roślin w optymalnej zawartości wody w podłożu, biostymulatory wpłynęły na zwiększenie wartości F_0 u odmiany 'Agassi'. W stresie suszy jak i po ponownym nawodnieniu roślin u odmiany 'Agassi' oraz we wszystkich obiektach doświadczenia u odmiany 'Tiburon' wpływu takiego nie było.

U odmiany 'Agassi' wartość Y i qP istotnie zmniejszyła się w obiekcie kontrolnym u roślin w okresie stresu suszy i po ponownym nawodnieniu. U roślin traktowanych biostymulatorami wartość zarówno Y jak i qP mierzone u roślin uprawianych przy optymalnej zawartości wody w podłożu, poddanych stresowi suszy a następnie ponownie nawodnionych, nie różniła się istotnie od kontroli rosnącej przy optymalnej wilgotności podłoża. Odwrotna sytuacja była w przypadku qN . Najwyższa wartość tego parametru była u roślin kontrolnych poddanych stresowi suszy i po ponownym nawodnieniu, natomiast u roślin traktowanych biostymulatorami niższa i nie różniła się od wartości przed stresem u kontroli.

U odmiany 'Tiburon' wartości Y , qP i qN u roślin traktowanych biostymulatorami i poddanych stresowi suszy nie różniły się od kontroli.

U odmiany 'Agassi' biostymulatory nie wpłynęły na wartość parametru F_v/F_m . U odmiany 'Tiburon' niewielki wzrost był po zastosowaniu AA u roślin poddanych stresowi suszy w porównaniu do wartości przed stresem.

Na wartości szybkości przepływu elektronów przez fotoukłady (ETR) istotny wpływ miało zastosowanie biostymulatorów. U odmiany 'Agassi' po zastosowaniu zarówno AA jak i AA+AN u roślin poddanych stresowi suszy wartość tego parametru była największa, natomiast najmniejsza u roślin kontrolnych. U odmiany 'Tiburon', zastosowanie AA spowodowało istotny wzrost ETR u roślin poddanych stresowi suszy w porównaniu

z roślinami uprawianymi przy optymalnej wilgotności gleby. Nie było jednak różnicy w wielkości parametru ETR między roślinami kontrolnymi, a traktowanymi biostymulatorami, gdy pomiary wykonywane były w stresie suszy.

Podsumowując, wystąpiły bardzo duże różnice między odmianami zarówno pod względem reakcji na zastosowane biostymulatory, jak i na stres suszy. Większą wrażliwością na warunki stresowe charakteryzowała się odmiana 'Agassi', przy czym rośliny traktowane biostymulatorami u tej odmiany wykazywały większą tolerancję na stres. Zastosowanie biostymulatorów wpłynęło na zwiększenie intensywności procesu fotosyntezy, przewodnictwa szparkowego, zawartości CO₂ międzykomórkowego i transpiracji. Korzystny wpływ biostymulatorów na wzrost tolerancji na stres potwierdzony został również poprzez analizę parametrów fluorescencji chlorofilu. Przy braku zmiany F_v/F_m nastąpił wzrost wydajności reakcji fotochemicznych w PSII i wygaszania fotochemicznego elektronów przy jednoczesnym spadku wygaszania niefotochemicznego. U roślin tych stwierdzono również istotny wzrost efektywności transportu elektronów.

Brak zmian zarówno w parametrach dotyczących procesu fotosyntezy jak i fluorescencji chlorofilu pod wpływem stresu suszy i traktowania roślin biostymulatorami u odmiany 'Tiburón', tłumaczy brak reakcji u tej odmiany na stosowanie biostymulatorów w doświadczeniu polowym opisanym w zadaniu 1.

Zadanie 3. Wpływ biostymulatorów na zawartość makro i mikroelementów w liściach brokuła u roślin poddawanych stresowi suszy

Doświadczenie przeprowadzono w kamerach wegetacyjnych w dwóch cyklach uprawowych. Objęto nim dwie odmiany brokuła 'Monaco' i 'Parthenon'. Kombinacje dotyczące stosowanych biostymulatorów były takie same jak w zadaniu 2. Stres suszy zastosowano 3-krotnie w okresie 12 dni. Pierwszy stres suszy zastosowano po okresie 2-3 tygodniach od posadzenia. Stres wywoływano poprzez zaprzestanie podlewania i do spadku pojemności wody w podłożu do 15% v/v. Następnie rośliny podlewano do wartości 40% v/v. Po zakończeniu trzeciego cyklu stresu, pobrano próby liści w celu oznaczenia zawartości makro i mikroelementów. Mimo zastosowania takiej samej procedury wywoływania stresu w obu cyklach uprawowych, poziom stresu między cyklami różnił się. Reakcję roślin na stres scharakteryzowano poprzez pomiar fluorescencji chlorofilu (F_v/F_m i Y). W drugim cyklu

uprawowym parametry F_v/F_m i Y miały niższą wartość niż w cyklu pierwszym, co oznacza że poziom stresu był większy.

Stwierdzono, że reakcja na poziom stresu zależała od odmiany. U odmiany 'Parthenon' w pierwszym cyklu uprawowym biostymulatory, szczególnie AA+AN wpłynęły na zwiększenie zawartości N, P, K, Ca, Mg, Na i Fe, natomiast w drugim cyklu na wzrost zawartości Fe i Zn. U odmiany 'Monaco' biostymulatory wpłynęły w pierwszym cyklu na wzrost zawartości Ca i Cu, natomiast w drugim cyklu na wzrost zawartości N i Mn.

W celu znalezienia zależności między wydajnością reakcji fotochemicznych w PSII w czasie stresu suszy a zawartością makro i mikroelementów wykonano analizę regresji liniowej, wyznaczono równanie regresji i obliczono współczynnik korelacji. Stwierdzono negatywną zależność między badanymi parametrami. Współczynnik korelacji między parametrem Y a zawartością N, P, K, Mg i Na był wysoce istotny, natomiast nieistotny między Y a zawartością Ca, Fe, Cu, Zn, Mn.

Podsumowując wpływ biostymulatorów na zawartość makro i mikroelementów w liściach brokuła zależał od odmiany i poziomu stresu suszy. Przy niższym poziomie stresu u odmiany 'Partenon' biostymulatory istotnie wpłynęły na wzrost zawartości N, P, K, Ca, Mg, Na i Fe.

