

Dr inż. Elżbieta Jędrszczyk
Katedra Roślin Warzywnych i Zielarskich
Wydział Biotechnologii i Ogrodnictwa
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie

Autoreferat
z elementami życiorysu
i opisem działalności naukowo-badawczej

Kraków, maj 2018

SPIS TREŚCI

1.	Edukacja i przebieg pracy zawodowej	2
2.	Omówienie osiągnięcia naukowego będącego podstawą złożenia wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego	3
2.1.	Wykaz publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego	3
2.2.	Omówienie prac dokumentujących osiągnięcie naukowe	5
3.	Osiągnięcia w działalności naukowo-badawczej	19
3.1.	Kierunki badań i osiągnięcia naukowe przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora ...	25
3.2.	Kierunki badań i osiągnięcia naukowe po uzyskaniu stopnia naukowego doktora	26
3.3.	Plany badawcze	29
4.	Udział w projektach badawczych	30
5.	Współpraca z ośrodkami naukowymi	31
6.	Recenzowanie prac naukowych	32
7.	Osiągnięcia uhonorowane odznaczeniami	32

1. EDUKACJA I PRZEBIEG PRACY ZAWODOWEJ

1.1. Imię i Nazwisko: **Elżbieta Jędrszczyk**

1.2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE - Z PODANIEM NAZWY, MIEJSCA I ROKU ICH UZYSKANIA ORAZ TYTUŁU ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

1996 - ukończenie studiów i uzyskanie tytułu zawodowego magistra inżyniera w zakresie ogrodnictwa w Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie. Specjalność: Ogrodnictwo.

Praca magisterska pt. „Wpływ różnych form nawożenia azotowego i różnych warunków przechowywania na skład chemiczny kapusty wczesnej” wykonana w Katedrze Fizjologii Roślin pod kierunkiem prof. dr hab. Marii Leja.

1993-1995 - ukończenie Międzywydziałowego Studium Pedagogicznego przy AGH, uzyskanie dyplomu potwierdzającego przygotowanie do zawodu nauczyciela.

1998 - ukończenie dwuletniego kursu języka angielskiego w Studium Doskonalenia Językowego Nauczycieli Akademickich Uniwersytetu Jagiellońskiego i złożenie międzynarodowego egzaminu z języka angielskiego FCE (First Certificate in English).

9.05.2005 - uzyskanie stopnia doktora nauk rolniczych w zakresie ogrodnictwa, Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie.

Temat rozprawy doktorskiej „Wpływ stosowania żywych ściółek na wysokość i jakość plonu, wybrane właściwości gleby oraz zachwaszczenie w uprawie kukurydzy i pora”. Promotor pracy prof. dr hab. Małgorzata Poniedziałek,

1.3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH

Od 1.10.1996 r. do 16.12.2005 r. - zatrudnienie na stanowisku asystenta w Katedrze Roślin Warzywnych i Zielarskich (wcześniej – Katedrze Warzywnictwa z Ekonomiką Ogrodnictwa)

Od dnia 17.12.2005 r. zatrudnienie na stanowisku adiunkta w Katedrze Roślin Warzywnych i Zielarskich Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

W okresie zatrudnienia, w latach **2001** oraz **2003** przebywałam na urloпах macierzyńskich każdorazowo przez okres 6 miesięcy.

2. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO BĘDĄCEGO PODSTAWĄ ZŁOŻENIA WNIOSKU O WSZCZĘCIE POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO

Moim najważniejszym osiągnięciem naukowym, stanowiącym podstawę do złożenia wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego, jest jednotematyczny cykl 7 publikacji z lat 2012-2017 przedstawionych pod wspólnym tytułem:

„Produktywność i jakość odmian pomidora gruntowego przeznaczonych do przetwórstwa na tle warunków meteorologicznych Polski południowej”

2.1. WYKAZ PUBLIKACJI WCHODZĄCYCH W SKŁAD OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

Lp.	Publikacje naukowe w kolejności chronologicznej	Pkt. MNiSW
1.	<p>Jędrszczyk E., Ambroszczyk A.M., Kopcińska J., Skowera B., Sękara A. 2012. Comparison of morphological characteristics of twelve cultivars of tomato determinate plants and their impact on yield and its structure. <i>Vegetable Crops Research Bulletin</i> 76: 89-97. (IF 0; udział własny 55%)</p> <p><i>Mój wkład w powstaniu pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań oraz założeń metodycznych, przeprowadzeniu obserwacji i pomiarów, analizie statystycznej wyników, opracowaniu tekstu manuskryptu i wniosków.</i></p>	7
2.	<p>Jędrszczyk E., Skowera B., Kopcińska J., Ambroszczyk A.M. 2012. The influence of weather conditions during vegetation period on yielding of twelve determinate tomato cultivars. <i>Notulae Botanicae Horti Agrobotanici</i>, 40(2): 203-209. (IF 0,59; udział własny 55%)</p> <p><i>Mój wkład w powstaniu pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań, analizie i przygotowaniu danych, obliczeniach statystycznych, opracowaniu wyników, współudziale w redakcji manuskryptu i wniosków.</i></p>	15
3.	<p>Skowera B., Jędrszczyk E., Kopcińska J., Ambroszczyk A.M., Kołton A. 2014. The effects of hydrothermal conditions during vegetation period on fruit quality of processing tomatoes. <i>Polish Journal of Environmental Studies</i> 23(1): 195-202. (IF 0,871; udział własny 50%)</p> <p><i>Mój wkład w powstaniu pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań oraz założeń metodycznych, przeprowadzeniu pomiarów i analiz składu chemicznego, analizie statystycznej wyników, współautorstwie tekstu manuskryptu i wniosków.</i></p>	15

4. **Jędrszczyk E.**, Ambroszczyk A. 2016. The influence of NANO-GRO® organic stimulator on the yielding and fruit quality of field tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Folia Horticulturae* 28(1): 87-94. (IF 0,359; **udział własny 60%**) **14**

Mój wkład w powstaniu pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań oraz założeń metodycznych, przeprowadzeniu pomiarów i analiz składu chemicznego, analizie statystycznej wyników, współautorstwie tekstu manuskryptu i wniosków.

5. **Jędrszczyk E.**, Skowera B., Gawęda M., Libik A. 2016. The effect of temperature and precipitation conditions on the growth and development dynamics of five cultivars of processing tomato. *Journal of Horticulture Research* 24(1): 63-72. (IF 0; **udział własny 50%**) **14**

Mój wkład w powstaniu pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań oraz założeń metodycznych, przeprowadzeniu obserwacji i pomiarów, współudziale w analizie statystycznej wyników, współautorstwie tekstu manuskryptu i wniosków.

6. Gawęda M., **Jędrszczyk E.**, Skowera B., Jędrzejczak R., Szymczyk K. 2016. The effect of application of ethephon to processing tomato plants on the chemical composition of fruits. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*, 44(2): 484-490. (IF 0,48; **udział własny 35%**) **15**

Mój wkład w powstaniu pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań oraz założeń metodycznych, przygotowaniu materiału do analiz, analizie statystycznej wyników, współautorstwie tekstu manuskryptu i wniosków.

7. **Jędrszczyk E.**, Skowera B., Kędzior R., Gawęda M. 2017. The influence of ethephon application to processing tomato plants on yield structure in relation to weather conditions during the growing period. *Folia Horticulturae* 29(1): 75-81. (IF 0,359; **udział własny 50%**) **14**

Mój wkład w powstaniu pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań oraz założeń metodycznych, przeprowadzeniu pomiarów, współautorstwie tekstu manuskryptu i wniosków.

Łączna wartość publikacji dokumentujących moje osiągnięcie naukowe według punktacji MNiSW z roku wydania wynosi: **94** punkty. Sumaryczny Impact Factor w/w publikacji wg listy

Journal Citation Reports wynosi: **2,659**. Wśród publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe w pięciu jestem pierwszym autorem, a w pozostałych dwóch - drugim. Oświadczenia współautorów zamieszczono w załączniku 6.

2.2. OMÓWIENIE PRAC DOKUMENTUJĄCYCH OSIĄGNIĘCIE NAUKOWE

„Produktywność i jakość odmian pomidora gruntowego przeznaczonych do przetwórstwa na tle warunków meteorologicznych Polski południowej”

WPROWADZENIE:

Pomidor należy do najpopularniejszych warzyw na świecie. Jego duże zdolności adaptacyjne do różnych warunków środowiska sprawiły, że jest uprawiany we wszystkich strefach klimatycznych. Dzięki znakomitym walorom smakowym i dietetycznym owoce pomidora mają ogromne znaczenie zarówno na rynku warzyw świeżych, jak i w przemyśle przetwórczym. Biorąc pod uwagę skalę globalną, należy podkreślić, że wśród warzyw w okresie ostatnich 150 lat, pomidor wysunął się na pierwsze miejsce pod względem wielkości produkcji [Roberts 2003, Kapusta 2014].

Polska nazwa pomidora wywodzi się z włoskiego "pomodoro", gdyż warzywo to zostało sprowadzone właśnie z Włoch, w połowie XIX wieku. Spożycie pomidora oraz powierzchnia jego uprawy systematycznie wzrastały począwszy od lat dwudziestych ubiegłego wieku, natomiast w latach czterdziestych XX-wieku pomidor należał do najintensywniej badanych i udoskonalanych w hodowli warzyw. Duży postęp w hodowli przyczynił się do znaczącego wzbogacenia oferty odmianowej pomidora w naszym kraju - pojawiły się kreacje przeznaczone do uprawy zarówno pod osłonami, jak i w gruncie otwartym [Hyams 1974, Kuźmiński 1975, Michalska 1993, Ranc i in. 2008].

Pomidor, jako warzywo ciepłolubne i wrażliwe na choroby, do prawidłowego wzrostu i rozwoju potrzebuje odpowiednio korzystnych warunków klimatycznych. Polska jest najdalej wysuniętym na północ krajem Europy, w którym jest on uprawiany w polu na skalę produkcyjną. Polowa uprawa tego warzywa w Polsce, ze względu na nieprzewidywalne i zmienne w kolejnych sezonach wegetacyjnych warunki atmosferyczne, wiąże się z dość dużym ryzykiem ekonomicznym. W celu zwiększenia powtarzalności pozyskiwanych plonów, prace hodowlane skoncentrowane są w dużym stopniu na uzyskiwaniu genotypów bardziej odpornych na zmienne warunki meteorologiczne [Weerakkody i in. 1997, Jędrszczyk i in. 2012].

Prawidłowo dobrana odmiana (określone cechy morfologiczne, fizyczne, chemiczne, równomierność dojrzewania, przydatność do zbioru mechanicznego, plenność, podatność na choroby i szkodniki) oraz stosowanie nowoczesnej technologii uprawy w dużym stopniu wpływają na uzyskanie plonu o wysokiej jakości i tym samym rzutują na dochodowość produkcji [Bąkowski 1999, Skąpski i Borowy 2000]. Z uwagi na fakt, że na rynku pojawia się coraz więcej odmian pomidora adresowanych do producentów pomidorów gruntowych, dużym

wyzwaniem jest podjęcie właściwej decyzji o wyborze tej, która sprostałaby wzrastającym wymaganiom przemysłu przetwórczego. W Polsce, w 2018 roku na liście wpisanych do Rejestru Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) figuruje 51 odmian samokończących przeznaczonych głównie dla przetwórstwa. Należy jednak pamiętać, że do handlu i obrotu w naszym kraju dopuszczone są także odmiany zarejestrowane w Unii Europejskiej, wobec czego lista odmian przemysłowych jest znacznie dłuższa [www.coboru.pl].

