

Biała Podlaska, 20.01.2019

dr Iwona Teresa Mystkowska

Katedra Nauk Technicznych

Wydział Nauk Ekonomicznych i Technicznych

Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

ul. Sidorska 95/97, 21-500 Biała Podlaska

Autoreferat

Opis dorobku i osiągnięć naukowych

w języku polskim

(Załącznik 2)

Biała Podlaska, 2019

- 1. Imię i nazwisko:** Iwona Teresa Mystkowska (z d. Nowosielska)
- 2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej**

1990 - magister chemii, Wydział Chemiczno-Matematyczny, Wyższa Szkoła Rolniczo-Pedagogiczna im. Georgi Dimitrowa w Siedlcach (obecnie Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach).

2005 - doktor nauk rolniczych w dyscyplinie agronomia, Wydział Rolniczy, Akademia Podlaska w Siedlcach (obecnie Wydział Przyrodniczy, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach); tytuł rozprawy: „Skład chemiczny bulw ziemniaka jadalnego uprawianego w warunkach zróżnicowanej pielęgnacji”.

2012 - studia podyplomowe „Kształcenie kadry akademickiej do roli wykładowcy Ochrona własności intelektualnej” Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Wydział Biologii i Biotechnologii, Lublin.

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

1990-1992 specjalista chemik, Katedra Podstaw Chemii, Wydział Chemiczno-Matematyczny Wyższa Szkoła Rolniczo-Pedagogiczna im. Georgi Dimitrowa w Siedlcach (obecnie Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach)

1992-2016 specjalista chemik, Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin (obecnie Katedra Agrotechnologii), Wydział Rolniczy (obecnie Wydział Przyrodniczy), Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach

2013-2016 starszy wykładowca, Zakład Rolnictwa, Wydział Inżynierii i Ekonomii, Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Ciechanowie

2009-2017 wykładowca, Zakład Rolnictwa, Katedra Nauk Technicznych, Wydział Nauk Ekonomicznych i Technicznych, Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

od 2017 asystent, Zakład Rolnictwa, Katedra Nauk Technicznych, Wydział Nauk Ekonomicznych i Technicznych, Państwowa Szkoła Wyższa im. Papieża Jana Pawła II w Białej Podlaskiej

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz stopniach i tytule w zakresie sztuki

A) tytuł osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem będącym podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest cykl siedmiu publikacji powiązanych tematycznie, ujętych pod wspólnym tytułem: „**Oddziaływanie biostymulatorów i herbicydów na wybrane elementy składu chemicznego bulw *Solanum tuberosum* L.**”

B) publikacje będące podstawą do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego:

B.1. Mystkowska I. 2018. Zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka w zmiennych warunkach pogodowych pod wpływem stosowanych biostymulatorów. *Acta Agroph.* 25(4): 475-483. (IF₂₀₁₈ - 0; MNiSW₂₀₁₆ - 14 pkt.)

B.2. Zarzecka K., Gugąła M., Mystkowska I. 2007. Zawartość kwasu askorbinowego w bulwach ziemniaka odmiany Viking w zależności od sposobów uprawy roli i herbicydów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 2(51): 112-119. (IF₂₀₁₈ - 0; MNiSW₂₀₀₇ - 4 pkt.)

B.3. Mystkowska I. 2018. Saccharide content in potato tubers treated with biostimulators. *Appl. Ecol. Env. Res.* 16(4): ISSN 1589-1623 (Print), ISSN 1785-0037. (IF₂₀₁₈ - 0,721; MNiSW₂₀₁₆ - 15 pkt.)

B.4. Zarzecka K., Mystkowska I., Gugąła M., Dołęga H. 2019. Content and uptake of selected macroelements with the yield of potato tubers depending on herbicides and biostimulators. *J. Elem.* 24(1): 165-179. ISSN 1644-2296. doi: 10.5601/jelem.2017.22.3.1519. (IF₂₀₁₇ - 0,779; MNiSW₂₀₁₇ - 15 pkt.)

B.5. Mystkowska I. 2018. The content of iron and manganese in potato tubers treated with biostimulators and their nutritional value. *Appl. Ecol. Env. Res.* 16(5): 6633-6641. (IF₂₀₁₈ - 0,721; MNiSW₂₀₁₆ - 15 pkt.)

B.6. Zarzecka K., Gugąła M., Sikorska A., Mystkowska I., Baranowska A., Niewęglowski M., Dołęga H. 2019. The effect of herbicides and biostimulants on polyphenol content of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers and leaves. *J. Saudi Soc. Agric. Sci.* 18: 102-106. doi.org/10.1016/j.jssas.2017.02.004. (IF₂₀₁₆ - 0,000; MNiSW₂₀₁₇ - 0,00 pkt.)

B.7. Mystkowska I., Baranowska A., Zarzecka K., Gugąła M., Sikorska A. 2018. The effect of biostimulators on the tastiness and darkening of the pulp of raw and cooked potato

tubers. J. Ecol. Eng. 19(5): 116–121. doi:10.12911/22998993/91269. (**IF₂₀₁₆ - 0,000;**
MNiSW₂₀₁₆ - 12 pkt.)

Łączna wartość bibliometryczna publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe według wykazu MNiSW zgodnie z rokiem opublikowania artykułów wynosi **75 punktów**, natomiast sumaryczny współczynnik wpływu publikacji (IF) - **2,221**.

Prace i oświadczenia wszystkich współautorów określające indywidualny wkład każdego z nich w ich powstanie stanowi **załącznik 5** wniosku.

C) omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

Wstęp i cel pracy

Ziemniak jadalny (*Solanum tuberosum* L.) to jedna z głównych roślin uprawnych, której bulwy stanowią cenne źródło wielu niezbędnych składników odżywczych (Camire i in. 2009, Leszczyński 2012, Alamar i in. 2017). Ze względu na dostępność i przyzwyczajenia żywieniowe, nasz kraj w konsumpcji ziemniaka zajmuje jedno z czołowych miejsc w świecie Schieber i Saldana (2009). Jego spożycie w Polsce jest dość duże, w ostatnich dziesięciu latach wynosiło 100-121 kg, a w 2017 roku - 97 kg rocznie w przeliczeniu na jednego mieszkańca (Dzwonkowski i Oleksiak 2017). Ziemniak przeznaczony do bezpośredniego spożycia lub do przetwórstwa spożywczego musi spełniać określone wymagania jakościowe. O jakości bulw decyduje ich skład chemiczny, który jest modyfikowany właściwościami genetycznymi odmian, zabiegami agrotechnicznymi oraz warunkami pogodowymi (Zgórska i in. 2006, Lisińska i in. 2009, Żołnowski 2010, Sawicka i Pszczółkowski 2016). Bulwy ziemniaka odznaczają się dużą wartością odżywczą wynikającą m.in. z zawartości cennego białka, które pod względem jakości zbliżone jest do białka jaja kurzego (Lisińska i in. 2009, Leszczyński 2012, Żołnowski 2013). Według Leszczyńskiego (2012) ziemniak ze względu na duże spożycie jest jednym z głównych źródeł zaopatrzenia ludności w witaminę C. Udział w dziennej racji żywnościowej 200-300 g ziemniaka pokrywa dobowe zapotrzebowanie na witaminę C w ok. 50%. Ziemniaki w diecie przeciętnego Polaka są ważnym źródłem polifenoli określanych, jako metabolity wtórne o działaniu przeciwutleniającym (Ezekiel i in., 2013). Są także źródłem składników mineralnych (Haase i in. 2007, Zarzecka i in. 2013, Głosek-Sobieraj i in. 2018, 2019). Wzrost świadomości i zwiększające się wymagania konsumentów wymuszają na producentach coraz większą dbałość o jakość bulw dostarczanych na rynek (Shahriari i in. 2013, Nowacki 2016, Alamar i in. 2017). Muszą oni pamiętać o zachowaniu bezpieczeństwa bulw w celu ochrony zdrowia konsumenta, jest to jeden z warunków dopuszczenia produktu do obrotu (Wierzbicka 2012, Nowacki 2016). Stosowanie ekologicznej produkcji upraw prowadzić może do zwiększenia ilości materii organicznej i poprawy warunków wzrostu i rozwoju roślin (Hepperly i in. 2007, Zlatev i Popov 2013). Cel ten można osiągnąć przez poszukiwanie nowych technologii z uwzględnieniem ograniczenia nawożenia i środków ochrony roślin poprzez wprowadzanie do

produkcji ziemniaka preparatów poprawiających zdrowotność i odporność roślin na warunki stresowe (Trawczyński i Bogdanowicz 2007, Sawicka i Mikos-Bielak 2008, Sawicka i Krochmal-Marczak 2009, Kołodziejczyk 2015). Preparaty te to: biostymulatory, szczepionki bakteryjne, ekstrakty z alg, preparaty EM (Efektywne Mikroorganizmy) działające jako stymulatory procesów życiowych i zwiększające odporność roślin na warunki stresowe, szczególnie w sytuacji utrudnionego pobierania składników pokarmowych z gleby (Trawczyński i Bogdanowicz 2007, Zarzecka i Gugąła 2018, Van Oosten i in. 2017, Pszczółkowski i Sawicka 2018). Biostymulatory stosuje się najczęściej dolistnie w celach profilaktycznych lub interwencyjnych. Ich działanie polega na stymulacji rozwoju liści, łodyg i korzeni rośliny, na uzupełnianiu niedoboru składników w okresie wegetacji wywołanego różnymi czynnikami, m.in. intensywnym rozwojem roślin, suszą, błędami agrotechnicznymi (Maciejewski i in. 2008, Trawczyński 2014, Kołodziejczyk 2016). Umożliwiają one bardziej wydajne pobieranie składników pokarmowych z podłoża, a tym samym lepsze zaopatrzenie roślin w składniki odżywcze (Gawrońska i Przybysz 2011). Biostymulator zastosowany w czasie, gdy rośliny są jeszcze zdrowe, powinien zmieniać metabolizm w taki sposób, aby stała się ona silniejsza i odporniejsza na ataki patogenów, czy działanie suszy (Czeczko i Mikos-Bielak 2004, Farouk 2015). Harasimowicz-Herman i Borowska (2006), Budzyński i in. (2008), Singh i in. (2013) podkreślają, że stosowanie biostymulatorów jest korzystne, gdy rośliny uprawiane są w niekorzystnych warunkach, wówczas umożliwiają korygowanie złego stanu odżywiania roślin. Maciejewski i in. (2007), Kozak (2009), Farouk (2015) uważają, że biostymulatory są bezpieczne dla środowiska. Natomiast reakcja roślin ziemniaka na stosowane mieszaniny herbicydów uzależniona jest od współdziałania wielu czynników: odmiany, zawartości substancji organicznej w glebie, terminu wykonania zabiegu, temperatury powietrza i ilości opadów po aplikacji herbicydu. Herbicydy niezależnie od swoich właściwości chwastobójczych mogą wpływać nie tylko na ilość, ale i na jakość plonu, co nabiera szczególnego znaczenia ze względu na stale rosnące wymagania jakościowe ziemniaka jadalnego (Zarzecka i in., 2017).

Zdrowie konsumenta, duże spożycie ziemniaka jadalnego i dbałość o środowisko były podstawą do sformułowania celu badań. Dotyczył on oddziaływania biostymulatorów, częściowo biostymulatorów stosowanych łącznie z herbicydami i mieszanin herbicydów na wybrane elementy składu chemicznego bulw (białko, kwas askorbinowy, cukry ogółem i redukujące, składniki mineralne, polifenole) oraz na smakowitość i ciemnienie mięszu bulw surowych i ugotowanych ziemniaka jadalnego. Realizacji w/w celu, zawartego w cyklu publikacji stanowiącego osiągnięcie naukowe dokonano głównie w oparciu o analizy

chemiczne bulw pochodzących z doświadczeń polowych. Potrzeba przeprowadzenia badań wynikała z nielicznych doniesień z zakresu możliwości korzystnego wpływu biostymulatorów oraz często z dyskusyjnych prac obejmujących wpływ herbicydów na skład chemiczny bulw ziemniaka jadalnego, jak też z szerokiego zainteresowania praktyki rolniczej powyższą tematyką.

Omówienie osiągniętych wyników badań z uwzględnieniem piśmiennictwa

Ocena składu chemicznego przy jednoczesnej dbałości o środowisko wymaga dostosowań technologii, między innymi nawożenia czy ochrony roślin (Shahriari i in. 2013). W uprawie ziemniaka jednym z ważniejszych parametrów dla konsumenta i przetwórcy jest zawartość białka, które odznacza się największą wartością odżywczą ze wszystkich białek roślinnych (Lisińska i in. 2009, Leszczyński 2012, Sawicka i Pszczółkowski 2016). Białko ziemniaczane jest bogate w aminokwasy egzogenne, takie jak: lizyna, leucyna, fenyloalanina i treonina, których organizm ludzki nie syntetyzuje. Z ośmiu aminokwasów, które należy dostarczyć organizmowi, aż siedem znajduje się w białku ziemniaka (Jarvan i Edesi 2009, Elfaki i Abbsher 2010, Kołodziejczyk 2016). Jako jedno z nielicznych białek roślinnych, ma wartość biologiczną odpowiadającą białku zwierzęcemu (Zgórska 2013, Harkema 2015). Porównywalne jest z białkiem soi i tylko nieznacznie ustępuje wartości białka jaja kurzego (Elfaki i Abbsher 2010, Leszczyński 2012). Według Pęksy (2003) i Leszczyńskiego (2012) zawartość białka ogółem w ziemniaku wynosi 1,5–2,3% świeżej masy, w tym białko właściwe określane jako „czyste” stanowi 35–65%. W badaniach Wierzbickiej i Trawczyńskiego (2012) zawartość białka mieściła się w granicach 7,54-11,37%, a według Zarzeckiej i Guguły (2006) od 9,15 do 11,68% suchej masy. Amerykańskie Stowarzyszenie do Badań nad Ziemniakiem uznało ziemniak za żywność bezglutenową, o doskonałej jakości białka, dającą szereg możliwości jego wykorzystania. Główne korzyści z zastosowania białka ziemniaczanego to: brak alergenów, lepsza tekstura, lepsze odżywianie (Harkema 2015, Sawicka i Pszczółkowski 2016).

Zdaniem wielu autorów zawartość białka w bulwach ziemniaka kształtują cechy odmianowe (Pęksa 2003, Haase i in. 2007, Wierzbicka i Trawczyński 2012, Guguła i in. 2014, Sawicka i Pszczółkowski 2016). W dostępnej literaturze mało jest prac dotyczących oddziaływania biostymulatorów na zawartość białka. Mikos-Bielak i Czczko (2002) wykazały obniżenie koncentracji białka w bulwach po opryskiwaniu roślin preparatem Atonik-Asahi, natomiast Arafa i in. (2012) stwierdzili zwiększenie zawartości białka surowego w bulwach po zastosowaniu biostymulatorów, w skład których wchodziły ekstrakty

z wodorostów i kwasy huminowe. Matysiak i in. (2011) odnotowali podwyższenie zawartości białka w nasionach rzepaku w porównaniu do obiektu kontrolnego, ale różnice nie były istotne.

Czynnikiem modyfikującym zawartość białka są warunki termiczne i wilgotnościowe (Mazurczyk i Lis 2001, Zarzecka i Gugąła 2006, Jarvan i Edesi 2009). Wierzbicka i Trawczyński (2012) stwierdzili, że w okresie wegetacji o nadmiernej ilości opadów zmniejszała się zawartość białka ogółem w porównaniu do okresów bardziej suchych i ciepłych. Mazurczyk i Lis (2001), Sawicka i Pszczółkowski (2016) w prowadzonych badaniach zauważyli, że generalnie w latach suchych ziemniak tworzy więcej białka ogólnego i właściwego, zaś najmniej w latach wilgotnych, o niższej temperaturze powietrza w okresie wegetacji.