4.4.3 Podsumowanie

- ✓ Na podstawie badań charakteryzujących reakcję fizjologiczną brokuła na zastosowane biostymulatory można stwierdzić, iż mogą one mieć bezpośredni wpływ na wzrost plonu brokuła
- ✓ Rośliny traktowane biostymulatorami charakteryzowały się większą toleracyjnością na stres suszy
- ✓ Efekt działania biostymulatorów w istotny sposób zależał od odmiany. Badania przeprowadzone w warunkach kontrolowanych wykazały słabą reakcję na zastosowane biostymulatory u odmiany 'Tiburon'. Potwierdzeniem tego były badania polowe przy uprawie bez nawadniania
- ✓ Biostymulatory wpływały na jakość plonu brokuła związanego z zawartością związków fenolowych, witaminy C i cukrów, przy czym efekt tego wpływu zależał w dużym

stopniu od przebiegu warunków pogodowych, które modyfikowały między innymi długość okresu wegetacji

- ✓ Zastosowane biostymulatory zwiększyły zawartość fenoli ogółem, kwasu synapinowego i kwercetyny w różach brokuła przechowywanych w chłodni
- ✓ Biostymulatory miały wpływ na zawartość makro i mikroelementów w liściach brokuła u roślin poddawanych stresowi suszy, przy czym efekt ich działania zależał od stopnia nasilenia stresu oraz odmiany

4.5. Spis literatury

1. AHMED Y.M., SHALABY E.A. (2012). Effect of different seaweed extracts and compost on vegetative growth, yield and fruit quality of cucumber. *J. Hortic. Sci. Ornam. Plants* 4: 235-240.
2. APONE, F., TITO, A., CAROLA, A., ARCIELLO, S., TORTORA, A., FILIPPINI, L., MONOLI, I., CUCCHIARA, M., GIBERTONI, S., CHRISPEELS, M. J., COLUCCI, G. (2010). A mixture of peptides and sugars derived from plant cell walls increases plant defense responses to stress and attenuates ageing associated molecular changes in cultured skin cells. *J. Biotechnol.* 145: 367-376.
3. BĄCZEK-KWINTA R., KOZIEŁ A., SEIDLER-ŁOŻYKOWSKA K. (2011). Are the fluorescence parameters of German chamomile leaves the first indicators of the anthodia yield in drought conditions? *Photosynthetica* 49: 87-97.
4. CALVO P., NELSON L., KLOEPPER J.W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil* 383: 3-41.
5. COLLA G., NARDI S., CARDARELLI M., ERTANI A., LUCINI L., CANAGUIER R., ROUPHAEL Y. (2015). Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. *Sci. Hort.* 196: 28-38.
6. DU JARDIN P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Sci. Hort.* 196: 3-14.
7. EL-ATTAR A.B., ASHOUR H.A. (2016). The influences of bio-stimulator compounds on growth, essential oil and chemical composition of chamomile plants grown under water stress. *AJMAP* 2016 2 (1): 1-27.

8. ERTANI A., SCHIAVON M., MUSCOLO A., NARDI S. (2013). Alfalfa plant-derived biostimulant stimulate short-term growth of salt stressed *Zea mays* L. plants. *Plant Soil* 364: 145-158.
9. FAN D., HODGES D.M., CRITCHLEY T., PRITHIVIRAJ B. (2013). A commercial extract of brown macroalga (*Ascophyllum nodosum*) affects yield and the nutritional quality of spinach in vitro. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 44: 1873-1884.
10. GAJEWSKI M., GOS K., BOBRUK J. (2008). The influence of Goëmar Goteo biostimulator on yield and quality of two Chinese cabbage cultivars. *Monographs series: Biostimulators in modern agriculture, Vegetable Crops. Wieś Jutra:* 21-27.
11. GENTY B., BRIANTAIS J.M., BAKER N.R. (1989). The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. *Biochim. Biophys. Acta.* 990: 87-92.
12. GIORIO P. (2011). Black leaf-clips increased minimum fluorescence emission in clipped leaves exposed to high solar radiation during dark adaptation. *Photosynthetica* 49: 371-379.
13. GRABOWSKA A., KUNICKI E. (2009). Wpływ wybranych biopreparatów na plonowanie brokołu w uprawie wiosennej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 359: 193-197.
14. GUO Y.Y., YU, H. Y., KONG D. S., YAN F., ZHANG Y.J. (2016). Effects of drought stress on growth and chlorophyll fluorescence of *Lycium ruthenicum* Murr. seedling. *Photosynthetica* 54: 1-8.
15. HOLDT S.L., KRAAN S. (2011). Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation. *J. Appl. Phycol.* 23: 543-597.
16. HONG D.D., HEIN H.M., SON P.N. (2007). Seaweeds from Vietnam used for functional food, medicine and biofertilizer. *J. Appl. Phycol.* 19: 817-826.
17. KALAJI M.H., ŁOBODA T. (2010). Fluorescencja chlorofilu w badaniach stanu fizjologicznego roślin. Warszawa, Wydaw. SGGW.
18. KAUFFMAN III, G. L., KNEIVEL D. P., WATSCHKE T. L. (2007). Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. *Crop Sci.* 47: 261-267
19. LIANG H., YUAN Q., DONG H., LIU Y. (2006). Determination of sulforaphane in broccoli and cabbage by high-performance liquid chromatography. *J. Food Compost. Anal. Food* 19: 473-476.

20. LOLA-LUZ T., HENNEQUART F., GAFFNEY M. (2013). Enhancement of phenolic and flavonoid compounds in cabbage (*Brassica oleraceae*) following application of commercial seaweed extracts of the brown seaweed (*Ascophyllum nodosum*). *Agric. Food Sci.* 22: 288-295.
21. LOLA-LUZ T., HENNEQUART F., GAFFNEY M. (2014). Effect on yield total phenolic, total flavonoid and total isothiocyanate content of two broccoli cultivars (*Brassica oleraceae* var. *italica*) following the application of a commercial brown seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*). *Agric. Food Sci.* 23: 28-37.
22. MORENO D.A., CARVAJAL M., LOPEZ-BERENGUER C., GARCIA-VIGUERA C. (2006). Chemical and biological characterisation of nutraceutical compounds of broccoli. *J. Pharmaceut. Biomed. Anal.* 41: 1508-1522.
23. RAYORATH P., BENKEL B., HODGES D.M., ALLAN-WOJTAS P., MACKINNON S., CRITCHLEY A.T., PRITHIVIRAJ B. (2009). Lipophilic components of the brown seaweed, *Ascophyllum nodosum*, enhance freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Planta* 230: 135-147.
24. ROHÁČEK, K., BARTÁK, M. (1999). Technique of the modulated chlorophyll fluorescence: basic concepts, useful parameters, and some applications. *Photosynthetica* 37: 339-363.
25. SANTANIELLO A., SCARTAZZA A., GRESTA F., LORETI E., BIASONE A., DI TOMMASO D., PIAGGESI A., PERATA P. (2017) *Ascophyllum nodosum* seaweed extract alleviates drought stress in *Arabidopsis* by affecting photosynthetic performance and related gene expression. *Front Plant Sci.* 8: article 1362.
26. SCHIAVON M., PIZZEGHELLO D., MUSCOLO A., VACCARO S., FRANCIOSO O., NARDI S., 2010. High molecular size humic substances enhance phenylpropanoid metabolism in maize (*Zea mays* L.). *J. Chem. Ecol.* 36: 662-669.
27. SCHREIBER, U., SCHLIWA, U., BILGER, W. (1986). Continuous recording of photochemical and non-photochemical chlorophyll fluorescence quenching with a new type of modulation fluorometer. *Photosynth. Res.* 10: 51-56.
28. SHAO HB., CHU LY., CHERUTH AJ., ZHAO CX. (2008). Water-deficit stress induced anatomical changes in higher plants, *C. R. Biologies* 331: 215-225.
29. SHEHATA, S. M., ABDEL-AZEM, H. S., EL-YAZIED, A. A., EL-GIZAWY, A. M. (2011). Effect of foliar spraying with amino acids and seaweed extract on growth chemical constituents, yield and its quality of celeriac plant. *Europ. J. Sci. Res.* 58 (2): 257-265.

