

AUTOREFERAT

OPIS DOROBKU I OSIĄGNIĘĆ DYDAKTYCZNYCH

dr inż. Ireneusz Ochmian

Katedra Ogrodnictwa
Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
ul. Słowackiego 17
71-434 Szczecin
Tel. 91 449 61 60
iochmian@zut.edu.pl

1. DANE PERSONALNE:

Imię i nazwisko: Ireneusz Ochmian

Miejsce zatrudnienia: Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa

2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE:

10.06.1999 magister inżynier,
praca magisterska: Porównanie wzrostu i plonowania kilku odmian czereśni okulizowanych na trzech typach podkładek serii PHL i czereśni ptasiej
promotor: dr hab. Piotr Chełpiński

29.09.2005 doktor inżynier,
rozprawa doktorska: Wpływ nawożenia i nawadniania na wzrost i plonowanie pięciu odmian jabłoni na podkładkach karłowych
promotor: prof. dr hab. M. Krystyna Ostrowska

3. INFORMACJE O DOTYCHCZASOWYM ZATRUDNIENIU W JEDNOSTKACH NAUKOWYCH:

01.10.1999-30.09.2003 słuchacz Międzywydziałowych Studiów Doktoranckich Akademii Rolniczej w Szczecinie

01.10.2002–31.05.2003 asystent - 1/8 etatu ,
Katedra Sadownictwa
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Akademia Rolnicza w Szczecinie

01.06.2003–31.12.2003 specjalista - 8/10 etatu,
Katedra Sadownictwa
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Akademia Rolnicza w Szczecinie

01.01.2004–31.10.2005 asystent - 8/10 etatu,
Katedra Sadownictwa
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Akademia Rolnicza w Szczecinie

01.11.2005–31.08.2006 adiunkt- 9/10 etatu
Katedra Sadownictwa
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Akademia Rolnicza w Szczecinie

01.09.2006–31.08.2014 adiunkt
Katedra Sadownictwa
Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa
Akademia Rolnicza w Szczecinie

4. WSKAZANIE OSIĄGNIĘCIA WYNIKAJĄCEGO Z ART. 15 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. NR 65, POZ. 595 ZE ZM.):

4.1. Osiągnięciem, stanowiącym podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego jest rozprawa pod tytułem:

Studia nad wpływem zróżnicowanych zabiegów agrotechnicznych na wzrost, plonowanie oraz jakość owoców borówki wysokiej (*V. corymbosum* L.) i borówki niskiej (*V. angustifolium* L.)

tworząca jednotematyczny cykl następujących publikacji:

Lp.	Publikacja	IF ^{a)}	IF ^{b)}	Punktacja MNiSW
1	Ochmian Ireneusz , Grajkowski Józef, Skupień Katarzyna. 2010. Effect of substrate type on the field performance and chemical composition of highbush blueberry cv. Patriot. Agricultural and Food Science, 19, 1, :69-80. <i>indywidualny wkład; koncepcja pracy i postawienie hipotez badawczych, zaplanowanie, założeniu i prowadzenie doświadczenia, wykonywanie pomiarów polowych i laboratoryjnych (pomiarów biometryczne krzewów i plonu, jędrności, zawartości azotanów, azotynów, kwasowości i wydajności sokowej, udział w pomiarach zawartości mikro, makroelementów i polifenoli), zbieranie danych, interpretacja wyników, obliczenia statystyczne, pisanie pracy i jej korekta, udział własny szacuję na 50%</i>	0,793	0,938	25
2	Ochmian Ireneusz , Grajkowski Józef, Skupień Katarzyna. 2009. Influence of substarteon yield and chemical composition of highbush blueberry fruit cv. 'Sierra'. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 17, 1, :89-100. Obecnie Journal of Horticultural Research <i>indywidualny wkład; koncepcja pracy i postawienie hipotez badawczych, zaplanowanie, założeniu i prowadzenie doświadczenia, wykonywanie pomiarów polowych i laboratoryjnych (pomiarów biometryczne krzewów i plonu, jędrności, zawartości azotanów, azotynów, kwasowości i wydajności sokowej, udział w pomiarach zawartości mikro, makroelementów i polifenoli), zbieranie danych, interpretacja wyników, obliczenia statystyczne, pisanie pracy i jej korekta, udział własny szacuję na 50%</i>	-	-	9
3	Ochmian Ireneusz . 2013. Growth, yield and fruit quality two cultivars lowbusch blueberry. Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus 12, (2), :87-96. <i>udział własny 100%</i>	0,691	0,690	20
4	Ochmian Ireneusz . 2012. The impact of foliar application of calcium fertilizers on the quality of highbush blueberry fruits belonging to the 'Duke' cultivar. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 40, 2, :163-169. <i>udział własny 100%</i>	0,590	0	15
5	Ochmian Ireneusz . 2013. Wpływ warunków siedliskowych na zawartość mikro i makroelementów w liściach i owocach kilku odmian borówki wysokiej. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica 305, 27, :67-74. <i>udział własny 100%</i>	-	-	5

6 Ochmian Ireneusz, Saniewska Adrianna.2012.Wpływ podłoża na ukorzenianie się sadzonek zielnych i zdrewniałych borówki wysokiej odmiany Bluecrop. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica 296, 23, :81-89. <i>indywidualny wkład; koncepcja pracy i postawienie hipotez badawczych, zaplanowanie, założeniu i prowadzenie doświadczenia, wykonywanie pomiarów, zbieranie danych, opracowanie i interpretacja wyników, pisanie pracy i jej korekta, udział własny szacuję na 70%</i>	- - 5
Razem	2,074 1,628 79

^{a)} sumaryczny Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy

^{b)} 5-letni Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem, w którym przygotowano zestawienie (IF²⁰¹²)

Ogólna liczba punktów za jednotematyczny cykl publikacji wg wykazu czasopism naukowych MNiSW (z dnia 17.12.2013) wynosi **79 punktów**.