Praca B.1. prezentuje wyniki badań dotyczące wpływu czterech biostymulatorów (Kelpak SL®, Green OK®, Tytanit®, BrunatneBio Złoto® i wariant kontrolny opryskiwany wodą) i trzech odmian (Honorata, Jelly, Tajfun) na zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach *Solanum tuberosum* L. Kelpak®SL jest regulatorem wzrostu, w skład którego wchodzi naturalne hormony roślinne: auksyny i cytokiny (11 mg/l auksyn i 0,031 mg/l cytokin). Wytwarzany jest z brunatnicy *Ecklonia maxima*. Tytanit® jest mineralnym stymulatorem wzrostu zawierającym 8,5 g/l tytanu. GreenOk® to naturalny, bioaktywny, płynny koncentrat z torfu, zawierający substancje humusowe w ilości 20 g/l i NPK 0,13-0,09-0,7, o pH 7-9, z efektem biostymulującym. BrunatneBio Złoto® to bioaktywny aktywator zawierający substancje czynne: auksyny 0,06 mg/l i cytokiny 12 mg/l oraz NPK = 0,1-0,07-0,2. Analizy chemiczne wykazały, a obliczenia statystyczne potwierdziły istotny wpływ odmian, biostymulatorów i warunków pogodowych w latach badań na zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach. Odmiany uprawiane w eksperymencie polowym różniły się pod względem kumulacji omawianego składnika. Odmiana Tajfun odznaczała się największą zawartością białka ogólnego, a odmiana Jelly białka właściwego oznaczonego w suchej masie bulw, natomiast najmniej omawianych składników gromadziła odmiana Honorata.

Bulwy roślin traktowanych biostymulatorami zawierały większe ilości białka ogólnego i właściwego niż ziemniaki z poletek kontrolnych, przy czym preparat BrunatneBio Złoto powodował największe nagromadzenie tych składników. Zaobserwowano zróżnicowaną reakcję odmian na aplikowane biostymulatory. Preparat BrunatneBio Złoto w największym stopniu zwiększał koncentrację białka ogólnego w odmianie Tajfun, a białka

właściwego w odmianie Jelly, co potwierdza udowodniona interakcja odmian z biostymulatorami.

Czynnikiem kształtującym zawartość białka ogólnego i właściwego w suchej masie bulw były warunki atmosferyczne w latach badań. Największą ilość tych składników odnotowano w najcieplejszym i najmniej wilgotnym 2016 roku badań, który według współczynnika Sielianiowa był suchy. Duża ilość opadów i najniższa średnia temperatura powietrza w 2017 roku przyczyniła się do zmniejszenia zawartości białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka. Udowodniono istotne współdziałanie odmian z warunkami pogodowymi panującymi podczas wegetacji. Odmiana Tajfun najwięcej białka ogólnego zgromadziła w 2016 roku, który był najcieplejszy i z małą ilością opadów, a najwięcej białka właściwego oznaczono w odmianie Jelly.

Kolejnym składnikiem bulw ziemniaka jest witamina C. Bulwy ziemniaka zawierają znaczne ilości witamin rozpuszczalnych w wodzie, natomiast niewielkie ilości witamin rozpuszczalnych w tłuszczach. Przymuszczalnie wiąże się to z niską zawartością związków tłuszczowych w bulwach. Spośród witamin rozpuszczalnych w wodzie, bulwy najwięcej zawierają witaminy C, której głównymi składnikami są kwas askorbinowy i kwas dehydroaskorbinowy. Ziemniak jadalny jest najtańszym i najbardziej powszechnym źródłem witaminy C, której zawartość w bulwach wynosi od 100 do 300 mg·kg⁻¹ świeżej masy (Zgórska i Frydecka-Mazurczyk 2002, Leszczyński 2012). Dzielne zapotrzebowanie organizmu człowieka na witaminę C wynosi od 50 do 100 mg przy średniej zawartości witaminy C - 200 mg·kg⁻¹ w bulwach surowych, ziemniaki ugotowane zawierają jej 80 mg·kg⁻¹ (w wyniku 60% strat). Zatem spożycie 50 g ziemniaków pokrywa do 16% dziennego zapotrzebowania człowieka na ten cenny składnik (Wierzbicka 2011). Zawartość kwasu askorbinowego w bulwach ziemniaka jest cechą odmianową i w znacznym stopniu zależy od przebiegu pogody w czasie wegetacji (Love i Pavék 2008, Navarre i in. 2010, Wierzbicka 2011, Hamouz i in. 2013). W zależności od odmiany oraz warunków uprawy zawartość tego składnika w bulwach zmienia się w bardzo szerokim zakresie i waha się najczęściej w granicach od 50 do 300 mg·kg⁻¹ (Zimnoch-Guzowska i Flis 2006) osiągając nawet 400 mg·kg⁻¹, czyli tyle, co w truskawkach, a więcej niż w cytrynie (Leszczyński 2012). W badaniach Trawczyńskiego i Wierzbickiej (2012) zawartość witaminy C w bulwach analizowanych odmian wynosiła średnio 187,9 mg·kg⁻¹ świeżej masy i była zbiedzna z wykazaną przez innych badaczy (Kraska 2002, Sawicka i Mikos-Bielak 1998). Różnica zawartości witaminy C w bulwach pomiędzy odmianami wahała się od 123,6 do 248,1 mg·kg⁻¹ świeżej masy. Wraz z

wydłużeniem okresu wegetacji ziemniaka, od odmian wczesnych do późniejszych stwierdzono zmniejszanie poziomu witaminy C w bulwach, odpowiednio od 204,9 do 163,5 mg·kg⁻¹ świeżej masy. Bulwy odmian bardzo wczesnych i wczesnych zawierały o około 18% większą ilość witaminy C, niż bulwy odmian średnio późnych i późnych. Kraska (2002) badając wpływ metod uprawy roli na cechy jakościowe bulw, nie stwierdził istotnego wpływu na koncentrację witaminy C, ale zaobserwował tendencję do wzrostu kumulacji składnika przy uprawie bezorkowej w porównaniu z uprawą płużną. Zarzyńska i Wroniak (2007) nie wykazały istotnych różnic w zawartości witaminy C w zależności od warunków glebowo-agrotechnicznych.

Z licznych badań wynika, że podwyższenie zawartości witaminy C może nastąpić pod wpływem pielęgnacji z użyciem herbicydów (Sawicka i Kuś 2002, Zarzecka i Gąsiorowska 2002). Opinie badaczy na temat wpływu herbicydów na zawartość kwasu askorbinowego są rozbieżne. W badaniach Rymuzy i in. (2013) po zastosowaniu pielęgnacji mechanicznej połączonej z herbicydem Sencor WG uzyskano większą zawartość witaminy C w bulwach niż w ziemniaku odchwaszczanym tylko mechanicznie. Również Wichrowska i Pobereżny (2008) wykazali, że herbicydy zastosowane do pielęgnacji plantacji ziemniaka wpłynęły istotnie na wzrost zawartości witaminy C w bulwach.

Zdaniem Fidalgo i in. (2000) deltametryna powodowała znaczne podwyższenie zawartości kwasu askorbinowego w bulwach ziemniaka. Bombik i in. (2007) w swoich badaniach wykazali, że zmienność witaminy C determinowana była głównie przez efekty interakcyjne lat z badanymi czynnikami i błąd doświadczalny.

W **pracy B.2.** przedstawiono wyniki badań dotyczące sposobów uprawy roli (tradycyjnej i uproszczonej) i sposobów odchwaszczania z zastosowaniem herbicydów (Plateen 41,5 WG, Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC, Plateen 41,5 WG + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant Atpolan 80 EC, Barox 460 SL, Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC, Barox 460 SL + Fusilade Forte 150 EC + adiuwant Atpolan 80 EC) na zawartość kwasu askorbinowego w bulwach ziemniaka jadalnego odmiany Wiking. Wykazano, że zawartość kwasu askorbinowego zależała istotnie tylko od warunków pogodowych panujących podczas wzrostu i rozwoju roślin ziemniaka. Najwięcej kwasu askorbinowego gromadziły bulwy w ciepłym i suchym sezonie wegetacyjnym. Analizując wpływ sposobów odchwaszczania na zawartość witaminy C stwierdzono, że stosowane do pielęgnacji herbicydy wywoływały tylko tendencję do podwyższenia zawartości witaminy C w bulwach ziemniaka.

Ważnym składnikiem bulw ziemniaka jest zawartość cukrów redukujących, zwanych monosacharydami (glukoza + fruktoza) i sumy cukrów (cukry redukujące + sacharoza). Zawartość cukrów redukujących w bulwach ziemniaka przeznaczonych do konsumpcji bezpośredniej powinna wynosić nie więcej niż 0,50% (poziom optymalny: do 0,25%), a sumy cukrów do 1,0% w świeżej masie bulw (Zgórska i in. 2006, Lisińska i in. 2009). Wyższa koncentracja monosacharydów w połączeniu z aminokwasami zwiększa intensywność reakcji Maillarda (Copp i in. 2000, Edwards i in. 2002) i powoduje ciemnienie mięszu podczas obróbki termicznej (smażenie, suszenie) oraz pogorszenie smaku i zapachu, a w końcowej fazie smażenia powstawanie akrylamidów (Hebeisen i in. 2005, Shepherd i in. 2010, Saraiva i Rodrigues 2011). Stąd cukry redukujące zaliczane są do potencjalnie szkodliwych składników bulwy ziemniaka (Wójcik-Stopczyńska i in. 2012). Wysoka zawartość sumy cukrów (powyżej 1% w świeżej masie) powoduje obniżenie właściwości smakowych, gdyż bulwy stają się słodkawe i zwiększa się ciemnienie mięszu (Leszczyński 2000, Zgórska i in. 2006, Boguszewska 2007).

Grudzińska (2012), Zgórska i Grudzińska (2012), Zarzecka i in. (2017), Zarzecka i Gugąła (2018) wykazali, że zawartość sumy cukrów i cukrów redukujących zależały od odmiany, natomiast Sawicka i Pszczółkowski (2005), Gugąła i in. (2013) nie odnotowali istotnych zmian między odmianami w gromadzeniu cukrów, ale dowiedli, że o kumulacji sumy cukrów, cukrów redukujących i sacharozy decydowały warunki klimatyczne panujące w czasie wegetacji *Solanum tuberosum* L. Grudzińska i in. (2016) badali jedenaście odmian ziemniaka z różnych grup wczesności i także nie stwierdzili różnic odmianowych w zawartości cukrów redukujących i sacharozy. Mazurczyk i Lis (2001) oraz Zgórska i Frydecka-Mazurczyk (2002) wykazali, że wysoka temperatura i niska wilgotność gleby ograniczały gromadzenie cukrów niezależnie od odmiany.

Wpływ biostymulatorów na gromadzenie cukrów analizowali nieliczni autorzy. Mikos-Bielak i Czeczko (2002) stosując Atonik-Asahi w różnych terminach wykazały zwiększenie cukrów ogółem i redukujących w porównaniu do wariantu kontrolnego, ale wartości nie przekraczały wymaganego progu zawartości tych związków w bulwach. Podobne wyniki uzyskały Czeczko i Mikos-Bielak (2004) dotyczące sacharozy. Według badań Maciejewskiego i in. (2007) wpływ biostymulatorów Asahi SL i Atonik SL był uzależniony od odmiany - odmiana Ditta reagowała zmniejszeniem, a odmiana Satina zwiększeniem zawartości cukrów redukujących. Zarzecka i Gugąła (2018) badając łączne stosowanie Asahi SL z herbicydem Sencor 70 WG wykazali istotny wzrost sumy cukrów, cukrów redukujących

i sacharozy w stosunku do obiektu kontrolnego, natomiast według Trawczyńskiego (2014) biostymulatory nie miały większego wpływu na zawartość cukrów redukujących w bulwach.

W **pracy B.3.** podjęto zagadnienie oddziaływania biostymulatorów (Kelpak SL®, Titanit®, GreenOk®, BrunatneBio Złoto®) na zawartość sacharydów (suma cukrów, cukry redukujące i sacharoza) w bulwach trzech odmian ziemniaka jadalnego (Honorata, Jelly, Tajfun). Trzyletnie badania wykazały, że gromadzenie tych składników zależało istotnie od czynników doświadczenia i warunków wilgotnościowo-termicznych podczas wegetacji.

Najwięcej sumy cukrów i sacharozy oznaczono w odmianie Honorata (średnio 6,94 i 3,70 g·kg⁻¹), a najmniej Tajfun (6,54 i 2,90 g·kg⁻¹), natomiast cukrów redukujących najwięcej było w bulwach odmiany Tajfun (3,45 g·kg⁻¹), a najmniej w odmianie Honorata (3,0 g·kg⁻¹). Odmiany uprawiane w tym eksperymencie spełniały wymogi bulw przeznaczonych do bezpośredniej konsumpcji pod względem gromadzenia sacharydów.

Wszystkie zastosowane w badaniach biostymulatory zwiększały zawartość sumy cukrów w stosunku do bulw z obiektu kontrolnego, natomiast koncentracja sacharozy była większa po zastosowaniu preparatów GreenOk® i BrunatneBio Złoto®. Odnośnie cukrów redukujących zaobserwowano udowodnione statystycznie zmniejszenie tego składnika w bulwach po opryskiwaniu roślin preparatem BrunatneBio Złoto®, co jest korzystne dla konsumenta.

Warunki panujące w latach badań różnicowały istotnie zawartość analizowanych sacharydów w bulwach ziemniaka. Największe zawartości sumy cukrów i sacharozy oznaczono w bulwach zebranych w latach 2015 i 2016, a najmniejszą w 2017 roku. Warunki pogodowe, szczególnie duża ilość opadów w 2017 roku, przyczyniły się do zwiększenia cukrów redukujących w bulwach ziemniaka. Udowodnione interakcje między czynnikami i latami badań u sumy cukrów, cukrów redukujących i sacharozy dają podstawę do stwierdzenia, że gromadzenie tych składników przez odmiany jest ściśle związane z czynnikami biotycznymi i abiotycznymi.

Bulwy ziemniaka, oprócz podstawowych składników odżywczych (skrobia, białko, cukry), zawierają w świeżej masie 1-1,2% związków mineralnych, występujących w formie makroelementów i mikroelementów. Makroelementy, takie jak: potas, fosfor, magnez i wapń, to składniki pobierane przez rośliny w stosunkowo dużych ilościach, w różnych stadiach rozwoju. Pierwiastki te pełnią w roślinie głównie funkcje budulcowe i fizjologiczne, jak również decydują o wartości dietetycznej (Leszczyński 2000, Wierzbicka 2012). Potas odgrywa ważną rolę w gospodarce wodnej i jonowej organizmu, dlatego w niektórych

schorzeniach zaleca się dietę ziemniaczaną. Fosfor jest podstawowym składnikiem związków decydujących o procesach energetycznych. Wchodzi w skład białek specyficznych i uczestniczy w przemianie węglowodanów. W badaniach krajowych zawartość fosforu w bulwach ziemniaka kształtowała się na poziomie 1,8-3,9 g·kg⁻¹ (Zarzecka i Mystkowska 2004, Wierzbicka 2012, Zarzecka i in. 2015, Wierzbowska i in. 2016), a w zagranicznych była zazwyczaj większa i wynosiła 2,2-4,9 g·kg⁻¹ (Elfaki i Abbsher 2010, Jarvan i Edesi 2009, Mahamud i in. 2015). Wapń uważany jest za pierwiastek warunkujący prawidłowy wzrost i rozwój roślin. Zawartość wapnia w bulwach w doświadczeniach krajowych była w granicach 0,30-0,69 g·kg⁻¹ (Kołodziejczyk i Szmigiel 2005, Wierzbicka i Trawczyński 2011, Wierzbicka 2012, Zarzecka i in. 2015), a w zagranicznych 0,2-1,4 g·kg⁻¹ (Ekin 2011, Mahamud i in. 2015). Ważnym składnikiem bulw ziemniaka jest magnez. Jego obecność w roślinie warunkuje podstawowe procesy przemiany materii i energii, bierze on udział w około 300 reakcjach enzymatycznych, stanowi też aktywne centrum cząsteczki chlorofilu. Zawartość magnezu suchej masie bulw ziemniaka w badaniach Zarzeckiej i in. (2006), Wierzbickiej i Trawczyńskiego (2011), Wierzbickiej (2012) wynosiła 0,8-1,3 g·kg⁻¹, a w badaniach zagranicznych dochodziła do 3,3 g·kg⁻¹ (Muhamud i in. 2015). Spożycie 200 g ziemniaków pokrywa do 30% dziennego zapotrzebowania na potas, 10-14% na fosfor, 8-17% na magnez, 8-19% na żelazo, 11-15% na miedź oraz 6-30% na jod (Leszczyński 2000, Zarzecka i Mystkowska 2004, Kołodziejczyk i Szmigiel 2005).