30. SOFO, A., DICHIO, B., MONTANARO, G., XILOYANNIS, C. (2009) Photosynthetic performance and light response of two olive cultivars under different water and light regimes. *Photosynthetica* 47: 602-608.
31. STIRK W., TARKOWSKÁ D., TURECOVÁ V., STRNAD M., STADEN, J. (2014). Abscisic acid, gibberellins and brassinosteroids in Kelpak, a commercial seaweed extract made from *Ecklonia maxima*. *J. Appl. Phycol.* 26: 561-567.
32. TANGUILIG V.C., YAMBAO E.B., O'TOOLE J.C., DE DATTA S.K. (1987). Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize, and soybean. *Plant Soil* 103: 155-168.
33. UGARTE R.A., SHARP G., MOORE B. (2006). Changes in the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. Plant morphology and biomass produced by cutter rake harvests in southern New Brunswick, Canada. *J. Appl. Phycol.* 18: 351-359.
34. WU H., WU X., LI Z., DUAN L., ZHANG M. (2012). Physiological evaluation of drought stress tolerance and recovery in cauliflower (*Brassica oleracea* L.) Seedlings treated with methyl jasmonate and coronatine. *J. Plant Growth Regul.* 31: 113-123.

5. Omówienie pozostałych ważniejszych wyników badań

5.1. Plonowanie szparaga lekarskiego (*Asparagus officinalis* L.) w zależności od odmiany

Badania nad szparagiem rozpoczęłam realizacją pracy magisterskiej, której celem było porównanie 20 odmian szparaga w uprawie na bielone wypustki. Po studiach przez wiele lat pracując w Stacji Doświadczalnej „Marcelin” nadzorowałam doświadczenia polowe oraz brałam udział w opracowywaniu wyników i pisaniu publikacji. Efektem tego było współautorstwo łącznie w 15 publikacjach naukowych (od **D.3.** do **D.9.**, od **D.11.** do **D.16.** oraz **D.18.** i **D.24.**) oraz w metodyce dotyczącej integrowanej produkcji szparaga (**D.1.**).

W latach 1991-1995 scharakteryzowano wczesność plonowania 20 odmian szparaga w uprawie na bielone wypustki (**D.4.**). Doświadczeniem objęto następujące odmiany: ‘Apollo’, ‘Backlim’, ‘Boonlim’, ‘Cito’, ‘Del Monte 361’, ‘Franklim’, ‘Gynlim’, ‘Helios’, ‘Huchel’s L.’, ‘Jersey Giant’, ‘Jupiter’, ‘Larac’, ‘Largo 17-3’, ‘Limbras 26’, ‘M. Washington’, ‘Schwetzinger M.’, ‘Tainan 1’, ‘UC 157’, ‘Venlim’, ‘Vulkan’. Określono nie tylko wielkość plonu wczesnego, ale również jego udział w plonie handlowym w poszczególnych latach zbioru. Największym plonem wczesnym charakteryzowały się odmiany ‘Vulkan’ oraz ‘Boonlim’, ‘Venlim’, ‘Jupiter’ i ‘Jersey Giant’, a najniższym ‘UC 157’, ‘Del Monte 361’, ‘Tainan 1’, ‘Largo 17-3’ i ‘Apollo’. Najwcześniejszymi odmianami były: ‘Cito’, ‘Vulkan’ i ‘Larac’, a najpóźniejszymi ‘UC 157’ i ‘Del Monte 361’. Z pośród 20 odmian dla których przeprowadzono charakterystykę plonu wczesnego, wybrano 10 (‘Backlim’, ‘Boonlim’, ‘Cito’, ‘Franklim’, ‘Gynlim’, ‘Huchel’s L’, ‘Jersey Giant’, ‘M. Washington’, ‘Schwetzinger M’, ‘Vulkan’) u których przedstawiono wielkość plonu ogólnego i jego jakość (**D.8.**). Największym plonem ogólnym charakteryzowały się odmiany ‘Boonlim’, ‘Vulkan’ i ‘Gynlim’, natomiast najmniejszym ‘M. Washington’. Odmiany ‘Boonlim’ i ‘Backlim’ miały najwięcej wypustek o najlepszej jakości, a ‘Cito’, ‘M. Washington’ i ‘Franklim’ – najmniej. Ponadto stwierdzono, że wysokie temperatury w okresie zbiorów zwiększały udział wypustek sparciatych, a niskie temperatury – ordzawionych.

Wielkość i jakość plonu oraz wczesność 15 odmian szparaga w uprawie na zielone wypustki scharakteryzowano na podstawie badań przeprowadzonych w latach 1996-1997 (**D.3.** i **D.5.**). Rok 1996 był pierwszym rokiem zbiorów, wykonanym w trzecim roku po założeniu doświadczenia. Badaniami objęto następujące odmiany: ‘Alpha’, ‘Andreas’,

'Carlim', 'CAST Apollo', 'CAST Grande', 'Dariana', 'Exp. Hybrid 1961 A 13', 'Gynlim', 'Horlim', 'Lucullus Sieg.', 'Mars', 'Schwetzinger Meisterschuss-15', 'Thielim', 'Vulcan' i '17/19 (Eposs)'. Największy plon ogólny i handlowy stwierdzono u odmian 'Gynlim', 'Carlim', '17/19 (Eposs)' i 'Exp. Hybrid 1961 A 13', a najmniejszy u 'CAST Grande' i 'CAST Apollo'. Odmiana '17/19' charakteryzowała się również bardzo dobrą jakością wypustek i najwyższym udziałem plonu wczesnego w plonie ogólnym, Wysoki plon wczesny uzyskano również u odmian 'Gynlim' i 'Carlim'. Wysoka plenność odmian 'Gynlim', 'Carlim' i 'Eposs' została również potwierdzona w kolejnych latach zbiorów tj. 2001-2002 (**D.11.**).

