

ZAŁĄCZNIK 3

**AUTOREFERAT
(OPIS DOROBKU I OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH)**

DR INŻ. PIOTR KICZOROWSKI

Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

ul. Akademicka 13

20-950 Lublin

Tel. +48 815319643

e-mail: piotr.kiczorowski@up.lublin.pl

Spis treści:

1. Dane personalne.....	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.....	3
3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych.....	3
4. Wskazanie osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę postępowania habilitacyjnego.....	4
4.1. Omówienie publikacji wchodzących w skład osiągnięcia naukowego.....	5
4.1.1. Wprowadzenie.....	5
4.1.2. Cel badań.....	6
4.1.3. Omówienie wyników badań.....	7
4.1.4. Podsumowanie.....	15
4.1.5. Piśmiennictwo.....	16
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.....	19
6. Podsumowanie dorobku naukowego.....	26
7. Osiągnięcia związane z działalnością dydaktyczną i organizacyjną.....	30

1. DANE PERSONALNE

Imię i nazwisko: **Piotr Kiczorowski**

Miejsce pracy: Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. Akademicka 13
20-950 Lublin

Dane kontaktowe: Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz
ul. Głęboka 28
20-612 Lublin
Tel. +48 815319643
e-mail: piotr.kiczorowski@up.lublin.pl

2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE – Z PODANIEM NAZWY, MIEJSCA I ROKU ICH UZYSKANIA ORAZ TYTUŁU ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**1994**

Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Ogrodniczy,
stopień magistra inżyniera - praca magisterska pt.:
„Wpływ różnej średnicy pnia pięciu typów podkładek jabłoni na ich wzrost w pierwszym roku szkółki”.
Promotor: Prof. dr hab. Eberhard Makosz

2003

Akademia Rolnicza w Lublinie, Wydział Ogrodniczy,
stopień doktora nauk rolniczych – praca doktorska pt.:
„Badania wybranych czynników wpływających na wzrost podkładek i jakość okulantów jabłoni 'Jonica'”.
Promotor: Prof. dr hab. Stanisław Wociór
Recenzenci: Prof. dr hab. Janusz Lipecki
Prof. dr hab. Władysław Poniedziałek

3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH**01.05.1995 –
28.02.2004**

asystent w Katedrze Nasiennictwa i Szkółkarstwa Ogrodniczego
Akademia Rolnicza (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy) w Lublinie

**01.03.2004 –
28.02.2017**

adiunkt w Katedrze Nasiennictwa i Szkółkarstwa Ogrodniczego
Akademia Rolnicza (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy) w Lublinie

**01.03.2017 –
do chwili obecnej**

adiunkt w Katedrze Biologicznych Podstaw Technologii Żywności
i Pasz, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO STANOWIĄCEGO PODSTAWĘ POSTĘPOWANIA HABILITACYJNEGO

Osiągnięciem naukowym wynikającym z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2017 r. poz. 1789) jest jednotematyczny cykl publikacji naukowych pt.:

„Wybrane zabiegi agrotechniczne intensyfikujące wielkość i jakość produkcji jabłek”

Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia naukowego:

A1. Kiczorowski P. [2010]. Wpływ różnej grubości sześciu typów wegetatywnych podkładek jabłoni na wydajność okulantów w szkółce. Zesz. Probl. Postęp. Nauk Rol. z. 556, 717-723.

[MNiSW = 6 pkt.*]

Indywidualny wkład (100%): całokształt prac badawczych oraz związanych z przygotowaniem manuskryptu,

A2. Kiczorowski P., Kopacki M., Kiczorowska B. [2018]. The response of Šampion trees growing on different rootstocks to applied organic mulches and mycorrhizal substrate in the orchard. Sci. Hortic., 241, 267-274. doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.003.

[IF = 1,760, MNiSW = 35 pkt.*]

Indywidualny wkład (80%): pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie doświadczeń, zbieranie i analiza danych, przeprowadzanie analiz chemicznych i statystycznych, wiodący udział w analizie uzyskanych wyników, sformułowanie wniosków, przygotowanie manuskryptu,

A3. Kiczorowski P. [2019]. Influence of NPK minerals and biostimulants on the growth, yield, and fruit nutritional value in cv. Šampion apple trees growing on different rootstock. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 18(1), 197-205. doi: 10.24326/asphc.2019.1.20.

[IF = 0,488, MNiSW = 20 pkt.*]

Indywidualny wkład (100%): całokształt prac badawczych oraz związanych z przygotowaniem manuskryptu,

A4. Kiczorowski P. [2009]. A content of chosen macroelements in the flesh and skin of apples "Šampion" cultivar growing on various rootstocks. Monografia pt.: Pierwiastki, środowisko i życie człowieka pod red. Pasternak K. Lublin, Polskie Towarzystwo Magnezologiczne, 112-117. ISBN 978-83-927904-5-7.

[MNiSW = 5 pkt.*]

Indywidualny wkład (100%): całokształt prac badawczych oraz związanych z przygotowaniem manuskryptu,

A5. Kiczorowski P. [2009]. A content of chosen microelements in the flesh and skin of apples "Šampion" cultivar growing on various rootstocks. Monografia pt.: Pierwiastki, środowisko i życie człowieka pod red. Pasternak K. Lublin, Polskie Towarzystwo Magnezologiczne, 118-122. ISBN 978-83-927904-5-7.

[MNiSW = 5 pkt.*]

Indywidualny wkład (100%): całokształt prac badawczych oraz związanych z przygotowaniem manuskryptu,

A6. Kiczorowski P., Kiczorowska B., Krawiec M., Kapłań M. [2018]. Influence of different rootstocks on basic nutrients, selected minerals, and phenolic compounds of apple cv. 'Šampion'. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 17(4), 167-180. doi: 10.24326/asphc.2018.4.15

[IF = 0,488, MNiSW = 20 pkt.*]

Indywidualny wkład (80%): pomysłodawca koncepcji przeprowadzenia badań, planowanie doświadczeń, zbieranie i analiza danych, przeprowadzanie analiz chemicznych i statystycznych, wiodący udział w analizie uzyskanych wyników, sformułowanie wniosków, przygotowanie manuskryptu.

*Punkty MNiSW według Komunikatu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 9 grudnia 2016 r. w sprawie wykazu czasopism naukowych wraz z liczbą punktów przyznawanych za publikacje w tych czasopismach.

Suma punktów MNiSW publikacji, zgodnie z rokiem opublikowania, wchodzących w skład osiągnięcia naukowego - **91**. Sumaryczny Impact Factor publikacji wg listy *Journal Citation Reports (JCR)* wynosi **2,736**. Udział własny w osiągnięciu naukowym – **93,33%**.

Oświadczenia współautorów wyżej wymienionych prac wraz z określeniem ich indywidualnego wkładu stanowi załącznik nr 6.

4.1. OMÓWIENIE PUBLIKACJI WCHODZĄCYCH W SKŁAD OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

4.1.1. WPROWADZENIE

Prowadzenie intensywnej produkcji sadowniczej wymaga wielokierunkowego działania w zakresie doboru odmian jabłoni, rodzaju podkładek, podłoża, czy nawożenia w celu zwiększenia intensywności wzrostu i plonowania (Dorić i in., 2014; Kiczorowska i in., 2018). Poznanie tych mechanizmów umożliwia systemowe projektowanie sadów, które pozwalają drzewu wykorzystać swoje genetyczne możliwości do wzrostu, rozwoju i wysokiego plonowania poprzez m.in.: odpowiednie przygotowanie gleby, dobór podkładki regulującej intensywność wzrostu drzew, a także sterowanie zagęszczeniem korony drzewa w celu optymalizacji wykorzystania światła na wczesnym etapie życia sadu oraz uzyskania wczesnych i obfitych plonów. Obecnie równie ważnym elementem produkcji jest możliwość wpływania zabiegami agrotechnicznymi na jakość owoców, nie tylko z zakresie ich parametrów fizycznych, ale także składu chemicznego decydującego o ich wartości odżywczej i dietetycznej.

Podstawową zasadą prowadzonej produkcji sadowniczej jest utrzymanie gleby w najlepszej kulturze. Optymalizowanie jej żyzności prowadzi się poprzez wspieranie jej równowagi biologicznej m.in. poprzez wprowadzanie substancji organicznych. Do nich należy m.in. humus zawierający związki o korzystnym i wielokierunkowym działaniu na właściwości gleby. Powstająca z obumarłych resztek roślinnych i zwierzęcych materia jest niezastąpiona w stabilizowaniu życia mikrobiologicznego, sprzyja tworzeniu struktury gruzełkowatej, co poprawia parametry fizyczne gleby (Meyer i in., 2015). Próchnica glebowa ma również właściwości buforujące, szczególnie istotne w warunkach wahania lub niewłaściwego odczynu gleby. Głównym jej źródłem są naturalne podłoża organiczne. Zwiększają one dostępność puli składników odżywczych i bioaktywnych gleby przez zwiększanie korzystnych mikrobów glebowych (Das i in., 2016). Stabilizacja struktury gleby i jej

temperatury prowadzi również do mniejszych strat wody przez odparowanie (Shirgure i in., 2003), a nawet ogranicza wzrost chwastów (Kaur i Kaundal, 2009; Sharma i Kathiravan, 2009). To może stymulować zwiększanie plonu, a nawet korzystnie wpływać na jakość i wartość odżywczą uzyskanych owoców (Kiczorowska i Kiczorowski, 2011; TerAvest i in., 2011; Meyer i in., 2015).

Do czynników kształtujących plon w sadzie zalicza się również rodzaj stosowanej podkładki. Może ona wpływać na wzrost drzewek, kwitnienie i plony (Nadernejad i in., 2013). Mechanizmy regulowania intensywności wegetatywno-generatywnego rozwoju odmiany poprzez zastosowaną podkładkę wciąż nie zostały w pełni wyjaśnione. Badacze potwierdzają jednak, że duże znaczenie w osiągnięciu wysokich plonów w sadach ma umiejętność doboru odpowiednich podkładek do gleby, modelu sadu oraz technologii jego uprawy (Li i in., 2012).

Kolejnym elementem mogącym intensyfikować produkcję jabłek jest wykorzystanie bioregulatorów roślinnych, jak cytokininy, czy gibereliny. Pozwala to sterować procesami wzrostowymi w celu stymulowania zarządzania wigorem wzrostu drzew. Są również pomocne w osiągnięciu pożądanej jakości owoców, szczególnie w zakresie ich wielkości, jędrności i wybarwienia (Evans, 2017).

Zastosowanie tych elementów technologii produkcji sadowniczej może prowadzić nie tylko do jej intensyfikacji, ale jednocześnie otworzyć drogę do kształtowania wartości odżywczej jabłek poprzez modulację ich składu chemicznego (Bassal, 2009; Cantuarias-Avilés i in., 2011). Jest to odpowiedź branży sadowniczej na wciąż rosnącą świadomość konsumentów (Paul i Rana, 2012; Rubio i in., 2014). Poszukiwane są obecnie jabłka nie tylko spełniające surowe wymagania dotyczące wielkości, kształtu lub ubarwienia, ale także zapewniające bezpieczeństwo konsumpcji oraz bogate pod względem wartości odżywczych (Wolfe i Lui, 2003). O wartości pokarmowej i dietetycznej jabłek decyduje ich skład chemiczny i mineralny, a także zawartość substancji biologicznie czynnych (Kiczorowska i in., 2018). Badania prowadzone w tym obszarze potwierdzają, że również stosowanie fitohormonów w formie dokarmiania pozakorzeniowego jabłoni może modulować zdolność jabłek do kumulacji elementów mineralnych. Mechanizmy te nie są w pełni znane, ale niektórzy badacze sugerują, że może to być związane z wielkością owoców lub z innymi czynnikami powodującymi obciążenie drzew (Dorić i in., 2014; Bound 2015; Cline, 2017). Poznanie schematów regulowania intensywności kumulowania elementów mineralnych przez jabłonie w owocach może otworzyć drogę do projektowania nie tylko ich cech fizycznych, ale także kształtować ich wartość odżywczą i dietetyczną (Jacyna i Barnard, 2008; Zarei i in., 2014; Kiczorowska i in., 2015).