Pomimo tego, że rośliny pomidora odznaczają się bardzo dużą zdolnością do przystosowywania się do różnych warunków klimatycznych, to jednak jego uprawa polowa jest dość trudna, albowiem jest rośliną klimatu ciepłego. Pomidor nie toleruje zimna, bowiem spadek temperatury otoczenia do 2°C trwający kilka dni może doprowadzić do zamierania roślin. W okresie wegetacji, w ciągu dnia, temperatura powinna utrzymywać się w przedziale 20-26°C, natomiast nocą 16-18°C. Najlepsze warunki dla wzrostu i rozwoju pomidora występują wówczas, gdy różnica temperatury między dniem a nocą wynosi 10°C, a najbardziej wymagające pod tym względem są rośliny będące w okresie kwitnienia. Również tempo dojrzewania owoców jest silnie zdeterminowane przez temperaturę [Hurd i Graves 1985, Adams 2001].

Polowa uprawa pomidora skoncentrowana jest głównie w środkowej i południowo wschodniej części naszego kraju, czyli w rejonach najcieplejszych. Obszar ten określany jest izotermą lipca wynoszącą powyżej 18°C. Są to głównie województwa wielkopolskie, lubelskie, mazowieckie, kujawsko-pomorskie i świętokrzyskie [GUS 2017, Babik 2004, Suszyna 2005, Rumpel 2007].

Uzyskanie pełnego wybarwienia owocu i typowego dla danej odmiany smaku oraz pożądanego składu chemicznego warunkuje temperatura w okresie dorastania owoców. Nie powinna ona być niższa niż 16°C i nie wyższa niż 25°C. Najszybsze dojrzewanie owoców zachodzi w dość wąskim zakresie temperatury mieszczącym się pomiędzy 20 a 24°C. Graniczną temperaturą, przy której dojrzewanie jest zahamowane jest 10°C, natomiast temperatura przekraczająca 32°C hamuje wytwarzanie się likopenu, co skutkuje zmianą barwy na żółtą. Po przekroczeniu temperatury 40°C przestaje być produkowany β -karoten, wówczas owoce pomidora nie wybarwiają się [Heuvelink 2004].

Dobremu wzrostowi i rozwojowi roślin pomidora sprzyjają mała wilgotność powietrza oraz umiarkowana wilgotność gleby. Największe plony pomidorów można uzyskać w suche i ciepłe lata. Wysoka wilgotność powietrza oraz gleby prowadzi do nadmiernego wzrostu wegetatywnego, co pociąga za sobą opóźnione i ograniczone kwitnienie, a tym samym zawiązywanie owoców. Rośliny, które wykazują się nadmiernym wzrostem zielonej masy są również podatniejsze na choroby grzybowe [Babik 2004, Borowiak 2007, Rumpel 2007].

W porównaniu z odmianami wysokorosnącymi odmiany karłowe pomidora, wykorzystywane głównie w uprawach przemysłowych, posiadają w znacznie mniejszym stopniu rozbudowany system korzeniowy. W związku z tym wymagają dobrego zaopatrzenia w wodę, natomiast rejony odpowiednie dla uprawy pomidora pod względem temperatury charakteryzują się niezbyt wysoką sumą opadów, w przedziale 450-550 mm. Bezpośrednio po sadzeniu rośliny pomidora wymagają dobrego zaopatrzenia w wodę, co przyspiesza przyjęcie się rozsady. Niewielki niedobór wody pożądanym jest w okresie od przyjęcia rozsady aż do momentu rozkwitnięcia pierwszego grona. Zapotrzebowanie na wodę wzrasta stopniowo w okresie

zawiązywania pierwszych owoców i jest największe w lipcu i sierpniu – czyli podczas ich dorastania. Niedobór wody prowadzi do zrzucania kwiatów i zawiązków owocowych oraz drobnienia owoców. W ostatniej fazie wegetacji (wrzesień) zapotrzebowanie pomidorów polowych na wodę maleje osiągając najniższy poziom pod koniec miesiąca wraz z nastaniem niższych temperatur [Babik 2004, Suszyna 2005, Borowiak 2007, Rumpel 2007].

W warunkach klimatu umiarkowanego przejściowego, charakteryzującego się dużą zmiennością czasową i przestrzenną pogody dobór odmian jest kluczowym elementem decydującym o uzyskaniu satysfakcjonującego plonu [Kascjan Maršic i in. 2005]. W Polsce w okresie wegetacji występuje dużo mniejsze zróżnicowanie warunków termicznych, niż opadowych. W ostatnich latach obserwuje się zmiany w strukturze opadów i wzrost częstości ekstremalnych warunków termiczno-opadowych [Skowera i Puła 2004, Bokwa i Skowera 2008, Skowera i in. 2016]. Wielu autorów podkreśla, że wrażliwość pomidora na warunki klimatyczne zmienia się wraz z jego rozwojem. Przebieg faz fenologicznych rośliny pomidora jest uwarunkowany klimatem regionu. Zmiany wartości temperatury prowadzą do zmian w długości poszczególnych fenofaz (faz rozwojowych) i całego okresu wegetacji roślin [Peiris i in. 1996, Tao i in. 2006, Song i in. 2008]. Przebieg faz fenologicznych odgrywa ważną rolę w kształtowaniu wielkości i jakości plonu [Peiris i in. 1996, Tao i in. 2006]. Badania wpływu zmian klimatu na przebieg faz fenologicznych roślin warzywnych uprawianych w otwartym gruncie są relatywnie rzadkie.

W przemyśle przetwórczym wykorzystywane są głównie odmiany polowe o samokończącym wzroście, których pędy po wykształceniu 4 grona kwiatowego samoistnie kończą wzrost na długość. W ich produkcji możliwa jest mechanizacja zbioru, która przyspiesza cały proces technologiczny. Wadą zbioru mechanicznego jest możliwość uszkodzenia owocu pomidora, który staje się nieużyteczny w dalszej części przerobowej. Dla przemysłu przeznacza się odmiany średnio owocowe, o masie od 60 do 100 g, o kulistych lub wydłużonych owocach, grubej skórce, mięsistych ścianach zalążni oraz małą liczbą komórek. Odmiany takie bardzo dobrze się przechowują, co w znacznym stopniu podnosi wydajność przetwórczą [Rumpel 2007, Bąkowski 1999].

Uprawa pomidora z przeznaczeniem dla przetwórstwa należy do wyjątkowo trudnych organizacyjnie, gdyż uzależniona jest od wielu czynników, m.in. bardzo małej trwałości surowca, wahań w plonach, występowania tak zwanych kłesk urodzaju, dużej różnorodności odmian o różnej przydatności dla przemysłu.

Jakość surowca dostarczonego do przetwórnicy rzutuje bezpośrednio na jakość produktów końcowych, takich jak: mrożonki, koncentraty, przeciery [Bąkowski 1999]. Wśród cech jakościowych w ostatnim czasie duże znaczenie ma odpowiedni skład chemiczny owocu. Zalewska-Korona i Jabłońska-Ryś [2009, 2012] podkreślają, iż hodowla powinna być ukierunkowana na uzyskiwanie odmian pomidora, których owoce wyróżniają się wysoką wartością biologiczną. Dzięki silnym właściwościom antyoksydacyjnym takich składników jak likopen, β -karoten, witamina C i E oraz flawonoidów, spożywanie owoców pomidora wpływa na obniżenie ryzyka wystąpienia chorób serca i licznych nowotworów [Dewanto i in. 2002, Dorais i in. 2008]. Pożądany efekt prozdrowotny można osiągnąć nie tylko poprzez spożywanie owoców świeżych, ale także przetworzonych.

Do przetwórstwa szczególnie predysponowane są odmiany pomidora o wysokiej zawartości suchej masy. W warunkach klimatu Polski w owocach pomidorów gruntowych poziom suchej masy kształtuje się w granicach 2,89-6,87%. Dla owoców przeznaczonych do przetwórstwa jest on określany jako niski [Kmieciak i Lisiewska 2000, Hallmann i Rembiałkowska 2007]. Kmieciak i Lisiewska [2000] uważają, że przyczyną niskiej zawartości suchej masy mogą być niekorzystne warunki meteorologiczne. Świadczyć o tym mogą wyniki uzyskane w doświadczeniach Sestraś'a i współpracowników [2006] realizowanych w warunkach klimatu umiarkowanie ciepłego (Rumunia). Zawartość suchej masy w owocach badanych odmian pomidora kształtowała się na znacznie wyższym poziomie i wahała od 5,26 do 8,25%.

Likopen uważany jest za najważniejszy karotenoid w diecie człowieka, a jego największym źródłem są pomidory i produkty je zawierające. Likopen stanowi około 80-90% barwników występujących w owocach pomidora, pozostała część to β -karoten i inne karotenoidy. Zawartość likopenu w owocach pomidorów zależy od odmiany, stopnia dojrzałości, sposobu uprawy, warunków klimatycznych, pory zbioru oraz sposobu przechowywania. Likopen umiejscowiony jest głównie w skórce pomidorów, gdzie jest go około 5 razy więcej niż w miąższu [Knoblich 2005]. Kumuluje się głównie w końcowym okresie dojrzewania owoców, lecz jego zawartość nie jest zależna liniowo od zmiany barwy owocu [Hernandez i in. 2007]. Związek ten posiada wybitne właściwości przeciwutleniające oraz wykazuje zdolności „zmiatania” wolnych rodników. Liczne badania potwierdzają, że wysoki udział pomidorów w diecie obniża ryzyko wystąpienia raka prostaty, płuc, układu pokarmowego, przełyku [Lugasi 2003]. Im więcej pomidorów spożywamy tym bardziej zmniejsza się ryzyko zapadalności na raka. Związane jest to bezpośrednio ze zwiększeniem stężenia likopenu we krwi [Dewanto i in. 2002]. Ze względu na stwierdzony wpływ likopenu na obniżanie powstawania utlenionych form lipidów o niskiej gęstości (LDL), wpływa on również na zmniejszenie ryzyka wystąpienia chorób serca. Zawartość likopenu w świeżych owocach pomidorów wynosi średnio $3,0 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ świeżej tkanki, zwiększa się natomiast w produktach pomidorowych do $9,9 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ w ketchupie, $16,7 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ w skoncentrowanym sosie pomidorowym, aż do $29,3 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ w koncentracie [Gartner i in. 1997, USS-NCC Carotenoid Database for US Foods 1998]. Im wyższy jest poziom wyjściowy likopenu w owocach, tym łatwiej osiągnąć wysokolikopenowy produkt końcowy. Dlatego też przetwórstwo pomidora kładzie duży nacisk na ten wskaźnik, poszukując odpowiednich odmian do obróbki. Stosując specjalne metody wyhodowano tzw. odmiany wysoko-pigmentowe (high pigment) o zawartości likopenu $17,5 - 25,3 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g}$ [Lenuci i in. 2006].

Średnia zawartość kwasu L-askorbinowego w owocach pomidora kształtuje się na poziomie 23 mg%, ale może dochodzić do 40 mg% [Jarczyk i Płocharski 2010]. Ilość tej ważnej witaminy zależy w dużej mierze od przebiegu pogody w okresie dojrzewania owoców. Zalewska-Korona i Jabłońska-Ryś [2012] obserwowały niską zawartość witaminy C w owocach 17 odmian pomidora gruntowego, wahałą się od 7,8 do 15,6 mg%. Sestraś i in. [2006] uprawiając pomidora w centralnej Transylwanii uzyskali wyraźnie wyższy poziom kwasu L-askorbinowego w owocach 9 odmian, który wahał się od 22,9 do 37,7 mg%.