Sumaryczny Impact Factor (IF) za jednotematyczny cykl publikacji wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy wynosi **2,074**, 5-letni IF – **1,628**.

Część badań zrealizowano w ramach grantu habilitacyjnego MNiSW/NCN N N310 205337

4.2. Omówienie celu naukowego w/w publikacji, jak również osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich ewentualnego wykorzystania.

W ramach osiągnięcia naukowego, stanowiącego w rozumieniu ustawy jednotematyczny cykl publikacji, przedstawiona problematyka dotyczy badań nad wzrostem, plonowaniem oraz wartością biologiczną owoców borówki wysokiej oraz niskiej. Zbadałem pod kątem przydatności do uprawy trzy podłoża: glebę murszową, trociny z drzew iglastych oraz łuskę z ziarna kakaowego, z których przygotowano wały na glebie nieodpowiedniej dla uprawy dla tych gatunków. Ponadto porównałem wpływ uprawy konwencjonalnej, z wykorzystaniem nawozów sztucznych oraz środków ochrony roślin i uprawy ekologicznej na zawartość składników mineralnych w liściach. Wykazałem zasadność stosowania nawozów wapniowych w celu polepszenia jakości owoców. Przedstawiłem również efektywność ukorzeniania zielnych i zdrewniałych sadzonek borówki wysokiej w różnych rodzajach podłoży.

Wstęp

Borówka wysoka (*Vaccinium corymbosum* L.) należy do szczególnie wartościowych roślin, których uprawa w Polsce dynamicznie się rozwija. Związane jest to z wysoką ceną jagód (w ostatnim roku ok. 20 zł za kg w sprzedaży hurtowej), ale także z rosnącym zapotrzebowaniem na owoce. Owoce sprzedaje się na rynku krajowym, ale głównie eksportuje do Niemiec, Wielkiej Brytanii, a także do RPA czy Japonii. Rosnący popyt na owoce wynika z cennych walorów smakowych, dietetycznych, zdrowotnych zwłaszcza pozyskiwanych z plantacji ekologicznych.

Borówka wysoka należy do rodziny wrzosowatych (*Ericaceae*) i podobnie jak najbardziej znana w Polsce borówka czernica oraz inne gatunki występujące również w Europie Wschodniej (*V. myrtillus* L., *V. vitis-idaea* L., *V. uliginosum* L., *V. oxycoccus*,) (Pliszka i Clayton-Greene 1993). Jest to stosunkowo nowy gatunek sadowniczy, zwłaszcza w Europie. Pochodzi z Ameryki Północnej, gdzie na skalę towarową uprawia się ją od prawie 180 lat (Zmarlicki 2006), razem z innymi dzikimi gatunkami z rodzaju *Vaccinium* - *V. angustifolium* Ait., *V. ashei* Reade, *V. macrocarpon* Ait.

(Yarborough i Smagula 1997). Powierzchnie plantacji borówki wysokiej na świecie szacuje się na ponad 30 tys. ha. W Polsce pierwsze próby uprawy miały miejsce w latach dwudziestych ubiegłego stulecia, które zakończyły się niepowodzeniem. Po drugiej wojnie światowej prof. Pieniążek ponownie podjął próby uprawy, ale nie przyniosły one oczekiwanych rezultatów (Smolarz 2003). Na początku lat siedemdziesiątych sprowadzono z USA i Niemiec sadzonki z których założono plantacje, już w odpowiednio przygotowanych podłożach (Pliszka 1997). W Polsce nastąpił dynamiczny wzrost areалу tych upraw, które obecnie szacuje się na kilka tysięcy hektarów, co plasuje nas wśród czołowych producentów Europy. Koszty założenia i prowadzenia plantacji są wysokie, głównie związane jest to z wyborem odpowiedniego stanowiska (Smolarz 2006; Smolarz i in. 2006), jednak mogą się zwrócić w dość szybkim czasie. Gatunkiem pochodzącym z rejonów Ameryki Północnej jest również *Vaccinium angustifolium*, zwana borówką niską (Lowbush blueberry) lub kanadyjską (Canadian blueberry) (Vander-Kloet 1988). W Europie tą nazwą określa się rośliny z gatunku *V. myrtillus* L. (Kononchuk i Kononchuk 2009). Ze skrzyżowania *V. angustifolium* z *V. corymbosum* powstało kilka odmian uprawnych, m in. szwedzkie Putte i Emil. Rośliny powstałe w trakcie krzyżowania nazywane są czasami również borówką niską lub półwysoką.