4.1.2. CEL BADAŃ

Celem zaprezentowanych w cyklu publikacji powiązanych tematycznie badań, stanowiących osiągnięcie naukowe, było określenie możliwości intensyfikacji produkcji sadowniczej oraz jakości jabłek poprzez zastosowanie różnych zabiegów agrotechnicznych.

Na główny cel badawczy składały się poniższe cele szczegółowe:

- wpływ podkładek: M26, P14, P2, P60, M9 oraz P22 na wydajność okulantów w szkółce (**A1**),
- ocena zastosowania wybranych ściółek organicznych, mchu torfowego i podłoża mikoryzowego w sadzie jabłoniowym na wzrost i plon drzew uprawianych na podkładkach: M26, P2, M9 i P22 (**A2**),
- porównanie wpływu standardowego nawożenia mineralnego oraz wybranych preparatów biostymulujących na wzrost, plon i jakość owoców jabłoni rosnących na różnych podkładkach (M26, P2, M9 i P22) (**A3**),
- analiza składu chemicznego, zawartości wybranych elementów mineralnych, epikatechin i kwasów fenolowych oraz witaminy C w jabłkach odmiany 'Šampion' zebranych z drzew rosnących na podkładkach: M26, P2, .9 i P22 (**A4, A5, A6**).

4.1.3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Analiza wpływu podkładek: M26, P14, P2, P60, M9 oraz P22 na wydajność okulantów w szkółce (A1)

Jakość drzewek jabłoniowych w szkółce determinuje w istotnym stopniu podkładka, która decyduje o sile ich wzrostu, regularności i wielkości plonowania, a nawet o jakości owoców (Gudarowska i Szewczuk, 2011). Równie ważnym czynnikiem jest odmiana jabłoni. Konsumentka popularność jabłek określonych odmian determinuje zarówno produkcję sadowniczą, jak i szkółkarską. Na świecie zwykle poszukiwane są jednokolorowe odmiany jabłek, pokryte w całości intensywnym rumieńcem lub zieloną skórka, jak: 'Red Delicious' (17%), 'Gala' (9%), czy 'Golden Delicious' (18%). W Polsce znaczną powierzchnię upraw stanowią jabłonie odmian 'Šampion', 'Idred', 'Ligol', czy 'Jonica' (Ambroziak, 2017; Gołębiewski i Sobczak, 2017). Do badań wybrano więc najbardziej popularne odmiany jabłoni: 'Jonica' i „Szampion”.

Pierwsze badania z planowanych doświadczeń przeprowadzono w trzech cyklach produkcyjnych (1993-1998) w Gospodarstwie Doświadczalnym Lublin-Felin (**A1**). Wybrano podkładki M26, P14, P2, P60, M9 oraz P22 o grubości 10-12, 8-10, 6-8 i 4-6 mm, które wysadzono w rozstawie 80 x 30 cm na głębokości 20 cm. Następnie okulizowano je końcem lipca, oczkami odmiany 'Jonica', stosując metodę „na przystawkę”. Rośliny przycinano wczesną wiosną drugiego roku uprawy prowadząc je metodą bezczopową. W trakcie dalszego ich wzrostu formowano pień na wysokości 70 cm. Nie stosowano żadnej metody stymulowania wytwarzania pędów syleptycznych. Drzewka jesienią drugiego roku uprawy mierzono i klasyfikowano. Za okulanty pierwszego wyboru przyjęto rośliny o średnicy powyżej 12 mm, mierząc je na wysokości 30 cm od ziemi (około 15 cm od miejsca okulizacji).

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że największą wydajnością, średnio 75%, okulantów 'Jonica' charakteryzowały się podkłádki P14, P2 i P60 oraz 72% - M26 i M9. Najniższą ($P < 0,05$) wydajność notowano w przypadku podkłádki P22. Badane podkłádki różniły się również wydajnością między sobą w zależności od klasy grubości. Największą wydajność okulantów stwierdzono w grupie najgrubszych podkłádek (10-12 mm): P2, P60, M9 i P22. W pozostałych klasach grubości wartość tej cechy była na zbliżonym poziomie. Podobne wyniki otrzymano również wśród okulantów pierwszego wyboru, gdzie uzyskana wydajność na podkłádkach: P2, P14 i P22 mieściła się w granicach 69-53%. Najlepsze efekty notowano jednak w klasie grubości 10-12 mm (P60 i P22) oraz 8-10 mm (P2 i P60). W grupie podkłádek o grubości 6-8 mm zadowalającą ($P < 0,05$) wydajność stwierdzono również na podkłádkach: M26, P14 i M9.

Ocena zastosowania wybranych ściółek organicznych, mchu torfowego i podłoża mikoryzowego w sadzie jabłoniowym na wzrost i plon drzew uprawianych na podkłádkach: M26, P2, M9 i P22 (A2)

Na kształtowanie procesu plonotwórczego w sadzie ma wpływ wiele czynników, oprócz wyboru podkłádki, ważnym elementem jest technika nawożenia, jak również ściółkowanie. Do najchętniej wykorzystywanych substancji należą naturalne ściółki organiczne. Zwieszają one dostępność składników odżywczych i bioaktywnych gleby przez zwiększanie korzystnych mikroorganizmów glebowych (Das i in. 2016). Materiały pochodzenia roślinnego, takie jak słoma, liście i resztki poźniwne, optymalizują stabilność i strukturę gleby, wprowadzając dodatkowe składniki odżywcze i zwiększając zawartość próchnicy w miarę ich rozkładu. To poprawia jej zdolność zatrzymywania wilgoci na powierzchni (Shirgure i in. 2003), a nawet znacząco ogranicza wzrost chwastów (Kaur i Kaundal 2009, Sharma i Kathiravan 2009).

Do kolejnych doświadczeń wybrano podkłádki, które w pilotażowych badaniach dały najlepsze wyniki produkcyjne (**A1**). Przygotowując doświadczenie jednoroczne okulanty posadzono jesienią 2009 r. Badania prowadzono w cyklu trzyletnim (2013-2015) na jabłoniach odmiany 'Šampion' w prywatnym gospodarstwie sadowniczym położonym w województwie podkarpackim. Jabłonie okulizowano na podkłádkach: M26, P2, M9 i P22. W doświadczeniu zastosowano podłoża organiczne, jak: słoma jęczmienna (ST), rozdrobniona kora sosnowa (BA), próchnica leśna (FH), kompost (CP), obornik krwi (CM) oraz komercyjny substrat z mchu torfowego (PS) i substrat mikoryzowy (MS) (Mykoflor, Końskowola, Polska) zawierający 10^6 grzybów mikoryzy: *Glarus intraradices*, *G. mosseae*, *G. etunicatum* na 100 g nośnika podłoża torfowego (**A2**). Zabiegi były stosowane każdego roku w latach 2008-2015 pod koniec kwietnia lub na początku maja. Podłoża doświadczalne w ilości 25 l stosowano w pasie o szerokości 60 cm wzdłuż obu stron sadzonych drzew. Wprowadzono je do gleby na głębokość ok. 15 cm. Natomiast podłoża mikoryzowe zastosowano w ilości 20 ml na drzewo, wprowadzając w głębokie na 15 cm rowki, w odległości 20 cm od pni drzew. W pierwszym roku

doświadczenia stosowano przed zabiegami doświadczalnymi nawożenie NPK: N (saletra amonowa, 60 kg ha⁻¹), P (superfosfat granulowany, 40 kg ha⁻¹) i K (siarczan potasu: 50% K₂O i 18% siarki, 60 kg ha⁻¹). Następnie mierzono: wysokość drzewa, średnicę pnia, roczną długość pędów i grubość 100 liści oraz wielkość owoców. Ponadto w glebie i liściach analizowano zawartość: N, P, K, Mg, B, Mn, Cu, Fe, Zn.

W prowadzonych badaniach drzewa doświadczalne, niezależnie od rodzaju podkładki, osiągały największą wysokość ($P < 0,05$) rosnąc na podłożu kompostowym, oborniku oraz w grupie kontrolnej. Korzystny wpływ podłoża ($P < 0,05$) obserwowano również w wartościach wielkości średnicy pnia drzew rosnących na podkładkach M26 (CM; 53,4 mm), P2 (C, ST, CP, CM, PS; średnio: 52,06 mm), M9 (ST, CM, PS; średnio: 52,17 mm) i P22 (ST, CM; średnio: 50,5 mm).

W plonie jabłek z badanych drzew najwięcej ($P < 0,05$) zebrano owoców o średnicy: 7,01 – 7,5; 7,51 – 8,0 i 8,01 – 8,5 cm niezależnie od rodzaju podkładki. W prowadzonych doświadczeniach na zwiększenie ilości jabłek z drzewa notowano największy ($P < 0,05$) wpływ podłoża próchniczego. Korzystne efekty jego stosowania obserwowano u wszystkich doświadczalnych drzew rosnących na badanych podkładkach i dotyczyły głównie owoców o średnicy 7,01-7,5 cm.

Rodzaj badanego podłoża wpłynął także na zawartość makroelementów (N, P, K, Mg i Ca) oraz mikroelementów (B, Mn, Cu, Fe i Zn) w liściach jabłoni 'Šampion'. U drzew rosnących na wszystkich badanych podkładkach i podłożach doświadczalnych stwierdzono ($P < 0,05$) wzrost zawartości N i K w liściach w porównaniu do grupy kontrolnej. Największą ($P < 0,05$) koncentrację N stwierdzono w liściach drzew rosnących na podłożu próchnicznym na wszystkich typach podkładek (średnio 2,63 g kg⁻¹ suchej masy). Natomiast K w liściach najlepiej ($P < 0,05$) kumulowały jabłonie rosnące na podłożach: mikoryzowym, z kory i próchnicy (M26) oraz słomy i obornika (P2, M9, P22). Wśród analizowanych makroelementów w badanych liściach jabłoni rosnących na wszystkich typach podkładek notowano obniżenie ($P < 0,05$) zawartości Ca, zwłaszcza u drzew rosnących na podłożu torfowym oraz kompostowym i prowadzonych na podkładkach: M26 i P2. Rodzaj zastosowanego podłoża miał również wpływ na wzrost ($P < 0,05$) zawartości mikroelementów: Mn i Cu w liściach jabłoni rosnących na wszystkich badanych analizowanych podkładkach. Największą ($P < 0,05$) kumulację Mn, o średnio 44.4% (M26), 48% (P2, P22) oraz 50% (M9) w porównaniu z kontrolą, stwierdzono w liściach drzew rosnących na podłożu ze słomą i korą.

Obserwowane zmiany składników mineralnych w liściach drzew doświadczalnych oraz efekty produkcyjne niewątpliwie były efektem modyfikacji jakości gleby wywołanej przez zastosowane podłoża. Najzasobniejsza w substancję organiczną i o najwyższym pH ($P < 0,05$) okazała się gleba zasilana kompostem. Najwyższy poziom N ($P < 0,05$) oznaczono w glebie, w której stosowano podłoże z kompostu i obornika, P – w grupie kontrolnej, K – w glebie zasilanej obornikiem, próchnicą i torfem oraz Mg – w glebie, gdzie zastosowano kompost, próchnicę i obornik. Rodzaj podłoża istotnie ($P < 0,05$) różnicował również koncentrację B i Zn w glebie. Najwięcej ($P < 0,05$) B stwierdzono w glebie

wzbogaconej kompostem, a Zn - w glebie z podłożem z kompostu i próchnicy w porównaniu do kombinacji kontrolnej.