Na koncentrację składników mineralnych w bulwach wpływają czynniki genetyczne i środowiskowe. Wielu autorów wykazało, że ilość makroelementów w bulwach zależała od uprawianej odmiany (Wierzbicka i Trawczyński 2011, Żołnowski 2013, Muhamud i in. 2015, Wierzbowska i in. 2016).

W dostępnej literaturze jest mało prac dotyczących wpływu biostymulatorów na zawartość składników mineralnych w bulwach ziemniaka. Farouk (2015) odnotował wzrost zawartości fosforu w bulwach po aplikacji biostymulatorów z wodorostów morskich i humusu potasowego w stosunku do bulw kontrolnych. Wierzbowska i in. (2016) stwierdzili zwiększenie koncentracji fosforu, wapnia i magnezu po opryskiwaniu roślin Asahi SL, natomiast inne regulatory wzrostu (Bio-Algeen S90, Kelpak SL) nie zmieniały zawartości tych pierwiastków lub je obniżały. Biostymulatory (Trifender WP, Asahi SL, Kelpak SL, Bio-Algeen S90) wykorzystane w doświadczeniach Głosek-Sobieraj i in. (2019) nie zmieniały zawartości fosforu, natomiast zwiększały zawartość wapnia i magnezu. Przeprowadzone przez Szczepanek i in. (2015) analizy korzeni marchwi po aplikacji biostymulatorów Kelpak

SL i Asahi SL potwierdziły zwiększenie fosforu, wapnia i magnezu w stosunku do wariantu bez opryskiwania preparatami. Badania Zarzeckiej i in. (2006), Wierzbowskiej (2016), Głosek-Sobieraj i in. (2019) wykazały, że o zawartości makroelementów w ziemniakach decydowały warunki pogodowe panujące w czasie wegetacji.

Nieliczne są opracowania na temat łącznego stosowania biostymulatorów i herbicydów i dotyczą one głównie innych roślin uprawnych, takich jak: pszenica ozima, burak cukrowy, marchew uprawna (Miziniak 2011, Kierzak i in. 2013, Golian i in. 2014). Doniesienia tych autorów wskazują na możliwość współdziałania wymienionych środków ochrony roślin, czy korzystnego ich działania, między innymi: zwiększenie aktywności biologicznej, brak działania fitotoksycznego na roślinę uprawną, zwiększenie plonu buraka cukrowego i marchwi, bądź niekorzystnego, np. większego gromadzenia azotanów.

W **pracy B.4.** przedstawiono wpływ herbicydów (Harrier 295 ZC, Sencor 70 WG) oraz wymienionych herbicydów i biostymulatorów (Kelpak SL, Asahi SL) na tle obiektu kontrolnego, na zawartość i pobranie fosforu, wapnia i magnezu z plonem bulw trzech odmian ziemniaka jadalnego (Bartek, Gawin, Honorata).

Zawartość makroelementów (fosfor, wapń, magnez) w bulwach zależała istotnie od odmian, sposobów stosowania herbicydów i biostymulatorów oraz warunków pogodowych w latach badań. Odmiana Bartek nagromadziła najwięcej fosforu, a odmiana Honorata magnezu i wapnia. Biostymulatory i herbicydy spowodowały wzrost koncentracji fosforu, magnezu i wapnia w odniesieniu do bulw zebranych z obiektu kontrolnego. Najwięcej składników mineralnych zawierały ziemniaki po zastosowaniu biostymulatora Asahi SL aplikowanym łącznie z herbicydem Sencor 70 WG, co pozwala sądzić, że Asahi SL jest środkiem działającym stymulująco na gromadzenie fosforu, wapnia i magnezu.

W prowadzonych badaniach na pobranie makroelementów wpływały odmiany, sposoby aplikacji herbicydów z biostymulatorami i warunki klimatyczne w latach badań. Odmiana Honorata wyróżniała się największą zdolnością pobrania makroelementów z plonem bulw w odniesieniu do pozostałych odmian, co wynikało także z największego plonowania tej odmiany. Zastosowanie herbicydów i herbicydów z biostymulatorami w znaczny sposób zwiększało pobranie fosforu, magnezu i wapnia w stosunku do obiektu kontrolnego, a największe wartości odnotowano po aplikacji preparatów Sencor 70 WG i Asahi SL.

Na zawartość i pobranie fosforu, wapnia i magnezu wpływały warunki klimatyczne. Największą zawartość i pobranie fosforu i magnezu oraz pobranie wapnia z plonem bulw stwierdzono w ciepłym i przeciętnym pod względem wilgotnościowym w 2012 roku, a

najwięcej wapnia w bulwach oznaczono w roku 2014, który był ciepły i charakteryzował się nadmiernymi opadami.

Mikroelementy są ważną cechą jakościową ocenianą według kryteriów konsumpcyjnych i paszowych. Wchodzą one w skład różnych enzymów i aktywatorów, a do najważniejszych należą: żelazo, mangan, cynk, miedź (Prośba-Białczyk i Mydlarski 2000, Wierzbicka 2012, Tack 2014). Żelazo bierze udział w procesie fotosyntezy i metabolizmie kwasów nukleinowych, stymuluje powstawanie chlorofilu, uczestniczy w redukcji azotanów i wiązaniu wolnego azotu oraz reguluje reakcje oksydacyjno-redukcyjne. Mangan uczestniczy w procesach oksydacyjno-redukcyjnych, fotosyntezie, dekarboksylacji, wiązaniu wolnego azotu, biosyntezie witaminy C (Kabata-Pendias i Pendias 1993, Wierzbicka 2012, Abbaspour i in. 2014, Zarzecka i in. 2016a).

Zawartość żelaza w bulwach ziemniaka w badaniach Wierzbickiej (2012) kształtowała się w granicach 26,9-81,4 mg·kg⁻¹, u Wierzbowskiej i in. (2015) 39,53-91,85 mg·kg⁻¹, natomiast manganu wynosiła od 4,51 do 9,58 mg·kg⁻¹ u Głosek-Sobieraj i in. (2018), 20,23-21,56 mg·kg⁻¹ w doświadczeniach Zarzeckiej i in. (2016a). Wymienieni wyżej autorzy podają, że zawartość mikroelementów kształtują właściwości odmianowe, zabiegi agrotechniczne i warunki hydrotermiczne panujące podczas prowadzenia doświadczeń. Wpływ właściwości odmianowych na zawartość żelaza i manganu podkreślają Mikos-Bielak i Sawicka (1992), Sawicka (1996), Ekin (2011), Głosek-Sobieraj i in. (2018), a Zarzecka i in. (2016a) na gromadzenie manganu.

Głosek-Sobieraj i in. (2018) stwierdziły, że Bio-Algeen S 90 istotnie zwiększał ilość żelaza w bulwach, a pozostałe biostymulatory (Asahi SL, Kelpak, Trifender WP) wywołały tylko tendencję wzrostową tego pierwiastka w stosunku do obiektu kontrolnego, natomiast zawartość manganu pod wpływem biostymulatorów nie zmieniała się. Wierzbowska i in. (2015), Głosek-Sobieraj i in. (2018) największe ilości żelaza i manganu oznaczyły w sezonie ciepłym i o małej wilgotności.

W pracy B.5. analizowano oddziaływanie biostymulatorów takich jak: Kelpak SL®, Green OK®, Tytanit®, BrunatneBio Złoto® i obiekt kontrolny na koncentrację dwóch ważniejszych mikroelementów - żelaza i manganu - w bulwach trzech odmian ziemniaka jadalnego: Honorata, Jelly, Tajfun. Z przeprowadzonych badań wynika, że czynnik genetyczny miał istotny wpływ na zawartość żelaza w bulwach ziemniaka. Odmianą, która zawierała najwięcej tego składnika była odmiana Honorata, następnie odmiany Tajfun i Jelly.

Spośród zastosowanych w doświadczeniu biostymulatorów jedynie biostymulator BrunatneBio Złoto istotnie podwyższał zawartość żelaza w bulwach w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Czynnikiem, który również istotnie modyfikował zawartość analizowanego składnika były warunki hydrotermiczne panujące w latach badań. Duża ilość opadów w 2017 roku spowodowała, że bulwy ziemniaka gromadziły istotnie więcej żelaza i manganu niż w pozostałych latach badań.

Zawartość żelaza w bulwach ziemniaka traktowanego biostymulatorami wynosiła średnio $43,5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1} \text{ DM}$, a dzienna norma tego pierwiastka, według zaleceń Akademii Nauk Żywności i Żywienia w USA, wynosi 8 mg (Wierzbicka, 2012). Spożycie 100 gramów ziemniaków pokrywa codzienne zapotrzebowanie na żelazo w ok. 5,5% codziennego zapotrzebowania.

Przeprowadzone badania wykazały, że uprawiane w doświadczeniu odmiany różniły się istotnie pod względem zawartości manganu w bulwach ziemniaka, a najwięcej gromadziła go odmiana Jelly. Biostymulator BrunatneBio Złoto® zwiększał istotnie ilość omawianego pierwiastka w ziemniakach, natomiast pozostałe preparaty nie miały większego wpływu na jego zawartość. Stwierdzone interakcje pomiędzy czynnikami doświadczenia oraz latami świadczą o indywidualnej reakcji odmian na aplikowane preparaty oraz warunki pogodowe w latach badań.

Bulwy ziemniaka zawierają związki prozdrowotne - polifenole, które wykazują działanie: przeciwzapalne, przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe i przeciwnowotworowe. Są one pożądane w diecie człowieka ze względu na ich korzystny wpływ na zdrowie (Brown, 2005; Ezekiel i in., 2013; Reddivari i in., 2007). Polifenole są jedną z największych grup przeciwutleniaczy i są uznawane za najbardziej liczne antyoksydanty w naszej diecie (Ross and Kasum, 2002; Manach i in., 2004). Występując w roślinach zwiększają ich tolerancję na szkodliwe bodźce środowiska, a przede wszystkim na suszę. Ponadto ich obecność sprawia, że rośliny są mniej podatne na działanie czynników chorobotwórczych i występowanie szkodników (Czeczko i Mikos-Bielak 2004, Brown 2005, Matysiak i in. 2011).

Zawartość polifenoli w badaniach Zarzeckiej i Gugały (2011) kształtowała się w granicach $172,2\text{-}177,3 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Hamouza i in. (2013) $62,6\text{-}1157,0 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, Lemos i in. (2013) $209,1 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ świeżej masy bulw. Reyes i in. (2005) Reddivari i in. (2007), Hamouz i in. (2013), Murniece i in. (2013), Keutgen i in. (2014) stwierdzili, że koncentracja polifenoli w bulwach zależała od odmiany. Ponadto Hamouz i in. (2013) i Reyes i in. (2005) wykazali, że o koncentracji tych związków decydowały kolor miąższu genotypu i lokalizacja badań.

Mikos-Bielak i Czeczko (2002), stwierdziły, że preparat Atonik-Asahi, zarówno po jednorazowym jak i dwukrotnym zabiegu, istotnie zwiększał ilość polifenoli w bulwach w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Również warunki klimatyczne w czasie wegetacji wpływały na gromadzenie polifenoli (Zarzecka i Gugąła 2011, Hamouz i in. 2013). Unal i in. (2014) analizując zawartość polifenoli w ekstraktach tradycyjnych warzyw liściowych uprawianych ekologicznie i konwencjonalnie stwierdzili, że była ona podobna. Aktualnie brakuje badań z zakresu oddziaływania biostymulatorów czy łącznego stosowania biostymulatorów z herbicydami na zawartość polifenoli w ziemniakach.

W **pracy B.6.** przedstawiono oddziaływanie herbicydów (Harrier 295 ZC, Sencor 70 WG) oraz wymienionych herbicydów i biostymulatorów (Kelpak SL, Asahi SL) na zawartość polifenoli w bulwach i liściach trzech odmian ziemniaka jadalnego (Bartek, Gawin, Honorata). Wykazano, że zawartość polifenoli w bulwach kształtowała się w zakresie 150,1-166,5 mg·kg⁻¹ świeżej masy i zależała istotnie od uprawianej odmiany, aplikowanych herbicydów i biostymulatorów oraz od warunków pogodowych panujących w okresie wegetacji. Z uprawianych odmian najwięcej polifenoli kumulowała Honorata (średnio 164,7 mg·kg⁻¹ świeżej masy), a najmniej Gawin (średnio 155,1 mg·kg⁻¹). Odmiany badane w doświadczeniu charakteryzowały się jednakową barwą miąższu – jasno żółtą, stąd różnice między genotypami nie były duże. Herbicydy i herbicydy z biostymulatorami zastosowane na plantacji istotnie zwiększały koncentrację polifenoli w bulwach na wszystkich obiektach w stosunku do poletek kontrolnych. Wykazano interakcję odmian ze sposobami stosowania preparatów oraz sposobów aplikacji herbicydów i biostymulatorów z latami badań, co dowodzi, że gromadzenie polifenoli jest wypadkową współdziałania wielu czynników.

Największe ilości omawianych związków (średnio 164,6 mg·kg⁻¹ świeżej masy) uzyskano w roku 2014, który był ciepły, ale opady podczas wzrostu i rozwoju roślin były nierównomiernie rozłożone. Natomiast najmniej polifenoli (156,9 mg·kg⁻¹) stwierdzono w sezonie 2013 roku, w którym opady były największe, a temperatura powietrza była zbliżona do średniej z okresu wieloletniego.

Zawartość polifenoli w liściach roślin ziemniaka była prawie dwukrotnie większa niż w bulwach i zależała istotnie tylko od uprawianych odmian. Największą ilość tych związków odnotowano w liściach odmiany Honorata – średnio 304,1 mg·kg⁻¹ świeżej masy, istotnie mniejszą w odmiany Bartek, a najmniejszą w odmianie Gawin – średnio 274,1 mg·kg⁻¹ świeżej masy. Zaobserwowano także tendencję do zwiększania polifenoli w liściach ziemniaka zebranych z obiektów traktowanych herbicydami i biostymulatorami.