Zarówno borówka wysoka jak i niska wywodzą się z roślinności leśno-borowej, z wrzosowisk, wymaga więc gleb podobnych do gleb leśnych. Przydatne do uprawy mogą być gleby bielcowe, o niskim pH i ustabilizowanym poziomie wód gruntowych (Starast i in. 2002). Owoce borówki niskiej wyglądem, smakiem i składem chemicznym przypominają owoce dzikich form *V. angustifolium* (Hjalmarsson 2006). Dotychczasowe badania wykazały, że ze względu na dużą odporność na mrozy mogą być one uprawiane w chłodniejszych rejonach Europy północnej (Karp i in. 2000). W przypadku obu gatunków najwyższe plony uzyskuje się natomiast na zmeliorowanych torfach wysokich. Stanowiska takie są rzadkością, stąd powstała koncepcja wykorzystania do uprawy sztucznie przygotowywanych podłoży. Powinny one charakteryzować się stabilnym uwilgotnieniem, ważnym dla wrażliwego, płytkiego systemu korzeniowego. Rozgałęzione korzenie współżyją z grzybami mikoryzowymi, występującymi we wszystkich strefach ryzosfery, dostarczając roślinom makro- i makroelementów (Pliszka 2002). Dzięki tej symbiozie rośliny są odporniejsze na stresy spowodowane specyficznymi warunkami glebowymi, suszę jak i stagnację wody w glebie (Ameglio i in. 2000). Borówka najlepiej rośnie i owocuje w glebach, o temperaturze 18-21°C, co zapewniają gleby próchniczne (Perrier i in. 2000). Optymalny poziom próchnicy powinien wynosić 7%, minimalny 3,5%, a pH 3,5-4,5 (Eck 1988). Borówka niska jest rośliną o wymaganiach zbliżonych do krzewów borówki wysokiej (Vander-Kloet 1988) jednak bardziej odporną na zmiany odczynu i uwilgotnienia. Borówkę wysoką można uprawiać na glebach uboższych (<3% substancji organicznej), ale wówczas poleca się zainstalować nawadnianie lub zastosować ściółkę, która obniża pH gleby i wzbogaca ją w próchnicę, a zimą zapobiega przemarznięciu systemu korzeniowego (Neuweiller 1997). Jako ściółka polecana jest kora sosnowa i trociny z drzew iglastych, odpady z bawełny oraz łuska orzechów pekanowych (Krewer i in. 2002). Mało przydatna okazała się łuska kakaowa (Ochmian i in. 2007), która jest odpadem przy produkcji kakao i czekolady. Po zastosowaniu ściółek przez pierwsze lata powinno się zwiększyć nawożenie azotowe (Pliszka 2002). Optymalne uwilgotnienia gleby zapewnia nawadnianie, należy jednak zwrócić uwagę na odpowiednio niskie pH wody, ok. 4, gdyż większość wód ma odczyn zasadowy, co może powodować niekorzystne zmiany odczynu gleby (Mikiciuk i in. 2004). W praktyce do zakwaszania wody stosuje się kwas fosforowy, azotowy (Treder 1999) lub siarkowy (Ochmian i in. 2007). Wysokie plonowanie, intensywne nawadnianie oraz stosowanie organicznych ściółek wymusza utrzymywanie na stałym poziomie zawartości makro- i mikroelementów w roślinach i profilu glebowym (Pormale i in. 2009). Jednym ze wskaźników świadczącym o kondycji roślin jest zawartość składników mineralnych, zwłaszcza

w liściach. Wymagania pokarmowe borówki nie są wysokie w porównaniu do innych gatunków uprawnych (Gough 1994). Podstawą nawożenia krzewów borówki powinien być azot, którego rocznie stosuje się do 50 kg ha. Najbardziej polecany, z uwagi na kwaśny odczyn, jest siarczan amonu oraz bardzo zakwaszający fosforan mocznika (Ochmian; w druku).

Zachowanie wysokiej jakości pozbiorczej owoców jest jednym z celów do którego dąży producent. Jednym ze wskaźników świeżości i atrakcyjności owoców jest ich jędrność, zwłaszcza po okresie przechowywania. Owoce z większą zawartością wapnia charakteryzują się wyższą jędrnością (Fallahii in. 1997). Jednak doniesienia odnośnie wpływu tego pierwiastka na jędrność owoców borówki są niejednoznaczne. Owoce moczone po zbiorze w roztworze wapnia były mniej podatne na zgniatanie i jędrniejsze (Stückrath i in. 2008), ale nie wszystkie odmiany (Angeletti i in. 2010). Wytrzymałość mechaniczna skórki i miąższu jest uwarunkowana w dużej mierze stanem błon komórkowych, a w szczególności składem chemicznym pektyn zlepiających komórki roślinne w tkanki, za co odpowiada głównie wapń (Starck 2007; White i Broadley 2003). Deficyt wapnia skutkuje wieloma chorobami fizjologicznymi, obniżając m.in. wartość przechowalniczą i handlową owoców (Shear 1975). Korzenie roślin pobierają wapń z roztworu glebowego w formie jonu Ca^{2+} (White 2001), jednak ograniczeniu ilości wolnych jonów wapnia sprzyja wysoka zawartość próchnicy - kwasy organiczne tworzą z Ca^{2+} połączenia chelatowe (Starck 2007). Również niski odczyn podłoża utrudnia pobieranie jonów wapnia (Haynes 1986). Alternatywą jest więc dostarczanie nawozów wapniowych poprzez opryskiwanie roślin. Wapń dostarczony do liści nie ma znaczenia dla koncentracji tego składnika w owocach (Saure 2005), dlatego najlepsze efekty uzyskuje się wówczas, gdy roztwór preparatu wapniowego zostaje naniesiony bezpośrednio na powierzchnię owocu (Eichholz i in. 2011). Najlepszą przyswajalnością wapnia charakteryzują się owoce młode, o stosunkowo przepuszczalnej kutykuli (Schlegel i Schönherr 2002; Petit-Jimenez i in. 2009).

Owoce borówki w czasie wzrostu powiększają się i przechodzą kilka faz przebarwiania skórki, od zielonego przez czerwony do niebieskiego. Barwę tę zawdzięczają związkom antocyjanowym zgromadzonym w skórcie i w zewnętrznej warstwie miąższu (Ścibisz i Mitek 2002). Utrudnieniem przy zbiorze borówki jest nierównomierne dojrzewanie owoców, które trwa u niektórych odmian do 5 tygodni, i wymusza wykonywane kilkukrotnych zbiorów. Ręczny zbiór owoców borówki wysokiej jest mało wydajny, a owoce są narażone na uszkodzenia. Ocenę przydatności owoców do przechowywania określa się na podstawie wyglądu zewnętrznego. Owoce powinny być więc zbierane w fazie dojrzałości przechowalniczej o 3-4 dni wcześniej od dojrzałości konsumpcyjnej (Connor i in. 2002). Oddychając, owoce wydzielają ciepło, które sprzyja dojrzewaniu owoców. Ograniczanie tego proces osiąga się przez szybkie schłodzenie zebranych owoców, najlepiej tak, aby w ciągu jednej godziny uzyskały temperaturę ok. 2°C. Owoce borówki wysokiej w chłodni zwykłej można przechowywać przez kilkanaście dni, a umieszczone w hermetycznych komorach, w atmosferze złożonej głównie z azotu, przy bardzo niskiej zawartości tlenu (1-2%) i wysokiej zawartości dwutlenku węgla (1-2%) do ośmiu tygodni (Krupa i Tomala 2007). Na długo- i krótkotrwałe przechowywanie owoców w warunkach ULO i KA, w określonej atmosferze, która jest utrzymana w pojedynczej palecie pozwala system Palliflex, w którym na bieżąco kontrolowany jest skład atmosfery (Kurubaś i in. 2013). Warunki przechowywania owoców i ich stan fizjologiczny wpływa na zawartości antocyjanów (Ehlenfeld i Prior 2001; Krupa i Tomala 2006). Sposobem przechowywania owoców jest również ich zamrażanie, w czasie którego właściwości przeciwutleniające (Lohachoopol i in. 2004) i zawartości poszczególnych antocyjanów (Grajkowski i in. 2007) są zbliżone do owoców świeżych.