Zbiory na plantacji szparaga mogą być prowadzone nawet przez kilkanaście lat, przy czym dynamika plonowania przede wszystkim zależy od odmiany. Celem kolejnych badań nad szparagiem było scharakteryzowanie przebiegu plonowania w ciągu dziesięcioletniego okresu zbiorów (1991-2000) u 12 odmian szparaga w uprawie na zielone wypustki (**D.9.**). Średnio dla całego okresu zbiorów największy plon uzyskano u odmian 'Gynlim', 'Venlim' i 'Vulkan', a najmniejszy u 'Helios', 'Apollo' i 'M. Washington'. Największe plony uzyskiwano do szóstego roku zbiorów. Wyjątkiem była odmiana 'Schwetzinger Meisterschuss', której plony w ciągu dziesięcioletniego okresu zbiorów utrzymywały się na podobnym poziomie. Spadek plonów był związany ze zmniejszaniem się liczby roślin oraz średniej masy wypustki. Dla pięciu odmian 'Franklim', 'Gynlim', 'Huchel's L.', 'Schwetzinger M.' i 'Vulkan' (**D.7.**) przedstawiono przebieg plonowania w ciągu dziesięcioletniego okresu zbiorów (tj. w latach 1990-1999) wyrażony wielkością plonu ogólnego, liczbą zebranych wypustek i ich średnią masą. Największy średni plon dla 10-letniego okresu zbiorów uzyskano u odmiany 'Gynlim', a najmniejszy u odmian 'Franklim' i 'Huchel's L'.

Wyniki badań nad 28 odmianami szparaga, pochodzących z 10 krajów ('Aarslev 270', 'Abril', 'Alpha', 'Andreas', 'Ariane', 'Cipres', 'Diego', 'Eposs', 'Fileas', 'Gloria', 'Grolim', 'Gynlim', 'Hannibal', 'Jacq. Ma 2014', 'Jacq. Ma. 2004', 'JWC-1=ASP1', 'PLA-2132', 'PLA-P2232', 'Purple Passion', 'Ramada', 'Ramos', 'Ravel', 'Sartaguda', 'Tainan 2', 'Tainan 3', 'Taramea', 'Trigal', 'Tsuki kho 3') w uprawie na zielone wypustki przedstawiono w czterech publikacjach (**D.12., D.13., D.15., D.18.**). Średnio dla pięcioletniego okresu zbiorów stwierdzono, że odmiany niemieckie i holenderskie charakteryzowały się największym plonem ogólnym i handlowym, największą średnią masą wypustki oraz największym wyrównaniem plonu między latami. Plon ogólny najsilniej był skorelowany z obwodem karpy, a najslabiej z liczbą pędów w roku poprzedzającym zbiór. Największą podatnością na

choroby pędów, zarówno na szarą pleśń jak i rdzę szparagową charakteryzowały się odmiany 'Jacq. Ma 2014', 'Tsuki kho 3' i 'Alpha'.

W latach 2011-2013 przeprowadzono badania, których celem było scharakteryzowanie plonowania 16 odmian szparaga, pochodzących z 7 krajów, w uprawie na zielone wypustki (**D.24.**). Doświadczeniem objęto następujące odmiany: 'Avalim', 'White Angel', 'Cumulus', 'Gijnlim' (z Holandii), 'Guelph Millennium', 'HP 149' (z Kanady), 'Mo 2/12', 'Mondeo', 'Ramires', 'Rapsody' (z Niemiec), 'Pacific Challenger', 'Pacific 2000' (z Nowej Zelandii), 'NJ 953' (z USA), Victor, H 666, Ercole (z Włoch).

Największy plon ogólny, handlowy i wczesny uzyskano u odmian 'Gijnlim', 'Cumulus' i 'Mondeo', natomiast najmniejszy u 'Pacific Challenger' i 'Pacific 2000'. Największą średnią masą wypustek charakteryzowała się odmiana 'Cumulus', a najmniejszą 'Pacific 2000' i 'NJ953'.

Dla każdej odmiany wyznaczono indeks wzrostu, który był iloczynem całkowitej poprzecznej powierzchni przekroju pędów asymilacyjnych i ich wysokości. U odmian 'Mondeo', 'Ramires', 'Cumulus' i 'Gijnlim' stwierdzono najwyższą wartość tego współczynnika, natomiast najniższą u odmiany 'Pacific Challenger'. Indeks wzrostu pędów asymilacyjnych był istotnie skorelowany z wielkością plonu w następnym sezonie wegetacyjnym.

5.2. Wpływ wybranych czynników na wzrost i rozwój brokuła oraz wielkość plonu i jakość róż

Badania nad brokułem rozpoczęłam doświadczeniem, którego celem było porównanie wielkości plonu, długości okresu wegetacji i zbioru u 32 odmian brokuła w uprawie na zbiór jesienią (**D.2.**). Największy plon ogólny uzyskano u odmian 'RS 1102' i 'Lord', natomiast najmniejszy 'Packman' i 'Cezar'. Najwcześniejszymi odmianami były: 'Packman', 'Buccaneer', 'Cruiser', 'Emperor' i 'Regilio', a najpóźniejszymi 'Marathon' i 'Lord'. Najkrótszy okres zbiorów stwierdzono u odmian 'Flash' i 'Green Valiant' (7-8 dni), natomiast najdłuższy u odmiany 'Shadow' (31 dni). Znalezione istotną pozytywną zależność między długością od sadzenia do pierwszego zbioru a średnią masą róży.

Kolejnym etapem moich badań nad brokułem było określenie wpływu temperatury na wzrost wegetacyjny, termin inicjacji róży i jej wzrost. Badania te przeprowadzono na

jednej odmianie brokuła 'Fiesta'. Natomiast wpływ temperatury na wielkość i jakość plonu określono u trzech odmian 'Cruiser', 'Skiff' i 'Fiesta' w czterech kolejnych latach.

Zależność między sumą temperatury (wyrażoną w stopniodniach), a przyrostem liczby liści miała charakter liniowy (**D.22.**). Przyrost sumy temperatury o każde 100 stopniodni powodował przyrost liczby liści o 2,6 sztuki. Zależność między temperaturą a przyrostem powierzchni liści miała charakter krzywej trzeciego stopnia. Za pomocą krzywej segmentowej wyznaczono cztery fazy przyrostu powierzchni liści. Najszybszy przyrost powierzchni liści był między 24 a 47 dniem od sadzenia (tj. przy sumie ciepła od 323 do 545 stopniodni). W tym okresie przyrost sumy temperatury o każde 100 stopniodni powodował przyrost powierzchni liści o około 1900 cm². Znalaziono wysoce istotną zależność pomiędzy sumą temperatury a średnicą róży. Za pomocą krzywej segmentowej wyznaczono dwie fazy przyrostu średnicy róży. Do średnicy róży około 1,5 cm (rośliny miały 18 liści) przyrost średnicy róży był wolny, przyrost sumy temperatury o każde 100 stopniodni powodował przyrost średnicy róży o 0,6 cm. W tym okresie następował też najszybszy przyrost powierzchni liści. Gdy róże miały wielkość powyżej 1,5 cm ich przyrost był szybki i wzrost sumy temperatury o 100 stopniodni powodował przyrost średnicy róży o 3,5 cm. Współczynnik korelacji (r) między średnicą róży a liczbą i powierzchnią liści był wysoce istotny i wynosił odpowiednio 0,91 i 0,85.