Podłoża organiczne poprawiają strukturę fizyczno-chemiczną gleby, a także chronią wierzchnią jej warstwę przed utratą wilgoci i przegrzaniem. Takie warunki pomagają stworzyć roślinom optymalne warunki do rozwoju i wzrostu (França i in., 2007; TerAvest i in., 2011; Meyer i in., 2015). Poprawa parametrów produkcyjnych związana jest ze stabilizacją zasobności mineralnej gleby, pozytywnym modyfikowaniem pH gleby oraz wzroście ilości materii organicznej (Treder i in., 2004). Brown i Tworowski (2004) podają, że może to również wynikać ze znacznego ograniczenia występujących w sadzie szkodników.

Ocena i porównanie wpływu standardowego nawożenia mineralnego oraz wybranymi preparatami biostymulującymi na wzrost, plon i jakość owoców jabłoni rosnących na różnych podkładkach (M26, P2, M9 i P22) (A3)

Aby zapewnić optymalne warunki do wzrostu oraz produkcji drzew w sadzie o konwencjonalnej produkcji sadowniczej stosuje się nawozy mineralne (Grzyb i in., 2014). Oczekiwania konsumentów w zakresie dostępu do owoców o wysokiej wartości odżywczej wymusza na producentach poszukiwania biostymulatorów pochodzenia naturalnego, które skutecznie zwiększą efektywność produkcji. Do nich zaliczane są m.in. ekstrakty humusowe, aminokwasy pochodzenia roślinnego, ekstrakty z alg morskich, czy preparaty mikrobiologiczno-mikoryzowe. Ich skuteczność potwierdzona została w badaniach na drzewach owocowych. Przeprowadzone doświadczenia wskazują jednocześnie na konieczność indywidualnego dobierania biostymulatorów nie tylko do gatunku drzew owocowych, ale odmiany, czy nawet podkładki (Grzyb i in., 2012; Mosa i in., 2015).

Kolejny etap badań przeprowadzono w prywatnym gospodarstwie ogrodniczym w województwie podkarpackim w cyklu dwuletnim (2015-2017) **(A3)**. Doświadczenia objęły jabłonie, które uprawiano na podkładkach M26, P2, M9 i P22. Jednoroczne okulanty szczepione na wybranych podkładkach posadzono jesienią 2009 r. na podłożu humusowym. W doświadczeniu zastosowano następujące czynniki doświadczalne: nawożenie mineralne (NPK) - 176,3 kg ha⁻¹ NH₄NO₃, 65,3 kg ha⁻¹ trójfosforanu i 160 kg ha⁻¹ K₂SO₄; nano-reaktywne formy pierwiastków: Fe, Co, Al, Mg, Mn, Ni i Ag, w formie siarczanów - 10 granulek / 500 l ha⁻¹ (NANO-GRO, Agrarius, Krasiczyn, Polska); naturalny nawóz drobiowy - 1500 kg ha⁻¹; próchnicę - 2% roztwór w dawce 20 l ha⁻¹ (Humus UP, Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe Ekodarpol, Dębno, Polska), produkt drobnoustrojowy (MI) - *Glomus mosseae*, *G. intraradiace*, *Pseudomonas fluorescense* i *Bacillus subtilis*: 100 kg ha⁻¹ i 10 kg ha⁻¹ (Microsat, CCS Aosta Sr, Włochy); ekstrakt z wodorostów: 0,5% roztwór w dawce 20 l ha⁻¹ (BioFeed Amin, Agro Bio Products B.V., Wageningen, Holandia); drożdże - 0,5% roztwór w dawce 5 l ha⁻¹ (Lesaffre Polska, SA, Wołczyn, Polska). Stosowanie bio-nawożenia odbywało się dwa razy w

sezonie wegetacyjnym - po raz pierwszy na początku maja, a po raz drugi w pierwszej dekadzie czerwca.

W wyniku przeprowadzonych doświadczeń określono siłę wzrostu drzew mierzoną średnicą pędu (mm) i przekrojem pnia drzewa (TCSA w cm^2), roczną długością pędu (cm), powierzchnią liścia (cm^2), a także plon owoców za pomocą wskaźnika produktywności (kg cm^{-2}), masę (kg) i średnicę (cm) jabłek. W zebranych owocach określono zgodnie ze standardowymi procedurami (AOAC, 2000): suchą masę, sumę elementów mineralnych i cukrów, kwas L-askorbinowy (Czerwiecki i Wilczyńska, 1999) oraz całkowitą zawartość fenoli (Singleton i Rossi, 1965).

Stosowanie biostymulatorów w nawożeniu jabłoni 'Šampion' rosnących na podkładkach: M26, P2, M9 i P22 korzystnie ($P < 0,05$) wpłynęło na parametry wzrostu drzew. Największy wpływ na cechy charakteryzujące siłę wzrostu jabłoni, jak: średnice pędów, powierzchnię liści i wartość TCSA notowano przy stosowaniu nawożenia mikrobiologicznego oraz ekstraktem z wodorostów w porównaniu z kontrolą oraz standardowym nawożeniem NPK. W przypadku przyrostów pnia drzew jabłoni mierzonych wskaźnikiem TCSA równie efektywne ($P < 0,05$) działał nawożenie próchnicą w porównaniu z kontrolą. Przeprowadzone badania potwierdziły bardzo dobre efekty stosowania preparatów mikrobiologicznych i ekstraktów wodorostów na parametry wzrostu jabłoni. Khan i in. (2009) podaje, że ekstrakty z wodorostów, bogate w aminokwasy roślinne, mogą chronić rośliny przed patogenami, chwastami i szkodnikami, a także niwelować niekorzystny wpływ czynników środowiskowych, jak: susza, czy temperatura poprzez utrzymanie odpowiedniego poziomu wilgotności.

W pierwszych latach owocowania najwyższe ($P < 0,05$) plony zebrano z drzew rosnących na podkładkach M26 i M9 nawożonych preparatami mikrobiologicznymi, ekstraktem z wodorostów oraz próchnicą. Jabłonie rosnące na podkładkach P2 i P22 najwyższe ($P < 0,05$) owocowanie osiągnęły przy nawożeniu mikrobiologicznym oraz ekstraktem z wodorostów. Niezależnie od rodzaju stosowanych biostymulatorów najlepiej plonowały jabłonie rosnące na podkładce M26, a najsłabiej na: P2 and P22. W całym doświadczeniu najniższe plony osiągnęły drzewa kontrolne niezależnie od stosowanej podkładki. Natomiast największe ($P < 0,05$) owoce, o średniej masie około 216 g, zebrano z jabłoni nawożonych mikrobiologicznie i NPK (M26) oraz preparatami z formami nano-minerałów (P2). Również największe stymulowanie plonowania jabłoni 'Šampion' obserwowano poprzez nawożenie mineralne, próchniczne i wodorostowe. Preparaty mikrobiologiczne zawierające w swoim składzie grzyby mikoryzowe polecane są do stosowania nie tylko na tzw. terenach trudno-odnawialnych, ale również w sadach produkcyjnych. Silna intensyfikacja produkcji roślinnej, sprawia, że korzenie roślin bez symbiozy z grzybami mikoryzowymi nie są w stanie zaspokoić potrzeb wzrostowych i produkcyjnych drzew. Zwiększając efektywność pobierania wody i biogennych pierwiastków, co pozytywnie stymuluje wzrost i rozwój roślin (Müller i in., 2007). Wigor wzrostu drzew poprawiają, poprzez poprawę struktury, związki humusowe. Zwiększają frakcje próchniczne, a także dostarczają tzw. substancji wzrostowych, jak: witaminy, auksyny, kwasy

organiczne oraz substancje antybiotyczne, intensyfikujące procesy fizjologiczne roślin. Nawożenie kwasami humusowymi może zwiększać produktywność drzew owocowych nawet o 10 do 20% (Milosevic i Milosevic, 2009).

Wśród badanych jabłek, największą koncentracją składników pokarmowych charakteryzowały się owoce zebrane z drzew rosnących na podkładkach P22 i M9. Zastosowane biosytmulatory ($P < 0,05$) poprawiły ich wartość odżywczą głównie w zakresie zawartości elementów mineralnych (M26, P2M9, P22), ale także przypadku fenoli (M26) i witaminy C (M9). Poprawę ($P < 0,05$) składu mineralnego jabłek notowano w wyniku zastosowania nawożenia mineralnego w formie nano i próchnicznego. Aka-Kacar i in. (2010) podaje, biostymulatory humusowe stosowane już w szkółce drzew owocowych prowadzą do kompleksowej poprawy środowiskowych warunków wzrostu drzew, stymulacji intensywności procesów fizjologicznych oraz uaktywnienie biodystrybucji składników odżywczych i mineralnych w roślinie.

Analiza składu chemicznego, zawartości wybranych elementów mineralnych, epikatechin i kwasów fenolowych oraz witaminy C w jabłkach odmiany 'Šampion' zebranych z drzew rosnących na podkładkach: M26, P2, M9 i P22 (A4, A5, A6)

Na przestrzeni ostatnich lat obserwuje się stale rosnącą świadomość konsumentów w zakresie wyboru produktów żywnościowych o określonych parametrach odżywczych i dietetycznych. Dotyczy to również owoców. Szczególnie duża jest popularność krajowych owoców, jakimi są jabłka, co stymuluje producentów do oferowania szerokiego asortymentu ich odmian na rynku. To sprawia, że wybory zakupowe konsumentów są coraz bardziej świadome i przemyślane (Paul i Rana 2012; Rubio i in., 2014). Obecnie celem produkcji żywności (w tym owoców) jest osiągnięcie nie tylko wysokiej wydajności, ale także najwyższej jakości towarów (Dehnen-Schmutz i in., 2010). Dzisiaj owoce o wysokiej jakości to nie tylko te, które spełniają surowe wymagania dotyczące wielkości, kształtu lub ubarwienia, ale także owoce zapewniające bezpieczeństwo konsumpcji i oczekiwane wartości odżywcze (Wolfe i Lui, 2003). Zastosowanie odpowiednich czynników technologii produkcji, jak np. różne rodzaje podkładek mogą prowadzić do nie tylko do satysfakcjonujących wyników produkcyjnych, ale także otwierają drogę do określenia wartości odżywczej owoców poprzez modulację ich składu chemicznego (Bassal, 2009; Cantuarias-Avilés i in., 2011; Kiczorowska i Kiczorowski, 2011).

Badania przeprowadzono w dwóch cyklach doświadczeń na jabłkach odmiany 'Šampion' zebranych z drzew doświadczalnych (A4, A5, A6).

Pierwsze z planowanych doświadczeń zrealizowano w sadzie doświadczalnym Lublin-Felin prowadzonym przez Katedrę Nasiennictwa i Szkółkarstwa Ogrodniczego Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w latach 2006-2007 (A4, A5). W doświadczeniu wykorzystano jabłonie rosnące na podkładkach: P14, M26, P60, P2, M9 i P22 zebranych. Pod jabłonie zastosowano 60 kg N

ha⁻¹ w formie mocznika w okresie kwitnienia oraz 100 kg K₂O ha⁻¹ w formie KCl późną jesienią. Ochronę sadu prowadzono zgodnie z Terminarzem Ochrony Roślin Sadowniczych (jabłoni). Jabłka zebrano w fazie ich dojrzałości zbiorczej. Próby pobierano losowo z 3-4 drzew w trzech powtórzeniach. W każdym powtórzeniu zebrano około 2 kg owoców. Do czasu wykonania analiz chemicznych jabłka były przechowywane w chłodni. Jabłka obierano specjalnym nożem w celu zdjęcia samej skórki o tej samej grubości ze wszystkich owoców. Z obranych owoców usuwano gniazda nasienne, a pozostawiony miąższ łączono we wspólną próbę. Do analiz chemicznych utworzono dwa rodzaje prób: miąższ i skórkę. Zawartość makroelementów: K, Ca i Mg (**A4**) i mikroelementów: Fe, Zn i Mn (**A5**) w materiale badawczym oznaczono za pomocą aparatu ASA wykorzystując metodę spektrofotometrii absorpcyjnej.