Jakość ziemniaka jadalnego, na którą współczesny konsument zwraca szczególną uwagę, determinowana jest głównie składem chemicznym i cechami organoleptycznymi bulw (sensorycznymi, konsumpcyjnymi), takimi jak: smakowitość, barwa miąższu, typ kulinarny, ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych oraz wyglądem zewnętrznym (Sawicka i in. 2006, Elfaki i Abbsher 2010, Zgórska 2013, Keutgen i in. 2014, Zarzecka i in. 2016b). Smakowitość powinna być dobra i bardzo dobra (powyżej 6 stopni w skali 1-9), a ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych małe (odpowiednio powyżej 6,5 i ponad 7,5 stopnia w skali 1-9) (Zgórska i Grudzińska, 2011, 2012). Cechy te są uwarunkowane genetycznie, zależą od czynników hydrotermicznych panujących podczas wegetacji, a niejednokrotnie od zabiegów agrotechnicznych (Sawicka i in. 2006, Zgórska i Grudzińska 2012, Krochmal-Marczak i in. 2016, Zarzecka i in. 2016). Ciemnienie miąższu bulw surowych – enzymatyczne – powstaje podczas utleniania związków fenolowych przy katalitycznym działaniu oksydazy difenolowej i powstają barwne związki melaninowe, które są przyczyną niekorzystnej barwy bulw. Ciemnienie miąższu ugotowanego jest procesem nieenzymatycznym, chemicznym (Zgórska 2013, Krochmal-Marczak i in. 2016). Sawicka i in. (2000) wykazali, że regulatory wzrostu takie jak: Asahi, Mival, Moddus 250 ME, Potejtin, Kwartazyna na ogół zwiększały zawartość związków fenolowych w bulwach, co wiązało się z większymi skłonnościami do ciemnienia bulw surowych i gotowanych. Zarzecka i in. (2016) stosując biostymulatory Kelpak SL i Asahi SL łącznie z herbicydami nie stwierdzili pogorszenia walorów smakowych i ciemnienia miąższu bulw surowych w porównaniu do ziemniaków zebranych w warunkach bez preparatów, natomiast odnotowali niewielkie zwiększenie ciemnienia miąższu ugotowanego bulw po łącznej aplikacji biostymulatorów i herbicydów. Również Baranowska i Zarzecka (2018) oznaczyły większe ciemnienie miąższu bulw surowych i ugotowanych po zastosowaniu biostymulatora GreenOK Universal-PRO łącznie z herbicydem Avatar 293 ZC, ale nie odnotowały zmian tych cech po opryskiwaniu roślin samymi biostymulatorami. Wykazały też pogłębienie ciemnienia bulw surowych i gotowanych w sezonie wegetacyjnym, który był najbardziej wilgotny. Kołodziejczyk (2014), Krochmal-Marczak i in. (2016) w swoich badaniach, także stwierdzili, że w latach ciepłych i suchych bulwy gromadzą dużo skrobi i są mniej podatne na ciemnienie miąższu bulw ugotowanych.

W **pracy B.7.** przedstawiono oddziaływanie biostymulatorów: Kelpak SL®, Green OK®, Tytanit®, BrunatneBio Złoto® na tle obiektu kontrolnego, na smakowitość i ciemnienie miąższu bulw surowych i gotowanych bulw (oceniane po 10 minutach od przekrojenia i ugotowania) ziemniaka jadalnego odmian: Honorata, Jelly, Tajfun.

Smakowitość bulw zależała istotnie od odmiany, biostymulatorów i warunków meteorologicznych panujących podczas badań. Najsmaczniejszą okazała się odmiana Jelly - uzyskała ocenę 8.0 punktów w dziewięciostopniowej skali, a najgorszym smakiem odznaczała się odmiana Honorata ze średnią notą wynoszącą 7,7 punktu. Bulwy zebrane z obiektów opryskiwanych biostymulatorami były smaczniejsze niż pochodzące z obiektu kontrolnego. Najkorzystniej na tę cechę wpływały warunki pogodowe lat 2015 i 2017, w których współczynnik Sielianinowa wynosił 1,3 i 1,6, a pogorszenie smakowitości odnotowano w 2016 posuszonym roku.

Ciemnienie miąższu bulw surowych uprawianych odmian było podobne - średnio 8.8 stopnia w skali dziewięciostopniowej i nie zmieniało się pod wpływem stosowanych biostymulatorów, natomiast decydowały o tej cesze warunki hydrotermiczne podczas prowadzenia eksperymentu. W największym stopniu bulwy ciemniały w 2017 roku, który okazał się najchłodniejszy i najbardziej wilgotny.

Ciemnienie miąższu bulw ugotowanych jest bardzo ważną cechą z punktu widzenia konsumenta. Istotny wpływ na tę cechę miały odmiany, biostymulatory i warunki wilgotnościowo-termiczne w latach badań. Miąższ bulw odmiany Honorata oceniony po 10 minutach od ugotowania w ogóle nie zmieniał się, natomiast najbardziej ciemniała odmiana Jelly. Analizując aplikację biostymulatorami zaobserwowano, w porównaniu z wariantem kontrolnym, największe ciemnienie bulw po opryskiwaniu preparatem BrunatneBio Złoto, natomiast Tytanit SL nie wywołał żadnych zmian w barwie miąższu.

Warunki pogodowe w latach prowadzenia eksperymentu różnicowały analizowaną cechę. Bulwy zebrane w 2017 roku, w którym było ciepło w miesiącach gromadzenia plonu, a opady najbardziej zbliżone do optymalnych, w ogóle nie ciemniały, a nieznaczne pogorszenie tej cechy odnotowano w pozostałych latach badań. Wykazano istotną interakcję odmian z latami oraz sposobów stosowania biostymulatorów z latami, która wskazuje na różną reakcję odmian, i że działanie biostymulatorów może być odmienne w zależności od warunków pogodowych.

Wnioski wynikające z przeprowadzonych badań z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania

1. Zastosowane w badaniach biostymulatory (Kelpak SL®, Titanit®, GreenOk®, BrunatneBio Złoto®) zwiększały zawartość białka ogólnego i właściwego oraz cukrów

ogółem i sacharozy, a zmniejszały ilość cukrów redukujących w bulwach, które należą do składników niepożądanych, w porównaniu do ziemniaków zebranych z obiektu kontrolnego.

2. Uprawiane w doświadczeniu odmiany różniły się istotnie pod względem gromadzenia białka ogółem i właściwego, witaminy C, sacharydów, makro i mikroelementów, polifenoli oraz wartości konsumpcyjnych.
3. Największe zawartości fosforu, magnezu i wapnia zawierały ziemniaki po zastosowaniu biostymulatora Asahi SL aplikowanym łącznie z herbicydem Sencor 70 WG. Zawartość makroelementów w bulwach ziemniaka zależała istotnie od odmian i warunków atmosferycznych w latach badań. Na pobranie makroelementów wpływały: odmiany, sposoby pielęgnacji i warunki klimatyczne. Największe pobranie omawianych składników odnotowano w bulwach po łącznym zastosowaniu preparatów Sencor 70 WG i Asahi SL.
4. Największą zawartość żelaza i manganu stwierdzono w bulwach u roślin traktowanych biostymulatorem BrunatneBio Złoto®. Koncentracja wymienionych mikroelementów była różnicowana genotypem odmiany i warunkami pogodowymi panującymi podczas wegetacji ziemniaka.
5. Herbicydy i herbicydy z biostymulatorami zastosowane na plantacji istotnie zwiększały koncentrację polifenoli w bulwach zebranych ze wszystkich obiektów w stosunku do poletek kontrolnych. Wykazano interakcję odmian ze sposobami stosowania preparatów oraz sposobów aplikacji herbicydów i biostymulatorów z latami badań, co dowodzi, że gromadzenie polifenoli jest wypadkową współdziałania wielu czynników.
6. Biostymulatory zastosowane w doświadczeniu korzystnie oddziaływały na większość analizowanych cech składu chemicznego (białko ogólne i właściwe, cukry ogółem, sacharozę, polifenole, makro i mikroelementy) oraz wartości konsumpcyjne (smakowitość i ciemnienie bulw surowych), stąd przeprowadzone badania mają ważny wymiar praktyczny i dają podstawę do stwierdzenia, że mogą być w pełni wykorzystane w praktyce rolniczej.

Literatura

1. Abbaspour N., Hurrell R., Kelishadi R. 2014. Review on iron and its importance for human health. *J. Res. Med. Sci.*,19(2): 164-174.
2. Alamar M.C., Tosetti R., Landahl S., Bermejo A., Terry L.A. 2017. Assuring Potato Tuber Quality during Storage: A Future Perspective. *Front Plant Sci.*, 28: 8-20.

3. Arafa A.A., Farouk S., Mohamed H.S. 2012. Response of tuber yield quantity and quality of potato plants and its economic consideration to certain bioregulators, effective microorganisms under potassium fertilization. *J. Plant Prod., Mansoura University* 3(1):131-150.
4. Baranowska A., Zarzecka K. 2018. Sensory quality of potato tubers in conditions of application of biostimulators and herbicide. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 593: 3-11.
5. Boguszewska D. 2007. Wpływ niedoboru wody na zawartość wybranych składników chemicznych w bulwach ziemniaka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5(54): 93-101.
6. Bombik A., Rymuza K., Markowska M., Stankiewicz Cz. 2007. Variability analysis of selected quantitative characteristics in edible potato varieties. *Acta Sci. Pol., Agricultura*, 6(3): 5-15.
7. Brown, C.R., 2005. Antioxidants in potato. *Am. J. Potato Res.*, 82, 163-172.
8. Budzyński W., Dubis B., Jankowski A. 2008. Response of Winter oilseed rape to the biostimulator Asahi SL applied in spring. *Monographs series: Biostimulators in modern agriculture, Field Crop. Wyd. Wieś Jutra, Warszawa*: 47-55.
9. Camire M.E., Kubow S., Donnelly D.J. 2009. Potatoes and human health. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 49(10): 823-840.
10. Copp L.J., Blenkinsop R.W., Yada R.Y., Marangoni A.G. 2000. The relationship between respiration and chip color during long – term storage of potato tubers. *Am. J. Potato Res.*, 77: 279-287.
11. Czeczko, R., Mikos-Bielak, M. 2004. Effects of Asahi bio-stimulator application in the cultivation of different vegetable species. *Ann. UMCS, Agric.*, 59 (3): 1073-1079.
12. Dzwonkowski W., Oleksiak T. 2017. Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy. Wyd. IERiGŻ-PIB, ARR, MRiRW Warszawa, 44: 12-27.
13. Edwards Ch.G., Englar J.W., Brown Ch.R., Peterson J.C., Sorensen E.J. 2002. Changes in color and sugar content of yellow – fleshed potatoes stored at three different temperatures. *Am. Potato Res.*, 79: 49-53.
14. Ekin Z. 2011. Some analytical quality characteristics for evaluating the utilization and consumption of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers. *Afr. J. Biotech.*, 10(32): 6001-6010.
15. Elfaki A.E., Abbsher A.M. 2010. Nutritional situation of potato subjected to Sudanese cooking methods. *J. Appl. Sci. Res.*, 6(8): 880-924.

16. Ezekiel R., Singh N., Sharma S., Kaur A. 2013. Beneficial phytochemicals in potato - a review. *Food Res. Inter.*, 50: 487-496.
17. Farouk S. 2015. Improving growth and productivity of potato (*Solanum tuberosum* L.) by some biostimulants and lithovit with or without boron. *J. Plant Prod.*, Mansoura Univ., 6(12): 2187- 2206.
18. Fidalgo F., Santos I., Salema R. 2000. Nutritional value of potato tubers from field grown plants treated with deltamethrin. *Potato Res.*, 43: 43-48.
19. Gawrońska H., Przybysz A. 2011. Biostymulatory: mechanizmy działania i przykłady zastosowań. W: *Mat. Konf. nt. Targi sadownictwa i warzywnictwa*. Warszawa, 5-6 stycznia: 7-13.
20. Głosek-Sobieraj M., Cwalina-Ambroziak B., Wierzbowska J., Waśkiewicz A. 2018. The influence of biostimulants on the microelement content of tubers in selected potato cultivars. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 17(6): 37-48.
21. Głosek-Sobieraj M., Cwalina-Ambroziak B., Wierzbowska J., Waśkiewicz A. 2019. The influence of biostimulants on the content of P, K, Ca, Mg, and Na in the skin and flesh of potato tubers. *Pol. J. Environ. Stud.*, 28(3): 1-8.
22. Golian J., Anyszka Z., Kohut M. 2014. Ocena stosowania herbicydów z biostymulatorami i adiuwantami w uprawie marchwi (*Daucus carota* L.) *Prog. Plant Prot.*, 54(2): 167-173.
23. Grudzińska M. 2012. Wpływ warunków atmosferycznych i przechowalniczych na cechy technologiczne ziemniaka w produkcji frytek i chipsów. *Biul. IHAR*, 265: 137-148.
24. Grudzińska M., Czerko Z., Wierzbicka A., Borowska-Komenda M. 2016. Zmiany zawartości cukrów redukujących i sacharozy w bulwach 11 odmian ziemniaka w czasie przechowywania w temperaturze 5 i 8°C. *Acta Agroph.*, 23(1): 31-38.
25. Gugąła M., Zarzecka K., Mystkowska I., Sikorska A. 2014. The influence of weed control methods on total protein and true protein in potato tubers. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 13(2): 3-11.
26. Gugąła M., Zarzecka K., Sikorska A., Dołęga H. 2013. Zmiana zawartości cukrów w odmianach bulw ziemniaka w zależności od sposobu odchwaszczania. *Prog. Plant Prot.*, 53(2): 271-275.
27. Haase T., Schüler C, Piepho H.P., Thöni H., Hess J. 2007. The effect of preceding crop and pre-sprouting on crop growth, N use and tuber yield of main crop potatoes for processing under conditions of N stress. *J. Agron. Crop Sci.*, 193(4): 270-291.

28. Hamouz K., Lachman J., Pazderu K., Hejtmankova K., Cimr J., Musilova J., Pivec V., Orsak M., Svobodova A. 2013. Effect of cultivar, location and method of cultivation on the content of chlorogenic acid in potatoes with different flesh colour. *Plant Soil Environ.*, 59(10): 465-471.
29. Harasimowicz-Herman, G., Borowska, M. 2006. Efekty działania biostymulatora Asahi SL w uprawie rzepaku ozimego w zależności od warunków pluwiotermicznych. *Rośliny Oleiste*, XXVII (1): 95-106.
30. Harkema J. 2015. Potato Proteins “Free From” Texture & Nutrition. Conference Solanic® Potato Proteins - Free From Food Expo, Barcelona, 4-5 juni, <http://www.freefromfoodexpo.com/pdf/2015-conference-solanic.pdf>
31. Hebeisen T., Ballmer T., Guthapfel N., Torche J.M., Reust W. 2005. Suitable potato varieties reduce acrylamide formation in processed products and dishes, 16th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, July 17-22, Bilbao, Spain: 496–500.
32. Hepperly P., Seidel R., Pimentel D., Hanson J., Douds Jr. D. 2007. Organic farming enhances soil carbon its benefits. In: Kimble J.M. et al. *Soil Carbon management Economic, Environmental and Societal Benefits*. 129-154. CRC Press.
33. Jarvan M, Edesi L. 2009. The effect of cultivation methods on the yield and biological quality of potato. *Agron. Res.*, 7 (Special issue I): 289-299.
34. Kabata-Pendias A., Pendias H. 1993. *Biogeochemistry of trace elements*. PWN Warszawa.
35. Keutgen A., Pobereźny J., Wszelaczyńska E., Murawska B., Spychaj-Fabisiak E. 2014. Wpływ przechowywania na procesy ciemnienia bulw ziemniaka (*Solanum tuberosum* L.) i ich właściwości prozdrowotne. *Inż. Ap. Chem.*, 53(2): 86-88.
36. Kierzak R., Dubas M., Matysiak K. 2013. Wpływ łącznego stosowania biostymulatora Aminoplant z herbicydami na wielkość i jakość plonu buraka cukrowego. *Prog. Plant Prot.*, 53(3): 621-626.
37. Kołodziejczyk M. 2014. Wpływ warunków opadowo-termicznych na skład chemiczny oraz wybrane parametry jakości bulw średnio późnych i późnych odmian ziemniaka jadalnego. *Ann. UMCS, Sect. E*, 69(3): 1-10.
38. Kołodziejczyk M. 2015. Effect of nitrogen fertilization and microbial preparations on N-min content in soil after potato harvesting. *J. Agric. Sci. Technol.*, 17(5): 1245-1254.
39. Kołodziejczyk M. 2016. Effect of nitrogen fertilization and microbial preparations on quality and storage losses in potato cultivation. *Acta Agroph.*, 23(1): 67-78.