Bardzo istotnym etapem we wzroście rośliny brokuła jest faza przejścia z rozwoju wegetatywnego do generatywnego, czyli faza inicjacji róży. Czas jej wystąpienia decyduje przede wszystkim o wczesności plonowania. Celem kolejnego etapu moich badań było określenie fazy inicjacji róży u brokuła odmiany 'Fiesta' uprawianego w polu w trzech kolejnych latach, w każdym roku w czterech terminach (**D.10.** i **D.21.**). Rośliny wysadzano w pole w kwietniu, maju, czerwcu i lipcu. Począwszy od końca pierwszego tygodnia po posadzeniu w odstępach 3-4 dniowych pobierano wierzchołki wzrostu pędu w celu wykonania preparatów mikroskopowych. Zbiór wierzchołków kończono, gdy można było zaobserwować różę brokuła wielkości 1 mm. Na podstawie analizy preparatów mikroskopowych wyznaczono cztery fazy rozwojowe wierzchołka wzrostu tj. fazę wegetatywną, ewokacji, generatywną wczesną i generatywną późną. Za moment inicjacji róży przyjmowano dzień w którym co najmniej połowa zebranych wierzchołków znajdowała się w fazie generatywnej wczesnej.

Liczba dni od sadzenia do inicjacji róży była zróżnicowana i wynosiła od 17 dni przy sadzeniu roślin w kwietniu w pierwszym roku badań do 29 dni również przy sadzeniu w tym samym terminie przy czym w drugim roku badań. Na podstawie analizy regresji liniowej między liczbą dni do inicjacji a średnią dobową temperaturą w tym okresie stwierdzono, że im wyższa była temperatura tym krótszy był okres od sadzenia do inicjacji róży. Dla pierwszych dwóch lat badań obliczono również sumę ciepła dla każdego okresu od sadzenia do inicjacji róży. Stwierdzono jednak duże zróżnicowanie w wartości tego parametru nawet w tych terminach uprawy, w których liczba dni do inicjacji była zbliżona.

Według danych literaturowych brokuł ma ściśle określony zakres temperatury w którym zachodzi inicjacja róży, temperatury niższe i wyższe opóźniają przejście rośliny do fazy generatywnej bądź je uniemożliwiają. Potwierdziły to również obserwacje własne. Rośliny brokuła po posadzeniu uprawiano w stałej temperaturze 24 °C. Stwierdzono, że rośliny w tych warunkach przez cały okres wzrostu, który trwał aż 9 miesięcy, wytwarzały tylko kolejne liście a nie dochodziło do inicjacji róży (badania nie opublikowane A. Kałużewicz). Po tym okresie rośliny wysadzono do gruntu i zaobserwowano, że wytworzyły one bardzo małe i luźne róże. Wspomniane obserwacje oraz wyniki opisanych już doświadczeń polowych były inspiracją do przeprowadzenia kolejnego doświadczenia w warunkach kontrolowanych w kamerach wegetacyjnych (**D.20.**). Do fazy 5 liści rośliny uprawiano w temperaturze 24 °C, następnie na okres 35 dni temperaturę obniżono do 16 °C tj. temperatury optymalnej dla zainicjowania róży. Potem temperaturę znowu podniesiono do 24 °C i utrzymywano ją przez kolejne 14 dni. Pomiaru morfometryczne wykazały, że wyższa temperatura (dewernalizująca) spowodowała zaburzenia w przejściu z fazy wegetatywnej do fazy ewokacji kwitnienia, co przejawiało się w opóźnieniu i rozchwianiu poszerzania i spłaszczania się wierzchołka. Rośliny poddane dewernalizacji z opóźnieniem, zawiązały pąki kwiatostanowe. Zastosowanie dewernalizacji u żadnej rośliny nie spowodowało całkowitego zahamowania rozwoju róży brokuła.

Analizie poddano również wpływ temperatury na długość okresu od inicjacji do początku zbiorów, do końca zbiorów oraz na długość okresu zbiorów. Badania przeprowadzono na jednej odmianie 'Fiesta' (**B.2.**). W ciągu trzech kolejnych lat prowadzenia doświadczenia rośliny sadzone były w czterech terminach tj. w kwietniu, maju, czerwcu i lipcu. Długość okresu od inicjacji róży do pierwszego zbioru wynosiła od 32 dni z sadzenia w lipcu w pierwszym roku badań do 52 dni również z sadzenia w lipcu w drugim roku badań.

Długość okresu od inicjacji róży do końca zbiorów wynosiła od 37 dni przy sadzeniu w czerwcu w pierwszym roku uprawy do 64 dni przy sadzeniu w lipcu w drugim roku uprawy. Najkrótszy okres zbiorów był przy sadzeniu w czerwcu (2 dni) a najdłuższy (13 dni) przy sadzeniu w kwietniu w pierwszym roku badań. Obliczono współczynnik korelacji między średnią dobową temperaturą powietrza a liczbą dni w poszczególnych okresach. Na tej podstawie stwierdzono, że im wyższa była średnia dobową temperatura powietrza tym krótszy był okres od inicjacji róży do początku i końca zbiorów oraz krótszy był okres zbiorów. W opisywanych badaniach określono również zależność między średnią dobową i sumą temperatury w okresie od inicjacji do początku i końca zbiorów oraz w okresie zbiorów a wielkością plonu ogólnego i średnią masą róży. Dla wszystkich badanych zależności współczynniki korelacji były nieistotne, przy czym największa jego wartość była między sumą temperatury od inicjacji do końca zbiorów a średnią masą róży.

Ocenę wpływu temperatury na wielkość i jakość plonu brokuła przeprowadzono również w ciągu czteroletniego doświadczenia obejmującego trzy odmiany 'Cruiser', 'Skiff' i 'Fiesta' (D.17.). W pierwszym i drugim roku badań zastosowano pięć terminów sadzenia, natomiast w trzecim roku dziewięć a w czwartym osiem. Długość okresu od sadzenia do pierwszego zbioru w każdym z 27 terminów uprawy podzielono na trzy równe odcinki, wyznaczając w ten sposób trzy okresy wzrostu, jako czwarty okres wzrostu wyznaczono okres zbiorów. Temperaturę w przedziale od 0°C do 40°C podzielono na pięciostopniowe zakresy, następnie obliczono korelacje między liczbą godzin temperatury w poszczególnych pięciostopniowych zakresach, występującą w czterech okresach wzrostu roślin, a wielkością plonu ogólnego oraz udziałem róż z nierówną powierzchnią, o niewyrównanych pąkach i luźnych. Największy wpływ na wielkość plonu miał czas trwania temperatury w zakresie 15-25°C w pierwszym okresie po posadzeniu roślin oraz w okresie poprzedzającym zbiór. Dłuższy okres występowania temperatury powyżej 20°C w okresie zbiorów sprzyjał uzyskaniu niższego plonu. Im dłuższy był czas występowania temperatury w granicach 20-25°C w okresie poprzedzającym zbiór oraz temperatury w zakresie 5-15°C w czasie zbioru róż, tym mniejszy był udział róż z nierówną powierzchnią. Występowanie przez dłuższy czas temperatury powyżej 20°C w okresie zbiorów sprzyjało rozluźnianiu się róż.