Zdrowa żywność według Światowej Organizacji Zdrowia, to taka żywność, która dostarcza niezbędnych składników odżywczych oraz nie zawiera szkodliwych substancji w ilościach

zagrożających zdrowiu. Ze względu na duże walory dietetyczne, głównie wysoką aktywność przeciwutleniającą, owoce borówki uznawane są za jeden z najzdrowszych artykułów spożywczych (Mainland i in. 2002). Pojemność przeciwutleniająca owoców nie jest cechą stałą, zależy od odmiany, warunków uprawy (Prior i in. 1998; Skupień i in. 2011) oraz sposobu konserwacji produktów. Mimo niskiej kaloryczności owoce borówki odznaczają się wartością zdrowotną, ponieważ zawierają istotne dla organizmu ludzkiego składniki jak: witaminy, sole mineralne, węglowodany, kwasy organiczne, substancje pektynowe i związki aromatyczne. Owoce borówek wykazują wysoką aktywność antyoksydacyjną, przewyższającą nawet czerwone wino. W 2004 roku brytyjska prasa i telewizja prześcigały się w podawaniu informacji o właściwościach zdrowotnych owoców borówki. Od tego momentu nastąpił gwałtowny wzrost zainteresowania konsumentów owocami borówki. Tesco poinformowało, że sprzedaż wzrosła o 185% w porównaniu do roku wcześniejszego. Związki te w owocach działają korzystnie na układ krążenia, uszczelniają naczynia włosowate i zmniejszają lepkość krwi. Pozytywnie wpływają na widzenie wieczorem i w nocy oraz leczą krótkowzroczność. Związki zawarte w owocach o ciemnym zabarwieniu zwiększają przepływ krwi (Khoo i in. 2012), a flawonoidy obniżają ryzyko zachorowalności na choroby nowotworowe (Kazimierzczak i in. 2009). Liczne drobne nasiona, błonnik i pektyny dobrze wpływają na działanie przewodu pokarmowego. Również owoce borówki niskiej mają wysokie walory odżywcze (Haddad i in. 2003) i zdrowotne (Martineau i in. 2006). Są bogatym źródłem przeciwutleniaczy (Halvorsen i in. 2002) flawonoidów, a zwłaszcza antocyjanów (Hakkinen i Torronen 2000).

W ostatnich latach w również w Polsce obserwuje się wzrost zainteresowania konsumentów spożywaniem płodów produkcji roślinnej pochodzących z upraw ekologicznych, czyli produkowanych w sposób zbliżony do naturalnego (Spevack 2006). W tych uprawach nie używa się nawozów sztucznych i chemicznych środków ochrony roślin, i dąży do zachowania żyzności gleby oraz różnorodności biologicznej (Popławski 2009). Stosowane są natomiast naturalne metody ochrony roślin, w postaci wyciągów roślinnych (Rembiałkowska i in. 2006). Takie owoce zawierają więcej korzystnych dla zdrowia związków bioaktywnych – mikro- i makroelementów (Rembiałkowska i in. 2003), związków polifenolowych (Wojdyło i in. 2010), kwasów organicznych i cukrów (Hallmann i Rembiałkowska 2007). Ten rodzaj produkcji jest jednak bardziej pracochłonny, a wydajność, zwłaszcza w początkowym okresie, jest niższa w porównaniu z produkcją metodami konwencjonalnymi. Powoduje to, że ceny żywności ekologicznej są wyższe, a producenci, aby sprostać konkurencji, korzystają z dotacji państwowych. W Europie powiększa się areał gruntów uprawianych w systemie ekologicznym (Meier-Ploeger 2005), jednak nie wszystkie rośliny nadają się do takiej uprawy.

Borówka wysoka w naturze głównie rozmnaża się z nasion. W produkcji szkółkarskiej najczęściej stosowane jest rozmnażanie przez sadzonki zdrewniałe i zielne i metodą *in vitro* (Krewer i Cline 2003). Są jednak wątpliwości czy rośliny uzyskane z *in vitro* są przydatne do uprawy (Smolarz i Chlebowska 1997). Krzewy borówki wysokiej rozmnażane *in vitro* silniej rosną (El-Shiekh i in. 1996), później wchodzi w okres owocowania, a plony są niższe. Podczas ukorzenia najważniejsza jest temperatura, która nie powinna spadać poniżej 18°C, i wilgotność powietrza, zawsze powyżej 95% (Krewer i Cline 2003). Zastosowane podłoże ma wpływ na procesy ukorzenia, decyduje o ilości przyjęć ukorzenianych sadzonek, a także o jakości powstałego systemu korzeniowego. Powinno dobrze utrzymywać wilgoć, mieć luźną strukturę, zapewniającą swobodny dopływ tlenu oraz powinno mieć odpowiednie dla gatunku odczyn (Bradley 2007). Powinno również być tanie i łatwo dostępne, z uwagi na skalę produkcji.