Problem w uprawie polowej pomidora może stanowić nierównomierność wybarwienia się owoców. Pomidory przemysłowe zbierane są mechanicznie, gdy około 90% owoców na plantacji jest dojrzała, dlatego też skoncentrowane dojrzewanie owoców pomidora jest istotnym

elementem przy uprawie odmian przemysłowych. Niestety w lecie w okresie dojrzewania owoców pogoda często jest niesprzyjająca temu procesowi. W takiej sytuacji szansą na uzyskanie zadowalającego plonu handlowego jest zastosowanie preparatów z grupy regulatorów zawierających etefon. Rozkłada się on do etylenu, fitohormonu, który kontroluje wiele aspektów rozwoju roślin [Liptay i in. 1981, Kevany i in. 2008]. Owoce klimakteryczne, do których należy pomidor wymagają zwiększonej biosyntezy etylenu w fazie dojrzewania. Producenci pomidorów przemysłowych często sięgają więc po preparaty stymulujące dojrzewanie owoców po to, aby umożliwić jednorazowy zbiór mechaniczny zwiększając jednocześnie wielkość plonu handlowego. Poza tym owoce pomidora traktowane etefonem zbierane są kilka dni wcześniej przy równoczesnej znacznej redukcji „okna zbiorów” [Logendra i in. 2004]. W zależności od dawki preparatu (500 – 1000 ppm) przyspieszenie to wynosi od 2 do 6 dni [Moniruzzman i in. 2015]. W Polsce dopuszczonych do stosowania preparatów z tej grupy jest trzynaście [Rejestr Środków Ochrony Roślin na dzień 7.03.2018]. Substancja czynna tych preparatów - etefon, w tkance roślinnej, przy wyższym pH, ulega rozkładowi do etylenu. Rola etylenu polega na aktywacji transkrypcji pewnych genów związanych z procesami dojrzewania i jednocześnie regulacji translacji mRNA niektórych białek, co m.in. prowadzi do degradacji chlorofilu, syntezy barwników karotenoidowych i antocyjanów [Bleecker i Kende 2000]. Przyspieszenie dojrzewania owoców pomidora za pomocą etylenu przeprowadza się na plantacjach, z dobrze rozwiniętymi roślinami, które wytworzyły dużą ilość owoców. Rośliny opryskuje się jednorazowo, gdy owoce w pełni wyrośnięte stanowią 5-15%, a owoce wyrośnięte, ale zielone - 50-70% ogółu owoców na roślinach. Należy wiedzieć, że zastosowanie etefonu na owoce niewyrośnięte powoduje ich wcześniejsze wchodzenie w fazę dojrzewania [Payasi i Sanwal 2010]. Skuteczność zabiegu zależy przede wszystkim od dokładności jego wykonania i jest najwyższa, gdy temperatura powietrza oscyluje w granicach 20-25°C.

Liczne badania dowodzą, iż aplikacja etylenu wpływa na skład chemiczny owoców m.in. produkcję cukrów prostych, kwasów organicznych, składników aromatycznych i licznych metabolitów wtórnych [Wheeler i in. 2004, Payasi i Sanwal 2010].

W produkcji ogrodniczej często wykorzystuje się stymulatory wzrostu i rozwoju roślin aby wspomóc produkcję polową i uniezależnić rośliny od warunków środowiska, w tym pogody. Pobudzają one roślinę do wydajniejszego rozwoju zwiększając jej produktywność oraz poprawiają jakość i wartość biologiczną plonu. W rolnictwie znalazły zastosowanie preparaty bazujące na różnych substancjach aktywnych lub organizmach. Częstymi są preparaty bazujące na wyciągu z alg, aminokwasów, kwasów huminowych, betain, czy mikroelementów. Substancje te mają wysoką wartość odżywczą, aktywują roślinne hormony oraz zwiększają aktywność związków antyoksydacyjnych wpływając na zmiany ilościowe i jakościowe w składzie chemicznym lub wpływają na morfologię roślin, stymulując wzrost systemu korzeniowego, wysokość rośliny i wybarwienie się owoców. Wymiernym skutkiem ich stosowania jest dodatni wpływ na wielkość i jakość plonu [Mäkelä i in. 1998, Jungwook i in. 2009, Gorczyca i Kasprovicz 2011, Matysiak i in. 2011, Rafiee i in. 2016].

W grupie preparatów poprawiających rozwój roślin znajduje się między innymi NanoGro[®], który ma postać oligosacharydowej granulki nasączonej siarczanami pierwiastków: Fe, Co, Al, Mn, Mg, Ni, Ag w nanomolowym stężeniu. W wyniku jego działania następuje w komórkach rośliny indukcja reakcji obronnych bez zaistnienia realnego zagrożenia, co

usprawnia wydzielanie fitohormonów i zwiększa tolerancję na stresowe warunki biotyczne i abiotyczne. Reakcje rośliny na preparat ujawniają się już po kilku minutach od wniknięcia do komórki rośliny i obejmują tworzenie cząsteczek sygnałowych, ich percepcję i przemieszczanie oraz aktywację genów obrony. Skutkiem tego następuje silniejszy wzrost systemu korzeniowego i części nadziemnej rośliny [Gorczyca i Kasprówicz 2011, Jankowski i in. 2013, Kocira i in. 2015, Stępień i in. 2016].

CEL BADAŃ

Celem badań przedstawionych w cyklu prac 1-7 było określenie wpływu wybranych czynników agrotechnicznych oraz warunków meteorologicznych na rozwój rośliny i cechy jakościowe owoców różnych odmian pomidora gruntowego przeznaczonego dla przetwórstwa.

CELE SZCZEGÓŁOWE

- 1) ocena cech morfologicznych rośliny oraz jakości owoców wybranych odmian pomidora z uwzględnieniem ich przydatności do przetwórstwa (1, 5),
- 2) ocena wpływu warunków termiczno-opadowych na przebieg faz fenologicznych i plonowanie dwunastu odmian pomidora gruntowego (2),
- 3) ocena cech morfologicznych oraz składu chemicznego owoców dwunastu odmian pomidora gruntowego na tle przebiegu pogody (3),
- 4) określenie wpływu zastosowania etefonu na plonowanie i strukturę plonu oraz jakość owoców wybranych odmian pomidora gruntowego (6, 7),
- 5) określenie wpływu metod aplikacji stymulatora NanoGro[®] na cechy morfologiczne rośliny, plonowanie i jakość plonu pomidora gruntowego (4).

Doświadczenia zmierzające do osiągnięcia postawionego celu prowadzone były w Stacji Doświadczalnej Katedry Roślin Warzywnych i Zielarskich, Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie- Mydlnikach. Realizowano je w ramach badań własnych oraz dwóch projektów badawczych, w których byłam wykonawcą, w latach 2008-2012.

1. Temat badawczy MRiRW „Ocena jakości wybranych gatunków warzyw jako ważnych elementów żywności funkcjonalnej” w ramach badań podstawowych na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej. Decyzja HOR hn – 4040 dec – 5/08 MRiRW, 2008, 2010.
2. Grant celowy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego: „Badania nad dobozem odmian pomidorów przemysłowych pod względem istotnych cech użytkowych oraz ocena ich składu chemicznego”, Nr projektu: BZ 662/KWzEO/011, nr umowy 1/04379/C.ZR 7-6/ZAŻ/ZO/2009.

Cel 1. Ocena cech morfologicznych rośliny oraz jakości owoców wybranych odmian pomidora z uwzględnieniem ich przydatności do przetwórstwa (1, 5)

Duża zmienność cech morfologicznych rośliny, a także różne przystosowanie poszczególnych odmian do uprawy w zmiennych, często niesprzyjających warunkach pogodowych skłaniają do poszukiwania wartościowych cech rzutujących na wielkość i jakość plonu. Badania pod tym kątem realizowałam w ramach tematu badawczego MRiRW (nr 1).

W publikacjach 1 i 5 przedstawione zostały wyniki dotyczące oceny cech morfologicznych roślin dwunastu polskich odmian i linii hodowlanych przeznaczonych do przetwórstwa: Sokal F₁, Batory F₁, Rejtan F₁, Hetman, Lubań, Babinicz, Awizo F₁, Mieszko F₁, III A F₁ (Hodowla PlantiCo Zielonki) oraz Ondraszek, Hubal, Talon (Hodowla Reguły).

Oceniłam rośliny pod kątem ich cech biometrycznych: wysokości roślin poszczególnych odmian, ilości wytwarzanych rozgałęzień I rzędu, długości i średnicy międzywęzła oraz liczby gron na roślinie. Wykazałam, że spośród badanych odmian Ondraszek charakteryzował się najbardziej pożądanymi cechami biometrycznymi dla uprawy przemysłowej pomidora, tj. najmniejszą wysokością i największą średnicą pędu. Odmiana ta też była jedną z najwyższej plonujących.

Porównanie znacznej liczby odmian (12) pozwoliło na wyciągnięcie ogólnych wniosków dotyczących wpływu cech morfologicznych rośliny na plonowanie. Na podstawie opracowanych modeli regresyjnych wykazałam, że wielkość plonu ogółem i handlowego była negatywnie skorelowana z rozbudowaną częścią wegetatywną roślin, a w szczególności z wysokością oraz liczbą pędów bocznych. Wykazałam również, że wysokość plonu ogółem w 40%, a handlowego w 38% zależała od cech morfologicznych roślin badanych odmian, tj. wysokości i liczby pędów głównych.

Badanie cech morfologicznych roślin pomidora kontynuowałam w ramach grantu celowego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego (nr 2). Badania te przeprowadziłam na czterech odmianach: Rumba, Hubal, Sokal F₁ i Mieszko F₁, wybranych spośród przebadanych w ramach zadania badawczego nr 1. Wybór podyktowany był ich korzystnymi cechami do uprawy w warunkach Polski południowej, a dokładnie południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Odmiany te wysoko plonowały i wyróżniały się najkorzystniejszymi cechami owocu. W celach porównawczych do badań dołączyłam odmianę Polset F₁ - holenderskiej hodowli (Bejo Zaden). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziłam, że w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, charakteryzującej się dużą zmiennością warunków termiczno-opadowych, najbardziej pożądanymi parametrami dla przetwórstwa cechowała się odmiana Mieszko F₁. Rośliny tej odmiany odznaczały się grubą, odpowiednio długą łodygą, dużą liczbą tworzonych w gronie kwiatów i zawiązywanych owoców. Wyróżniała się także korzystnymi cechami owocu, takimi jak średnia wielkość, wydłużony kształt, grube ściany obwodowe i mała liczba komórek. Podobnymi parametrami grona i owocu odznaczała się odmiana Sokal F₁, ale tworzyła owoce o cieńszych ścianach obwodowych. Rośliny tej odmiany charakteryzowały się niestety cienką łodygą, co w przypadku wystąpienia opadów o dużym natężeniu, można uznać za cechę niekorzystną.

Cel 2. Ocena wpływu warunków termiczno-opadowych na przebieg faz fenologicznych i plonowanie dwunastu odmian pomidora gruntowego (2, 5)

Ze względu na potwierdzone w badaniach znaczenie czynników meteorologicznych na wzrost i rozwój roślin postanowiłam przeanalizować przebieg poszczególnych faz fenologicznych dwunastu odmianom pomidora gruntowego. W celu określenia wpływu warunków meteorologicznych na fenologię pomidora zastosowałam syntetyczny wskaźnik klimatyczny uwzględniający sumy temperatury i opadów - współczynnik hydrotermiczny K oraz liczbę dni z opadem, charakteryzującą rozkład opadów w czasie. Wskaźniki te określiłam dla każdej odmiany w trzech fazach rozwojowych oraz w całym okresie wegetacyjnym. Następnie analizowałam wysokość plonu ogółem i handlowego badanych odmian. Na podstawie równania regresji wielorakiej krokowej określiłam, które elementy meteorologiczne w poszczególnych fazach rozwojowych istotnie wpływają na wielkość plonu pomidora. W przypadku plonu handlowego, jak i ogółem, w okresie od wysadzenia do momentu zbioru owoców istotny wpływ miały opady atmosferyczne i ich rozkład. Wysokie opady, przekraczające znacznie średnią wieloletnią, obniżały plon natomiast niższe, a częstsze korzystnie wpływały zarówno na plon ogółem, jak i handlowy. Silniejszą zależność od tych wielkości uzyskałam dla plonu handlowego.