Jadalne części jabłek wykorzystane do analiz charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością składników mineralnych (**A4**). Mniejsze różnice w ilości oznaczonych makro- i mikroelementów obserwowano w miąższu niż w skórce badanych owoców. Wśród makroelementów oznaczonych w miąższu analizowanych jabłek istotne różnice obserwowano jedynie w zawartości potasu. Największą ($P < 0,05$) ilość tego pierwiastka, w obydwu latach doświadczalnych, stwierdzono w miąższu jabłek pochodzących z jabłoni rosnących na podkładce M9 (średnio 0,675 mg g⁻¹ świeżej masy), a najniższą w miąższu owoców zebranych z drzew prowadzonych na podkładce P60 (średnio 0,484 mg g⁻¹ świeżej masy). Skórka badanych jabłek charakteryzowała się większą w porównaniu do miąższu zmiennością kumulacji makroelementów. Wśród nich w największych ilościach również oznaczono potas. Najzasobniejsze w ten pierwiastek okazały się skórki jabłek zebranych z drzew rosnących na podkładkach M26 i P22 (średnio 1197 µg g⁻¹ świeżej masy). Istotne różnice notowano również w zawartości wapnia, którego najwięcej ($P < 0,05$) oznaczono w skórkach jabłek pochodzących z drzew rosnących na podkładkach P14 i P2 (średnio 0,40 µg g⁻¹ świeżej masy), oraz magnezu, którego najwyższy poziom notowano w skórkach jabłek zebranych z drzew prowadzonych na podkładce P22.

Pośród badanych mikroelementów najwyższą koncentrację obserwowano w przypadku żelaza (**A5**). Jego największą ilość ($P < 0,05$) oznaczono w miąższu i skórce jabłek pochodzących z drzew rosnących na podkładce P22, a najmniejszą w owocach pochodzących z jabłoni prowadzonych na podkładce P14. W przypadku cynku największą ($P < 0,05$) kumulację notowano w zarówno miąższu, jak i skórce jabłek zebranych z drzew rosnących na podkładkach P22 i M9. Większą zmienność stwierdzono w gromadzeniu się manganu z różnych częściach jabłek. Najzasobniejszy ($P < 0,05$) w ten pierwiastek okazał się miąższ owoców pochodzących z drzew rosnących na podkładce P22, a skórka – owoców z drzew prowadzonych na podkładkach P14 i P22.

W drugim cyklu doświadczeń badania przeprowadzono w latach 2014 – 2015 w sadzie produkcyjnym zlokalizowanym w województwie podkarpackim (**A6**). Badania zawężono do jabłek odmiany 'Šampion' wyprodukowanych przez jabłonie rosnące na podkładkach: M26, P2, M9, P22.

Nawożenie i ochronę utrzymano na podobnym poziomie jak w pierwszym cyklu doświadczeń. Również sposób pobierania prób był podobny w obydwu doświadczeniach (A4, A5, A6).

W drugim cyklu z planowanych doświadczeń w pobranym mięszu i skórce jabłek doświadczalnych oznaczono podstawowy skład chemiczny (AOAC, 2000) oraz cukry łatwohydrolizujące (obliczone na podstawie podstawowego składu chemicznego) (Dz.U. 2004). W pobranym materiale roślinnym oznaczono również witaminę C przy użyciu zestawu do testów enzymatycznych Boehringer Mannheim / r-Biopharm (Czerwiecki i Wilczyńska, 1999) oraz elementy mineralne: K, Na, Mg i Cu oznaczone metodami płomieniowo-atomowej spektroskopii emisyjnej (FAES) oraz płomieniowej spektroskopii absorpcyjnej (FAAS). Ponadto w próbach jabłek określono zawartość epikatechin oraz kwasów fenolowych: homowaniliowego, chlorogenowego, kofeiny, kumarowego i ferulowego metodą chromatografii gazowej przy wzorcu wewnętrznym 3-(4-hydroksyfenylo)-1-propanol.

Przeprowadzone badania wykazały, że najwyższą zawartością N całkowitego ($P < 0,05$) charakteryzowały się owoce zebranych z drzew posadzonych na P22 i M9 (średnio w skórce: 0,66 i w mięszu: 0,29 g 100g⁻¹ masy naturalnej). Istotnie najwyższą średnią zawartość ($P < 0,05$) błonnika pokarmowego oznaczono w jabłkach o mniejszych rozmiarach pozyskanych z drzew szczepionych na karłowatych podkładkach P22, P2 oraz M9 (średnio w skórce: 2,28 i w mięszu: 0,4 g 100g⁻¹ masy naturalnej). Zawartość cukrów łatwohydrolizujących na najwyższym poziomie ($P < 0,05$) określono w skórce i mięszu owoców uzyskanych z drzew rosnących na P22 i M26, a najniższym w jabłkach z drzew na podkładce P2. Jabłka wyprodukowane przez drzewa rosnące na podkładkach karłowatych charakteryzowały się nieco mniejszymi rozmiarami niż owoce z drzew szczepionych na półkarłowatych podkładkach, o większej sile wzrostu (Yuri i in., 2011). W niniejszych badaniach obserwowano również tendencję do wyższej zawartości koncentracji składników pokarmowych w jabłkach wyprodukowanych przez drzewa szczepione na podkładkach karłowatych (M9, P22), co prawdopodobnie wiązało się z cechami samych podkładek. Przy podobnym pobraniu składników odżywczych ich koncentracja może być wyższa w owocach o małych rozmiarach niż w dużych, gdzie pobrane składniki odżywcze mogą ulec rozcieńczeniu (Serra i in., 2010).

Analizowane części jadalne jabłek charakteryzowały się dużą zmiennością zawartości witaminy C. Najwyższą jej ilość ($P < 0,05$) określono w jabłkach uzyskanych z drzew szczepionych na podkładce P22 (średnio 11,4 mg 100g⁻¹ masy naturalnej), a najniższą ($P < 0,05$) w owocach zebranych z drzew rosnących na podkładkach M26 i P2. Podobne zjawisko obserwowano w przypadku zawartości elementów mineralnych. Najwięcej ($P < 0,05$) elementów mineralnych (ogółem), a także K i Na oznaczono w jabłkach zebranych z drzew prowadzonych na podkładce P22, a także na podkładkach M26 (K: średnio 0,90 g 100g⁻¹ masy naturalnej) i P2 (Na: średnio – 1,40 g, 100 g⁻¹ masy naturalnej). Natomiast w przypadku Cu najwyższe jego ilości ($P < 0,05$) określono w owocach zebranych z drzew posadzonych na podkładkach M9 i P22 (średnio skórka: 0,67g , mięsz: 0,25 g 100g⁻¹ masy naturalnej).

Na zawartość witaminy C w owocach mogą mieć wpływ różne czynniki, takie jak różnice genotypowe, warunki klimatyczne, dojrzałość owoców, a nawet metody zbioru oraz procedury postępowania po zbiorach (Lee i Karder, 2000). Bardziej stabilne wydaje się zaopatrzenie owoców w składniki mineralne. W literaturze pojawiają się doniesienia o wpływie rodzaju podkładki w sadzie na poziom kumulacji minerałów w jabłkach. Amiri i in. (2014) potwierdzają, że stosowanie podkładki M26 przyczynia się do większego gromadzenia magnezu i miedzi w owocach odmiany 'Golden Delicious' i 'Royal Gala'. Natomiast Andziak i in. (2004) stwierdzili najwyższe stężenie K i Ca w jabłkach pochodzących z drzew szczepionych na podkładkach P2 i M26.

W badanych jabłkach najwyższe ($P < 0,05$) stężenie epikatechin stwierdzono w owocach z drzew szczepionych na podkładkach M9 i P22 (średnio, skórka: 13,54 i miąższ: 1,49 g 100g⁻¹ masy naturalnej). Wśród kwasów fenolowych dominował kwas chlorogenowy. W większości badanych kombinacji stwierdzono wyższe poziomy wszystkich kwasów fenolowych w jabłkach zebranych z drzew szczepionych na podkładkach M9 i P22. Jakubek i in. (2009) potwierdzili, że stosowanie półkarłowych podkładek daje możliwość zwiększenia stężenia związków fenolowych w owocach. W prezentowanych badaniach szczególnie cenną pod względem stymulacji syntezy kwasów fenolowych w jabłkach okazała się podkładka M9. Owoce zebrane z drzew rosnących na tej podkładce charakteryzowały się szczególnie wysoką koncentracją prawie wszystkich badanych kwasów fenolowych.

4.1.4. PODSUMOWANIE

Wyniki uzyskane w efekcie prowadzonych badań w ramach monotematycznego cyklu publikacji pt.: „Wybrane zabiegi agrotechniczne intensyfikujące wielkość i jakość produkcji jabłek” stanowiący osiągnięcie naukowe pozwolił na sformułowanie następujących wniosków:

1. Największą wydajnością okulantów odmiany 'Jonica' charakteryzowały się podkładki P14, P2 i P60, a najniższą podkładki P22.
2. Badając wpływ klas grubości podkładek, największą wydajność okulantów stwierdzono na podkładkach: P2, P60, M9 i P22 w klasie grubości 10-12 mm.
3. Jabłonie na wszystkich badanych podkładkach (zwłaszcza na M26 i P2) największą wysokość osiągały po zastosowaniu kompostu i obornika. Natomiast największą średnicę pnia charakteryzowały się drzewa rosnące na glebie ze słomą. Największą ilość jabłek zebrano z jabłoni rosnących na próchnicy leśnej, zwłaszcza na podkładce M9 i P22.
4. Próchnica leśna, kompost i obornik jako substancje wprowadzane do gleby, wpływały korzystnie na wzrost jabłoni w sadzie, również na zawartość elementów mineralnych w glebie i liściach drzew

'Šampion' niezależnie od zastosowanej podkładki. Najzasobniejsza w materię organiczną, elementy mineralne oraz o najwyższym pH okazała się ziemia wzbogacona kompostem.

5. Najlepsze parametry wzrostu drzew 'Šampion' (średnica pędu i wartość TCSA) obserwowano u jabłoni rosnących na podkładkach M26 i P2 przy stosowaniu biostymulantów humusowych i mikrobiologicznych.

6. Największe plony oraz najlepsze parametry jakości owoców otrzymano z jabłoni rosnących na podkładkach M26 i M9 nawożonych biostymulatorami mikrobiologicznymi oraz preparatami zawierającymi roślinne aminokwasy. Jabłka zebrane z drzew rosnących na podkładkach M9 i P22 stymulowanych do wzrostu preparatami nano-mineralnymi i humusowymi charakteryzowały się najwyższą koncentracją składników pokarmowych i mineralnych (ilość całkowita).

7. Podkładki charakteryzujące się najniższym tempem wzrostu zapewniały wyższe gromadzenie składników odżywczych w jabłkach odmiany 'Šampion'. W analizowanych częściach jadalnych jabłek wyższą koncentrację składników pokarmowych, mineralnych, witaminy C oraz związków fenolowych obserwowano w skórce jabłek w porównaniu do miąższu. W skórce badanych jabłek najwyższe ilości wybranych elementów mineralnych oznaczono w owocach pochodzących z drzew rosnących na podkładkach M26 (K) i P22 (Mg, Fe, Zn, Mn) oraz P14 i P2 (Ca). Natomiast w przypadku miąższu najwyższą ilość K oznaczono w owocach zebranych z jabłoni rosnących na podkładce M9 i P22, a Na, Mg, Cu, Fe, Zn i Mn na P22. Podkładka P22 okazała się również najbardziej skuteczną w gromadzeniu niezbędnych składników odżywczych, witaminy C i epikatechin, a także kwasów homowanilinowego i kumarowego w jabłkach. Warunki klimatyczne w poszczególnych latach badań miały istotny wpływ na zawartość wszystkich badanych składników odżywczych i biologicznie-czynnych w owocach.