Cele naukowe i otrzymane wyniki

H1. Ochmian Ireneusz, Grajkowski Józef, Skupień Katarzyna. 2010. Effect of substrate type on the field performance and chemical composition of highbush blueberry cv. Patriot. *Agricultural and Food Science*, 19(1), 69-80.

H2. Ochmian Ireneusz, Grajkowski Józef, Skupień Katarzyna. 2009. Influence of substrate on yield and chemical composition of highbush blueberry fruit cv. 'Sierra'. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17(1), 89-100.

H3. Ochmian Ireneusz. 2013. Growth, yield and fruit quality two cultivars lowbush blueberry. *Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus*, 12(2), 87-96.

Celem prac H1, H2 i H3 było zbadanie przydatności do uprawy borówki wysokiej i niskiej trzech podłoży organicznych, o zróżnicowanych właściwościach fizyczno-chemicznych i pH oraz o zróżnicowanej zawartości składników mineralnych. Badania przeprowadziliśmy na krzewach, które zostały posadzone w podłożach uformowanych w kształcie wałów usypanych na podłożu rodzimym, którego odczyn był o wysokim odczynie w stosunku do wymagań tego gatunku (pH 7,1). Określaliśmy reakcje krzewów: wzrost, plonowanie, zawartość składników mineralnych w liściach i owocach oraz składników organicznych w owocach, na specyficzne warunki jakie zostały stworzone przez zastosowane podłoża.

Wykazaliśmy, że istnieje możliwość uprawy krzewów borówki wysokiej i niskiej w podłożach sztucznie naniesionych na ziemię rodzimą. Zastosowanie nawadniania wodą zakwaszaną stabilnie utrzymuje optymalny dla rozwoju krzewów odczyn podłoża. Wcześniejsze badania wykazały, że bardziej korzystnym systemem uprawy jest wypełnienie rowów podłożem, niż usypywanie z nich wałów. Podłoża tak przygotowane nie przesycają, lepiej utrzymują wilgoć, a system korzeniowy nie ulega uszkodzeniom w zimie. Stwierdziliśmy mniejsze zużycie wody wykorzystywanej do podlewania krzewów, w porównaniu z uprawą roślin na wałach (dane niepublikowane). Nie wszystkie podłoża w równym stopniu okazały się przydatne do uprawy borówki wysokiej, że wszystkie krzewy rosły i plonowały. Najmniej zasobne, w większość składników mineralnych, było podłoże przygotowane z przekompostowanych trocin, niemniej krzewy posadzone w nich owocowały najlepiej. Słabe plonowanie krzewów posadzonych w łusce kakaowej nie było spowodowane brakiem składników mineralnych w glebie, liściach i owocach, w których stwierdzono ich najwięcej. Plon jest bardzo ważnym aspektem decydującym o opłacalności produkcji, jednak jakość owoców decyduje o ich cenie. Największe owoce zbierano z krzewów posadzonych w torfie, przy czym charakteryzowały się one najmniejszą jędrnością. Jędrność wpływa na odporność owoców na uszkodzenia mechaniczne w czasie procesów technologicznych i transportu. W trakcie doświadczenia sprawdziliśmy również zmiany jędrności owoców w trakcie ich przechowywania w chłodni zwykłej. Największym spadkiem omawianego parametru charakteryzowały się owoce zbierane z krzewów posadzonych w torfie, posiadały one jednak największą pojemność antyoksydacyjną, również po zakończeniu okresu przechowywania – wyniki badań przedstawiono w publikacji (IV 42), która stanowi dorobek naukowy. Zastosowane podłoża miały duży wpływ na zawartość związków polifenolowych, których najwyższy poziom stwierdziliśmy w owocach zebranych z krzewów posadzonych w torfie i łusce kakaowej. Dalsze badania zostały przeprowadzone u producenta i wykonywane na skalę przemysłową w chłodniach zwykłych, KA ULO i systemie Paliflex. Ocenilem zmiany składu chemicznego, jędrności, barwy i ubytki masy – w druku. Wykazałem, że również borówka niska dobrze rośnie i plonuje w przygotowanym podłożu torfowym (H3). Wielkość krzewów i plon jest znacznie niższy, w porównaniu do borówki wysokiej. Również owoce są mniejsze, mają natomiast zbliżony skład chemiczny do owoców borówki wysokiej.

Najważniejszym osiągnięciem prac było potwierdzenie możliwości uzyskania plonów wysokiej jakości na glebach o wysokim pH, nietypowym dla borówki wysokiej, po zastosowaniu odpowiednich podłoży. Wykazaliśmy również, że taki system uprawy, pomimo większych nakładów pracy związanych z wyoraniem rowów, daje lepsze efekty – uzyskujemy wyższe plony, a nawodnienie jest bardziej efektywne. Badania przyczyniły się do powstania kilku plantacji które zostały założone wg naszych zaleceń. Łuska kakaowa, która okazała się mało przydatna do uprawy, będzie wykorzystywana na produkcyjnej plantacji ekologicznej jako tani substrat dostarczający krzewom składników mineralnych.

H4. Ochmian Ireneusz. 2012. The impact of foliar application of calcium fertilizers on the quality of highbush blueberry fruits belonging to the 'Duke' cultivar. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 40(2), 163-169.