40. Kołodziejczyk M., Szmigiel A. 2005. Zawartość makroelementów w bulwach ziemniaka jadalnego w zależności od kompleksu glebowego, odmiany oraz nawożenia. *Fragm. Agron.*, 22(1): 436-445.
41. Kołodziejczyk M., Szmigiel A. 2012. Skład chemiczny oraz wybrane parametry jakości bulw ziemniaka w zależności od terminu i stopnia redukcji powierzchni asymilacyjnej roślin. *Fragm. Agron.*, 29(3): 88-94.
42. Kozak M. 2009. Biostymulator, dobry wybór. *Agrotechnika*, 3: 61-62.
43. Kraska P. 2002: Wpływ sposobów uprawy, poziomów nawożenia i ochrony na wybrane cechy jakości ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489: 229-237.
44. Krochmal-Marczak B., Sawicka B., Kiełtyka-Dadasiewicz A., Bienia B. 2016. Wpływ przechowywania oraz warunków meteorologicznych na jakość miąższu bulw ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym. *Fragm. Agron.*, 33(2): 44-54.
45. Lemos M.A., Aliyu M.M., Kynoch G., Joseph L.R., Hungerford G., 2013. Effect of cooking on the levels of bioactive compounds in Purple Majesty Potato. *Inside Food Symposium, Leuven, Belgium, 9-12 April 2013*: 1-6.
46. Leszczyński W. 2000. Jakość ziemniaka konsumpcyjnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 4(25): 5-27.
47. Leszczyński W. 2012. Żywnościowa wartość ziemniaka i przetworów ziemniaczanych (Przegląd literatury). *Biul. IHAR*, 266: 5-20.
48. Lisińska G., Pęksa A., Kita A., Rytel E., Tajner-Czopek A. 2009. The quality of potato for processing and consumption. *Food 3 (Special Issue 2)*. Global Science Books: 99-104.
49. Love S.L., Pavek J. J. 2008. Positioning the potato as primary food source of vitamin C. *Am. J. Potato. Res.*, 85: 277-285.
50. Maciejewski T., Szukała J., Jarosz A. 2007. Wpływ biostymulatora Asahi SL na cechy jakościowe bulw ziemniaków. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 52(3): 109-112.
51. Maciejewski T., Michalski T., Bartos-Spychała M., Ceślicki W., Nowacki W. 2008. Effect of the application of biostimulator Asahi SL on the yield of potato tubers and their quality. In: *Biostimulators in modern agriculture. Part: Solanaceous crops*. (Ed.) Dąbrowski Z. T., Wyd. Wieś Jutra, Warszawa: 52-60.
52. Mahamud M.A., Chowdhury M.A.H., Rahim M.A., Mohiuddin K.M. 2015. Mineral nutrient contents of some potato accessions of USA and Bangladesh. *J. Bangladesh Agril. Univ.* 13(2): 207-214.

53. Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C., Jimenez, L. 2004. Polyphenols: Food sources and bioavailability. *The Am. J. Clinical Nutr.*, 79: 727-747.
54. Matysiak K., Adamczewski K., Kaczmarek S. 2011. Wpływ biostymulatora Asahi SL na plonowanie i wybrane cechy ilościowe i jakościowe niektórych roślin rolniczych uprawianych w warunkach Wielkopolski. *Prog. Plant Prot.*, 51(4):1849-1857.
55. Mazurczyk W., Lis B. 2001. Variation of chemical composition of tubers of potato table cultivars grown under deficit and excess of water. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 10/51: 27-30.
56. Mikos-Bielak M., Czeczko R. 2002. Analiza możliwości zastosowania stymulatora wzrostu Atonik - Asahi w uprawie ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489: 157-164.
57. Mikos-Bielak M., Sawicka B. 1992. Zmienność zawartości mikroelementów w bulwach poszczególnych odmian ziemniaków. VII Symp. Mikroelementy w rolnictwie: 136-140.
58. Miziniak W. 2011. Wpływ łącznego stosowania herbicydów Puma Universal 069 EW i Atribut 70 WG z regulatorami wzrostu na właściwości fizyko-chemiczne cieczy opryskowych i skuteczność działania badanych mieszanin. *Prog. Plant Prot.*, 51(2):943-949.
59. Murniece I., Kruma Z., Skrabule I., Vaivode A. 2013. Carotenoids and phenols of organically and conventionally cultivated potato varieties. *Int. J. Chem. Eng. Appl.* 4(5): 342-348.
60. Navarre D.A, Holden J., Shakya R., Kumar S. 2010. The effect of different cooking methods on phenolics and vitamin C in developmentally young potato tubers. *Am. J. Potato Res.*, 87: 350-359.
61. Nowacki W. 2016. Rynek ziemniaków jadalnych w Polsce – stan obecny i perspektywy rozwoju. *Rocz. Nauk. SERiA*, 18(1): 196-201.
62. Pęksa A. 2003. Białko ziemniaczane – charakterystyka i właściwości. *Post. Nauk Rol.*, 5: 79-94.
63. Prośba-Białczyk U., Mydlarski M. 2000. Wpływ warunków siedliskowych i właściwości odmian na zawartość pierwiastków śladowych w bulwach ziemniaka. *Biul. IHAR*, 213: 45-53.
64. Pszczołkowski P., Sawicka B., 2018. The effect of application of biopreparations and fungicides on the yield and selected parameters of seed value of seed potatoes. *Acta Agroph.*, 25(2): 239-255.

65. Reddivari L., Hale A.L., Miller J.C. 2007. Genotype, location, and year influence antioxidant activity, carotenoid content, phenolic content, and composition in specialty potatoes. *J. Agr. Food Chem.*, 55, 8073-8079.
66. Reyes L.F., Miller J.C., Cisneros-Zevallos L. 2005. Antioxidant capacity, anthocyanins and total phenolics in purple and red-fleshed potato (*Solanum tuberosum* L.) genotypes. *Am. J. Potato Res.*, 82: 271-277.
67. Ross J.A., Kasum C.M. 2002. Dietary flavonoids: Bioavailability metabolic effects, and safety. *Ann. Review Nutr.*, 22: 19-34.
68. Rymuza K., Zarzecka K., Gugęła M., 2013. Przydatność wielowymiarowej analizy porównawczej do oceny jakościowej bulw ziemniaka. *Fragm. Agron.*, 30(2): 134-142.
69. Saraiva J.A., Rodrigues I.M. 2011. Inhibition of potato tuber sprouting by pressure treatments. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 46: 61-66.
70. Sawicka B. 1996. Zawartość manganu i żelaza w bulwach wczesnych odmian ziemniaka w okresie wegetacji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 434, 225-229.
71. Sawicka B., Kuś J. 2002. Zmienność składu chemicznego bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu produkcji. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489: 273-282.
72. Sawicka B., Krochmal-Marczak B. 2009. Wpływ stosowania nawozu dolistnego Insol 7 i bioregulatora Asahi SL na zdrowotność bulw ziemniaka. *Ann. UMCS, Sec. E*, 64: 29-38.
73. Sawicka B., Mikos-Bielak., 1998. The influence of Cultivations under Poly-ethylene Sheeting and Nitrogen Fertilization on the Content of Vitamin C, Sugars and Phenols in the Early Varieties of Potato Tubers. *The Post-Harvest Treatment of Fruit and Vegetables, Current Status and Future Prospects*, Oosterbeek, 1998, The Netherlands: 419-425.
74. Sawicka B., Mikos-Bielak M. 2008. Modification of potato tuber chemical composition by applications of the Asahi SL biostimulator. In: Dąbrowski Z.T. (ed.) *Biostimulators in modern agriculture*. In: *Solanaceous crops*. Ed. Wieś Jutra, Warszawa: 61-67.
75. Sawicka B., Pszczółkowski P. 2005. Dry matter and carbohydrates content in the tubers of very early potato varieties cultivated under coverage. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 4(2): 111-122.
76. Sawicka B., Pszczółkowski P. 2016. Wartość odżywcza białka wybranych odmian ziemniaka. W: *Bioprodukty – pozyskiwanie, właściwości i zastosowanie w produkcji*

- żywności. Wyd. Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu. Red. G. Lewandowicz i J. Le Thanh-Blicharz: 56-67.
77. Sawicka B., Kościelecka D., Pszczółkowski P. 2000. Wpływ regulatorów wzrostu Mival i Potejtin w uprawie ziemniaka. Cz. III. Wpływ regulatorów na ciemnienie miąższu bulw surowych i gotowanych. Biul. IHAR, 214: 201-212.
 78. Sawicka B., Kuś J., Barbaś P. 2006. Ciemnienie miąższu bulw ziemniaka w warunkach ekologicznego i integrowanego systemu uprawy. Pam. Puł., 142: 445-457.
 79. Schieber A., Saldana M.D.A. 2009. Potato peels: A source of nutritionally and pharmacologically interesting compounds – A review. Food 3 (Special Issue 2): 23-29. Global Science Books.
 80. Shahriari Z., Heidari B., Cheraghi M., Shahriari A., G. 2013. Biofortification of staple food crops: Engineering the metabolic pathways. Int. Res. J. Appl. Basic Sci., 5(3): 287-290.
 81. Shepherd L.V.T., Bradshaw J.E., Dale M.F.B., McNicol J.W., Pont S.D.A., Mottram D.S., Davies H.V. 2010. Variation in acrylamide producing potential in potato: Segregation of the trait in a breeding population. Food Chemistry, 123: 568-573.
 82. Singh J., Singh M., Jain A., Bhardwaj S., Singh A., Singh D.K., Bhushan B., Dubey S.K. 2013. An introduction of plant nutrients and foliar fertilization: a review. In: Precision farming: a new approach. Daya Publishing Company. New Delhi: 252-320.
 83. Szczepanek M., Wilczewski E., Pobereźny J., Wszelaczyńska E., Keutgen A., Ochmian I. 2015. Effect of biostimulants and storage on the content of macroelements in storage roots of carrot. J. Elem., 20(4): 1021-1031.
 84. Tack F.M.G. 2014. Trace Elements in Potato. Potato Res., 57(3-4): 311-325.
 85. Trawczyński C., Bogdanowicz P. 2007. Wykorzystanie użyźniacza glebowego w aspekcie ekologicznej uprawy ziemniaka. J. Res. Appl. Agric. Eng., 52(4): 94-97.
 86. Trawczyński C. 2014. Wpływ biostymulatorów aminokwasowych – tecamin – na plon i jakość ziemniaków. Ziemn. Pol., 3: 29-34.
 87. Trawczyński C., Wierzbicka A., 2012. Relacje między zawartością witaminy C i azotanów w bulwach odmian ziemniaka należących do różnych grup wczesności. Biul. IHAR, 266: 143-150.
 88. Unal K., Susanti D., Taher M. 2014. Polyphenol content and antioxidant capacity in organically and conventionally grown vegetables. J. Coastal Life Med., 2(11): 864-871.

89. Van Oosten M.J., Pepe O., De Pascale S., Siletti S., Maggio A. 2017. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants. *Chem. Biol. Technol. Agric.* 4: 1-12.
90. Wichrowska, D., Pobereźny J. 2008. Wpływ wybranych czynników na zawartość witaminy C w bulwach ziemniaka. *Ekologia i Technika*, 16(2): 60-63.
91. Wierzbicka A. 2011: Wybrane cechy jakości bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od nawadniania. *J. Res. Applic. Agricult. Engin.*, 56(4): 203-207.
92. Wierzbicka A. 2012. Zawartość składników mineralnych w bulwach ziemniaka uprawianego w systemie ekologicznym, ich wartość żywieniowa i wzajemne relacje. *J. Res. Appl. Agric. Eng.*, 57(4): 188-192.
93. Wierzbicka A., Trawczyński C. 2011. Wpływ nawadniania i mikroorganizmów glebowych na zawartość makro i mikroelementów w bulwach ziemniaków ekologicznych. *Fragm. Agron.*, 28(4): 139-148.
94. Wierzbicka A., Trawczyński C. 2012. Czynniki wpływające na zawartość i plon białka w bulwach ziemniaka. *Biul. IHAR*, 266: 181-190.
95. Wierzbowska J., Cwalina-Ambroziak B., Bowszys T., Głosek-Sobieraj M., Mackiewicz-Walec E. 2015. Content of microelements in tubers of potato treated with biostimulators. *Pol. J. Natur. Sci.*, 30(3): 225-234.
96. Wierzbowska J., Cwalina-Ambroziak B., Głosek-Sobieraj M., Sienkiewicz S. 2016. Content of minerals in tubers of potato plants treated with bioregulators. *Rom. Agric. Res.*, 33: 291-298.
97. Wójcik-Stopczyńska B., Grzeszczuk M., Jakubowska B. 2012. Zawartość niektórych składników odżywczych i potencjalnie szkodliwych w ziemniakach jadalnych pochodzących z sieci handlowej. *Rocz. Państw. Zakł. Hig.*, 63(2): 207-212.
98. Wszelaczyńska E., Pobereźny J., Gruszczewski M. 2014. Trwałość przechowalnicza i stabilność cech jakościowych wybranych odmian ziemniaka o różnych kierunkach użytkowania. *Inż. Ap. Chem.*, 53(2): 127-129.
99. Zarzecka K., Gąsiorowska B. 2002. Zawartość wybranych składników w bulwach ziemniaka w warunkach pielęgnacji mechaniczno-chemicznej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489: 301-308.
100. Zarzecka K., Gugala M. 2006. Zawartość białka ogólnego i właściwego w bulwach ziemniaka w zależności od sposobów uprawy roli i odchwaszczania. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 5(2): 107-115.

101. Zarzecka K., Gugąła M. 2011. The effect of herbicides and soil tillage systems on the content of polyphenols in potato tubers. *Pol. J. Environ. Stud.*, 20(2): 513-517.
102. Zarzecka K., Gugąła M. 2018. The effect of herbicides and biostimulants on sugars content in potato tubers. *Plant Soil Environ.*, 64(2): 82-87.
103. Zarzecka K., Mystkowska I. 2004. Wpływ wybranych herbicydów na zawartość potasu i fosforu w bulwach ziemniaka. *J. Elem.*, 9(2): 175-182.
104. Zarzecka K., Gugąła M., Zarzecka M. 2013. Ziemniak jako dobre źródło składników odżywczych. *Post. Fitoter.*, 3: 191-194.
105. Zarzecka K., Gugąła M., Gąsiorowska B., Makarewicz A. 2006. Fluktuacja magnezu i wapnia w bulwach ziemniaka pod wpływem stosowania herbicydów i ich mieszanek. *J. Elem.*, 7: 309-315.
106. Zarzecka K., Gugąła M., Baranowska A., Dołęga H., Sikorska A. 2016a. Concentrations of copper, zinc and manganese in potato tubers under the influence of herbicides. *J. Elem.*, 21(1): 259-267.
107. Zarzecka K., Gugąła M., Dołęga H., Mystkowska I., Baranowska A. 2016b. Wpływ biostymulatorów na smakowitość i ciemnienie miąższu bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 585: 169-177.
108. Zarzecka K., Gugąła M., Mystkowska I., Baranowska A., Sikorska A. 2017. Effect of herbicides on the content dry matter and sugars in edible potato tubers. *Rom. Agric. Res.*, 34: 371-375.
109. Zarzecka K., Gugąła M., Mystkowska I., Baranowska A., Zarzecka M. 2015. Porównanie zawartości wybranych składników mineralnych w bulwach ziemniaka jadalnego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 583: 133-140.
110. Zarzyńska K., Goliński W. 2006. Uprawa ziemniaka w systemie ekologicznym i integrowanym a jakość plonu bulw. *Pam. Puł.*, 142: 617-626.
111. Zarzyńska K., Wroniak J. 2007. Różnice w jakości plonu bulw ziemniaków uprawianych w systemie ekologicznym w zależności od niektórych czynników agrotechnicznych. *J. Res. Applic. Agricult. Engin.*, 52(4): 108-113.
112. Zgórska K., 2010. Jakość frytek wyprodukowanych w warunkach przemysłowych i domowych. *Ziemn. Polski*, 1: 1-6.
113. Zgórska K. 2013. Wykorzystanie ziemniaka do celów spożywczych i przemysłowych. *Inż. Przetw. Spożywczego*, 3/4, 1-9.
114. Zgórska K., Frydecka-Mazurczyk A. 2002. Rozmieszczenie suchej masy i sacharydów w różnych częściach bulw ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489: 327-334.