Brokuł jest warzywem charakteryzującym się wysoką wartością biologiczną. Zawiera wysokie ilości witaminy C, glukorafiny, związków indolowych i fenolowych. Do najważniejszych polifenoli zawartych w brokułach należą kwercetyna i kemferol. Zawartość

tych aktywnych substancji zależy zarówno od czynników abiotycznych jak i uwarunkowana jest genetycznie.

W trzyletnich badaniach przeprowadzono analizę wpływu radiacji na zawartość kwercetyny i kemferolu w różach brokuła (**B.1.**). W pierwszym roku prowadzenia doświadczenia badaniami objęto odmianę 'Fiesta' sadzoną w jednym terminie, a w dwóch kolejnych latach trzy odmiany 'Lord', 'Marathon' i 'Fiesta', które w drugim roku badań uprawiane były w dwóch terminach, a w trzecim roku w trzech terminach. Stwierdzono wysoce istotną zależność między sumą radiacji w okresie od sadzenia do zbioru a zawartością kwercetyny i kemferolu. Współczynniki korelacji odpowiednio miały wartość 0,88 i 0,94.

Stwierdzono również istotne różnice w zawartości sumy badanych flawonoli między odmianami. Największą ich zawartością charakteryzowała się odmiana 'Fiesta'.

Na podstawie regresji wielokrotnej analizującej zarówno wpływ radiacji jak i odmiany na zawartość flawonoli, stwierdzono, że radiacja była czynnikiem decydującym o zawartości flawonoli w różach brokuła.

Określenie zawartości związków fenolowych w różach i łodygach brokuła w zależności od odmiany było celem kolejnego doświadczenia (**B.8.**). Badaniami objęto 10 odmian brokuła: 'Agassi', 'Beaumont', 'Ironman', 'Lord', 'Monaco', 'Monopoly', 'Monte Carlo', 'Steel', 'Tiburon' i 'Tradition'. Stwierdzono, że średnio dla dwóch lat badań największą zawartością fenoli ogółem zarówno w różach jak i łodygach brokuła charakteryzowała się odmiana 'Steel', a najmniejszą 'Monte Carlo'. U wszystkich odmian w różach brokuła określono również zawartość makro i mikroelementów. Stwierdzono następującą kolejność pod względem zawartości makroelementów i sodu: $N > K > P > Ca > Mg > Na$ oraz następującą dla mikroelementów: $Zn > Fe > Mn > Cu > Ni$. Zawartość kadmu i ołowiu nie przekraczała dopuszczalnych norm.

Po zbiorze róż brokuła zachodzą nadal procesy biochemiczne, fizjologiczne i fizyczne, które stopniowo prowadzą do obniżenia ich jakości. Wiele niekorzystnych zmian jest związanych z wysokim tempem oddychania u tego warzywa.

Celem kolejnych badań było określenie zmian jakościowych u brokuła w ciągu przechowywania przez okres czterech dni w temperaturze 3, 16 i 21 °C (**D.25.**). Doświadczenie przeprowadzono na odmianie 'Tiburon'. Stwierdzono, że przy przechowywaniu brokuła w temperaturze pokojowej najszybsze tempo oddychania było w

ciągu pierwszych trzech godzin po zbiorze, od 5 do 10 godziny po zbiorze nastąpił jego spadek i w okresie od 10 do 24 godziny po zbiorze pozostawało na stałym poziomie. Pomiar wykonany po 96 godzinie wykazał, że tempo oddychania było na podobnym poziomie jak po 24 godzinie przechowywania. Przy przechowywaniu w warunkach chłodniczych, tempo oddychania w pierwszym dniu przechowywania było prawie 5-krotnie niższe w porównaniu z warunkami pokojowymi. Po 24 godzinach nastąpił dalszy spadek tempa oddychania i jego wartość po czwartym dniu przechowywania była nadal na tym samym poziomie.

Ze wzrostem tempa oddychania wiąże się spadek zawartości cukrów. W przeprowadzonym doświadczeniu obniżenie zawartości cukrów zaobserwowano już po pierwszej dobie przechowywania, przy czym istotne zmiany były dopiero po czwartym dniu.

Istotną różnicę w barwie róż brokuła stwierdzono po czwartym dniu przechowywania w temperaturze pokojowej.

Wraz z długością okresu przechowywania wzrastała zawartość kwasów fenolowych i flawonoli, natomiast malała zawartość tokoferoli (**D.27.**). Po czwartym dniu przechowywania zawartość kwasu kawowego i synapinowego w różach brokuła przechowywanych w 3°C była niższa niż przy przechowywaniu w 16 i 21°C. Nie było natomiast takiej różnicy w przypadku kwasu ferulowego, kwercetyny i kemferolu.

Wśród trzech badanych tokoferoli (tj. α -, γ i δ tokoferolu), największą zawartość stwierdzono dla α -tokoferolu, a najmniejszą dla δ -tokoferolu. Pod koniec okresu przechowywania, zawartość α -tokoferolu przy przechowywaniu w 3 °C była prawie 3-krotnie wyższa niż przy przechowywaniu w 21 °C. Nie stwierdzono natomiast wpływu temperatury na zawartość γ - i δ -tokoferolu oraz całkowitą zawartość tokoferoli.

Wpływ temperatury oraz długości okresu przechowywania na zawartość flawonoli i witaminy C analizowano również w kolejnym dwuletnim doświadczeniu (**B.6.**). Badania przeprowadzono na jednej odmianie brokuła 'Monterey'. Zawartość wymienionych związków analizowano po 6 i 24 godzinnym okresie przechowywania w temperaturze pokojowej oraz po tygodniu przechowywania w warunkach chłodniczych.

Zawartość witaminy C istotnie zmniejszyła się już po 6 godzinach przechowywania, dalsze jej straty stwierdzono po kolejnych 18 godzinach. Po tygodniu przechowywania w chłodni zawartość witaminy C nie różniła się istotnie od jej zawartości w różach świeżych. W warunkach pokojowych nastąpił wzrost zawartości kemferolu i kwercetyny, szczególnie w drugim roku uprawy, w którym temperatura przechowywania była wyższa niż

w pierwszym roku. Przy przechowywaniu w warunkach chłodniczych stwierdzono spadek zawartości flawonoli, zwłaszcza w drugim roku prowadzenia badań, w którym utrzymywano niższą temperaturę w porównaniu z rokiem pierwszym.