Celem pracy H4 było wykazanie, aplikowanych dolistnie nawozów wapniowych, na jakość owoców borówki wysokiej. Zgodnie z informacjami zawartymi w literaturze wapń jest jednym z głównych pierwiastków odpowiedzialnych za jędrność oraz wpływających na zdolność przechowalniczą owoców. Zastosowane nawozy różniły się składem chemicznym związków z którymi występował wapń. Wykazałem że, nawozy miały zróżnicowany wpływ na jakość owoców; zwiększyły zawartość wapnia w organach wskaźnikowych, jednak nie wszystkie spowodowały jednak oczekiwany wzrost jędrności owoców. Stwierdziłem to stosując analizę wariancji, a w celu pogrupowania średnich o zbliżonych wartościach testowanej cechy, zastosowałem analizę skupień przeprowadzoną z zastosowaniem aglomeracji metodą Warda. Podziału na grupy dokonałem jako kryterium przyjmując odległości euklidesowe. Stwierdziłem również różnice w zawartości mikro i makroelementów w owocach, w zależności od zastosowanych nawozów. Wykazałem, że niektóre nawozy spowodowały wzrost masy jednostkowej owoców, odbiło się to jednak niekorzystnie na ich jędrności, która uległa obniżeniu (praca H4 i manuskrypt pracy który nie został włączony do niniejszego opracowania – w druku IV 72). Wszystkie nawozy zwiększyły natomiast odporność owoców na uszkodzenia mechaniczne.

Nawozy wapniowe powodowały zmiany składu chemicznego owoców. W większości przypadków zawartość polifenoli i witaminy C uległy zmniejszeniu, natomiast nieznacznie wpływały na zawartość ekstraktu i kwasowość. Nawozy wpływały również na wielkość i barwę liści oraz barwę owoców. Nawozy, które posiadały w swoim składzie azot, zwiększyły powierzchnię liścia oraz spowodowały wzrost indeksu SPAD.

Najważniejszym osiągnięciem pracy było, stwierdzenie pozytywnego wpływu niektórych nawozów wapniowych na jakość owoców, a zwłaszcza na ich jędrność. Uzyskane wyniki posłużyły do przygotowania planu nawożenia plantacji produkcyjnej, na której zbierane owoce przeznaczone są do długotrwałego przechowywania. Badania poszerzone o kolejne czynniki prowadzone są w dalszym ciągu.

H5. Ochmian Ireneusz. 2013. Wpływ warunków siedliskowych na zawartość mikro i makroelementów w liściach i owocach kilku odmian borówki wysokiej. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica*, 305, 27, :67-74.

Celem pracy była ocena wpływu odmiennych warunkach glebowych i siedliskowych na zawartość składników mineralnych w częściach wskaźnikowych kilku odmian borówki wysokiej. Krzewy posadzone na plantacji ekologicznej miały optymalny odczyn gleby (pH), a stanowisko przypominało naturalne warunki występowania krzewów. Na plantacji konwencjonalnej wysoki odczyn gleby

wymuszał systematyczne stosowanie zakwaszonej wody do podlewania krzewów. Powodowało to okresowe wahania odczynu podłoża, co niewątpliwie było sytuacją stresową dla roślin, co objawiało się słabszym wzrostem roślin oraz niższym plonowaniem (publikacja w druku IV 71).

Wykazałem, że wieloletnie zakwaszanie podłoża nie ustabilizowało i nie doprowadziło do trwałego obniżenia jego odczynu. Pomimo nie stosowania nawożenia mineralnego i organicznego na plantacji ekologicznej, i niższej zawartości tych składników w podłożu, zawartość prawie wszystkich oznaczonych makro i mikroelementów była wyższa w liściach jak i owocach pobranych z tych krzewów, posadzonych w optymalnych warunkach glebowych. Potwierdziłem tezę, o małych wymaganiach pokarmowych krzewów borówki wysokiej. Na zawartość tych składników w większym stopniu wpływ ma optymalny odczyn podłoża, a nie ich obecność w podłożu, czy regularne nawożenie plantacji. O powodzeniu i opłacalności uprawy decyduje wybór odpowiedniego stanowiska.

H6. Ochmian Ireneusz, Saniewska Adrianna. 2012. Wpływ podłoża na ukorzenie się sadzonek zielnych i zdrewniałych borówki wysokiej odmiany Bluecrop. Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis. Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica, 296, 23, :81-89.

Celem pracy było określenie efektywności rozmnażania w różnych podłożach, sadzonek zielnych i zdrewniałych, pobranych z krzewów borówki wysokiej. Wszystkie krzewy borówki wysokiej, na których przeprowadziłem doświadczenia opisane wcześniej, były rozmnażane *in vitro*. Sposób ten okazał się najbardziej efektywnym sposobem rozmnażania (dane niepublikowane), są jednak wątpliwości czy tak uzyskane rośliny są przydatne w uprawie (Smolarz i Chlebowska 1997). W obrazach elektroforetycznych produktów otrzymanych w reakcjach RAPD jak i ISSR w obrębie genotypów badanych odmian rozmnażanych *in vitro* stwierdziłem ich wyrównanie genetyczne, w oparciu o niemalże identyczne profile genetyczne generowane w reakcjach RAPD oraz ISSR. W badanych obrazach stwierdziłem również produkty polimorficzne tj. obecne u jednych, a nieobecne u innych genotypów z tej samej odmiany (publikacja w druku). W pracy H6 porównałem efektywność rozmnażania i jakość uzyskanych sadzonek. Wykazałem, że procent ukorzenionych sadzonek zdrewniałych był większy, niż sadzonek zielnych. Zależał on również od zastosowanego w trakcie ukorzenia podłoża. W niektórych przypadkach liczba uzyskanych sadzonek była o kilkadziesiąt procent większa. Stwierdziłem, że zdecydowanie najlepszymi podłożami do ukorzenia sadzonek zdrewniałych były torf i perlit oraz ich mieszanka, a zielnych – mieszanka torfu z perlitem. Uzyskałem w nich największy procent przyjęć roślin oraz największą liczbę korzeni. Najważniejszym osiągnięciem pracy było ustalenie optymalnego składu podłoża do ukorzenia sadzonek. Torf, który jest naturalnym środowiskiem wzrostu korzeni okazał się bardziej efektywnym podłożem po wymieszaniu go z perlitem. Prawdopodobnie, w trakcie intensywnego zamglawiania sadzonek, pogarszały się stosunki wodno-powietrzne, dodatek perlitu spowodował zmianę struktury podłoża, co wpłynęło na lepsze odprowadzanie nadmiaru wody. Potwierdziłem, iż bardziej efektywny jest sposób rozmnażania przez sadzonki zdrewniałe i dodatkowo nie wymaga on aż tak intensywnego zamglawiania sadzonek w mnożarce.