Udowodniłam wpływ temperatury na plon handlowy pomidorów tylko w fazie: od początku zawiązywania owoców do początku dojrzewania. Zbyt wysokie temperatury wpływały na obniżenie plonów. Dopiero w okresie pełnej dojrzałości owoców (w czasie zbiorów) wysoka temperatura korzystnie wpływała na plon ogółem (publikacja 2).

Określiłam średnią długość trwania poszczególnych faz dla każdej z odmian. Wykazałam, że poszczególne odmiany natrafiając na różne warunki pogodowe rozwijały się w innym tempie, przez co charakteryzowały się zróżnicowanym przebiegiem faz fenologicznych. Odmiana 'Ondraszek' okazała się najlepiej przystosowaną do zmiennych warunków pogodowych, gdyż plonowała najwyżej we wszystkich trzech latach badań. Odmianami najniżej plonującymi okazały się Hetman, Hubal i Babicz.

Wykazałam (publikacja 5), że liczba kwiatów i owoców w gronie była negatywnie skorelowana z temperaturą, szczególnie w drugiej fazie rozwojowej rośliny, tj. od początku kwitnienia do początku zawiązywania owoców. Poza temperaturą żaden z pozostałych czynników (tj. suma opadów, ani liczba dni z opadem) nie wpłynął istotnie na kwitnienie i liczbę owoców w gronie. Parametry owocu takie jak długość i średnica były negatywnie skorelowane z liczbą dni z opadem w dwóch pierwszych fazach rozwojowych, a pozytywnie z temperaturą w całym okresie wegetacji. Stwierdziłam również pozytywny wpływ częstych opadów w początkowych fazach: sadzenie rozsady - kwitnienie - formowanie owocu na grubość ścian obwodowych.

Cel 3. Wpływ przebiegu pogody na cechy morfologiczne owoców pomidora gruntowego oraz ich skład chemiczny (3)

W latach 2008-2010 w okresie wegetacyjnym w Polsce południowej występowały zróżnicowane warunki pogodowe. Warunki termiczne były zbliżone do optymalnych dla wzrostu

i rozwoju pomidora, natomiast sumy opadów znacznie odbiegały od potrzeb tej rośliny. Do charakterystyki warunków termiczno-opadowych w danej fazie rozwojowej wykorzystałam współczynnik hydrotermiczny K. Wartości tego współczynnika przekraczające 1,3 oznaczają warunki wilgotne, a poniżej 1,1 – nasilającą się suszę.

Na podstawie liniowych zależności regresyjnych wykazałam negatywny związek wskaźnika hydrotermicznego K ze średnią masą owocu, co oznacza, że im więcej opadów otrzymały rośliny tym mniejsze wytworzyły owoce. W najbardziej suchym roku 2008 ($K = 1,2$; warunki umiarkowanie suche) owoce dorastały do 84-176 g, a w roku 2010 - najbardziej mokrym ($K = 1,9$; warunki umiarkowanie wilgotne) masa owoców wahała się 74-145 g. Ilość wytworzonych w owocu komórek natomiast wzrastała wraz z wartością współczynnika hydrotermicznego. Na podstawie przeprowadzonej analizy regresji nie stwierdziłam związku grubości ścian obwodowych i współczynnika kształtu owoców z wartością współczynnika hydrotermicznego.

Wykazałam, że najwyższym poziomem suchej masy odznaczały się owoce w roku 2009, tj. gdy w lipcu opady i temperatura były zbliżone do optymalnych, a w sierpniu było sucho i cieplej niż przeciętnie.

Zawartość makroelementów w owocach pomidora w znacznym stopniu zmieniała się w poszczególnych latach badań. Na podstawie analizy regresji wykazałam, że poziom magnezu i wapnia był wprost proporcjonalnie zależny od wartości współczynnika hydrotermicznego K; natomiast zawartość potasu odwrotnie proporcjonalna. Nie stwierdziłam związku pomiędzy warunkami hydrotermicznymi a poziomem fosforu.

Największą zawartość likopenu ($281,5 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g św.m.}$) w owocach stwierdziłam w warunkach mokrych ($K = 1,9$), a najniższą ($120 \text{ mg} \cdot 100^{-1} \text{ g św.m.}$) w warunkach umiarkowanie suchych ($K = 1,2$). Odwrotną zależność obserwowałam badając poziom kwasowości owoców. Najwyższą kwasowość na poziomie 0,45-0,55% św. m. obserwowałam w roku umiarkowanie suchym, a najniższą 0,31-0,45% św. m. w roku umiarkowanie wilgotnym.

Cel 4. Określenie wpływu zastosowania etefonu na plonowanie i strukturę plonu oraz jakość owoców wybranych odmian pomidora gruntowego (6, 7)

Badania nad wpływem etefonu na strukturę plonu (publikacja 7) oraz skład chemiczny owoców pomidora (publikacja 6) prowadziłam w latach 2009-2011. Lata 2010, 2011 odznaczały się niekorzystnym rozkładem opadów, co istotnie wpłynęło na obniżenie plonu handlowego u wszystkich badanych odmian. Etefon zastosowany w uprawie korzystnie wpłynął na wielkość plonu handlowego we wszystkich latach doświadczenia. Pozytywny wpływ zastosowania etefonu był widoczny szczególnie w roku 2010, czyli wtedy gdy rozkład opadów nie sprzyjał wymaganiom roślin pomidora. W obiektach traktowanych etefonem w roku 2010 plon handlowy był o 51% większy niż w obiektach kontrolnych, a w roku 2009 o najkorzystniejszym rozkładzie opadów - tylko o 7% .

Po zastosowaniu etefonu owoce dojrzewały szybciej niż w obiektach bez tego zabiegu, co skutkowało obniżeniem ilości owoców zapalnych, a zwiększeniem plonu handlowego.

Zaobserwowałam, iż ilość niedojrzałych i niedorośniętych jeszcze owoców istotnie zwiększała się po zastosowaniu etefonu. Większy udział owoców zielonych, ale już w pełni

dorośniętych obserwowano w obiektach kontrolnych. Wyciągnęłam z tego wniosek, iż etefon uniemożliwił drobnym owocom zielonym dalszy rozwój.

Stwierdziłam istotny wpływ etefonu na poprawę zdrowotności plantacji w dwóch latach badań (2009, 2010).

W dalszej części badań skupiłam się na wpływie etefonu na skład chemiczny owoców. Wykazałam, korzystny wpływ zastosowania tego środka na zawartość ekstraktu, cukrów rozpuszczalnych i kwasowości w zebranych owocach. Poziom suchej masy i likopenu nie zależał od stosowania tego związku, a kwasu askorbinowego obniżył się pod wpływem zabiegu.

Skład chemiczny owoców badanych odmian pomidora istotnie różnił się w poszczególnych latach, co potwierdza wpływ pogody na jakość owoców. Wpływ ten okazał się często decydujący i modyfikował działanie etefonu.

Najniższą zawartość cukrów w pomidorach stwierdziłam w roku 2011 (o przebiegu opadów; mokry lipiec – suchy sierpień) i była ona o 42,8% niższa niż w roku 2009 o korzystnym przebiegu pogody dla pomidora w tych miesiącach (optymalny opadowo lipiec i suchy sierpień). Opryskiwanie etefonem spowodowało wzrost zawartości cukrów rozpuszczalnych w owocach średnio o 3,2%.

Wykazałam także, że po zastosowaniu etefonu kwasowość pomidorów wzrosła średnio o 2,6%. Najwięcej kwasów organicznych stwierdzono w owocach z wilgotnego roku 2010, a najmniej w materiale z roku 2009, w którym warunki termiczno-opadowe były najbardziej zbliżone do optymalnych (o 16,7% mniej niż w roku 2010).

Najwięcej witaminy C wykazałam w pomidorach w 2011, kiedy w fazie dojrzewania było sucho, najmniej w roku 2010 charakteryzującym się dużą ilością opadów w okresie dojrzewania.

W niniejszym doświadczeniu, w warunkach pogodowych zbliżonych do optymalnych, w roku 2009 zastosowanie etefonu nie wpłynęło na zawartość likopenu w pomidorach, natomiast w mokrym roku 2010 wystąpił istotny, ale niewielki spadek tego składnika.

Cel 5. Określenie wpływu metod aplikacji stymulatora NanoGro[®] na cechy morfologiczne rośliny, plonowanie i jakość plonu pomidora gruntowego (4)

Chcąc stwierdzić wpływ stymulatora NanoGro[®] na rośliny pomidora, plonowanie i skład chemiczny owoców zastosowałam trzy metody jego aplikacji. NanoGro[®] było podawane w formie zaprawy na nasiona, w formie roztworu do opryskiwania roślin, a w trzecim obiekcie nasiona były zaprawiane, a rośliny następnie opryskiwane preparatem. Zastosowano także obiekt kontrolny, w którym nie stosowano NanoGro[®].

Stwierdziłam, iż efekt zastosowania stymulatora NanoGro[®] był w znacznej mierze modyfikowany czynnikami, takimi jak przebieg pogody czy metoda aplikacji. Zauważyłam, iż podanie preparatu w formie zaprawy na nasiona stymulowało wzrost rośliny pomidora. Wysokość roślin, średnica pędu głównego u podstawy były większe niż u roślin kontrolnych

Stwierdziłam istotny wpływ sposobu aplikacji NanoGro[®] na wielkość plonu pomidora zarówno ogółem, jak i handlowego. Najwyższe plony odnotowałam w obiektach gdzie nasiona były zaprawiane stymulatorem (ogółem 82,00 t·ha⁻¹, handlowy 49,5 t·ha⁻¹). Najsłabszy wpływ

NanoGro® na plonowanie stwierdziłam w obiektach, w których rośliny opryskiwano stymulatorem

Wykazałam, również zależność składu chemicznego owoców pomidora od sposobu aplikacji preparatu NanoGro®. W porównaniu z innymi metodami, owoce z roślin opryskiwanych stymulatorem odznaczały się najwyższą zawartością likopenu. W porównaniu do poziomu w kontroli stymulator NanoGro® wpłynął również na zwiększenie zawartości potasu, a obniżenie fosforu i wapnia w owocach.

PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania pozwoliły sformułować następujące wnioski mające charakter poznawczy i aplikacyjny:

1. Plonowanie pomidora w około 40% zależy od cech morfologicznych rośliny i jest negatywnie skorelowane z rozbudowaną częścią wegetatywną, szczególnie z wysokością i liczbą pędów głównych.
2. Wykazano różną wrażliwość poszczególnych odmian pomidora na przebieg pogody w poszczególnych fazach fenologicznych. Wskazano odmiany mniej wrażliwe na zmienność warunków pogodowych, co jest ważną wskazówką praktyczną dla producentów pomidora gruntowego.
3. Jakościowe i ilościowe określenie wpływu warunków meteorologicznych na wzrost i rozwój rośliny pomidora, wielkość i strukturę plonu oraz jakość owoców wykazało, że decydującym czynnikiem meteorologicznym wpływającym na wyżej wymienione cechy jest przede wszystkim wysokość i rozkład opadów, a w mniejszym stopniu temperatura.
4. Potwierdzono, iż aplikacja etefonu przyspiesza dojrzewanie owoców pomidorów gruntowych przeznaczonych do przetwórstwa. Pod wpływem tego zabiegu m.in. zwiększał się plon handlowy i malała ilość owoców chorych. Efekt zastosowania etefonu był bardziej widoczny w latach o niesprzyjającym przebiegu pogody - przy wysokich i częstych opadach.
5. Udowodniono korzystny wpływ etefonu na zawartość ekstraktu, cukrów rozpuszczalnych i kwasowości w owocach pomidora. Poziom suchej masy i likopenu nie zależał od stosowania tego związku, a kwasu askorbinowego obniżył się pod wpływem zabiegu.
6. Wykazano, że zastosowanie stymulatora NanoGro® wpływa na rozwój rośliny pomidora oraz wielkość i jakość plonu, a wpływ ten zależy od metody aplikacji. Zaprawianie nasion korzystnie wpływało na rozwój rośliny i wielkość plonu, natomiast opryskiwanie roślin stymulatorem korzystnie wpływało na skład chemiczny owoców.