5.3. Badania dotyczące innych gatunków warzyw

Kalafior

Kalafior należy do warzyw o wysokich wymaganiach wodnych, głównie ze względu na dużą masę powierzchni liści. Niedobór wody w glebie skutkuje znacznym obniżeniem plonu, wpływa na ograniczenie wzrostu masy wegetatywnej oraz powoduje zastoje we wzroście roślin, które są bezpośrednią przyczyną pogorszenia jakości róz kalafiora.

Celem podjętych badań nad kalafiorem było określenie wpływu stresu suszy na najważniejsze parametry fizjologiczne tj. tempo procesu fotosyntezy (A), przewodnictwo szparkowe (G_s), zawartość CO_2 międzykomórkowego (C_i), szybkość transportu elektronów (ETR), transpirację (E) oraz dwa parametry fluorescencji chlorofilu tj. maksymalną wydajność PSII (F_v/F_m) oraz wydajność reakcji fotochemicznych w PSII (Y) (**D.28.**). Badaniami objęto jedną odmianę kalafiora 'Sevilla'. Rośliny uprawiano przy pięciu poziomach zawartości wody w substracie (SWC) tj. od 20 do 60 %. Gdy rośliny były w fazie 5 liści nawodniono je do 100% ppw, a następnie zaprzestano nawadniania na okres 9 dni. Wzrost roślin odbywał się w temperaturze 25°C, przy PPFD 150 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ i długości dnia 16 godzin.

Wraz ze wzrostem SWC wzrastała wartość parametrów A , G_s , E , ETR, a malała wartość C_i . Przy najniższych poziomach SWC wartości parametru A były ujemne co wskazywało na przewagę oddychania nad procesem fotosyntezy. Wzrostowi SWC towarzyszył też przyrost parametrów F_v/F_m i Y , przy czym różnic tych nie udało się udowodnić statystycznie.

Kolejnym etapem badań nad kalafiorem było przeprowadzenie doświadczenia, którego celem było określenie wpływu nawadniania i zagęszczenia na zawartość związków fenolowych w rózach kalafiora odmiany 'Sevilla' (**B.9.**). Rośliny rosły w zagęszczeniu 2, 4, 6 i 8 roślin/ m^2 . Na poletkach nawadnianych, niezależnie od zagęszczenia roślinom dostarczano taką samą ilość wody. Nawadnianie było uruchamiane, gdy potencjał wody w glebie osiągnął wartość -20 kPa.

Rośliny nawadniane charakteryzowały się wyższą zawartością kwercetyny i kemferolu oraz kwasu galusowego, kawowego, *P*-kumarynowego i synapinowego. Nawadnianie nie miało natomiast wpływu na zawartość kwasu ferulowego. Ponadto stwierdzono, że im większe było zagęszczenie roślin tym wyższa była zawartość obu flawonoli i kwasów fenolowych w różach kalafiora.

Ogórek

Ogórek należy do warzyw o wysokich wymaganiach cieplnych, pokarmowych i wodnych. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu ściółkowania czarną folią polietylenową na wielkość i jakość plonu ogórka uprawianego w polu (**B.3.**). Trzyletnie doświadczenie przeprowadzono na odmianie 'Akord'. Nawadnianie i fertygację prowadzono przy użyciu linii kroplujących. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że ściółkowanie nie wpłynęło ani na zwiększenie plonu, ani na zwiększenie zawartości suchej masy i cukrów w owocach ogórka. Ściółkowanie natomiast wpłynęło korzystnie na efektywność nawadniania, która wyrażała wielkość plonu owoców ogórka uzyskanego po zastosowaniu 1 mm wody.

Truskawka

Biostymulatory są szeroko wykorzystywane w uprawach różnych roślin ogrodniczych. Celem badań przeprowadzonych na truskawce było określenie wpływu biostymulatora opartego na hydrolizacie białka zwierzęcego na liczbę i jakość sadzonek (**B.5.**). Dwuletnie doświadczenie przeprowadzono na jednej odmianie truskawki 'Elsanta'. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że zastosowany biostymulator nie miał wpływu ani na liczbę, długość i średnicę rozłogów wytworzonych przez rośliny mateczne ani na liczbę sadzonek rozłogowych truskawki, średnicę ich korony oraz liczbę liści. Sadzonki pozyskane z roślin traktowanych biostymulatorami charakteryzowały się istotnie mniejszą świeżą masą.

Jakość roślin matecznych truskawki decyduje o cechach roślin potomnych. Celem kolejnego dwuletniego doświadczenia było określenie wpływu typu sadzonek tj. świeżych i frigo oraz średnicy sadzonek (A+ i A) wykorzystywanych do założenia matecznika na wybrane cechy roślin potomnych truskawki (**D.23.**). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że sadzonki uzyskane z roślin matecznych uprawianych z sadzonek świeżych

charakteryzowały się większą liczbą liści. Większą świeżą i suchą masą charakteryzowały się sadzonki uzyskane z sadzonek klasy A.

5.4 Wpływ długości okresu naświetlenia i temperatury na wzrost roślin przyprawowych i warzywnych uprawianych w pojemnikach

Opracowanie optymalnych warunków dla uprawy roślin przyprawowych w pojemnikach jest ważną dziedziną badań dotyczącą tej grupy roślin.

Celem badań, których byłem współautorem było określenie wpływu zróżnicowanej temperatury między dniem a nocą (DIF) i długości dnia na cechy biometryczne i dynamikę wzrostu u dwóch odmian bazylii pospolitej (*Ocimum basilicum* L.) 'Kasia' i 'Wala' **(B.4.)**. Zastosowano następujące wartości DIF: zerowe (w czasie dnia i nocy utrzymywano tę samą temperaturę tj. 23 °C), dodatnie (w czasie dnia utrzymywano temperaturę 25 °C, a w nocy 20 °C) oraz ujemne (w czasie dnia utrzymywano temperaturę 20 °C, a w nocy 25 °C). Długość okresu naświetlenia wynosiła 12 i 16 godzin.

Największą wysokość roślin uzyskano przy DIF dodatnim, natomiast największe zahamowanie wzrostu przy DIF zerowym. Rośliny uprawiane przy 16 godzinnym dniu charakteryzowały się większą świeżą masą, dłuższym hypokotylem i większą wysokością roślin niż uprawiane przy 12 godzinnym dniu. Największą względną zawartość chlorofilu stwierdzono przy DIF ujemnym. Odmiana 'Wala' charakteryzowała się większą wysokością roślin i świeżą masą roślin oraz większą powierzchnią liści niż odmiana 'Kasia'.