4.1.5. PIŚMIENNICTWO

- Aka-Kacar, Y., Akpınar, C., Agar, A., Yalcin-Mendi, Y., Serce, S., Ortas, I. (2010). The Effect of Mycorrhiza in Nutrient Uptake and Biomass of Cherry Rootstocks during Acclimatization. *Rom. Biotech. Lett.*, 15, 5246-52.
- Ambroziak, A. A. (2017). Wpływ embarga Federacji Rosyjskiej na eksport jabłek z Polski w latach 2004-2015. *Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich*, 104(1), 22-38.
- Amiri, M.E., Fallahi, E. Safi-Songhorabad, M. (2014). Influence of rootstock on mineral uptake and scion growth of 'Golden Delicious' and 'Royal Gala' apples. *J. Plant Nutr.*, 37, 16-29.
- Andziak, J., Tomala, K., Sadowski, A. Dziuban, R. (2004). Stan odżywienia składnikami mineralnymi i zdolność przechowalnicza jabłek 'Šampion' w zależności od podkładki. *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, 3(2), 179 – 187.
- AOAC. (2000). Official methods of analysis of AOAC International. 17th edition. Gaithersburg, MD, USA. Association of Analytical Communities. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (AACC).

- Bassal, M.A. (2009). Growth, yield and fruit quality of 'Marisol' clementine grown on four rootstocks in Egypt. *Sci. Hortic.*, 119(2), 132-137.
- Bound, S.A. (2015). Optimising crop load and fruit quality of 'Packham's Triumph' pear with ammonium thiosulfate, ethephon and 6-benzyladenine. *Sci. Hortic.*, 192, 187-196.
- Brown, M.W., Tworkowski, T. (2004). Pest management benefits of compost mulch in apple orchards. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 103.3, 465-472
- Cantuarias-Avilés, T., Filho, F.A.A.M., Stuchi, E.S., da Silva, S.R., Espinoza-Nuñez, E. (2011). Horticultural performance of 'Folha Murcha' sweet orange onto twelve rootstocks. *Sci. Hortic.*, 129(2), 259-265.
- Cline, J.A. (2017). Interactive effects of 6-BA, GA4+ 7, and prohexadione-calcium on Gala apples. *Can. J. Plant Sci.*, 97(4), 632-644.
- Czerwiecki, L., Wilczyńska, G. (1999). Oznaczanie witaminy C w wybranych produktach owocowo-warzywnych. *Roczn. PZH*, 1, 77-87.
- Das, K.S. Sau, T., Sarkar, Dutta, P. (2016). Effect of organic mulches on yield, physico-chemical qualities and leaf mineral composition of litchi cv. Bombai in Indo-Gangetic plain of West Bengal. *J. Crop Weed*. 12 (3), 67-69.
- Dehnen-Schmutz, K., Holdenrieder, O., Jeger, M.J., Pautasso, M. (2010). Structural change in the international horticultural industry: Some implications for plant health. *Sci. Hortic.*, 125(1), 1-15.
- Dorić, M., Keserovic, Z., Magazin, N., Milic, B., Miodragovic, M. (2014). Induction of feathers on one-year-old apple trees cultivar golden delicious using benzyladenine and gibberelins 4+ 7. *Serb. J. Agr. Sci*, 63 (1-2), 13-21.
- Dz.U. Nr 271, poz. 2687, 2688. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 2 grudnia 2004r.
- Evans, K. (2017). Advances in understanding apple tree growth: rootstocks and planting systems Dugald C. Close and Sally A. Bound, University of Tasmania, Australia. In: *Achieving sustainable cultivation of apples*. Burleigh Dodds Science Publishing, 59-76.
- França, S.C., Gomes-da-Costa, S.M., Silveira A.P. (2007). Microbial activity and arbuscular mycorrhizal fungal diversity in conventional and organic citrus orchards. *Biol. Agric. Hortic.*, 25(2), 91-102.
- Gołębiewski, J., Sobczak, W. (2017). *Rynki hurtowe owoców i warzyw*. Wyd. SGGW, 29-53.
- Grzyb, Z.S., Piotrowski, W., Bielicki P., Sas Paszt, L., Malusà E. (2012). Effect of different fertilizers and amendments on the growth of apple and sour cherry rootstocks in an organic nursery. *J. Fruit Orn. Plant Res.*, 20, 43-53.
- Grzyb, Z.S., Piotrowski, W., Sas Paszt, L. (2014). Treatments Comparison of Mineral and Bio Fertilizers in the Apple and Sour Cherry Organic Nursery. *J. Life Sci.*, 8, 889-98.
- Gudarowska, E., Szewczuk, A. (2011). Wpływ podkładki i geokompozytu sorbującego wodę na wzrost i owocowanie jabłoni. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 5, 83-94.
- Jacyna, T., Barnard, J. (2008). Modification of branching behavior in apical-dominant apple trees with plant growth regulators and their residual effects on tree growth after transplanting. *J. Amer. Pomolog. Soc.*, 62 (4), 160-172.
- Jakubek, L., Šeruga, M., Voća, S., Šindrak, Z., Dobričevi, N. (2009). Flavonol and phenolic acid composition of sweet cherries (cv. Lapins) produced on six different vegetative rootstocks. *Sci. Hortic.*, 123(1), 23-28.

- Kaur, K., Kaundal, G. (2009). Efficacy of herbicides, mulching and sod cover on control of weeds in plum orchards. *Indian J. Weed Sci.* 104, 110-12.
- Khan, W., Rayirath, U.P., Subramanian, S. (2009). Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *J. Plant Growth Regul.*, 28, 386-399.
- Kiczorowska, B., Kiczorowski, P. (2011). Comparison of chemical composition and Mg, K, Na, Ca, Mn, Fe content in edible parts of chosen pear cultivars produced in podkarpackie province. *Acta Sci. Pol. Hortic. Sci.* 10 (4), 153-169.
- Kiczorowska, B., Klebaniuk, R., Bąkowski, M., Al-Yasiry, A.R.M. (2015). Culinary herbs – nutritive value and content of minerals. *J. Elem.*, 20 (3), 599-608.
- Kiczorowska B., Samolińska W., Klebaniuk R., Kiczorowski P. (2018). Substancje bioaktywne w owocach krajowych. Monografia pt.: Współczesne trendy badań w świecie Flawonoidów. praca zbiorowa pod redakcją naukową Marii Kopacz, Janusza Pusza, Jana Kalembkiewiczza, ISBN: 978-83-7934-248-8.
- Lee, S.K., Karder, A.A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biol. Tec.*, 20(3), 207-220.
- Li, L.H., H. Zhang, C. Yu, L. Ma, Y. Wang, X.Z. Zhang, Han, Z.H. (2012). Possible roles of auxin and zeatin for initiating the dwarfing effect of M9 used as apple rootstock or interstock. *Acta Physiol. Plant.*, 34, 235–244.
- Meyer, A.H., Wooldridge, J., Dames, J.F. (2015). Effect of conventional and organic orchard floor management practices on arbuscular mycorrhizal fungi in a ‘Cripp’s Pink’/M7 apple orchard soil. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 213, 114-120.
- Milosevic, T., Milosevic, N. (2009). The effect of zeolite, organic and inorganic fertilizers on soil chemical properties, growth and biomass yield of apple trees. *Plant Soil Environ.*, 55, 28-535.
- Mosa, W.F.A.E., EL-Megeed, N.A.A., Paszt, L.S. (2015). The effect of the foliar application of potassium, calcium, boron and humic acid on vegetative growth, fruit set, leaf mineral, yield and fruit quality of ‘Anna’ apple trees. *Am. J. Exp. Agric.*, 8, 224-234.
- Müller, T., Avolio, M., Olivi, M., Benjdia, M., Rikirsch, E., Kasaras, A., Fitz, M., Chalot, M., Wipf, D. (2007). Nitrogen transport in the ectomycorrhiza association: the *Hebeloma cylindrosporum*–*Pinus pinaster* model. *Phytochem.*, 68, 41-51.
- Nadernejad, N., A. Ahmadimoghadam, J. Hossyinifard, J., Poorseyedi, S. (2013). Effect of different rootstocks on pal activity and phenolic compounds in flowers, leaves, hulls and kernels of three pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars. *Trees.* 27, 1681–1689.
- Paul, J., Rana, J. (2012). Consumer behavior and purchase intention for organic food. *J. Consum. Mark.*, 29(6), 412-422.
- Rubio, N., Oubiña, J., Villaseñor, N. (2014). Brand awareness–Brand quality inference and consumer’s risk perception in store brands of food products. *Food Qual. Prefer.*, 32, 289-298.
- Serra, A.T., Matias, A.A., Frade, R.F.M., Duarte, R.O., Feliciano, R.P., Bronze, M.R., Figueira, M.E., de Carvalho, A., Duarte, C.M.M. (2010). Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 2 – Antioxidant and antiproliferative activities. *J. Funct. Foods*, 2(1), 46-53.
- Sharma, J.C., Kathiravan, G. (2009). Effect of mulches on soil hydrothermal regimes and growth of plum in mid hill region of Himachal Pradesh. *Indian J. Hort.*, 66, 465-71.
- Shirgure, P.S., Sonkar, A.K., Singh, S., Panighrah, P. (2003). Effect of different mulches on soil moisture conservation, weed reduction, growth and yield of drip irrigated Nagpur mandarin (*Citrus reticulata*). *Indian J. Agric. Sci.*, 73, 148-52.

- Singleton, V.L., Rossi, J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphotungstic-phosphomolybdic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.*, 16, 144-158
- TerAvest, D., J.L. Smith, L. Carpenter-Boggs, D. Granatstein, L. Hoagland, Reganold, J.P. (2011). Soil carbon pools, nitrogen supply, and tree performance under several groundcovers and compost rates in a newly planted apple orchard. *Hort Science*, 46 (12), 1687-1694
- Treder, W., Klamkowski, K., Mika A., Wójcik, P. (2004). Response of young apple trees to different orchard floor management systems. *J. Fruit Ornament. Plant Res.*, 12 (Special ed.), 113-123.
- Wolfe, K.E., Lui, R.H. (2003). Apple peels as value-added food ingredient. *J. Agric. Food Chem.*, 51(6), 1676-1683.
- Yuri, J.A., Talice, J.G., Verdugo, Pozo, A. (2011). Responses of fruit growth, quality, and productivity to crop load in apple cv. Ultra Red Gala/MM111. *Sci. Hortic.*, 127(3), 305-312.
- Zarei, M.B., Baninasab B., Ramin, A.A., Pirmoradian, M. (2014). The effect of chemical thinning on seasonal changes of mineral nutrient concentrations in leaves and fruits of 'Soltani' apple trees. *Iran Agric. Res.*, 32 (2), 89-100.

5. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH

Przed uzyskaniem stopnia doktora

Działalnością naukową zainteresowałem się już w trakcie przygotowania pracy magisterskiej pt.: „Wpływ różnej średnicy pnia pięciu typów podkładek jabłoni na ich wzrost w pierwszym roku szkółki” realizowanej pod kierunkiem Prof. dr hab. Eberharda Makosza. Rozpoczęte wówczas badania nad efektywnością różnych typów i grubości podkładek w produkcji szkółkarskiej i sadowniczej na wiele lat wyznaczyły kierunek moich zainteresowań naukowych. Obserwacje prowadzone w szkółce drzewek jabłoni, potwierdziły, że cienkie podkładki niezależnie do typu charakteryzują się intensywniejszym przyrostem w porównaniu do podkładek grubych. Zaleceniem do produkcji było wykorzystanie optymalnej grubości 6-8 i 8-10 mm wysadzanych podkładek przeznaczonych do okulizacji. Wyniki badań prezentowałem również na seminarium i w publikacji dla praktyki (**Zał. 5, II D: 26**).