LITERATURA

- Adams S. R., Cockshull K. E., Cave C. R. J. 2001. Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits. *Annals of Botany* 88: 869-877.
- Arkhipova T.N., Veselov S.U., Melentiev A.I., Martynenko E.V., Kudoyarova G.R. 2005. Ability of bacterium *Bacillus subtilis* to produce cytokinins and to influence the growth and endogenous hormone content of lettuce plants. *Plant and Soil* 272: 201-209.
- Babik J. 2004. Ekologiczne metody uprawy pomidora w gruncie i pod osłonami. Materiały dla rolników. Krajowe Centrum Rolnictwa Ekologicznego, Radom.
- Bąkowski J. 1999. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny. Instytut Warzywnictwa, Skierniewice: 39 – 41.
- Bleecker A.B., Kende H. 2000. Ethylene: A gaseous signal molecule in plants. *Annu. Rev. Cell Dev. Biol.* 16: 1–18.
- Bokwa A., Skowera B. 2009. Występowanie ekstremalnych warunków pluwialnych w Krakowie i okolicy w latach 1971-2005. *Acta Agroph.* 13(2): 299-310.
- Bokwa J., Skowera B. 2008. Wpływ rzeźby i użytkowania terenu na strukturę opadów atmosferycznych w okolicach Krakowa (1971-2005). *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich. PAN Oddział w Krakowie.* 5: 51-62.
- Borowiak J. 2007. Pomidory w polu. Hortpress, Warszawa.
- Dewanto V., Xianzhong W., Adom K.K., Rui H. L. 2002, Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J. Agric. Food Chem.*, 50(10): 3010-3014.
- Dorais M., Ehret D.L., Papadopoulos A.P. 2008. Tomato (*Solanum lycopersicum*) health components: from the seed to the consumer. *Phytochem. Rev.* 7: 231-250.
- Gartner C., Stahl W., Sies H. 1997. Lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes. *Am. J. Clin. Nutr.* 66: 116-122.
- Gorczyca A., Kasproicz M. 2011. Initial research on the effect of the NanoGro plant growth stimulator on *Fusarium culmorum* (W.G. Smith) Sacc. *Ecological Chemistry and Engineering A.* 18(12): 1625-1631.
- GUS 2017. Powierzchnia, plony i zbiory pomidorów gruntowych. ISSN 1509-7099: 68.
- Hallmann E., Rembiałkowska E. 2007. Ocena wartości odżywczej i sensorycznej pomidorów oraz soku pomidorowego z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Journal of Research and Application In Agriculture Engineering* 53(3): 105-111.
- Hernandez M., Rodriguez E., Diaz C., 2007. Free hydroxycinnamic acids, lycopene and color parameters in tomato cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 55: 8604-8615.

- Heuvelink E. 2005. Development Processes. Tomatoes (red. Heuvelink E.) CABI Publishing: 72-73.
- Hurd R.G., Graves C.J. 2015. Some effects of air and root temperatures on the yield and quality of glasshouse tomatoes. *Journal of Horticultural Science* 60(3): 359-371.
- Hyams E. 1974. Rośliny w służbie człowieka. PWN, Warszawa: 86-93.
- Jankowski K., Deska J., Truba M., Jankowska J. 2013. Impact on Nano-Gro stimulator on the seeds germination and growth kinetics of seedlings of selected grass and legumes species. *Environ.* 24, 1(55): 23-26.
- Jarczyk A., Płocharski W. 2010. Technologia produktów owocowych i warzywnych. T.I/II. Wyd. Wyższa Szkoła Ekonomiczno-Humanistyczna w Skierniewicach. Skierniewice: 359 pp.
- Jędraszczyk E., Skowera B., Kopcińska J., Ambroszczyk A.M. 2012. The influence of weather conditions during vegetation period on yielding of twelve determinate tomato cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 40(2): 203-209.
- Jungwook Y., Kloepper J.W., Choong-Min R. 2009. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends Plant Sci.* 14(1): 1-4.
- Kacjan-Maršič N., Osvald J., Jakše M. 2005. Evaluation of ten cultivars of determinate tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), grown under different climatic conditions. *Acta Agriculturae Slovenica* 85(2): 321-328.
- Kapusta F. 2014. Produkcja i przetwórstwo warzyw w Polsce na początku XXI wieku. *Nauki Inżynierskie i Technologiczne* 1(12): 44-59.
- Kevany B.M., Taylor M.G., Klee H.J. 2008. Fruit-specific suppression of the ethylene receptor LeETR4 results in early-ripening tomato fruit. *Plant Biotechnol. J.* 6: 295–300.
- Kmieciak W., Lisiewska Z. 2000. Studies on the morphological traits and chemical composition on the fruit of six tomato cultivars recommended as raw material for freezing. *Nahrung* 44(5): 345-353.
- Knoblich M., Anderson B., Latshaw D. 2005, Analyses of tomato peel and seed byproducts and their use as a source of carotenoids. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85(7): 1166-1170.
- Kocira A., Kocira S., Złotek U., Kornas R., Świeca M. 2015. Effect of Nano-Gro preparation applications on yield components and antioxidant properties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Fresenius Environmental Bulletin* 24-11b: 4034-4041.
- Kuźmiński B. 1975. Warzywa wędrują za człowiekiem. Ludowa Spółdzielnia Wydawnicza, Warszawa.
- Lenucci M.S., Cadinu D., Taurino M., Piro G., Dalessandro G. 2006. Antioxidant composition in cherry and high-pigment tomato cultivars. *J. Agric. Food Chem.* 54: 2606-2613.
- Liptay A., Jaworski C.A., Phatak S.C., 1981. Effect of tomato transplant stem diameter and ethephon treatment on tomato yield, fruit size and number. *Can. J. Plant Sci.* 61(2): 413-415.
- Lista Odmian Roślin Warzywnych [www. COBORU.pl](http://www.COBORU.pl)

- Logendra L.S., Mun J.G., Gianfagna T.J., Janes H.W. 2004. Ethephon concentrates and advances harvest for limited cluster greenhouse tomato crops. *HortSci.* 39(7): 1650-1651.
- Lugasi A., Biro L., Hovarie J., Sagi K.V., Brandt S., Barna E. 2003, Lycopene contents of foods and lycopene intake in two groups of the Hungarian population. *Nutrition – Research* 23(8): 1035-1044.
- Mäkelä P., Jokinen K., Kontturi M., Peltonen-Sainio P., Pehu E., Somersalo S. 1998. Foliar application of glycinebetaine – a novel product from sugar beet – as an approach to increase tomato yield. *Industrial Crops and Products* 7: 139-148.
- Matysiak K., Kaczmarek S., Krawczyk R. 2011. Influence of sea weed extracts and mixture of humic and fulvic acids on germination and growth of *Zea mays* L. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura* 10(1): 33-45.
- Michalska A. 1993. Hodowla pomidora. W: Hodowla roślin warzywnych, Niemirowicz-Szczytt (red). SGGW, Warszawa: 132-167.
- Moniruzzaman M., Khatoon R., Hossain M.F.B., Rahman M.T., Alam S.N. 2015. Influence of ethephon on ripening and quality of winter tomato fruit harvested at different maturity stages. *Bangladesh J. Agric. Res.* 40(4): 567-580.
- Payasi A., Sanwal G.G. 2010. Ripening of climacteric fruits and their control. *J. Food Biochem.* 34: 679-710.
- Peiris D.R., Crawford J.W., Grashoff C., Jefferies R.A., Porter J.R., Marshall B. 1996. A simulation study of crop growth and development under climate change. *Agricultural and Forest Meteorology.* 79: 271-281.
- Rafiee H., Naghdi Badi H., Mehrafarin A., Quaderi A., Zarinpanjeh N., Sękara A., Zand E. 2016. Application of plant biostimulants as new approach to improve the biological responses of medicinal plants – a critical review. *J. of Medicinal Plants* 15(59): 6-39.
- Ranc N., Munos S., Santoni S., Causse M. 2008. A clarified position for *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* in the evolutionary history of tomatoes (*Solanaceae*). *BMC, Plant Biology* 130(8): 1-16.
- Rejestr Środków Ochrony Roślin na dzień 7.03.2018
- Roberts J. 2003. Powab jabłka. Fascynujące dzieje owoców i warzyw. Świat Książki, Warszawa: 198-200.
- Rumpel J. 2007. Uprawa pomidorów polowych. Plantpress, Kraków: 4-100.
- Sestraş A., Jidavu M., Sestraş R., Apahidean M., Härşan E., Tămaş E., Gao Y. 2006. The response of several tomato cultivars for processing in Central Transylvania conditions. II. Fruit quality. *Not. Bot. hort. Agrobot. Cluj, XXXIV*: 62-68.
- Skąpski H., Borowy A. 2000. Polowa uprawa warzyw. Wydawnictwo Brassica, Szczecin: 170-189.

- Skowera B., Kopcińska J., Ziernicka-Wojtaszek A., Wojkowski J. 2016. Niedobory i nadmiary opadów w okresie wegetacji ziemniaka późnego w województwie opolskim (1981-2010). *Acta Scientiarum Polonorum, Formatio Circumiectus* 15(3): 137-149.
- Skowera B., Puła J. 2004. Skrajne warunki pluwiotermiczne w okresie wiosennym na obszarze Polski w latach 1971-2000. *Acta Agrophysica*. 104, 3(1): 171- 177.
- Song Y., Linderholm H.W., Chen D., Walther A. 2008. Trends of the thermal growing season in China, 1951-2007. *International Journal of Climatology* 30: 33-43.
- Stępień A., Wojtkowiak K., Orzech K., Wiktorski A. 2016. Nutritional and technological characteristics of common and spelt wheats are affected by mineral fertilizer and organic stimulator NANO-GRO®. *Acta Sci. Pol. Agricultura* 15(2): 49-63.
- Suszyna J. 2005. Cultivation of field tomato in the Sandomierz region as conditioned by climate. *Acta Agrophysica* 543: 237-249.
- Tao F., Yokozawa M., Xu Y., Hayashi Y., Zhang Z. 2006. Climate changes and trends in phenology and yields of fields crops in China, 1981-2000. *Agricultural Forest Meteorology* 138: 82-92.
- USS-NCC Carotenoid Database for US Foods, 1998.
- Weerakkody W.A.P., Peiris B.C.N., Jayasekara S.J.B.A. 1997. Yield and quality of tomato as affected by rainfall during different growth stages. *Tropical Agricultural Research* 9: 158-166.
- Wheeler R.M., Peterson B.V., Stutte G.W. 2004. Ethylene production throughout growth and development of plants. *Hort Science* 39(7): 1541-1545.
- Zalewska-Korona M., Jabłońska-Ryś E. 2009. Content of biological active compounds occurring in field grown tomatoes derived from new breeding lines. *Bromat. Chem. Toksykol. XLII* (3): 865-869.
- Zalewska-Korona M., Jabłońska-Ryś E. 2012. Ocena przydatności do przetwórstwa owoców wybranych odmian pomidora gruntowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2(81): 77-87.

3. OSIĄGNIĘCIA W DZIAŁALNOŚCI NAUKOWO-BADAWCZEJ

Mój dorobek naukowy to 97 prac: w tym **43** to oryginalne prace naukowe opublikowane w czasopiśmie naukowych (A.1.1-A.1.18, B.1.1.-B.1.7, B.2.1-B.2.18), **22** prace w materiałach konferencyjnych (A.2.1-A.2.8, B.3.1-B.3.14) **1** praca naukowa opublikowanych w monografii w języku angielskim (B.4), **27** artykułów popularnonaukowych (B.6.1-B.6.27) oraz **1** skrypt do warzywnictwa (B.5). Prace nieopublikowane to: praca magisterska, rozprawa doktorska oraz 3 sprawozdania z grantów. Łączna suma punktów za oryginalne prace twórcze według punktacji MNiSW wynosi **356** (tab. 2 i 3) (do dnia 30 marca 2018 r).