115. Zgórska K., Grudzińska M. 2011. Jakość ziemniaków pasteryzowanych pakowanych próżniowo. *Ziemn. Polski*, 2: 1-5.
116. Zgórska K., Grudzińska M. 2012. Zmiany wybranych cech jakości bulw ziemniaka w czasie przechowywania. *Acta Agroph.*, 19(1): 203-214.
117. Zgórska K., Czerko Z., Grudzińska M. 2006. Wpływ wybranych czynników na zawartość glikoalkaloidów w bulwach ziemniaka. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1(46): 229-234.
118. Zimnoch-Guzowska E., Flis B., 2006: Genetyczne podstawy cech jakościowych ziemniaka. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 511: 23-36.
119. Zlatev Z., Popov V. 2013. Effect of organic fertilizers on photosynthesis of young tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Agric. Sci. Technol.*, 5(1): 35-38.
120. Żołnowski A.C. 2010. Kształtowanie się zawartości cukrów w bulwach ziemniaka pod wpływem wzrastającego nawożenia siarczanem potasu. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 556: 341-348.
121. Żołnowski A.C. 2013. Studia nad zmiennością plonowania i jakością ziemniaka jadalnego (*Solanum tuberosum* L.) w warunkach zróżnicowanego nawożenia mineralnego. UWM Olsztyn (Rozprawy i monografie - Dissertations and Monographs), 191: 1-259.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Realizowana przeze mnie tematyka badawcza od początku pracy naukowej związana jest z doskonaleniem technologii uprawy i badaniem składu chemicznego roślin uprawnych, w tym głównie ziemniaka.

1. Regulacja zachwaszczenia w uprawie ziemniaka a plonowanie i jego jakość

Ziemniak należy do roślin łatwo zachwaszczających się ze względu na: powolny i długi początkowy rozwój roślin (45-60 dni) – od posadzenia bulw do wschodów, a następnie

do zwarcia rzędów, szeroką rozstawę rzędów, nawożenie obornikiem, który jest źródłem składników pokarmowych nie tylko dla rośliny uprawnej, ale i dla roślinności segetalnej. Ponadto przedplonem ziemniaka najczęściej są zboża, a ich kombajnowy zbiór sprzyja owocowaniu i osypywaniu nasion większości gatunków chwastów. Stąd naturalnie stworzone są dobre warunki dla ich rozwoju, a ziemniak często przegrywa z nimi rywalizację.

Badania dotyczące poszukiwania optymalnych sposobów pielęgnowania ziemniaka koncentrowały się wokół trzech zagadnień: dobór wariantów pielęgnacyjnych zapewniających wysoką skuteczność niszczenia chwastów i dobre plonowanie, reakcja badanych odmian jadalnych na chemiczne środki chwastobójcze, wartość odżywcza i konsumpcyjna bulw ziemniaka jadalnego. Chwasty w uprawie ziemniaka wykazują największą szkodliwość w dwóch krytycznych okresach, tj. na początku i pod koniec wegetacji. Ze wszystkich agrofagów cechują się największą potencjalną zdolnością do obniżania plonów – średnio o 34%. Badania dotyczyły uprawy ziemniaka konsumpcyjnego z uwzględnieniem różnych wariantów pielęgnacyjnych (mechanicznych i mechaniczno-chemicznych) z zastosowaniem herbicydów oraz ich wpływ na zachwaszczenie, wielkość i jakość zebranego plonu. Uwzględniały one chwastobójcze i plonochronne działanie. Ponadto w doświadczeniach stosowano środki olejowe (adiuwanty, wspomagacze), które zwiększają biologiczną aktywność środków ochrony roślin, umożliwiając zmniejszenie zużycia herbicydów na 1 ha i zwiększając skuteczność ich działania, obniżają nakłady na ochronę i zależność działania środków ochrony roślin od czynników klimatycznych oraz ograniczają zanieczyszczenie środowiska rolniczego. Efekty działania herbicydów porównywano z obiektami kontrolnymi - pielęgnowanymi wyłącznie mechanicznie.

Eksperyment dwuczynnikowy przeprowadzono w latach 2008-2010, w trzech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były trzy odmiany ziemniaka – Satina, Tajfun, Cekin i pięć sposobów pielęgnacji - cztery z użyciem herbicydów i ich mieszanin: Command 480 EC, Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC, Stomp 400 SC, Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC oraz obiekt kontrolny (pielęgnowany mechanicznie, bez herbicydu). Procent zniszczenia suchej masy chwastów był zróżnicowany w zależności od sposobu pielęgnacji i wynosił od 34% do 68%. Największą skutecznością chwastobójczą stwierdzono na obiekcie opryskiwanym mieszaniną herbicydów Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC. Obliczenia statystyczne wykazały istotny wpływ właściwości odmianowych, sposobów odchwaszczania oraz warunków pogodowych na liczebność chwastów, plonowanie ziemniaka oraz wysokość roślin i uszkodzenia poherbicydowe.

Ponadto sposoby odchwaszczania wywierały istotny wpływ na wybrane cechy wartości konsumpcyjnej opublikowane w innej pracy, której celem badań było określenie wpływu herbicydów na wybrane cechy wartości konsumpcyjnej bulw trzech odmian ziemniaka jadalnego. Największym ciemnieniem miąższu bulw surowych oznaczonym po 10 min. i po 4 godzinach charakteryzowała się odmiana Cekin, najmniejszym zaś Tajfun. O ciemnieniu miąższu bulw decydowały zarówno właściwości odmianowe, sposoby odchwaszczania jak i warunki meteorologiczne panujące w poszczególnych latach badań. Dla praktyki rolniczej zaleca się odchwaszczanie mechaniczno-chemiczne z dwukrotnym użyciem herbicydów (przed wschodami i po nich) oraz mechaniczno-chemiczne z zastosowaniem mieszaniny herbicydów przed wschodami ziemniaka. Ponadto herbicydy wykorzystane do ochrony ziemniaka wpływały nie tylko na ilość, ale także na jakość plonu.

W innych badaniach realizowanych w warunkach j.w. określano wpływ herbicydów i ich mieszanin do odchwaszczania plantacji ziemniaka na zawartość miedzi, cynku i manganu w bulwach ziemniaka jadalnego. Wykazano istotny wpływ odmian, sposobów odchwaszczania i warunków pogodowych w latach badań na zawartość miedzi, koncentracja cynku zależała od odmiany i warunków wilgotnościowo-termicznych, a zawartość manganu tylko od odmiany.

W kolejnym doświadczeniu polowym, dwuczynnikowym, w którym czynnik I stanowiły dwie odmiany ziemniaka (Irga i Balbina), a czynnik II – cztery sposoby odchwaszczania (1 – obiekt kontrolny (pielęgnacja mechaniczna), 2 – Plateen 41,5 WG, 3 – Racer 250 EC, 4 – Sencor 70 WG), herbicydy powodowały obniżenie zawartości suchej masy i skrobi, a wzrost koncentracji witaminy C oraz sumy cukrów. Chemiczne środki chwastobójcze aplikowane na plantacji ziemniaka zwiększały zawartość fenoli, natomiast nie miały istotnego wpływu na kumulację azotanów i glikoalkaloidów. Herbicydy i ich mieszaniny zmniejszały zawartość miedzi i cynku w bulwach ziemniaka jadalnego w porównaniu do bulw zebranych z obiektu kontrolnego.

Kolejne badania polowe miały na celu ocenę wpływu herbicydów i biostymulatorów na możliwość ograniczenia zachwaszczenia w uprawie ziemniaka. W doświadczeniu badano wpływ dwóch czynników: I - trzy odmiany (Bartek, Gawin, Honorata) i II czynnik – pięć sposobów stosowania herbicydów i biostymulatorów (1. Obiekt kontrolny (pielęgnacja mechaniczna), 2. herbicyd Harrier 295 ZC, 3. herbicyd Harrier 295 ZC + biostymulator Kelpak SL, 4. herbicyd Sencor 70 WG, 5. herbicyd Sencor 70 WG + biostymulator Asahi SL). Stosowane herbicydy i biostymulatory ograniczały skutecznie zachwaszczenie, ponadto w wyniku usunięcia konkurencji chwastów, przyczyniły się do wzrostu plonu ogólnego bulw

ziemniaka od 13,6 do 33,2% w porównaniu do obiektu kontrolnego. Uzyskane wyniki były publikowane w załączniku 3 pozycje nr: **II.A.7; II.A.11; II.A.12; II.D.1; II.D.6; II.D.7; II.D.10; II.D.16; II.D.34; II.D.35, II.D.43.**

2. Badania skuteczności insektycydów w zwalczaniu stonki ziemniaczanej

Walka ze stonką ziemniaczaną jest prowadzona już ponad 50 lat i ciągle poszukuje się skutecznych w działaniu i bezpiecznych dla otoczenia preparatów owadobójczych. Badania prowadzono we współpracy z firmą Bayer Crop Science. Obejmowały one prace wdrożeniowe i badawcze ze środkami ochrony roślin do zwalczania stonki ziemniaczanej, takimi jak: Calypso 480 SC (w trzech dawkach), Regent 200 SC, Actara 25 WG. Preparaty te zaliczane są do dwóch grup chemicznych: neonikotynoidy (Actara 25 WG, Calypso 480 SC) i fenylopirazole (Regent 200 SC) i należą do najnowszej generacji środków dostępnych na rynku krajowym. W czerwcu i lipcu żerowanie stonki na roślinach ziemniaka powoduje zmniejszenie plonu bulw ziemniaka ok. 30%, a w przypadku gołożerów (w latach ciepłych) nawet o 70%. Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowane insektycydy odznaczały się wysoką skutecznością w zwalczaniu zarówno larw jak i osobników dorosłych. Ponadto badane preparaty cechowały się długim okresem działania (przez 3-4 tygodnie od zabiegu chemicznego). Badania nad tym zagadnieniem zostały poszerzone o wpływ insektycydów na cechy jakościowe plonu. Uzyskane wyniki były publikowane w załączniku 3 pozycje nr: **II.A.2; II.A.4; II.D.9.**

3. Wpływ użyźniacza glebowego UGmax na plony bulw ziemniaka i jego cechy jakościowe

W produkcji roślinnej stosowane są różnego rodzaju preparaty mikrobiologiczne zawierające pożyteczne mikroorganizmy, które wzbogacają życie biologiczne gleby. Stwarzają one siedlisko sprzyjające rozwojowi roślin, biorą udział w procesach związanych z ich odżywianiem przez przyspieszanie procesu rozkładu szczątków organicznych w glebie oraz zwiększając zawartość makro i mikroelementów, w ten sposób oddziałują na właściwości plonotwórcze. Stosowanie preparatów biologicznych może przyczynić się do produkcji żywności wysokiej jakości. Preparat UGmax jest ekstraktem z obornika i

gnojowicy zawierający szczepionkę mikroorganizmów glebowych. Dbając o jakość i wielkość plonów ziemniaka jadalnego wprowadzono do zabiegów agrotechnicznych opryskiwanie gleby i roślin *Solanum tuberosum* L. preparatem UGmax. Stwierdzono, że preparat mikrobiologiczny UGmax oddziałował korzystnie na plonowanie i cechy konsumpcyjne bulw. Doświadczenie polowe z zastosowaniem użyźniacza glebowego UGmax przeprowadzono w latach 2008-2010. Badanymi czynnikami były: I - odmiany (Satina i Tajfun), II - pięć sposobów aplikacji preparatu UGmax w różnych dawkach i terminach. Badano wpływ UGmax na występowanie *Rhizoctonia solani* oraz *Streptomyces scabies* na bulwach ziemniaka. Udział bulw z objawami rizoktoniozy oraz parcha zależał od sposobu stosowania UGmax i odmiany. Mniejszy udział bulw z objawami rizoktoniozy i parcha odnotowano na obiektach, na których preparat UGmax stosowano trzykrotnie (doglebowo przed sadzeniem bulw, przy wysokości 10-15 cm i w fazie pąków kwiatowych). W innej pracy określono reakcję odmiany i wpływu użyźniacza glebowego UGmax na cechy sensoryczne bulw ziemniaka jadalnego. Spośród analizowanych cech wartości konsumpcyjnej (ciemnienie mięszu bulw ugotowanych oceniane po 2 i 24 godz., ciemnienie mięszu bulw surowych po 4 godz., typ kulinarny, barwa mięszu, smakowitość) ciemnienie mięszu bulw ugotowanych oceniane po 24 godzinach modyfikowane było przez sposoby aplikacji użyźniacza glebowego UGmax w porównaniu do obiektu kontrolnego. Typ kulinarny bulw ziemniaka różnicowały uprawiane odmiany i sposoby aplikacji UGmax. Pozostałe cechy kulinarne: barwa mięszu, smakowitość, ciemnienie mięszu bulw surowych ocenianych po 4 godzinach i ciemnienie mięszu bulw ugotowanych po 2 godzinach, nie zmieniały się w wyniku stosowania UGmax. W innej pracy określano wpływ aplikacji UGmax na zawartość cynku, miedzi i manganu w bulwach ziemniaka. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono znacznie mniejszą zawartość miedzi w bulwach ziemniaka po zastosowaniu preparatu UGmax, w porównaniu z obiektem kontrolnym, a zawartość cynku i manganu wykazywała jedynie tendencję spadkową. Odmiana Tajfun zawierała najwięcej miedzi i cynku, zaś odmiana Satina najwięcej nagromadziła manganu. Aplikacja preparatu UGmax w różnych dawkach i terminach podwyższała zawartość miedzi, cynku i manganu w porównaniu do obiektu kontrolnego. Wykazano wpływ warunków pogodowych i odmian ziemniaka na kumulację miedzi w suchej masie bulw ziemniaka. Udowodniono statystycznie wpływ czynników eksperymentu na pobranie badanych makroelementów z plonem bulw ziemniaka.

Uzyskane wyniki były publikowane w **załączniku 3 pozycje nr: II.A.9; II.A.13; II.A.14; II.D.13; II.D.32; II.D.33; II.D.36; II.D.47**

4. Oddziaływanie herbicydów w uprawie ziemniaka jadalnego na skład chemiczny bulw

Ziemniak należy do czterech roślin uprawnych decydujących o wyżywieniu ludności świata. W Polsce często określany jest jako roślina uniwersalna, gdyż uprawia się go na glebach różnej jakości z przeznaczeniem na cele konsumpcyjne, przemysłowe i pastewne. Większość cech jakościowych bulw uzależniona jest od współdziałania właściwości genetycznych tej rośliny z czynnikami środowiskowymi, w tym z poziomem ochrony przed chwastami. Herbicydy stosowane do odchwaszczania roślin uprawnych to substancje działające najczęściej systemicznie, które wpływają na różne przemiany metaboliczne. Zatem celowe jest prowadzenie szczegółowych badań dotyczących reakcji roślin na zmieniające się czynniki agrotechniczne, w tym zabiegi ochrony roślin. W związku z tym, efektem oddziaływania preparatów chemicznych mogą być zmiany składu chemicznego i cech jakościowych plonu. Ze względu na stale pojawiające się przypuszczenia, że herbicydy mogą prowadzić do zmian składu chemicznego podjęte zostały badania nad wpływem chemicznych środków chwastobójczych w bulwach ziemniaka.