W 1995 roku rozpocząłem pracę jako asystent w Katedrze Nasiennictwa i Szkółkarstwa Ogrodniczego Akademii Rolniczej w Lublinie. Aktywnie włączyłem się w badania statutowe Katedry jednocześnie kontynuując rozpoczęte wcześniej doświadczenia polowe, rozszerzając je na inne gatunki drzew w sadzie.

Obserwacje przeprowadzono na dwóch typach podkładek P14 i M9 okulizowanych oczkami odmiany 'Jonica' w 4 klasach grubości 10-12, 8-10, 8-6, 6-4 mm potwierdziły zjawisko równomiernego przyrastania klonów w pierwszym roku wzrostu. Podkładki cienkie wciąż były najcieńsze wśród pozostałych badanych mimo relatywnie największych przyrostów (**Zał. 5, II D: 20**).

W szkółce okulantów jabłoni odmiany 'Elshof' badana była natomiast skuteczność odchwaszczania różnymi preparatami, jak: Stomp, Gesatop i Dual w odniesieniu do kontroli, gdzie odchwaszczanie

przeprowadzano mechanicznie. Otrzymane wyniki nie wykazywały istotnych różnic wysokości okulantów między kombinacjami doświadczalnymi a kontrolną. Natomiast w jednym roku badań, w którym notowano bardzo obfite opady deszczu wszystkie herbicydy zmniejszyły istotnie ilość i sumę długości pędów syleptycznych (Zał. 5, II D: 19; III B: 23, 24, 26). Analizowano również wpływ sposobu okulizacji na średnicę okulantów odmian 'Elshof' i 'Jonica', ich wysokość oraz sumę pędów syleptycznych w okresie wykopywania drzewek. Mimo, że nie stwierdzono wpływu metod okulizacji na wydajność szkółki, to jednak różnicowały one jakość drzewek. Najwięcej okulantów pierwszego wyboru uzyskano przy okulizacji „na przystawkę” (Zał. 5, II D: 18; II K: 7; III B: 19, 22).

Interesujące wyniki otrzymano badając wpływ podkładki na kwitnienie i plonowanie drzew odmiany 'Šampion', która charakteryzowała się dość dużą zmiennością intensywności kwitnienia. Największe wahania w intensywności kwitnienia, a także w liczbie zawiązywania owoców stwierdzono dla podkładki P14. Drzewa rosnące na P14 charakteryzowały się najniższym plonowaniem. Natomiast najlepiej plonowały jabłonie okulizowane na podkładkach M9 i M26 (Zał. 5, II D: 17; II K: 2, 5, 6). Równie dużą zmienność kwitnienia obserwowano w badaniach prowadzonych na drzewach odmiany 'Jonagold' i jej czterech mutacji okulizowanych na podkładce M9. Wśród drzew doświadczalnych największą przemienność kwitnienia i owocowania charakteryzowała się odmiana 'Jonagored', natomiast najwyższe plony uzyskano z drzew odmian 'Wilmuta' i 'Jonagold'. Dużą jednak wadą tych odmian okazała się nierównomierność ich dojrzewania (Zał. 5, II D: 16; III B: 21, 25).

Po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora w 2003 r., przeszedłem na etat adiunkta (2004). Na kolejnym stanowisku zdobywając coraz większą wiedzę, doświadczenie, wzmacniając swój warsztat badawczy, a także możliwości współpracy naukowej rozszerzałem również zakres swoich zainteresowań naukowych.

Problematykę naukowo-badawczą realizowaną przeze mnie można ująć w następujących zagadnieniach:

1. optymalizacja agrotechniki w uprawach ogrodnich,
2. skład chemiczny oraz zanieczyszczenia substancjami toksycznymi (metalami ciężkimi) surowców roślinnych,
3. efektywność zastosowania zimnej plazmy w produkcji ogrodnich oraz innych technologii kształtujących jakość surowców roślinnych,
4. ocena sposobów żywienia i preferencje dietetyczne konsumentów.

Optymalizacja agrotechniki w uprawach ogrodniczych

W swoich badaniach analizę różnych aspektów agrotechnicznych wpływających na efektywność produkcji sadowniczej rozszerzyłem także o obserwacje wpływu głębokości sadzenia drzew odmiany 'Elstar' okulizowanych na wysokości 20 cm na podkładce M9 na ich plonowanie i jakość owoców. Drzewa sadzono miejscem okulizacji: 7 cm poniżej powierzchnią ziemi, równo z ziemią oraz 7 i 15 cm nad powierzchnią gleby. Otrzymane wyniki wykazały, że najsilniej rosły i najsłabiej plonowały drzewa najgłębiej posadzone. Głębokość sadzenia drzew nie wpływała na jakość owoców (masę i wybarwienie). Przeprowadzone badania wykazały, że odmiana 'Elstar', była mało przydatna do nasadzeń o dużym zagęszczeniu. Drzewa posadzone najgłębiej, już od 8 roku życia, zbyt silnie rosły i zagęszczały nadmiernie korony. Wraz ze starzeniem się również coraz słabiej kwitły i owocowały (**Zał. 5, II D: 15**).

W zabiegach agrotechnicznych w sadzie oprócz nawożenia mineralnego sięga się po biostymulanty, do których należą m.in. w substancje pochodzące z wyciągów z alg morskich. W badaniach pilotażowych przeprowadzonych na drzewach odmiany 'Šampion' okulizowanych na podkładce M26 w wieku 10 lat oceniano wpływ technologii N Pro i kompleksu Seactiv bazujących na wyciągach z alg morskich na wzrost, wielkość i jakość plonu. Zastosowane programy nawozowe korzystnie wpływały na liczbę dużych owoców (o średnicy powyżej 7,5 cm), współczynnik intensywności owocowania oraz długość jednorocznych przyrostów i pole powierzchni liści. Nie miały jednak wpływu na wielkość ogólnego plonu owoców (**Zał. 5, II A: 6**).

Obserwacje naukowe prowadziłem również w szkółce drzewek czereśni. Analiza dotyczyła oceny wpływu pięciu podkładek: siewek czereśni ptasiej, 'Colt', 'F12/1', 'GiSela 5' i 'Piaś' na przyjęcia oczek odmiany 'Regina', jakości okulantów oraz wydajność szkółki czereśni. Największy procent przyjętych oczek odmiany 'Regina' oraz najlepszą wydajność szkółki czereśni otrzymano na podkładkach 'Piaś' i 'Colt'. Na podkładce 'Colt' i 'Piaś' istotnie większy procent drzewek spełniało wymagania Polskiej Normy PN-R-67010 niż na klonie 'GiSela 5'. W przeprowadzonych badaniach jakość okulantów czereśni na podkładce 'GiSela 5' była najniższa (**Zał. 5, II D: 4**).

W swoich badaniach poświęcałem również uwagę roślinom i drzewom ozdobnym. W doświadczeniach poświęconym analizie intensywności wzrostu siewek buka pospolitego i sosny pospolitej w szkółce uzyskanych z nasion różnego pochodzenia stwierdzono, że obsada roślin buka zależała od miejsca pochodzenia nasion. Zależności takiej nie stwierdzono u jednorocznych siewek sosny (**Zał. 5, II D: 2**). Spośród roślin ozdobnych badania prowadzone były na krzewach róż odmiany wielokwiatowej 'Arthur Bell' i 'Burgund'. Analizie poddano wpływ systematycznego usuwania kwiatów na wzrost i jakość krzewów. Przeprowadzone doświadczenia wykazały, że w przypadku odmiany wielokwiatowej 'Arthur Bell' usuwanie kwiatów korzystnie wpływało na liczbę i sumaryczną długość pędów wyrastających na krzewach z miejsca okulizacji. Nie notowano natomiast wpływu tego zabiegu na wzrost i jakość krzewów wielkokwiatowej odmiany 'Burgund' (**Zał. 5, II D: 3**). Kolejne badania prowadzono w szkółce produkcyjnej berberysu Thunberga 'Atropurpurea'. Za cel badań

przyjęto sprawdzenie wpływu różnych terminów przycinania na wzrost i jakość krzewów, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości wykonania tego zabiegu w okresie, kiedy powierzchnia gleby w szkółce jest zamrznięta. Uzyskane wyniki potwierdziły, że cięcie krzewów przyspieszało tempo wzrostu oraz zwiększało liczbę pędów na roślinie, a także wskazało możliwość mechanicznego wykonania zabiegu po zamrznięciu gleby w szkółce. Najlepszym terminem cięcia ograniczającym uszkodzenia krzewów przez opady śniegu był termin jesienny po wystąpieniu silnych przymrozków (Zał. 5, II D: 6).

Obserwacje naukowe prowadziłem również na ogóreczniku lekarskim. W wyniku przeprowadzonego doświadczenia polowego, w którym stosowano *fluazyfop-P-butylu* w dawce 187,5 g ha⁻¹ po wschodach ogórecznika stwierdzono jego dobrą selektywność wobec rośliny uprawnej i wysoką skuteczność w zwalczaniu chwastnicy jednostronnej oraz perzu. W doświadczeniu aplikowano również *napropamid* w dawkach 900 i 1350 g ha⁻¹, który powodował przemijające przebarwienia pierwszego liścia siewek ogórecznika, co jednak nie miało wpływu na dalszy wzrost roślin. Dobrze natomiast zwalczał on roczne trawy i niektóre chwasty dwuliścienne. Olej pochodzący z nasion roślin rosnących na poletkach traktowanych niższymi dawkami *napropamidu* zawierał mniej kwasu gamma-linolenowego, a uzyskany z nasion zawiązanych przez rośliny rosnące na poletkach traktowanych wyższymi dawkami *napropamidu* oraz *fluazyfop-P-butylu* - mniej kwasu erukowego. (Zał. 5, II D: 1).

Skład chemiczny oraz zanieczyszczenia substancjami toksycznymi (metalami ciężkimi) surowców roślinnych

Badania prowadzone w kierunku optymalizacji zabiegów agrotechnicznych na różnych etapach produkcji sadowniczej i ogrodniczej w efekcie kończyły się pozyskaniem owoców, które charakteryzowały się różnymi cechami fizycznymi i walorami sensorycznymi. Obserwowana zmienność w tym zakresie skutkowałą poszerzeniem badań o aspekt monitorowania ich składu chemicznego, zawartości składników biologicznie czynnych, a nawet zanieczyszczeń wpływających na bezpieczeństwo ich spożycia.