Przed uzyskaniem stopnia doktora mój dorobek naukowy składał się z 18 artykułów naukowych i 8 streszczeń konferencyjnych. Wiele artykułów z tego okresu ukazało się w czasopiśmie obecnie nie znajdujących się na liście MNiSW – przypisałam im po **4 pkt.** W sumie liczba punktów uzyskana przed doktoratem to 108.

Po uzyskaniu stopnia naukowego doktora mój dorobek naukowo-badawczy powiększył się o **68** opublikowanych prac, z czego **26** to recenzowane prace twórcze zamieszczone w czasopiśmie naukowych i monografiach. **14** to streszczenia w materiałach konferencyjnych, **27** prac popularno-naukowych w miesięcznikach takich jak Działkowiec, Hasło Ogrodnicze, Mój Ogródek, **1** praca naukowa opublikowana w monografii w języku angielskim oraz współautorstwo skryptu do odmianoznawstwa roślin warzywnych. Suma punktów uzyskanych za te publikacje wynosi 248.

Spośród opublikowanych artykułów naukowych 9 ukazało się w czasopiśmie z listy A (MNiSW) indeksowanych w Journal Citation Report; pozostałe prace wydane są w czasopiśmie będących obecnie na liście B (MNiSW). Pełny wykaz prac opublikowanych znajduje się w załączniku 4.

Wyniki swoich badań naukowych prezentowałam w formie referatów i posterów na konferencjach krajowych i zagranicznych (wykaz konferencji w załączniku 4).

Zestawienie wyników cytowań w bazach Web of Science (Core Collection - Basic Search), Web of Science (Core Collection - Cited Reference Search), Scopus oraz Publish lub Perish (Google Scholar) jest zawarte w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie wyników cytowań sporządzone przez Bibliotekę Główną Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie (wg kwerendy na dzień 13-19 marca 2018 r.)

Według bazy <i>Web of Science</i> TM <i>Core Collection</i> - Basic search (author - Jedrszczyk E/Stokowska E.)	
Sumaryczny <i>impact factor</i>	7,386
Aktualna liczba prac indeksowanych w bazie	9
Aktualna liczba cytowań opublikowanych prac	114
Aktualna liczba cytowań opublikowanych prac bez autocytowań	106
Liczba artykułów cytujących	103
Liczba artykułów cytujących bez autocytowań	98
Średnia cytowań na pozycję	12,67
Indeks Hirscha	5
Według bazy <i>Web of Science</i> TM <i>Core Collection</i> - Cited Reference Search	
Aktualna liczba prac indeksowanych w bazie	23
Aktualna liczba cytowań opublikowanych prac	163
Indeks Hirscha	6
Według bazy <i>Scopus</i> - Author Search	
Aktualna liczba prac indeksowanych w bazie	13
Aktualna liczba cytowań opublikowanych prac	137
Aktualna liczba cytowań opublikowanych prac bez autocytowań	122
Indeks Hirscha	5
Według bazy <i>Publish or Perish (Google Scholar)</i> Author Search	
Aktualna liczba prac indeksowanych w bazie	24
Aktualna liczba cytowań opublikowanych prac	107
Indeks Hirscha	6

Tabela 2. Syntetyczne zestawienie dorobku naukowego (stan na 19.03.2018)

Wyszczególnienie	Język publikacji	Przed doktorem	Po doktoracie	Ogółem
Prace opublikowane				
-oryginalne prace twórcze na podstawie badań własnych (wydane w czasopismach naukowych, recenzowanych)	A	11	18	43
	P	7	7	
-oryginalne prace twórcze na podstawie badań własnych (wydane w materiałach konferencyjnych)	A	3	4	22
	P	5	10	
-oryginalne prace twórcze na podstawie badań własnych (wydane w monografiach)	A	-	1	1
- podręczniki i skrypty	P	-	1	1
-artykuły popularno-naukowe	P	-	27	27
Ogółem		26	68	94
Prace nieopublikowane				
- sprawozdania z grantów		1	2	3
Suma				97

P- język polski, A- język angielski

Tabela 3. Zestawienie dorobku z uwzględnieniem oceny punktowej czasopism listy MNiSW według roku wydania

Czasopismo	Język publikacji	Liczba prac			IF	Punkty MNiSW
		Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem		
Czasopisma naukowe znajdujące się w bazie Journal Citation Report (JCR) i indeksowane w bazie Web of Science						
Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca	A	-	2	2	0,590	15
					0,480	15
Polish Journal of Environmental Studies	A	3	1	4	0,352	10
					0,352	10
					0,352	10
					0,871	15
Folia Horticulturae	A	-	2	2	0,359	14 ⁽²⁰¹⁶⁾
					0,359	14 ⁽²⁰¹⁷⁾
International Journal of Biological Macromolecules	A	-	1	1	3,671	35
Razem		3	6	9	7,386	138

Czasopisma naukowe nieposiadające współczynnika wpływu Impact Factor (IF) znajdujące się na liście B MNiSW						
Czasopismo	Język	Liczba publikacji			Punkty MNiSW	SUMA PUNKTÓW
		Przed doktoratem	Po doktoracie	Razem		
Acta Agrobotanica	A	-	1	1	7	7
Acta Agrophysica	P	-	1 1	2	4 7	11
Acta Horticulturae	A	-	1	1	15	15
Annales Horticulturae	A	-	1	1	6	6
Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio Horticultura	P	1	-	1	4	4
Episteme: Czasopismo Naukowo-Kulturalne	P	-	1 4	5	4 5	4 20
Folia Horticulturae	A	3	4 1	8	6 9	42 9
Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis	P	2	-	2	4	8
Horticulture and Vegetable Growing	A	1	-	1	4	4

Journal of Applied Genetics	A	1	-	1	10	10
Roczniki AR w Poznaniu. Ogrodnictwo	P	1	-	1	4	4
Vegetable Crops Research Bulletin/ Journal of Horticultural Research	A	3	-	6	6	18
		-	1		7	7
		-	1		9	9
		-	1		14	14
Zeszyty Naukowe AR Wrocław	P	1	-	1	4	4
Zeszyty Naukowe AR-T w Bydgoszczy	P	1	-	1	4	4
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	P	1	1	2	4	8
Artykuły naukowe w monografiach w języku angielskim						
Vegetables. Growing Environment and Mineral Nutrition	A	-	1	1	10	10
Suma		15	18	33		218

Pracom recenzowanym, które ukazały się w czasopismach naukowych, przed obowiązywaniem punktacji MNiSW przypisano po 4 punkty,

A- artykuły wydane w języku angielskim, P – artykuły wydane w języku polskim.

3.1. KIERUNKI BADAŃ I OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE PRZED UZYSKANIEM STOPNIA NAUKOWEGO DOKTORA

Moje zainteresowania badawcze przed uzyskaniem stopnia doktora koncentrowały się na biologicznych aspektach uprawy warzyw optymalizujących wielkość i jakość plonu (A.2.1., A.2.3.). Włączyłam się w prace zespołu zajmującego się problematyką pobierania przez rośliny warzywne metali ciężkich ze środowiska. Poszukiwałam zależności pomiędzy stopniem dojrzałości, terminem i warunkami uprawy, a zawartością metali ciężkich w wybranych gatunkach warzyw w celu określenia metod minimalizacji skażenia plonu. Poszukiwałam także odmian mniej podatnych na akumulację metali. Wyniki tych badań opublikowałam w formie oryginalnych prac (A.1.1, A.1.3., A.1.6., A.1.8., A.1.12.) oraz doniesień na konferencje (A.2.2., A.2.5.). Następnie wraz z zespołem kolegów z Katedry zainteresowałam się fitoremediacją - nowatorską wówczas metodą wykorzystania roślin do oczyszczania skażonych gleb. Podjęłam badania nad możliwością wykorzystania roślin uprawnych, takich jak burak ćwikłowy, cykorja, dynia zwyczajna, fasola zwyczajna, jęczmień, kapusta głowiasta biała, kukurydza cukrowa, lucerna i pasternak w technikach fitoremediacyjnych. Stwierdziłam, że oczyszczanie gleby przez badane gatunki zależało zarówno od wyprodukowanej biomasy, jak i efektywności pobierania oraz transportu tkankowego metali ciężkich. Prace te dotyczyły także wydajności wymienionych gatunków w pobieraniu i przemieszczaniu do organów nadziemnych metali ciężkich, m.in. cynku, kadmu, manganu, miedzi, niklu i ołowiu. Wykazałam, że dynia zwyczajna najefektywniej oczyszczała glebę z kadmu, manganu, niklu, ołowiu i cynku, kukurydza cukrowa z chromu, a lucerna z żelaza (od A.1.13. do A.1.16.).

Innym aspektem prowadzonych przeze mnie badań było poszukiwanie możliwości zwiększenia bioróżnorodności gatunków uprawianych w Polsce poprzez wprowadzenie gatunków nowych. Prace nad dostosowaniem agrotechniki nowych warzyw są bardzo ważne, bowiem poszerzają asortyment warzyw świeżych. Nowe gatunki dają większe możliwości producentom oraz wzbogacają naszą dietę. Były to badania pilotażowe nad możliwością uprawy ciepłolubnej rośliny jaką jest ciecierzycy pospolita (*Cicer arietinum* L.) w warunkach klimatycznych Polski. Badania te realizowałam wraz z zespołem kolegów z Katedry Warzywnictwa z Ekonomiką Ogrodnictwa oraz Katedry Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji UR w Krakowie oraz Katedry Szczegółowej Uprawy Roli i Roślin, z Akademii Rolniczej w Lublinie w ramach projektu badawczego własnego Nr 1 (Nr umowy 0803/P06/99/16). Celem badań było opracowanie agrotechniki i popularyzacja ciecierzycy w Polsce. Na podstawie układu czynników meteorologicznych określiłam możliwość prognozowania terminu zbioru, wysokości i jakości plonu ciecierzycy pospolitej. Porównując plonowanie dwóch odmian 'Sanford' typu *desi* i 'Myles' typu *kabuli* na stanowiskach w dwóch różnych mezoregionach (Płaskowyż Proszowicki i Płaskowyż Świdnicki) stwierdziłam, że odmiana 'Myles' plonowała lepiej, natomiast 'Sanford' dała plon lepszej jakości pod względem zawartości białka i skrobi. Wykazałam, że w warunkach klimatycznych obu regionów czynnikami ograniczającymi plonowane i jakość plonu ciecierzycy badanych odmian okazała się suma i rozkład opadów w okresie wegetacji. Podkreśliłam, że metoda sum temperatur jest zawodna w prognozowaniu

wysokości i jakości plonu ciecierzycy pospolitej, ponieważ warunki cieplne nie są czynnikiem ograniczającym uprawę tej ciepłolubnej rośliny w Polsce. Wykazałam, że optymalny termin siewu w obu mezoregionach przypada na połowę kwietnia, natomiast opóźnienie siewu powoduje spadek plonu. Stwierdziłam zależność pomiędzy sumą temperatur efektywnych w okresie zawiązywania strąków a składem chemicznym nasion, szczególnie zawartością skrobi. Wykazałam, że nasiona ciecierzycy pospolitej są bogatym źródłem makro- i mikroelementów (potasu, magnezu fosforu, żelaza i manganu), ale zaobserwowałam duże wahania w ich zawartości w zależności od odmiany, miejsca i terminu badań. Wyniki tych badań opublikowałam jako oryginalne prace twórcze (A.1.2., A.1.5., A.1.7., A.1.10 – A.1.12., A.1.18.) oraz doniesienia konferencyjne (A.2.4., A.2.7.). Jedna z prac dotycząca tej tematyki została opublikowana zaraz po obronie pracy doktorskiej (B.2.2.).