Celem kolejnego doświadczenia było określenie przydatności czterech form rukoli ('Ogrodnik', 'Pieterpikzonen', 'Colvitata', 'Selvatica de campo') do uprawy w pojemnikach **(D.19.)**. Doświadczenie przeprowadzono w komorach wegetacyjnych. Rośliny uprawiano przy 12 i 16 godzinnym dniu.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że rośliny uprawiane przy 16-godzinnym dniu charakteryzowały się niższym hipokotylem oraz większą masą ziela w porównaniu z uprawianymi przy 12-godzinnym dniu. W dniu zbioru największą powierzchnią roślin charakteryzowała się forma 'Ogrodnik', a najmniejszą 'Selvatica de campo'.

5.5 Badania dotyczące grzybów uprawnych

Pieczarka dwuzarodnikowa (*Agaricus bisporus*) należy do najbardziej popularnych grzybów uprawnych nie tylko w Polsce ale i na świecie. Wielkość plonu tego ważnego gatunku grzyba uprawnego zależy zarówno od cech genetycznych jak i warunków agrotechnicznych.

Celem doświadczenia, którego byłam współautorem było porównanie wielkości plonu i zawartości suchej masy u 16 odmian uprawowych pieczarki dwuzarodnikowej **(D.26.)**. Największy plon uzyskano u odmiany 'Somycel 516', a najmniejszy u odmiany 'Sylvan 130'. Największą zawartością suchej masy we wszystkich trzech rzutach plonowania charakteryzowała się odmiana 'Hauser A1.5'. Ponadto stwierdzono, że zawartość suchej masy zależała od wielkości owocników. We wszystkich trzech rzutach owocniki o średnicy od 4,6 do 5,5 cm charakteryzowały się najmniejszą zawartością suchej masy.

Celem kolejnych badań była ocena wpływu podlewania uprawy pieczarki dwuzarodnikowej chlorkiem i mleczanem wapnia na wielkość plonu oraz zawartość suchej masy u dwóch odmian 'Amycel 2200' i 'Italspawn F59' **(B.7.)**. Zastosowanie zarówno chlorku jak i mleczanu wapnia nie spowodowało wzrostu plonu obu odmian pieczarki. Stwierdzono natomiast istotny wzrost zawartości suchej masy w owocnikach pieczarki po zastosowaniu badanych preparatów w obu badanych stężeniach tj. 0,4% i 0,6%.

Grzyby charakteryzują się dużą zawartością substancji bioaktywnych wpływających korzystnie na zdrowie człowieka. Temat ten był przedmiotem dwóch publikacji przeglądowych których byłam współautorem. Pierwsza z nich dotyczyła grzybów jadalnych dziko rosnących **(B. 10.)**, a druga bocznika ostrygowatego **(B.11.)**.

6. Podsumowanie

Moje badania obejmują zagadnienia związane z uprawą warzyw, roślin zielarskich i grzybów. Szczególną uwagę zwróciłam na badania związane z uprawą brokuła, które obejmowały tematy dotyczące:

- wpływu biostymulatorów na: plonowanie i jakość róż brokuła, na jakość róż w czasie przechowywania, reakcję fizjologiczną roślin na zastosowane biostymulatory przy uprawie

w optymalnej zawartości wody w podłożu i w stresie suszy, na zawartość makro i mikrośladników w liściach brokuła u roślin poddawanych stresowi suszy

- wpływu temperatury na wzrost oraz wielkość i jakość plonu róż brokuła
- wpływu radiacji na zawartość flawonoli w różach brokuła
- wpływu warunków przechowywania na zmiany jakościowe róż brokuła
- zawartości makro i mikroelementów w różach brokuła w zależności od odmiany.

W ramach działalności naukowej byłem kierownikiem jednego projektu badawczego MNiSW, a w dwóch innych wykonawcą. Ponadto byłem wykonawcą w trzech projektach międzyuczelnianych obejmujących badania nad brokułem, oraz w pracy umownej z Instytutem Warzywnictwa w Skierniewicach dotyczącej prowadzenia i waloryzacji genotypów szparaga. Realizowałam także wewnątrzuczelniane projekty badawcze.

Mój dorobek naukowy łącznie z pracami uwzględnionymi w cyklu publikacji powiązanych tematycznie, stanowiących osiągnięcie naukowe, obejmuje współautorstwo w 45 oryginalnych pracach twórczych (w okresie mianowania na stanowisku adiunkta 27 prac), w tym jednym rozdziale w podręczniku akademickim oraz metodyce integrowanej produkcji szparaga, (łącznie 417 punktów MNiSW za publikacje zgodne z rokiem wydania), oraz 10 prac popularno-naukowych. Sumaryczny IF w roku publikacji wynosi 9,019. Indeks Hirscha wg bazy Web of Science = 4. Liczba cytowań wg bazy Web of Science wynosi ogółem 55, w tym bez autocytowań 48.

Uczestniczyłam aktywnie w 16 konferencjach naukowych o zasięgu krajowym i międzynarodowym, których efektem było opublikowanie 7 prac konferencyjnych i 12 streszczeń.

Prowadziłam i prowadzę zajęcia z zakresu warzywnictwa, inżynierii ogrodniczej oraz roślin zielarskich na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych I i II stopnia na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu. Byłam promotorem 7 prac magisterskich i 11 inżynierskich.

Szczegółowe informacje dotyczące wykazu opublikowanych prac naukowych oraz informacje o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki znajdują się w załączniku 4.

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

Publikacje	Łączna liczba	Łączny IF ¹	Punktacja MNiSW, KBN ²
Oryginalne prace twórcze umieszczone w bazie Journal Citation Reports (JCR)			
Acta Scientiarum Polonorum – Hortorum Cultus	15	9,019	272
Ecological Chemistry and Engineering S			
European Journal of Horticultural Science			
Folia Horticulture			
Food Chemistry			
Horticultural Science			
Journal of Elementology			
Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca			
Sylvan			
Žemdirbyste-Agriculture			
Pozostałe oryginalne publikacje naukowe			
Acta Agrobotanica	28	145	
Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Horticultura			
EJPAU (Electronic Journal of Polish Agricultural Universities)			
Folia Horticulturae - Supplement			
Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis			
Horticulture and Vegetable Growing			
Journal of Plant Protection Research			
Nauka Przyroda Technologie			
Plant Protection			
Vegetable Crop Research Bulletin (Journal of Horticultural Research)			
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych			
Zeszyty Naukowe AR w Krakowie			
Zeszyty Naukowe, ATR Bydgoszcz			
ŻYWNOSĆ. Nauka Technologia Jakość			
Rozdziały w podręcznikach akademickich	1		-
Prace konferencyjne	7		-
Streszczenia konferencyjne	12		-
Metodyka integrowanej produkcji szparaga	1		-
Publikacje popularno-naukowe	10		-
Suma	74	9,019	417

¹ w roku opublikowania, w przypadku prac z roku 2018 przyjęto wartość IF z 2017 roku

² punktacja zgodna z rokiem wydania, w przypadku prac z roku 2018 przyjęto punkty z 2017 roku

Alina Kałużewicz