Badania prowadzono na jabłkach odmian: 'Jonica', 'Šampion' i 'Pinova' wyprodukowanych na terenie województwa lubelskiego. W wyniku wieloletnich obserwacji stwierdzono, że największą koncentracją składników pokarmowych w suchej masie charakteryzowały się jabłka odmiany 'Šampion' i 'Ligol'. Najzasobniejsze w elementy mineralne ogółem okazały się owoce odmian 'Jonica' i 'Šampion', a w błonnik jabłka odmiany 'Pinova' (Zał. 5, II D: 12, 13, 14; III B: 5, 18). Nieco inne wyniki otrzymano w doświadczeniu prowadzonym w latach 2005-2006 analizując wpływ terminu zbioru na zawartość makro- i mikroelementów w jabłkach 'Jonica', 'Šampion' i 'Pinova'. Stwierdzono wówczas, że najbogatsze w badane elementy mineralne okazały się owoce odmiany 'Pinova', zarówno skórka, jak i miąższ. W nich oznaczono najwyższe ilości makroelementów: K, Na i Mg oraz mikroelementów: Cu, Fe, Zn i Mn w porównaniu do jabłek pozostałych odmian. W przypadku większości składników

mineralnych wyższe ich stężenia notowano w tkankach owoców zbieranych w I terminie w porównaniu do jabłek zebranych w terminie II (**Zał. 5, II D: 9, 10; II K: 3, 7, 8; III B: 4, 10, 11, 14, 15, 16**). Wyniki badań przeprowadzonych w 2016 r. monitorujących skład chemiczny jabłek dostępnych na lubelskim rynku potwierdziły wysoką wartość odżywczą jabłek 'Pinova', szczególnie w zakresie obecności substancji biologicznie czynnych. W nich oznaczono najwyższy poziom związków fenolowych ogółem, podczas gdy owoce odmiany 'Šampion', zawierały największe ilości kwasu chlorogenowego, a jabłka 'Ligoł' i 'Jonica' - epikatechin (**Zał. 5, II D: 25**). Analizując wartość pokarmową i odżywczą owoców trudno pominąć substancje szkodliwe, które potencjalnie mogą wykluczyć owoce ze spożycia. Należą do nich metale ciężkie, których monitoring jest dzisiaj stale prowadzony nie tylko przez ośrodki naukowe, ale również zrzeszenia konsumenckie. Badania w cyklu 2-letnim przeprowadzono na terenie województwa lubelskiego w sadach położonych od siebie w promieniu do około 40 km, w miejscowościach: Łęczna, Wola Sernicka, Lublin, Puławy, Góry Markuszowskie i Stryjno. Z tych sadów pozyskano jabłka odmiany 'Jonica'. Poziom kumulacji metali ciężkich badano również w owocach odmiany 'Šampion'. W tym przypadku analizowano nie wpływ miejsca produkcji, a typ podkładki (P14, M26, P60, P2, M9 i P22) na zdolność kumulowania metali ciężkich. We wszystkich owocach nie stwierdzono przekroczonych dopuszczalnych poziomów Cd i Pb. Skórki kumulowały wyższe ilości metali ciężkich w porównaniu do miąższu. Mycie jabłek obniżało ich poziom, zwłaszcza Pb, nawet do 20%. Najbardziej skażonymi okazały się owoce zebrane z sadów zlokalizowanych przy dużych aglomeracjach miejskich i przemysłowych: Lublina, Puław i Łęcznej. W przypadku owoców odmiany 'Šampion' najbardziej zanieczyszczone badanymi metalami ciężkimi okazały się jabłka zebrane z drzew rosnących na podkładkach P60 i P22 (**Zał. 5, II A: 7; II D: 7, 8, 11; II K: 4, 5; III B: 12, 13, 17**).

Monitoring jakości składu chemicznego prowadzono również w przypadku gruszek. Owoce te cieszą się dużą popularnością w Polsce. W gruszkach odmian 'Lukasówka', 'Concorde' i 'Faworytka' oznaczono najwyższą zawartość suchej masy. Gruszki 'Konferencja' zawierały największe ilości elementów mineralnych, a odmiana 'Faworytka' - błonnika. Zawartość białka ogólnego była na stałym poziomie. Ilość cukrów łatwohydrolizujących istotnie różniła się w zależności od odmiany, a najwyższy ich poziom oznaczono w owocach 'Lukasówki'. Gruszki okazały się bardziej kaloryczne od jabłek. Największą zawartość związków fenolowych ogółem oznaczono w odmianie 'Faworytka'. Spośród oznaczonych związków biologicznie czynnych najwięcej było kwasu chlorogenowego, w który najzasobniejsze okazały się gruszki odmiany 'Konferencja'. Natomiast owoce 'Faworytki' okazały się najbogatsze w epikatechiny (**Zał. 5, II A: 7; II D: 25**).

Analizę bezpieczeństwa owoców dostępnych na rynku rozszerzono również na maliny. Do badań wybrano odmiany: 'Benefis', 'Laszka', 'Glen Ample', 'Tulameen', 'Malling Promise', 'Malling Seedling', 'Polana' i 'Polka', w których określono i porównano zawartość metali ciężkich: Pb, Cd, Cu i Zn. Największą kumulację Pb stwierdzono w malinach 'Laszka', 'Benefis' i 'Tulameen', a najmniejszą w odmianach: 'Malling Promise', 'Polka' i 'Glen Ample'. Kadm na najwyższym poziomie został oznaczony

w owocach 'Laszka', 'Malling Seedling' i 'Benefis', a na najniższym w malinach 'Tulameen'. Wszystkie badane owoce spełniały standardy bezpieczeństwa dla konsumenta, oznaczona w nich koncentracja Cd i Pb nie przekraczała dopuszczalnych norm (**Zał. 5, II D: 5**).

Tak szeroko prowadzone badania pozwoliły nie tylko na monitoring jakości odżywczej i bezpieczeństwa owoców znajdujących się na rynku, ale również na analizę wpływu rodzaju podkładek stosowanej do produkcji drzewek owocowych na jakość owoców, co otwiera drogę do produkcji żywności projektowanej, czy nawet funkcjonalnej.

W kręgu moich zainteresowań naukowych pozostawały nie tylko owoce. Badaniami obejmowałem również jakość odżywczą innych surowców roślinnych cenionych w żywieniu ludzi i zwierząt. Do nich należały nasiona roślin bobowatych, a także zioła o charakterze immunostymulującym. W badaniach nad wartością odżywczą nasion bobowatych porównywano 10 gatunków, a wśród nich 12 odmian. W badanym materiale roślinnym szczególnie wysoką zawartością białka ogólnego charakteryzowały się nasiona łubinu żółtego i łubinu andyjskiego, które wykazywały także wysoki odsetek hipocholesterolemicznych kwasów tłuszczowych. W nasionach łubinów oznaczono także najwyższy ($P < 0,05$) poziom włókna surowego, oraz jego frakcji: włókna neutralno-detergentowego oraz celulozę oraz zawartość Mg, K, Cu, Zn i Fe. Natomiast w nasionach ciecierzycy określono najwyższą zawartość fenoli ogółem i polifenoli. Największą ($P < 0,05$) aktywność przeciwutleniającą (DPPH) odnotowano dla soczewicy i żółtych nasion łubinu. W porównaniu do innych przedstawicieli roślin strączkowych rośnie znaczenie łubinu, ponieważ skład chemiczny jego nasion sprawia, że roślina jest ważnym materiałem odżywczym (**Zał. 5, II A: 1, 3**).

Duży potencjał ochronny w profilaktyce i leczeniu chorób zależnych od diety zarówno u ludzi, jak i zwierząt wykazują również zioła. Analizę ich właściwości przeprowadzono na podstawie dostępnej literatury. Zawierają duże ilości substancji stymulujących układ odpornościowy na jak np. witamina C, karotenoidy, czy flawonoidy. Do ziół o wyjątkowych właściwościach immunostymulujących należą jeżówka, lukrecja, czosnek, czy kurkuma. Dodatkowo wykazują one działanie antywirusowe, bakteriobójcze, przeciwgrzybicze i przeciw pasożytnicze. Badania wskazują, że mogą powodować wzrost ekspresji genów związanych z odpowiedzią immunologiczną organizmu, zwłaszcza u organizmów młodych (**Zał. 5, II A: 4**).

Efektywność zastosowania zimnej plazmy w produkcji ogrodniczej oraz innych technologii kształtujących jakość surowców roślinnych

W produkcji rolniczej i ogrodniczej sięga się coraz częściej po nowoczesne technologie, które mogą zwiększyć jej efektywność. Do nich należy technologia zimnej plazmy. Jest ona coraz częściej stosowana w systemach biologicznych, ponieważ wytwarzane w niej aktywne cząstki, jak: jony, elektrony, czy wolne rodniki mają stymulujący wpływ na intensyfikację procesów biochemicznych oraz fizjologicznych roślin i ich nasion. Zimną plazmę stosowano jako stymulator kiełkowania nasion cebuli i wzrostu jej siewek. Badania potwierdziły pozytywny wpływ zastosowanej technologii na

proces kiełkowania. Najbardziej intensywny wzrost sadzonek cebuli obserwowano w materiale roślinnym poddawanej 240-s terapii plazmą zimną (Zał. 5, II D: 21, 22). Natomiast w skuteczności przedsięwziętej stymulacji nasion w zapobieganiu występowania grzybic patogenów cebuli najlepsze wyniki otrzymano dla nasion traktowanych plazmą przez 480 s. Nasiona zostały zasiedlone głównie przez *Alternaria alternata*, *Penicillium spp.*, *Trichoderma harzianum* i *Fusarium oxysporum*. Przeprowadzone obserwacje sugerują, że istnieje możliwość obróbki nasion cebuli do produkcji w warunkach organicznego systemu uprawy bez chemicznych pestycydów (Zał. 5, II D: 23).

Skuteczność zimnej plazmy również badano w likwidacji szkodnika upraw rozmarynu - liguryjskiego konika polnego (*Eupteryx decemnotata*). Największą skuteczność, w granicach 70-92 %, eliminacji larw i form dorosłych z roślin rozmarynu uzyskano stosując 595 ppm ozonu przez 10 minut. Uzyskane wyniki wskazują na potencjalną przydatność stosowania ozonu w uprawie – przygotowaniu do transportu roślin rozmarynu i prawdopodobnie innych ziół również (Zał. 5, II D: 24).

Innym czynnikiem fizycznym wpływającym na kiełkowanie nasion, wschody i wzrost wielu roślin uprawnych jest pole magnetyczne. W badaniach prowadzonych na nasionach rzodkiewki odmiany 'Mila' (1 – 8 letnie) zastosowano zmienne pole magnetyczne o niskiej częstotliwości 50 Hz w 3 dawkach indukcji magnetycznej: 0 (kontrola), 30 i 60 mT przez 30 s. Traktowanie nasion polem magnetycznym o indukcji 30 i 60 mT poprawiło, nawet do 19 %, zdolności kiełkowania starych nasion (Zał. 5, II A: 5).

Procesy technologiczne wykorzystywane są nie tylko w procesie produkcji surowców roślinnych, ale również mogą być stosowane do modyfikacji ich składu chemicznego. Najczęściej stosowana jest obróbka termiczna, jak: naświetlanie promieniami mikrofalowymi, mikronizacja, czy tradycyjne gotowanie. Głównym ich celem jest sterylizacja materiału roślinnego i obniżenie poziomu substancji antyodżywczych. Badaniom poddano nasiona oleiste: lnu, lnianki i słonecznika oraz nasiona grochu. Niestety we wszystkich przetwarzanych nasionach notowano utratę większości składników odżywczych i bioaktywnych. Stwierdzono także w tłuszczu nasion nasilenie saturacji wielonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz pojawienie się niewielkich ilości izomerów trans. Pomimo tych modyfikacji składu chemicznego przetwarzane nasiona nadal wydają się dobrym źródłem składników odżywczych (Zał. 5, III B: 1, 3).

Ocena sposobów żywienia i preferencje dietetyczne konsumentów

W 2016r w wyniku restrukturyzacji prowadzonej na Uczelni rozpocząłem pracę w Katedrze Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz. Zgodnie z polem badań naukowych prowadzonych w Jednostce moje zainteresowania naukowe poszerzyły się o zagadnienia z dziedziny żywienia człowieka. Odzwierciedliły się one również w mojej aktywności dydaktycznej, w ramach której pod moim kierunkiem realizowane były przedmioty i prace dyplomowe z tego zakresu. Na tym polu moje zainteresowania naukowe związane są głównie z analizą zwyczajów żywieniowych różnych

grup konsumentów, częstotliwością spożywania produktów spożywczych (sery) (Zał. 5, II K: 1) oraz ich jakością (mleko) (Zał. 5, II A: 2).