Zagadnienie terminu siewu i jego wpływu na plonowanie kontynuowałam z kolejną rośliną strączkową, którą był bób (A.1.9., A.2.6.). Wykazałam silny wpływ warunków meteorologicznych w sezonie wegetacyjnym na kwitnienie, zawiązywanie strąków i plonowanie bobu.

Równoległe z pracami dotyczącymi ciecierzycy rozpoczęłam badania pod kątem proekologicznych technologii w uprawie warzyw, najpierw była to kapusta głowiasta biała, a następnie por i kukurydza cukrowa. Zająłam się dwoma systemami ściółkowania: uprawą w tzw. żywej ściółce (ang. living mulch) (A.1.4., A.2.8.) oraz w roślinie okrywowej (ang. cover crop) (A.1.17.). Wykazałam, że zastosowanie żywych ściółek lub roślin okrywowych wywiera istotny, korzystny wpływ na właściwości gleby (wzrost zawartości substancji organicznej, ograniczenie rozpadu agregatów glebowych o największej średnicy, a tym samym ochronę struktury gleby), obniżenie zachwaszczenia oraz skład chemiczny roślin (m.in. wzrost zawartości cukrów). Ten cykl badań skutkowało rozwinięciem tematyki ściółkowania i rozprawą doktorską pod tytułem „Wpływ stosowania żywych ściółek na wysokość i jakość plonu, wybrane właściwości gleby oraz zachwaszczenie w uprawie kukurydzy i pora”.

3.2. KIERUNKI BADAŃ I OSIĄGNIĘCIA NAUKOWE PO UZYSKANIU STOPNIA NAUKOWEGO DOKTORA

Wyniki uzyskane w cyklu badań przy realizacji doświadczeń do rozprawy doktorskiej pozwoliły mi na opublikowanie szeregu prac oryginalnych (B.2.1., B.2.3. - B.2.5.) i doniesień konferencyjnych (B.3.1., B.3.3.). Wykazałam w nich, że żywe ściółki mogą zostać wykorzystane w ekologicznych systemach uprawy, gdyż przyczyniają się do znacznego poprawienia właściwości gleby oraz ograniczają zachwaszczenie. Wykazałam także, iż konkurencja ze strony żywej ściółki w stosunku do rośliny uprawnej jest duża, co ogranicza jej wzrost i rozwój, obniżając plon, a ostateczny efekt konkurencyjności jest zależny od zastosowanego gatunku ściółki. W badaniach nad uprawą kukurydzy w systemie ściółkowanym wykazałam, iż koniczyna biała obniżyła plon handlowy kukurydzy w najmniejszym stopniu (o 21%), koniczyna niszczone herbicydem o 26%, lucerna o 32%, mieszanka żyta z koniczyną o 56%, a ściółka z żyta aż o 64% w porównaniu z plonem z obiektów kontrolnych. W badaniach nad uprawą pora w żywych ściółkach wykazałam podobną tendencję spadku plonu w zależności od gatunku ściółki.

Lepszym sposobem ograniczenia konkurencyjności ściółki okazało się jej koszenie niż desykowanie herbicydem Roundup 360 SL. Ściółka z koniczyny koszona w mniejszym stopniu obniżała plon kukurydzy i pora niż ściółka z koniczyny opryskiwanej herbicydem.

Konkurencyjność ściółek zależała także od przebiegu warunków meteorologicznych, szczególnie opadów. Wykazałam, znaczne różnice w ilości wody dostępnej dla roślin pomiędzy obiektami ściółkowanymi a kontrolą szczególnie w okresach bezdeszczowych lub z niskim opadem.

Zastosowanie żywych ściółek nie miało wpływu na poziom substancji organicznej w glebie bezpośrednio po uprawie.

Wszystkie zastosowane ściółki wykazały ochronne działanie na wodoodporność agregatów glebowych. Ściółka z żyta zwiększała ilość wodoodpornych agregatów w stosunku do poziomu z wiosny średnio o 326%, a mieszanka żyta z koniczyną o 194%. Ściółki z koniczyny i lucerny słabiej niż żyto chroniły agregaty wodoodporne.

Pośród zastosowanych ściółek żyto najskuteczniej ograniczało zachwaszczenie. Działanie to zaznaczało się już od początku okresu wegetacji, podczas gdy roślin motylkowatych dopiero w połowie wegetacji (VII/VIII). Zarówno ściółka z koniczyny, jak i z lucerny istotnie obniżyły liczbę chwastów w stosunku do uprawy kukurydzy bez ściółkowania, przy czym koniczyna była lepszym supresorem.

Dodatkowo zalety i wady ściółkowania w uprawie warzyw opisałam w formie rozdziału o charakterze przeglądowym w monografii naukowej wydanej za granicą (w Finlandii) (B.4.). Jego treścią był opis systemów uprawy z zastosowaniem ściółek roślinnych, dobór gatunków rekomendowanych do ściółkowania, podstawy ekologiczne stosowania zielonych ściółek, ich wpływ na wysokość i jakość plonu, zachwaszczenie i właściwości gleby.

Kontynuując zainteresowanie proekologicznymi metodami w warzywnictwie rozpoczęłam cykl badań poświęcony uprawie współrzędnej. W tym celu nawiązałam współpracę z Katedrą Ochrony Roślin, UR w Krakowie. Badania prowadzone były na trzech, istotnych gospodarczo gatunkach warzyw: kapuście głowiastej, marchwi i cebuli, które uprawiano współrzędnie z aksamitką i nagietkiem (B.2.6., B.2.9., B.3.2., B.3.5.). Wykazałam istotne korzyści uprawy współrzędnej omawianych gatunków na skład chemiczny (m.in. wzrost zawartości karotenoidów i cukrów w marchwi, zmiany w składzie mineralnym cebuli). Jednocześnie nie obserwowano spadku wielkości plonu handlowego marchwi, a przy korzystnym przebiegu pogody także cebuli. Najważniejszą zaletą przeprowadzonych doświadczeń z uprawą współrzędną warzyw z kwiatami był spadek liczebności szkodników. Na przykład na kapuście uprawianej współrzędnie z aksamitką i nagietkiem obserwowano istotnie mniej mszycy kapuścianej i chrząszczy pchełek ziemnych, ograniczenie składania jaj przez motyle bielinka rzepnika i kapustnika, piętnówki kapustnicy oraz gąsienic i poczwerek tantnisia krzyżowiaczka. Najskuteczniej liczebność fitofagów na kapuście ograniczała uprawa współrzędna z nagietkiem.

Począwszy od roku 2005 rozpoczęłam badania nad agrotechniką pomidora polowego, ze szczególnym uwzględnieniem czynników wpływających na skład chemiczny owoców. Pierwsze doświadczenie dotyczyło wpływu dolistnego nawożenia potasem na zmiany zawartości barwników karotenoidowych i parametrów wartości odżywczej owoców (B.2.7, B.3.4.). Wykazałam w nim wpływ rodzaju nawozu potasowego na badane cechy. Owoce roślin

nawożonych Kalisolem w porównaniu do Finalu K odznaczały się wyższym poziomem zarówno β -karotenu, jak i likopenu. Obydwa nawozy podnosiły zawartość kwasu L-askorbinowego, ale nie miały wpływu na poziom makroelementów w owocu. Wykazałam także dodatnią korelację pomiędzy zawartością β -karotenu i fosforu, a ujemną pomiędzy kwasowością owoców, a poziomem β -karotenu.

Zainteresowania tym gatunkiem pozwoliły mi na włączenie się jako wykonawca do tematu badawczego MRiRW pt. „Ocena jakości wybranych gatunków warzyw jako ważnych elementów żywności funkcjonalnej” (Nr 2. Decyzja HOR hn – 4040 dec – 5/08 MRiRW, 2008, 2010). Zadanie które opracowywałam nosiło podtytuł „Poszukiwanie korelacji pomiędzy wybranymi parametrami owoców pomidora a ich składem odżywczym” i było przeprowadzone na 12 odmianach przemysłowych hodowli polskiej. Cykl tych badań zaowocował publikacjami (B.2.10., B.3.6., B.3.7.), z których większość została włączona do jednotematycznego cyklu habilitacyjnego. W pracy (B.2.10.) dotyczącej porównania cech morfologicznych owocu (jak średnia masa owocu, współczynnik kształtu, ilość komórek, grubość ściany) stwierdziłam istotne różnice pomiędzy owocami badanych odmian, które mogą determinować ich przydatność do przetwórstwa. Wskazałam cztery odmiany: Awizo F₁, Hetman, Mieszko F₁ i Sokal F₁, które odznaczały się najbardziej pożądanym w przetwórstwie wydłużonym owocem (o współczynniku kształtu >1,0), mniejszym owocem (o masie w granicy 100 g), najmniejszą ilością komórek w owocu i najgrubszą ścianą owocu. Wykazałam także dodatnią korelację pomiędzy współczynnikiem kształtu a grubością ściany owocu, a ujemną z ilością komórek oraz średnią masą owocu. Wyniki te mają duże przełożenie na praktykę ogrodniczą. Są ważne dla producenta przy wyborze odmiany przeznaczonej do przetwórstwa. Dodatkowo przebadanie tak znacznej liczby odmian pomidora przemysłowego pozwala wyciągnąć uniwersalne wnioski odnośnie korelacji poszczególnych cech, co może być wykorzystane w hodowli nowych odmian. W pracy B.2.11. określiłam zabezpieczenie potrzeb opadowych pomidora gruntowego w okresie wegetacji. W tym celu przeanalizowałam warunki termiczno-opadowe w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej za lata 1971-2013. Wyniki tych obserwacji wykazały wzrost temperatury powietrza w każdej dekadzie badanego 40-lecia o 0,3-0,4°C. Wnioskowałam wobec tego, że uprawa tego ciepłolubnego gatunku w naszym kraju w warunkach polowych może się rozwijać. Czynnikiem decydującym o powodzeniu uprawy pomidora jest przebieg opadów. Zauważyłam, że roczne sumy opadów w badanym czterdziestoleciu nie wykazują tendencji zmian. Jednak w efekcie wzrostu temperatury powietrza rośnie ewapotranspiracja, co zwiększa zapotrzebowanie roślin na wodę. Wzrost występowania zjawisk ekstremalnych jakimi są susze może wpłynąć niekorzystnie na plonowanie pomidora. Podobnie negatywnie mogą wpływać okresy z nadmiernymi opadami. Niedobory wody można wprawdzie rekompensować poprzez nawadnianie, lecz w przypadku zbyt obfitych opadów nie można podjąć konkretnych środków zaradczych.

Inne prace badawcze dotyczyły agrotechniki wybranych gatunków warzyw w tunelu foliowym lub w szklarni (pomidora (B.2.12.), papryki (B.2.13., B.2.16.) oraz cebuli i czosnku na zbiór pęczkowy (B.2.17.). Wykazałam, że różny sposób cięcia gron pomidora (na 3, 4, 5 owoców w gronie) wpływa na zawartość suchej masy, cukrów, kwasu L-askorbinowego oraz poziom makro i mikroelementów w owocu (B.2.12.). Obserwując wpływ różnych dodatków (perlit, keramzyt, włókno kokosowe) do substratu (B.2.13.) nie stwierdziłam ich wpływu na

liczbę liści papryki, jak również na parametry owocu, takie jak: średnia masa owocu, długość i szerokość oraz liczba komór. Dodatek włókna kokosowego zwiększał wysokość roślin papryki oraz grubość ścian owoców. Nie wykazano istotnego wpływu dodatków na wielkość plonu wczesnego, handlowego, czy całkowitego papryki, ani na zawartość chlorofilu b w owocu (B.2.16.). Stwierdzono korzystny wpływ dodatku włókna kokosowego na jakość owoców: zawartość suchej masy, cukrów rozpuszczalnych i poziom kwasu L-askorbinowego. Dodatek perlitu miał wpływ na stosunek chlorofilu a do b. Stwierdzono znaczne różnice w zawartości analizowanych makroelementów w owocach: Ca, K, Mg i P w zależności od zastosowanego rodzaju podłoża.