Podsumowanie

W jednotematycznym cyklu publikacji, który stanowi podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, przedstawiłem efekty moich badań nad różnymi sposobami uprawy borówki wysokiej i niskiej oraz wpływem tych czynników wzrost, plonowanie i jakość plonu. Przeprowadzone eksperymenty, podzielone na kilka etapów, pokazały możliwości uprawy i uzyskania plonów wysokiej jakości z krzewów posadzonych w odpowiednio przygotowanych podłożach zastosowanych na glebach o za wysokim odczynie, nieodpowiednim dla tych gatunków. Wykazałem wady i zalety

takiego systemu uprawy. Zastosowane do uprawy podłoża miały duży wpływ na jakość owoców, ich wielkość jak i skład chemiczny - nie wszystkie okazały się przydatne do uprawy borówki wysokiej. Jednak w trakcie prowadzonych badań zaobserwowałem możliwość wykorzystania jednego z substratów (łuska kakaowa) jako nawozu organicznego, bogatego w składniki mineralne.

Stwierdziłem również, że nie wszystkie nawozy zawierające w swoim składzie wapń oddziałują w podobny sposób na owoce. Uzyskany efekt w znacznym stopniu różnił się od oczekiwanego, pomimo wzrostu zawartości wapnia w owocach, nie wzrosła ich jędrność, zwiększyła się natomiast ich masa jednostkowa. Badania wykazały również problemy z ustabilizowaniem odczynu podłoża pomimo systematycznego zakwaszania go. Okazało się, że pomimo występowania składników mineralnych w glebie, w dużej mierze za ich dostępność odpowiada optymalne, niskie pH.

Pomimo największej efektywności rozmnażania roślin w *in vitro*, stosując odpowiednie podłoża można również uzyskać wysoki procent ukorzenionych sadzonek, zwłaszcza jeśli będą pobrane w odpowiednim terminie.

Literatura

Ameglio T., Roux X., Mingeau M., Perrier C., Ferreira M.I., Jones H.G. 2000. Water relations of highbush blueberry under drought conditions. *Acta Hort.* 537 (1), 273-278.

Angeletti P., Castagnasso H., Miceli E., Terminiello L., Concellon A., Chaves A., Vincente A.R. 2010. Effect of preharvest calcium applications on postharvest quality, softening and cell wall degradation of two blueberry (*Vaccinium corymbosum*) varieties. *Post. Biol. Tech.* 58, 98-103.

Bradley S. 2007. Rozmnażanie roślin. Wydawnictwo Bellona. Warszawa.

Connor A.M., Luby J.J., Hancock J.F., Berkheimer S., Hanson E.J. 2002. Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *J. Agr. Food Chem.* 50, 893-898.

Eck P. 1988. Blueberry science. Rutgers Univ. Press, New Brunswick, NJ 284 p.

Ehlenfeld M.K., Prior R.L. 2001. Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic and anthocyanin concentration in fruit and leaf of highbush blueberry. *J. Agric. Food Chem.* 49, 2222-2227.

Eichholz I., Huyskens-Keil S., Kroh L.W., Rohn S. 2011. Phenolic compounds, pectin and antioxidant activity in blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) influenced by boron and mulch cover. *J. Appl. Bot. Food Qual.*, 84, 26-32.

El-Shiekh A., Wildung D.K., Luby J.J., Sargent K.L., Read P.E. 1996. Long-term effects of propagation by tissue culture or softwood single-node cuttings on growth habit, yield, and berry weight of 'Northblue' blueberry. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 121, 2, 339-342.

Fallahi E., Conway W.S., Hickey K.D., Sams C.E. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *HortSci.* 32, 831-835.

Gough R. 1994. The highbush blueberry and its management. Food Products Press, N.Y.

Grajkowski J., Ochmian I., Muliński Z. 2007. Firmness and antioxidant capacity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) grown on three types of organic bed. *Veg. Crops Res. Bull.* 66, 155-159.

Haddad P.S., Depot M., Settaf A., Chabli A., Cherrah Y. 2003. Comparative study on the medicinal plants most recommended by traditional practitioners in Morocco and Canada. *J. Herbs Spices Med. Plants.* 10, 25-45.

Hakkinen S.H., Torronen A.R. 2000. Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. *Food Res. Int.* 517-524.

Hallmann E., Rembiałkowska E. 2007. Zawartość związków bioaktywnych w owocach papryki z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. *Żywnienie Człowieka i Metabolizm*, XXXIV, 1/2, 538-543.

Halvorsen B.L., Holte K., Myhrstad M., Barikmo I., Hvattum E., Remberg S.F., Wold A.B., Haffner K., Baugerød H., Andersen L.F., Moskaug J.R., Jacobs Jr. D.R., Blomhoff R. 2002. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J. Nutr.* 132, 461-471.

Haynes R.J. 1986. Laboratory study of soil acidification and leaching of nutrients from a soil amended with various surface-incorporated acidifying agents. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 2, 165-174.

Hjalmarsson I., 2006. Introduction of lowbush blueberry and hybrids in Sweden. *Acta Hort.* 715, 143-146.