W pracy określono wpływ stosowanych sposobów pielęgnacji na zawartość białka ogólnego i właściwego dwóch odmian ziemniaka jadalnego. Doświadczenie polowe założono w układzie split-plot jako dwuczynnikowe w trzech powtórzeniach: I czynnik stanowiły dwie odmiany (Irga i Balbina), a II czynnik cztery sposoby pielęgnacji z zastosowaniem herbicydów (1 – wariant kontrolny, 2 – Plateen 41,5 WG, 3 – Racer 250 EC, 4 – Sencor 70 WG). Sposoby pielęgnacji z herbicydami zwiększały ilość białka ogólnego i białka właściwego w porównaniu z wariantem kontrolnym. Istotnie większą zawartość białka ogólnego stwierdzono w bulwach zebranych z poletek, na których zastosowano jednokrotne obredlenie i 10 dni po posadzeniu ziemniaków opryskiwanie herbicydem Racer 250 EC oraz na obiekcie, na którym wykonano do wschodów dwukrotne obredlenie + herbicyd Sencor 70 WG. Natomiast największą zawartość białka właściwego uzyskano stosując zabiegi pielęgnacyjne mechaniczne w połączeniu z opryskiwaniem herbicydem Sencor 70 WG. Wykazano, że odmiana Irga charakteryzowała się większą koncentracją białka ogólnego i właściwego niż odmiana Balbina. Warunki atmosferyczne w latach prowadzenia badań istotnie różnicowały zarówno zawartość białka ogólnego jak i właściwego.

W przedstawionych poniżej pracach analizowano jakość bulw ziemniaka znajdującego się w obrocie detalicznym, a przeznaczonego do bezpośredniej konsumpcji. Ziemniaki

oceniano na podstawie cech zewnętrznych – morfologicznych (wygląd i wady skórki, kształt bulw i regularność kształtu, głębokość oczek) i wewnętrznych obejmujących właściwości miąższu (mączystość, barwa miąższu, ciemnienie bulw surowych i ugotowanych) oraz wartości odżywczej (skład chemiczny). Materiał do badań stanowiły bulwy ziemniaka nabyte w sieci handlowej na terenie środkowo-wschodniej Polski (miasta Siedlce i Międzyrzec Podlaski). Zakupiono po trzy opakowania o masie 2,5 kg w trzech rodzajach sklepów (supermarket, sklep spożywczy, sklep owocowo-warzywny), które były reprezentowane każdy przez dziesięć punktów sprzedaży. Łącznie przeanalizowano 90 prób bulw. Określano regularność kształtu i wygląd skórki w skali 1-9, ciemnienie miąższu bulw surowych (po 4 godzinach) i ugotowanych (po 2 i 24 godzinach według 9-stopniowej skali duńskiej) typ kulinarno-użytkowy i barwę miąższu. Wyniki badań wykazały, że bulwy zakupione w handlu w miastach Siedlce i Międzyrzec Podlaski spełniały wymagania stawiane ziemniakowi jadalnemu pod względem cech morfologicznych i kulinarnych, zawartości azotanów i innych oznaczanych składników. Najbardziej korzystnymi cechami morfologicznymi oraz małym ciemnieniem miąższu bulw surowych odznaczały się bulwy pochodzące z supermarketów, ale największe ilości azotanów zawierały odmiany zagraniczne nabyte w supermarketach. Najwięcej białka ogólnego, witaminy C, azotu, potasu, fosforu, wapnia i żelaza oznaczono w ziemniakach z supermarketów, natomiast magnezu, miedzi i cynku w bulwach ze sklepów spożywczych, a sodu i manganu w próbach ze sklepów owocowo-warzywnych. Większe ilości składników w bulwach pochodzących z supermarketów, w porównaniu do pozostałych sklepów, były prawdopodobnie uwarunkowane odmianą oraz intensywniejszą technologią uprawy.

Uzyskane wyniki były publikowane w załączniku 3 pozycje nr: **II.A.5; II.D.2; II.D.14; II.D.15.**

5. Ocena ekonomiczna uprawy wybranych roślin rolniczych

Opłacalność uprawy ziemniaka jadalnego, skrobiowego i rzepaku ozimego zależała od poziomu cen środków produkcji, kosztów wykonywanych zabiegów oraz wielkości zebranego i sprzedanego plonu. Technologia uprawy, a przede wszystkim ochrona przed chwastami i chorobami jest jednym z elementów decydujących o wielkości i jakości plonu wymienionych roślin. Przeprowadzone kalkulacje wykazały, że pielęgnacja ziemniaka jadalnego i skrobiowego oraz rzepaku jest z ekonomicznego punktu widzenia w pełni uzasadniona i opłacalna. O efektywności ekonomicznej decydowały głównie: koszty

przeprowadzenia zabiegów, ceny środków ochrony roślin, zebrany plon handlowy i jego wartość.

W omawianych pracach o opłacalności ziemniaków skrobiowych i jadalnych duża zmienność przychodu w poszczególnych latach była podyktowana wysokością plonu i różną ceną uzyskaną za jednostkę produkcji. O opłacalności uprawy ziemniaków skrobiowych decydowały koszty bezpośrednie. Największe koszty bezpośrednie stanowiły koszty związane z zakupem sadzeniaków.

W innych omawianych pracach opisano ekonomiczną ocenę różnych sposobów odchwaszczania ziemniaka jadalnego. O efektywności ekonomicznej zabiegów odchwaszczających decydowały koszty wykonania zabiegów, ceny herbicydów oraz wielkość plonu i jego wartość.

W innej pracy ocenę ekonomiczną dokonano na podstawie zrealizowanych zabiegów i nakładów materiałowych. Efekty ekonomiczne zabiegów mechaniczno-chemicznych określono na podstawie wskaźników ekonomicznych przyjętych w ochronie roślin, takich jak: wskaźniki pokrycia kosztów i orientacyjne wskaźniki opłacalności. Obliczone orientacyjne wskaźniki opłacalności wykazały, że mechaniczno-chemiczna ochrona ziemniaka jadalnego z zastosowaniem herbicydów była opłacalna.

Celem innych było określenie wpływu stosowania biostymulatorów na plonowanie i opłacalność uprawy ziemniaka jadalnego. Zastosowane w doświadczeniu biostymulatory wpływały na zwiększenie plonu w porównaniu do wariantu kontrolnego. Stosując biostymulatory wzrostu, należy pamiętać, że wpływają one korzystnie na plon, ale również poprawiają jakość bulw, co przekłada się na wyższą cenę ich zbytu.

W ramach obszaru badań wykonano analizę opłacalności stosowania biostymulatorów wzrostu w uprawie rzepaku ozimego. Największy udział w strukturze poniesionych kosztów bezpośrednich miały nawozy. Z przeprowadzonych badań wynika, że biostymulatory aplikowane w uprawie rzepaku ozimego zwiększały plony nasion, co przyczyniło się do wzrostu opłacalności produkcji rzepaku ozimego, w ujęciu z dopłatami, od 2,7 do 6,1%.

Uzyskane wyniki były publikowane w załączniku 3 pozycje nr: **II.D.20; II.D.25; II.D.26; II.D.27; II.D.37; II.D.38; II.D.39; II.D.42; II.D.46; II.D.48; II.D.50** .

.....

podpis wnioskodawcy

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo–badawczych

Realizowana przeze mnie tematyka badawcza od początku pracy naukowej związana jest z doskonaleniem technologii uprawy i badaniem składu chemicznego roślin uprawnych, w tym głównie ziemniaka.

1. Regulacja zachwaszczenia w uprawie ziemniaka a plonowanie i jego jakość

Ziemniak należy do roślin łatwo zachwaszczających się ze względu na: powolny i długi początkowy rozwój roślin (45-60 dni) – od posadzenia bulw do wschodów, a następnie do zwarcia rzędów, szeroką rozstawę rzędów, nawożenie obornikiem, który jest źródłem składników pokarmowych nie tylko dla rośliny uprawnej, ale i dla roślinności segetalnej. Ponadto przedplonem ziemniaka najczęściej są zboża, a ich kombajnowy zbiór sprzyja owocowaniu i osypywaniu nasion większości gatunków chwastów. Stąd naturalnie stworzone są dobre warunki dla ich rozwoju, a ziemniak często przegrywa z nimi rywalizację.

Badania dotyczące poszukiwania optymalnych sposobów pielęgnowania ziemniaka koncentrowały się wokół trzech zagadnień: dobór wariantów pielęgnacyjnych zapewniających wysoką skuteczność niszczenia chwastów i dobre plonowanie, reakcja badanych odmian jadalnych na chemiczne środki chwastobójcze, wartość odżywcza i konsumpcyjna bulw ziemniaka jadalnego. Chwasty w uprawie ziemniaka wykazują największą szkodliwość w dwóch krytycznych okresach, tj. na początku i pod koniec wegetacji. Ze wszystkich agrofagów cechują się największą potencjalną zdolnością do obniżania plonów – średnio o 34%. Badania dotyczyły uprawy ziemniaka konsumpcyjnego z uwzględnieniem różnych wariantów pielęgnacyjnych (mechanicznych i mechaniczno-chemicznych) z zastosowaniem herbicydów oraz ich wpływ na zachwaszczenie, wielkość i jakość zebranego plonu. Uwzględniały one chwastobójcze i plonochronne działanie. Ponadto w doświadczeniach stosowano środki olejowe (adiuwanty, wspomagacze), które zwiększają biologiczną aktywność środków ochrony roślin, umożliwiają zmniejszenie zużycia herbicydów na 1 ha i zwiększają skuteczność ich działania, obniżają nakłady na ochronę i zależność działania środków ochrony roślin od czynników klimatycznych oraz ograniczają zanieczyszczenie środowiska rolniczego. Efekty działania herbicydów porównywano z obiektami kontrolnymi - pielęgnowanymi wyłącznie mechanicznie.

Eksperyment dwuczynnikowy przeprowadzono w latach 2008-2010, w trzech powtórzeniach. Badanymi czynnikami były trzy odmiany ziemniaka – Satina, Tajfun, Cekin i pięć sposobów pielęgnacji - cztery z użyciem herbicydów i ich mieszanin: Command 480 EC, Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC, Stomp 400 SC, Stomp 400 SC + Afalon Dyspersyjny 450 SC oraz obiekt kontrolny (pielęgnowany mechanicznie, bez herbicydu). Procent zniszczenia suchej masy chwastów był zróżnicowany w zależności od sposobu pielęgnacji i wynosił od 34% do 68%. Największą skuteczność chwastobójczą stwierdzono na obiekcie opryskiwanym mieszaniną herbicydów Command 480 EC + Afalon Dyspersyjny 450 SC. Obliczenia statystyczne wykazały istotny wpływ właściwości odmianowych, sposobów odchwaszczania oraz warunków pogodowych na liczebność chwastów, plonowanie ziemniaka oraz wysokość roślin i uszkodzenia poherbicydowe.

Ponadto sposoby odchwaszczania wywierały istotny wpływ na wybrane cechy wartości konsumpcyjnej opublikowane w innej pracy, której celem badań było określenie wpływu herbicydów na wybrane cechy wartości konsumpcyjnej bulw trzech odmian ziemniaka jadalnego. Największym ciemnieniem miąższu bulw surowych oznaczonym po 10 min. i po 4 godzinach charakteryzowała się odmiana Cekin, najmniejszym zaś Tajfun. O ciemnieniu miąższu bulw decydowały zarówno właściwości odmianowe, sposoby odchwaszczania jak i warunki meteorologiczne panujące w poszczególnych latach badań. Dla praktyki rolniczej zaleca się odchwaszczanie mechaniczno-chemiczne z dwukrotnym użyciem herbicydów (przed wschodami i po nich) oraz mechaniczno-chemiczne z zastosowaniem mieszaniny herbicydów przed wschodami ziemniaka. Ponadto herbicydy wykorzystane do ochrony ziemniaka wpływały nie tylko na ilość, ale także na jakość plonu.

W innych badaniach realizowanych w warunkach j.w. określano wpływ herbicydów i ich mieszanin do odchwaszczania plantacji ziemniaka na zawartość miedzi, cynku i manganu w bulwach ziemniaka jadalnego. Wykazano istotny wpływ odmian, sposobów odchwaszczania i warunków pogodowych w latach badań na zawartość miedzi, koncentracja cynku zależała od odmiany i warunków wilgotnościowo-termicznych, a zawartość manganu tylko od odmiany.

W kolejnym doświadczeniu polowym, dwuczynnikowym, w którym czynnik I stanowiły dwie odmiany ziemniaka (Irga i Balbina), a czynnik II – cztery sposoby odchwaszczania (1 – obiekt kontrolny (pielęgnacja mechaniczna), 2 – Plateen 41,5 WG, 3 – Racer 250 EC, 4 – Sencor 70 WG), herbicydy powodowały obniżenie zawartości suchej masy i skrobi, a wzrost koncentracji witaminy C oraz sumy cukrów. Chemiczne środki chwastobójcze aplikowane na plantacji ziemniaka zwiększały zawartość fenoli, natomiast nie

miały istotnego wpływu na kumulację azotanów i glikoalkaloidów. Herbicydy i ich mieszaniny zmniejszały zawartość miedzi i cynku w bulwach ziemniaka jadalnego w porównaniu do bulw zebranych z obiektu kontrolnego.

Kolejne badania polowe miały na celu ocenę wpływu herbicydów i biostymulatorów na możliwość ograniczenia zachwaszczenia w uprawie ziemniaka. W doświadczeniu badano wpływ dwóch czynników: I - trzy odmiany (Bartek, Gawin, Honorata) i II czynnik – pięć sposobów stosowania herbicydów i biostymulatorów (1. Obiekt kontrolny (pielęgnacja mechaniczna), 2. herbicyd Harrier 295 ZC, 3. herbicyd Harrier 295 ZC + biostymulator Kelpak SL, 4. herbicyd Sencor 70 WG, 5. herbicyd Sencor 70 WG + biostymulator Asahi SL). Stosowane herbicydy i biostymulatory ograniczały skutecznie zachwaszczenie, ponadto w wyniku usunięcia konkurencji chwastów, przyczyniły się do wzrostu plonu ogólnego bulw ziemniaka od 13,6 do 33,2% w porównaniu do obiektu kontrolnego. Uzyskane wyniki były publikowane w załączniku 3 pozycje nr: **II.A.7; II.A.11; II.A.12; II.D.1; II.D.6; II.D.7; II.D.10; II.D.16; II.D.34; II.D.35, II.D.43.**

2. Badania skuteczności insektycydów w zwalczaniu stonki ziemniaczanej

Walka ze stonką ziemniaczaną jest prowadzona już ponad 50 lat i ciągle poszukuje się skutecznych w działaniu i bezpiecznych dla otoczenia preparatów owadobójczych. Badania prowadzono we współpracy z firmą Bayer Crop Science. Obejmowały one prace wdrożeniowe i badawcze ze środkami ochrony roślin do zwalczania stonki ziemniaczanej, takimi jak: Calypso 480 SC (w trzech dawkach), Regent 200 SC, Actara 25 WG. Preparaty te zaliczane są do dwóch grup chemicznych: neonikotynoidy (Actara 25 WG, Calypso 480 SC) i fenylopirazole (Regent 200 SC) i należą do najnowszej generacji środków dostępnych na rynku krajowym. W czerwcu i lipcu żerowanie stonki na roślinach ziemniaka powoduje zmniejszenie plonu bulw ziemniaka ok. 30%, a w przypadku gołożerów (w latach ciepłych) nawet o 70%. Przeprowadzone badania wykazały, że zastosowane insektycydy odznaczały się wysoką skutecznością w zwalczaniu zarówno larw jak i osobników dorosłych. Ponadto badane preparaty cechowały się długim okresem działania (przez 3-4 tygodnie od zabiegu chemicznego). Badania nad tym zagadnieniem zostały poszerzone o wpływ insektycydów na cechy jakościowe plonu. Uzyskane wyniki były publikowane w załączniku 3 pozycje nr: **II.A.2; II.A.4; II.D.9.**