W pracy B.2.17. wykazałam, iż w warunkach klimatu umiarkowanego wykorzystanie nieogrzewanych tuneli foliowych może stanowić alternatywę dla polowej uprawy ozimych warzyw cebulowych (cebula uprawiana z dymki oraz czosnek) na wczesny zbiór. Liczba liści, wysokość i całkowita masa pojedynczych roślin nie zależała od zagęszczenia roślin, natomiast większe zagęszczenie w uprawie cebuli z dymki odmiany 'Jetset' F₁ skutkowało otrzymaniem większego plonu. W przypadku czosnku wykorzystanie do sadzenia ząbków o największej średnicy (1,7–2,0 cm) wpłynęło korzystnie na plonowanie i wszystkie wskaźniki biometryczne roślin.

Kilka prac poświęciłam wpływowi stymulatora NanoGro[®] na wzrost roślin pomidora oraz wielkość i jakość plonu (B.2.14., B.3.7. - B.3.9.). NanoGro[®] ma postać oligosacharydowej granulki nasączona siarczanami pierwiastków: Fe, Co, Al, Mn, Mg, Ni, Ag w nanomolowym stężeniu. Wykazałam, że sposób aplikacji preparatu NanoGro[®] (zaprawianie nasion i opryskiwanie roślin) istotnie wpływał na wzrost i rozwój rośliny, jej plonowanie oraz skład chemiczny owoców. Aplikacja preparatu na nasiona w formie zaprawy przyczyniała się do zwiększenia zawartości suchej masy w owocu, poziom likopenu oraz potasu w porównaniu z poziomem w owocach pozyskanych z nasion niezaprawianych (B.2.14.).

Zagadnienie wpływu stymulatorów badałam także na innych gatunkach: na czosnku pospolitym (B.2.15., B.3.12.) oraz ziołach (B.3.13.). Celem badań było określenie wpływu stymulatorów NanoGro[®], Lignohumat i FitoDoctor na biologię rozwoju i plonowanie czosnku ozimego. Kluczowym wnioskiem tych doświadczeń było stwierdzenie, że przebieg warunków meteorologicznych w większym stopniu determinował rozwój rośliny niż stosowanie stymulatorów. Niemniej jednak, wykazałam, iż w sytuacjach stresu abiotycznego działanie stymulatorów było korzystne (B.2.15.). Preparaty modyfikowały skład chemiczny wszystkich badanych organów czosnku, szczególnie cebul oraz zwiększały aktywność składników antyoksydacyjnych, głównie w liściach (B.3.12.). Do zaprawiania nasion ziół (szałwii, oregano, cząbrku) wybrałam NanoGro[®], Lignohumat, Bioforge oraz Naturalny Plon (B.3.13.). Stwierdziłam, że preparaty nieznacznie przyspieszały kiełkowanie nasion wszystkich gatunków ziół w porównaniu z roślinami kontrolnymi, ale użycie preparatów spowodowało spadek liczby skiełkowanych nasion. Doświadczenia te wykazały potrzebę prowadzenia badań nad stymulatorami dla poszczególnych gatunków roślin oraz wpływem przebiegu pogody na ostateczny wynik stosowania stymulatorów.

3.3. PLANY BADAWCZE

W ostatnich latach moje zainteresowania badawcze skoncentrowały się na czosnku pospolitym (*Allium sativum* L.) – cennego warzywa, rośliny przyprawowej i leczniczej. Celem pierwszych badań nad tym gatunkiem była ocena wpływu preparatów wspomagających wzrost i rozwój roślin, jak: NanoGro[®], Protectbacter i Lignohumat Super na skład chemiczny oraz poziom składników bioaktywnych w liściach, pędach kwiatostanowych i cebulach czosnku pospolitego (B.2.14. oraz praca po recenzjach w druku w *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici*). Następnie skupiłam się na badaniach dotyczących składu chemicznego oraz aktywności antyoksydacyjnej wybranych składników liści czosnku pozyskanego z cebulek powietrznych (B.3.15. oraz praca w druku). W obu pracach (B.2.14., B.3.15.) wykazałam, że znaczna ilość związków aktywnych znajduje się we wszystkich częściach rośliny, tj. w cebulach, w liściach oraz pędach kwiatostanowych. W Polsce nie ma jeszcze rozwiniętej kultury spożywania liści tego warzywa, czy jego kwiatostanów. W krajach azjatyckich organy te od dawna stanowią uzupełnienie diety. Tymczasem wyniki moich badań wykazały, iż najwartościowszym organem konsumpcyjnym okazały się liście czosnku. Zawierały najwięcej białka, tłuszczy, soli mineralnych wyrażonych jako popiół i były najbogatsze w błonnik, witaminę C, polifenole, odznaczały się także najwyższą aktywnością antyoksydacyjną spośród wszystkich badanych organów. Wartość odżywcza pędów kwiatostanowych była porównywalna do cebul, a poziom polifenoli i aktywność antyoksydacyjna, nawet wyższe.

Badania nad jakością czosnku uzyskanego z cebulek powietrznych będę kontynuować. Dodatkowo założyłam nowe doświadczenie dotyczące wpływu ozonowania cebul czosnku na zdrowotność roślin i ich jakość. Badania nad czosnkiem prowadzę przy współpracy Katedry Ochrony Roślin (Wydział Biotechnologii i Ogrodnictwa) oraz Katedry Żywienia Człowieka (Wydział Technologii Żywności), Krakowskiej Hodowli Roślin POLAN oraz Firmy Amplus – gdzie realizuję ozonowanie cebul.

Przy współpracy Katedry Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydziału Technologii Żywności, UR w Krakowie rozpoczęłam badania nad możliwością pozyskania skrobi z owoców dyni olbrzymiej (B.2.18.).

4. UDZIAŁ W PROJEKTACH BADAWCZYCH

Praca na Uniwersytecie Rolniczym umożliwiła mi szeroki rozwój naukowy i realizację projektów grantowych, w których aktywnie uczestniczyłam jako wykonawca. Brałam udział w następujących projektach badawczych finansowanych przez Komitet Badań Naukowych a następnie Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi:

1. Projekt badawczy własny „Prognozowanie terminów ważniejszych agrofenofaz oraz określenie wysokości i jakości plonu ciecierzycy pospolitej (*Cicer arietinum* L.) i fasoli zwyczajnej (*Phaseolus vulgaris* L.) na podstawie danych meteorologicznych”, 1999-2001, Nr 5 P06C 01216, Nr umowy 0803/P06/99/16,

2. Temat badawczy MRiRW „Ocena jakości wybranych gatunków warzyw jako ważnych elementów żywności funkcjonalnej” w ramach badań podstawowych na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej. Decyzja HOR hn – 4040 dec – 5/08 MRiRW, 2008, 2010,
3. Grant celowy Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego: „Badania nad dobozem odmian pomidorów przemysłowych pod względem istotnych cech użytkowych oraz ocena ich składu chemicznego”, Nr projektu: BZ 662/KWzEO/011, nr umowy 1/04379/C.ZR 7-6/ZAŻ/ZO/2009.

Ponadto brałam udział w realizacji projektów badawczych w ramach działalności statutowej i badań własnych.

W celu podniesienia kwalifikacji zawodowych i wymiany doświadczeń uczestniczyłam w 27 konferencjach naukowych - krajowych i międzynarodowych (Załącznik 4, pozycja Z1 i Z2), a wyniki swoich badań prezentowałam w formie posterów lub referatów.

5. WSPÓLPRACA Z OŚRODKAMI NAUKOWYMI

- Współpraca z Katedrą Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji UR w Krakowie w ramach badań grantowych nad możliwością uprawy ciecierzycy w Polsce. Wynikiem tych badań są publikacje A.1.5., A.1.10., A.1.12., A.1.18., A.2.7., B.2.2.
- Współpraca z Katedrą Szczegółowej Uprawy Roli i Roślin, Akademii Rolniczej w Lublinie w ramach badań grantowych nad możliwością uprawy ciecierzycy w Polsce. Wynikiem tych badań są publikacje A.1.10., A.1.11., A.1.12., A.1.18., B.2.2.
- Współpraca z Katedrą Ekologii, Klimatologii i Ochrony Powietrza Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji UR w Krakowie w ramach badań podstawowych na rzecz postępu biologicznego w produkcji roślinnej. Wynikiem tych badań są publikacje B.1.1., B.21.2, B.1.3., B.1.5., B.1.6., B.1.7., B.2.11., B.3.11.
- Współpraca z Katedrą Ochrony Roślin, UR w Krakowie w ramach badań nad możliwością współrzędnej uprawy warzyw z aksamitką i nagietkiem. Wynikiem tych badań są publikacje B.2.6., B.2.9., B.3.5.
- Współpraca z Katedrą Ochrony Roślin, UR w Krakowie w ramach badań nad wpływem ozonowania na zdrowotność i jakość czosnku. Badania rozpoczęto jesienią 2017 roku.
- Współpraca z Instytutem Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie w ramach projektu celowego „Opracowanie i wdrożenie technologii otrzymywania produktów pomidorowych o podwyższonej zawartości likopenu”, zadania badawczego „Badania nad dobozem odmian pomidorów przemysłowych pod względem istotnych cech użytkowych oraz ocena ich składu chemicznego”. Wynikiem tych badań jest na razie publikacja B.1.6.

- Współpraca z Katedrą Żywienia Człowieka, Wydziału Technologii Żywności, UR w Krakowie w ramach badań nad możliwością zastosowania stymulatorów na jakość różnych organów konsumpcyjnych czosnku pospolitego i ich wpływie na wielkość i jakość plonu oraz możliwością uprawy czosnku z cebulek powietrznych. Wynikiem tych badań są publikacje B.3.12., B.3.14., B.3a.
- Współpraca z Krakowską Hodowlą Roślin POLAN oraz Firmą Amplus – nad możliwością ozonowania ząbków czosnku i wpływie tego zabiegu na zdrowotność i jakość cebul. Badania rozpoczęto jesienią 2017 roku.
- Współpraca z Katedrą Analizy i Oceny Jakości Żywności, Wydziału Technologii Żywności, UR w Krakowie nad możliwością pozyskania skrobi z owoców dyni olbrzymiej. Wynikiem tych badań jest na razie publikacja B.2.18.

6. RECENZOWANIE PRAC NAUKOWYCH

Recenzowałam oryginalne prace naukowe dla:

- Wydawnictwa UMCS w Lublinie (2015 r.)
- Folia Horticulture (2016 r.)
- International Journal of Plant and Soil Science (2017 r.)
- Dwie prace na Ogólnopolską Konferencję Doktorantów dla Wydawnictwa Creativetime w Krakowie (2014 r.)
- Liczne prace inżynierie (55 prac) i magisterskie (13 prac).

7. OSIĄGNIĘCIA UHONOROWANE ODZNACZENIAMI:

- Nagroda zespołowa II^o JM Rektora Akademii Rolniczej w Krakowie za wybitne osiągnięcia w dziedzinie naukowej (2006 r.)
- Nagroda indywidualna III^o JM Rektora Uniwersytetu Rolniczego za wybitne osiągnięcia w dziedzinie organizacyjnej (2012 r.)
- Nagroda zespołowa JM Rektora Uniwersytetu Rolniczego za wybitne osiągnięcia w dziedzinie dydaktycznej (2014 r.)
- Opieka nad pracą magisterską mgr inż. Katarzyny Kuszek, która zajęła I miejsce w XI Konkursie na Najlepszą Pracę Magisterską organizowanym przez PTNO (2014 r.)
- Brązowy medal za wieloletnią służbę 2010 r.

Kraków, 7.05.2018

Eliżka Jedynak