6. Podsumowanie dorobku naukowego

Na mój dorobek naukowo-badawczy składają się **180 opracowania naukowe**, wśród których jest (Tabela 1., 2., 3.):

- **34 oryginalnych prac twórczych**, w tym:
 - 10 opublikowanych w czasopismach z **Listy Filadelfijskiej (IF)**,
 - 21 opublikowanych w czasopismach bez wskaźnika IF,
 - 3 rozdziały w **monografii**,
- **105 opracowań naukowych** w randze **ekspertyz**,
- **1 artykuł** popularno-naukowy,
- **37 komunikatów naukowych**, w tym:
 - 4 uwzględnione w **bazie Web of Science**.

W ujęciu wskaźnikowym mój **dorobek naukowo-badawczy** przedstawia się następująco:

- Sumaryczna liczba punktów MNiSW w roku opublikowania – **426**,
- Sumaryczny Impact Factor według listy Journal Citation Reports – **12,427**,
- Liczba cytowań według bazy Web of Science – **26** (bez autocytań - **23**),
Scopus – **27** (bez autocytań - **22**),
Google Scholar – **96**,
- Indeks H według bazy Web of Science – **4**,
Scopus – **3**,
Google Scholar – **6**.

Tabela 1. UDZIAŁ HABILITANTA W PUBLIKACJACH NAUKOWYCH

Rodzaj publikacji	Prace samodzielne	Pierwszy autor	Drugi autor	Trzeci lub dalszy autor	Razem
Oryginalne prace naukowe	4	6	10	11	31
Rozdziały w monografii naukowej	2	-	-	1	3
Materiały konferencyjne	9	2	16	10	37
Razem	15	8	26	22	71

W uznaniu mojej pracy naukowej i zawodowej otrzymałem **nagrody i wyróżnienia**:

2008 - Wyróżnienie za projekt naukowy pt.: „Metody rozmnażania drzew i krzewów”, przyznane przez Komitet Organizacyjny V Lubelskiego Festiwalu Nauki,

2015 - Odznaczenie Medalem Srebrnym za długoletnią służbę postanowieniem Prezydenta Rzeczypospolitej Polski z dnia 7 października 2015 r. (Nr. 418-2015-54),

2016 - Nagroda Rektora Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie za ogromne zaangażowanie i wkład pracy w organizację XIII edycji Lubelskiego Festiwalu Nauki z dnia 26 października 2016 r. (KK-4935/2016),

2018 - Odznaczenie Medalem Edukacji Narodowej postanowieniem Ministra Edukacji Narodowej z dnia 8 sierpnia 2018 r. (Nr. 164946).

W ramach realizacji **projektów i zadań** prowadziłem badania z zakresu szeroko pojętego ogrodnictwa:

- „Wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na jakość materiału szkółkarskiego”, 1997 – 2003, zadanie badawcze OKN-DS/1, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie – główny wykonawca,
- „Optymalizacja rozmnażania roślin”, 2004 – 2015, zadanie badawcze OKN-DS/2, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie – wykonawca,
- „Ocena i kształtowanie jakości produktów rolniczych” TKB-DS./1 2016 – 2018, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie – wykonawca.

Aplikowałem także o europejskie fundusze w ramach projektu H2020-FETOPEN-1-2016-2017, Proposal No: 801286 EDEN Horizon 2020 Research and Innovation Framework Programme pt.: „Electrical discharge greenhouse”.

Moje doświadczenie naukowe znalazło uznanie w krajowym i międzynarodowym środowisku naukowym o czym świadczą zaproszenia do wykonania **recenzji publikacji** dla czasopism naukowych – **2 aktywności**.

Natomiast moja wiedza naukowa i bardzo szerokie doświadczenie branżowe stale wykorzystywane jest w opracowywaniu naukowym zagadnień z zakresu szeroko pojętego ogrodnictwa, leśnictwa i ochrony środowiska w ramach **ekspertyz** na zlecenie przygotowywanych do celów postępowań sądowych / prokuratorskich / dochodzeniowych / administracyjnych – **105 aktywności**.

Istotnym narzędziem pogłębiania wiedzy, szczególnie w aspekcie praktycznym, są **staże naukowe**, które odbyłem w ośrodkach:

- Fleuren Nursery B.V., Wageningen University & Research Centre, Holandia (01.08. – 31.08.1997),

- Lviv National Agrarian University, Faculty Agrotechnologies and Ecology, Faculty of Production Engineering, Dublany. Ukraina (17.07 – 25.08.2017).

Tabela 2. LICZBOWE ZESTAWIENIE DOROBKU NAUKOWEGO

Rodzaj publikacji	Liczba publikacji	Impact Factor (IF)	Suma pkt. MNiSW w roku opublikowania
Przed doktoratem			
Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie <i>Journal Citation Reports</i> (część A wykazu MNiSW)	-	-	-
Publikacje naukowe w czasopiśmie nieposiadającym IF (część B wykazu MNiSW)	5	-	14
Publikacje w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowej uwzględnionej w bazie Web of Science	-	-	-
Niepublikowane, oryginalne opracowania naukowe w randze ekspertyz (przeniesione prawa do publikacji i własności na podmiot zamawiający)	-	-	-
Rozdziały w monografii naukowej	-	-	-
Materiały konferencyjne	11	-	-
Publikacje popularno-naukowe	1	-	-
Po doktoracie			
Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie <i>Journal Citation Reports</i> (część A wykazu MNiSW)	10	12,427	235
Publikacje naukowe w czasopiśmie nieposiadającym IF (część B wykazu MNiSW)	16	-	102
Publikacje w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowej uwzględnionej w bazie Web of Science	4	-	60
Niepublikowane, oryginalne opracowania naukowe w randze ekspertyz (przeniesione prawa do publikacji i własności na podmiot zamawiający)	105	-	-
Rozdziały w monografii naukowej	3	-	15
Materiały konferencyjne	25	-	-
Publikacje popularno-naukowe	-	-	-

RAZEM	180	12,427	426
W tym osiągnięcie naukowe	6	2,736	91

Tabela 3. ZESTAWIENIE DOROBKU NAUKOWEGO WEDŁUG TYTUŁÓW CZASOPISM

Czasopismo	Liczba publikacji	Impact Factor (IF)	Suma pkt. MNiSW w roku opublikowania
Publikacje naukowe w czasopismach znajdujących się w bazie <i>Journal Citation Reports</i> (część A wykazu MNiSW)			
Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus:			
2011	1	0,393	
2013	2	0,522	20
2018-2019	2	0,488	
Annals of Animal Science	1	1,018	20
Biological Trace Element Research	1	2,361	15
European Food Research and Technology	1	1,919	30
Journal of Food Composition and Analysis	1	2,956	35
Scientia Horticulturae	1	1,760	35
RAZEM	10	12,427	235
Publikacje naukowe w czasopiśmie nieposiadającym IF (część B wykazu MNiSW)			
Acta Agrobotanica			
2000	1	-	3
2005	1	-	4
2013-2014	2	-	8
Acta Agrophysica	2	-	4
Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria	1	-	4
Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio EEE, Horticultura:			
1999	1	-	2
2002	2	-	4
2012	1	-	1
2015	1	-	6
2016	1	-	6
Polish Journal of Environmental Studies	4	-	10
Problemy Higieny i Epidemiologii	1	-	7

Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie	1	-	1
Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	1		6
Żywnienie Człowieka i Metabolizm	1	-	4
RAZEM	21		116

Ważnym aspektem mojej pracy jest aktywny udział w **popularyzowaniu wyników badań naukowych** poprzez:

- Aktywny udział w konferencjach naukowych – **37 (20 po doktoracie)**,
- Współpraca z praktyką rolniczą – aplikacje produktów (wdrożenie wyników badań) – **12 aktywności**,
- Prowadzenie wykładów dla pracowników Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Roślin i Nasiennictwa w Lublinie – **5 aktywności**,
- Prowadzenie wykładów dla pracowników Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Ogrodnictwa – **6 aktywności**,
- Prowadzenie pokazów i warsztatów specjalistycznych w ramach Lubelskiego Festiwalu Nauki – **12 aktywności**,
- Praca w zespole jako ekspert:
 - w projekcie Forwarding Regional Environmental Sustainable Hierarchie (FRESH) Urzędu Marszałkowskiego Województwa Lubelskiego w Lublinie od 27.06.2012,
 - z ramienia Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w Komisji Konkursowej na Targach Rolniczych, Agro-Park 2017 w Lublinie, 04 - 05.03.2017.

7. Osiągnięcia związane z działalnością dydaktyczną i organizacyjną

Istotną część mojej pracy stanowią zajęcia dydaktyczne. Przygotowywałem i prowadziłem wykłady, ćwiczenia laboratoryjne, ćwiczenia audytoryjne, ćwiczenia terenowe w ramach:

- **20 przedmiotów** na Wydziale Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu z zakresu szkółkarstwa sadowniczego i ogrodniczego, upraw leśnych, oceny surowców zielarskich, herbologii, awifaunie w krajobrazie oraz seminariów,
- **8 przedmiotów** na Wydziale Inżynierii Produkcji z zakresu organizacja pracy, właściwości fizycznych i analizy żywności, marketingu i zarządzania, doradztwa rolniczego oraz seminariów,
- **2 przedmiotów** na kierunku międzywydziałowym Gastronomia i Sztuka Kulinarna (gastronomia systemowa i specjalna),

- **2 przedmiotów** na kierunku międzywydziałowym Hortitechniki Precyzyjne (materiałoznawstwo ogrodnicze i precyzyjne technologie produkcji w obiektach ogrodniczych).

Ponadto w zespole opracowywałem plany kształcenia dla specjalności **Sadownictwo i Szkółkarstwo na kierunku Ogrodnictwo**.

Aktywnie włączam się również w proces kształcenia młodych kadr. Jako **promotor prac dyplomowych** sprawowałem opiekę naukową na **49** osobami, w tym:

- Promotorstwo prac magisterskich – **24**,
- Promotorstwo prac inżynierskich - **25**.

Obecnie w trakcie pod moją opieką realizowana jest **1** praca magisterska.

Własną wiedzę i kompetencje stale podnoszę kształcąc się na około **17 różnych szkoleniach i kursach** z szerokiego zakresu tematycznego m.in. ogrodnictwa, leśnictwa, jakości żywności, metod statystycznych opracowywania wyników naukowych, czy komercjalizacji wyników badań naukowych. W nich nabyłem dodatkowe uprawnienia zawodowe:

- w zakresie pielęgnacji i leczenia drzew ozdobnych (Nr. PTChD/V/60/35/06. z dn. 08.04.2006),
- do prowadzenia badań na zwierzętach laboratoryjnych nabyte w ramach kursu pt.: „Szkolenie łączone dla osób wykonujących czynności związane z wykorzystaniem zwierząt do celów naukowych lub edukacyjnych.

Dodatkową działalność dydaktyczną prowadzę również w ramach:

- wykładów dla słuchaczy Uniwersytetu Trzeciego Wieku w Lublinie – **5 aktywności**,
- wykładów i zajęć praktycznych dla szkół średnich pt.: „Metody okulizacji i szczepienia drzew i krzewów” - **stała oferta**,
- pokazów i warsztatów specjalistycznych w ramach Dni Otwartych Uczelni - **4 aktywności**,
- działalności preorientacyjnej w szkołach średnich: wykłady, warsztaty z zakresu szczepienia i okulizacji drzew owocowych – **8 aktywności**.

W ramach **działalności organizacyjnej** uczestniczyłem w pracach i posiedzeniach:

- **Rady Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu** Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (2012-2016),
- **Komisji Przetargowych** Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie (2016-2018).