3. Wpływ użyźniacza glebowego UGmax na plony bulw ziemniaka i jego cechy jakościowe

W produkcji roślinnej stosowane są różnego rodzaju preparaty mikrobiologiczne zawierające pożyteczne mikroorganizmy, które wzbogacają życie biologiczne gleby. Stwarzają one siedlisko sprzyjające rozwojowi roślin, biorą udział w procesach związanych z ich odżywianiem przez przyspieszanie procesu rozkładu szczątków organicznych w glebie oraz zwiększają zawartość makro i mikroelementów, w ten sposób oddziałują na właściwości plonotwórcze. Stosowanie preparatów biologicznych może przyczynić się do produkcji żywności wysokiej jakości. Preparat UGmax jest ekstraktem z obornika i gnojowicy zawierający szczepionkę mikroorganizmów glebowych. Dbając o jakość i wielkość plonów ziemniaka jadalnego wprowadzono do zabiegów agrotechnicznych opryskiwanie gleby i roślin *Solanum tuberosum* L. preparatem UGmax. Stwierdzono, że preparat mikrobiologiczny UGmax oddziałował korzystnie na plonowanie i cechy konsumpcyjne bulw. Doświadczenie polowe z zastosowaniem użyźniacza glebowego UGmax przeprowadzono w latach 2008-2010. Badanymi czynnikami były: I - odmiany (Satina i Tajfun), II - pięć sposobów aplikacji preparatu UGmax w różnych dawkach i terminach. Badano wpływ UGmax na występowanie *Rhizoctonia solani* oraz *Streptomyces scabies* na bulwach ziemniaka. Udział bulw z objawami rizoktoniozy oraz parcha zależał od sposobu stosowania UGmax i odmiany. Mniejszy udział bulw z objawami rizoktoniozy i parcha odnotowano na obiektach, na których preparat UGmax stosowano trzykrotnie (doglebowo przed sadzeniem bulw, przy wysokości 10-15 cm i w fazie pąków kwiatowych). W innej pracy określono reakcję odmiany i wpływu użyźniacza glebowego UGmax na cechy sensoryczne bulw ziemniaka jadalnego. Spośród analizowanych cech wartości konsumpcyjnej (ciemnienie mięszu bulw ugotowanych oceniane po 2 i 24 godz., ciemnienie mięszu bulw surowych po 4 godz., typ kulinarny, barwa mięszu, smakowitość) ciemnienie mięszu bulw ugotowanych oceniane po 24 godzinach modyfikowane było przez sposoby aplikacji użyźniacza glebowego UGmax w porównaniu do obiektu kontrolnego. Typ kulinarny bulw ziemniaka różnicowały uprawiane odmiany i sposoby aplikacji UGmax. Pozostałe cechy kulinarne: barwa mięszu, smakowitość, ciemnienie mięszu bulw surowych ocenianych po 4 godzinach i ciemnienie mięszu bulw ugotowanych po 2 godzinach, nie zmieniały się w wyniku stosowania UGmax. W innej pracy określano wpływ aplikacji UGmax na zawartość cynku, miedzi i manganu w bulwach ziemniaka. W wyniku przeprowadzonych badań

stwierdzono znacznie mniejszą zawartość miedzi w bulwach ziemniaka po zastosowaniu preparatu UGmax, w porównaniu z obiektem kontrolnym, a zawartość cynku i manganu wykazywała jedynie tendencję spadkową. Odmiana Tajfun zawierała najwięcej miedzi i cynku, zaś odmiana Satina najwięcej nagromadziła manganu. Aplikacja preparatu UGmax w różnych dawkach i terminach podwyższała zawartość miedzi, cynku i manganu w porównaniu do obiektu kontrolnego. Wykazano wpływ warunków pogodowych i odmian ziemniaka na kumulację miedzi w suchej masie bulw ziemniaka. Udowodniono statystycznie wpływ czynników eksperymentu na pobranie badanych makroelementów z plonem bulw ziemniaka.

Uzyskane wyniki były publikowane w **załączniku 3 pozycje nr: II.A.9; II.A.13; II.A.14; II.D.13; II.D.32; II.D.33; II.D.36; II.D.47**

4. Oddziaływanie herbicydów w uprawie ziemniaka jadalnego na skład chemiczny bulw

Ziemniak należy do czterech roślin uprawnych decydujących o wyżywieniu ludności świata. W Polsce często określany jest jako roślina uniwersalna, gdyż uprawia się go na glebach różnej jakości z przeznaczeniem na cele konsumpcyjne, przemysłowe i pastewne. Większość cech jakościowych bulw uzależniona jest od współdziałania właściwości genetycznych tej rośliny z czynnikami środowiskowymi, w tym z poziomem ochrony przed chwastami. Herbicydy stosowane do odchwaszczania roślin uprawnych to substancje działające najczęściej systemicznie, które wpływają na różne przemiany metaboliczne. Zatem celowe jest prowadzenie szczegółowych badań dotyczących reakcji roślin na zmieniające się czynniki agrotechniczne, w tym zabiegi ochrony roślin. W związku z tym, efektem oddziaływania preparatów chemicznych mogą być zmiany składu chemicznego i cech jakościowych plonu. Ze względu na stale pojawiające się przypuszczenia, że herbicydy mogą prowadzić do zmian składu chemicznego podjęte zostały badania nad wpływem chemicznych środków chwastobójczych w bulwach ziemniaka.

W pracy określono wpływ stosowanych sposobów pielęgnacji na zawartość białka ogólnego i właściwego dwóch odmian ziemniaka jadalnego. Doświadczenie polowe założono w układzie split-plot jako dwuczynnikowe w trzech powtórzeniach: I czynnik stanowiły dwie odmiany (Irga i Balbina), a II czynnik cztery sposoby pielęgnacji z zastosowaniem herbicydów (1 – wariant kontrolny, 2 – Plateen 41,5 WG, 3 – Racer 250 EC, 4 – Sencor 70 WG). Sposoby pielęgnacji z herbicydami zwiększały ilość białka ogólnego i białka

właściwego w porównaniu z wariantem kontrolnym. Istotnie większą zawartość białka ogólnego stwierdzono w bulwach zebranych z poletek, na których zastosowano jednokrotne obredlenie i 10 dni po posadzeniu ziemniaków opryskiwanie herbicydem Racer 250 EC oraz na obiekcie, na którym wykonano do wschodów dwukrotne obredlenie + herbicyd Sencor 70 WG. Natomiast największą zawartość białka właściwego uzyskano stosując zabiegi pielęgnacyjne mechaniczne w połączeniu z opryskiwaniem herbicydem Sencor 70 WG. Wykazano, że odmiana Irga charakteryzowała się większą koncentracją białka ogólnego i właściwego niż odmiana Balbina. Warunki atmosferyczne w latach prowadzenia badań istotnie różnicowały zarówno zawartość białka ogólnego jak i właściwego.

W przedstawionych poniżej pracach analizowano jakość bulw ziemniaka znajdującego się w obrocie detalicznym, a przeznaczonego do bezpośredniej konsumpcji. Ziemniaki oceniano na podstawie cech zewnętrznych – morfologicznych (wygląd i wady skórki, kształt bulw i regularność kształtu, głębokość oczek) i wewnętrznych obejmujących właściwości mięszu (mączystość, barwa mięszu, ciemnienie bulw surowych i ugotowanych) oraz wartości odżywczej (skład chemiczny). Materiał do badań stanowiły bulwy ziemniaka nabyte w sieci handlowej na terenie środkowo-wschodniej Polski (miasta Siedlce i Międzyrzec Podlaski). Zakupiono po trzy opakowania o masie 2,5 kg w trzech rodzajach sklepów (supermarket, sklep spożywczy, sklep owocowo-warzywny), które były reprezentowane każdy przez dziesięć punktów sprzedaży. Łącznie przeanalizowano 90 prób bulw. Określano regularność kształtu i wygląd skórki w skali 1-9, ciemnienie mięszu bulw surowych (po 4 godzinach) i ugotowanych (po 2 i 24 godzinach według 9-stopniowej skali duńskiej) typ kulinarno-użytkowy i barwę mięszu. Wyniki badań wykazały, że bulwy zakupione w handlu w miastach Siedlce i Międzyrzec Podlaski spełniały wymagania stawiane ziemniakowi jadalnemu pod względem cech morfologicznych i kulinarnych, zawartości azotanów i innych oznaczanych składników. Najbardziej korzystnymi cechami morfologicznymi oraz małym ciemnieniem mięszu bulw surowych odznaczały się bulwy pochodzące z supermarketów, ale największe ilości azotanów zawierały odmiany zagraniczne nabyte w supermarketach. Najwięcej białka ogólnego, witaminy C, azotu, potasu, fosforu, wapnia i żelaza oznaczono w ziemniakach z supermarketów, natomiast magnezu, miedzi i cynku w bulwach ze sklepów spożywczych, a sodu i manganu w próbach ze sklepów owocowo-warzywnych. Większe ilości składników w bulwach pochodzących z supermarketów, w porównaniu do pozostałych sklepów, były prawdopodobnie uwarunkowane odmianą oraz intensywniejszą technologią uprawy.

Uzyskane wyniki były publikowane w załączniku 3 pozycje nr: II.A.5; II.D.2; II.D.14; II.D.15.

5. Ocena ekonomiczna uprawy wybranych roślin rolniczych

Opłacalność uprawy ziemniaka jadalnego, skrobiowego i rzepaku ozimego zależała od poziomu cen środków produkcji, kosztów wykonywanych zabiegów oraz wielkości zebranego i sprzedanego plonu. Technologia uprawy, a przede wszystkim ochrona przed chwastami i chorobami jest jednym z elementów decydujących o wielkości i jakości plonu wymienionych roślin. Przeprowadzone kalkulacje wykazały, że pielęgnacja ziemniaka jadalnego i skrobiowego oraz rzepaku jest z ekonomicznego punktu widzenia w pełni uzasadniona i opłacalna. O efektywności ekonomicznej decydowały głównie: koszty przeprowadzenia zabiegów, ceny środków ochrony roślin, zebrany plon handlowy i jego wartość.

W omawianych pracach o opłacalności ziemniaków skrobiowych i jadalnych duża zmienność przychodu w poszczególnych latach była podyktowana wysokością plonu i różną ceną uzyskaną za jednostkę produkcji. O opłacalności uprawy ziemniaków skrobiowych decydowały koszty bezpośrednie. Największe koszty bezpośrednie stanowiły koszty związane z zakupem sadzeniaków.

W innych omawianych pracach opisano ekonomiczną ocenę różnych sposobów odchwaszczania ziemniaka jadalnego. O efektywności ekonomicznej zabiegów odchwaszczających decydowały koszty wykonania zabiegów, ceny herbicydów oraz wielkość plonu i jego wartość.

W innej pracy ocenę ekonomiczną dokonano na podstawie zrealizowanych zabiegów i nakładów materiałowych. Efekty ekonomiczne zabiegów mechaniczno-chemicznych określono na podstawie wskaźników ekonomicznych przyjętych w ochronie roślin, takich jak: wskaźniki pokrycia kosztów i orientacyjne wskaźniki opłacalności. Obliczone orientacyjne wskaźniki opłacalności wykazały, że mechaniczno-chemiczna ochrona ziemniaka jadalnego z zastosowaniem herbicydów była opłacalna.

Celem innych było określenie wpływu stosowania biostymulatorów na plonowanie i opłacalność uprawy ziemniaka jadalnego. Zastosowane w doświadczeniu biostymulatory wpływały na zwiększenie plonu w porównaniu do wariantu kontrolnego. Stosując biostymulatory wzrostu, należy pamiętać, że wpływają one korzystnie na plon, ale również poprawiają jakość bulw, co przekłada się na wyższą cenę ich zbytu.

W ramach obszaru badań wykonano analizę opłacalności stosowania biostymulatorów wzrostu w uprawie rzepaku ozimego. Największy udział w strukturze poniesionych kosztów bezpośrednich miały nawozy. Z przeprowadzonych badań wynika, że biostymulatory aplikowane w uprawie rzepaku ozimego zwiększały plony nasion, co przyczyniło się do wzrost opłacalności produkcji rzepaku ozimego, w ujęciu z dopłatami, od 2,7 do 6,1%.

Uzyskane wyniki były publikowane w załączniku 3 pozycje nr: **II.D.20; II.D.25; II.D.26; II.D.27; II.D.37; II.D.38; II.D.39; II.D.42; II.D.46; II.D.48; II.D.50** .

Iwona Mystkowska

TABELARYCZNE ZESTAWIENIE DOROBKU NAUKOWEGO

Rodzaj publikacji	Przed doktoratem			Po doktoracie			Suma		
	Liczba prac	IF	Punkty MNiSW	Liczba prac	IF	Punkty MNiSW	Liczba prac	IF	Punkty MNiSW
Oryginalne prace twórcze	2	-	6	75	10,227	776	77	10,227	782
Artykuły przeglądowe	-	-	-	2	-	-	2	-	-
Rozdziały w monografiach	-	-	-	9	-	36	9	-	36
Artykuły popularno-naukowe	3	-	-	20	-	-	23	-	-
Komunikaty naukowe	-	-	-	21	-	-	21	-	-
RAZEM	5	-	6	127	10,227	812	132	10,227	818
Referaty na międzynarodowych konferencjach tematycznych	-	-	-	1	-	-	1	-	-
Referaty na krajowych konferencjach tematycznych	-	-	-	2	-	-	2	-	-
Postery na międzynarodowych konferencjach tematycznych	-	-	-	6	-	-	6	-	-
Postery na krajowych konferencjach tematycznych	-	-	-	15	-	-	15	-	-
RAZEM	-	-	-	24	-	-	24	-	-

sumaryczny *impact factor* (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy liczba punktów wg wykazu czasopism naukowych MNiSW zgodna z rokiem ukazania się pracy

Iwona Mystkowska

ZESTAWIENIE LICZBOWE OSIĄGNIĘĆ W PRACY NAUKOWO-BADAWCZEJ

dr Iwony Mystkowskiej

Lp.	Wydawnictwo	Wykonane przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora	Wykonane po uzyskaniu stopnia naukowego doktora	Łącznie	Suma punktów
I. Oryginalne prace twórcze					
a/ znajdujące się w bazie JCR*					
1.	Fresenius Environmental Bulletin	-	4	4	60
2.	Journal of Toxicology and Environmental Health Part A	-	1	1	32
3.	Plant, Soil and Environment	-	1	1	25
4.	Applied Ecology and Environmental Research	-	3	3	45
5.	Journal of Elementology	-	2	2	30
6.	Romanian Agricultural Research	-	1	1	15
7.	Acta Agric. Scandinavica B-Soil & Plant Sci.	-	1	1	20
b/ znajdujące się na liście MNiSW**					
8.	Acta Agrophysica	-	3	3	42
9.	Acta Scientiarum Polonorum (Agricultura)	-	3	3	25
10.	Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska Sectio E Agricultura	-	1	1	4
11.	Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin	-	2	2	10

12.	Bromatologia i Chemia Toksykologiczna	-	1	1	6
13.	Ecological Chemistry and Engineering. A	-	1	1	6
14.	Fragmenta Agromomica	-	3	3	24
15.	Journal of Elementology	1	-	1	6
16.	Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin	1	5	5	42
17.	Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu	-	13	13	130
18.	Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	-	3	3	39
19.	Economic and Regional Studies	-	2	2	18
20.	Żywność, Nauka, Technologia, Jakość	-	1	1	9
21.	Postępy Fitoterapii	-	2	2	10
22.	Problemy Higieny i Epidemiologii	-	6	6	36
23.	Medycyna Rodzinna	-	1	1	7
24.	Economic and Regional Studies	-	2	2	18
25.	Zesz. Nauk. UPH, S. Administracja i Zarządzanie	-	2	2	18
26.	Kosmos	-	1	1	12
27.	Journal of Ecological Engineering	-	7	7	84
28.	Proceedings of ECOpole	-	1	1	9
RAZEM		2	72	74	782
III. Pozostałe publikacje					

a/ monografie tematyczne	-	9	9	36
b/ prace popularno-naukowe	-	22	22	-
d/ komunikaty i doniesienia naukowe (streszczenia) wydrukowane w materiałach konferencyjnych	-	21	21	-
RAZEM	2	124	126	-
IV. Zgłoszone patenty i wzory użytkowe	-	1	1	-
ŁĄCZNA LICZBA PUBLIKOWANYCH PRAC I ILOŚĆ PUNKTÓW	2	125	127	818

* punktacja według roku opublikowania;

** punktacja według kryteriów MNiSW z maja 2010

Iwona Mystkowska