- Karp K., Starast M., Tiido T. 2000. Frost damages of arctic bramble (*Rubus arcticus*) and half highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* × *Vaccinium angustifolium*) depend on cultivation methods. Proceedings of the International Conference: Fruit Production and Fruit Breeding. Tartu. 244-247.
- Kazimierzczak R., Hallmann E., Brodzka A., Rembiałkowska E. 2009. Porównanie zawartości związków polifenolowych i witaminy C w dŹemach z owocow wybranych odmian porzeczki czarnej *Ribes nigrum* L. z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. J. Res. Applic. Agric. Engin. 54 (3), 123-130.
- Khoo G.M., Clausen M.R., Pedersen H.L., Larsen E. 2012. Bioactivity and chemical composition of blackcurrant (*Ribes nigrum*) cultivars with and without pesticide treatment. Food Chem. 132, 1214–1220.
- Konovalchuk V., Konovalchuk V. 2009. White fruited European lowbush blueberry (*Vaccinium myrtillus* L.) In natural habitat in Ukraine. Acta Hort. 810, 217-222.
- Krewer G., Cline B. 2003. Blueberry Propagation Suggestions. Southern Region Small.
- Krewer G., Ruter J., NeSmith D.S., Clark J., Otts T., Scarborough S., Mullinix B., Hepp R.F. 2002. Performance of low cost organic materials as blueberry substrates and soil amendments. Acta Hort. 574, 273-279.
- Krupa T., Tomala K. 2006. Wpływ warunków przechowywania na zawartość antocyjanów i aktywność przeciwutleniającą jagód borówki wysokiej. Żywn. Nauka Techn. Jakość 2 (47), 171-181.
- Krupa T., Tomala K. 2007. Antioxidant capacity, anthocyanin content profile in Bluecrop' Blueberry fruit. Veg. Crops Res. Bull.66. Obecnie Journal of Horticultural Research, 130-141..
- Kurubaş M.S., Şahin G., Erkan M. 2013. Effects of modified atmospheres imposed with the palliflex system on the postharvest fruit quality of cherries. XI International Controlled & Modified Atmosphere Research Conference. Trani (Italy), 3-7 June 2013.
- Lohachoompol V., Szrednicki G., Craske J. 2004. The change of Total anthocyanins in blueberries and their antioxidant effect after drying and freezing. J. Biomed. Biotechnol. 5, 248-252.
- Mainland C.M., Tucker J.W., Hepp R.F. 2002. Blueberry health information - some new mostly review. Acta Hort. 574, 39-43.
- Martineau L., Couture A., Spoor D., Benhaddou-Andaloussia A., Harrisc C., Meddaha B., Leduca C., Burc A., Vuonga T., Mai Lea P., Prentkie M., Bennettd S.A., Arnasonc J.T., Haddada P.S. 2006. Anti-diabetic properties of the Canadian lowbush blueberry *Vaccinium angustifolium* Ait. Phytomedicine. 13, 612-623.
- Meier-Ploeger A. 2005. Organic farming, food quality and human health. NJF Seminar, Sweden.
- Mikiciuk G., Grajkowski J., Ochmian I., Ostrowska K., Chełpiński P. 2004. Wpływ zakwaszania na zmiany odczynu trzech typów podłoży w uprawie borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum*). Folia Univ. Agric. Stetin. Agric.240 (96), 119-124.
- Neuweiller R. 1997. Nitrogen fertilization in integrated outdoor strawberry production. Acta Hort. 439, 2, 747-751
- Ochmian I., Grajkowski J., Ostrowska K., Mikiciuk G. 2007. Wzrost, plonowanie oraz jędrność owoców dwóch odmian borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) uprawianej w trzech typach podłoży organicznych. Zesz. Nauk. Inst. Sadow. Kwiac. 15, 47-54.
- Perrier C., Mingeau M., Ameglio T., Ferreira M.I., Jones H.G. 2000. Effects of water stress on transpiration, radial growth and yield in highbush blueberry. Acta Hort. 537, 2, 923-928.
- Petit-Jimenez D., Gonzalez-Leon A., Gonzalez-Aguilar G., Sotelo-Mundo R., Baez-Sanudo R. 2009. Permeability of cuticular membrane during the ontogeny of *Mangifera indica* L. Acta Hort. 820, 213-220.
- Pliszka K. 2002. Borówka wysoka. PWRiL, Warszawa.
- Pliszka K. 1997. Overview on vaccinium production in Europe. Acta Hort. 446, 49-52.
- Pliszka K., Clayton-Greene K.A. 1993. The blueberry industry and research in Eastern Europe (review). Acta Hort. 346, 41-43.
- Popławski Ł. 2009. Gospodarstwa agroturystyczne, ekoagroturystyczne i ekologiczne jako czynnik rozwoju turystyki na obszarach chronionych województwa świętokrzyskiego. Zeszyty naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie nr 3 (14), 140-152.
- Pormale J., Osvalde A., Nollendorfs V. 2009. Comparison study of cultivated highbush and wild blueberry nutrient status in producing plantings and woodlands. Latvian J Agron 12, 80-87.

- Prior R.L., Cao G., Martin A., Sofic E., McEwen J., O'Brien C., Lischner N., Ehlenfeldt M., Kalt W., Krewer G., Mainland C.M. 1998. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity and variety of *Vaccinium* species. *J. Agr. Food Chem.* 46, 2686-2693.
- Rembiałkowska E., Adamczyk M., Hallmann E. 2003. Sensory value and selected features of nutritive value in apple from organic and conventional production. *Bromat. Chem Toksykol. Suppl.* 33-39.
- Rembiałkowska E., Hallmann E., Adamczyk M., Lipowski J., Jasińska U., Owczarek L. 2006. Wpływ procesów technologicznych na zawartość polifenoli ogółem oraz na potencjał przeciwutleniający przetworów (soku i kremogenu) uzyskanych z jabłek pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.* 1 (46) Supl. 121-126.
- Saure M.C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Scient. Hort.* 105, 65-89.
- Schlegel T.K., Schönherr J. 2002. Stage of development affects penetration of calcium chloride into apple fruits. *J Plant Nutr Soil Sci* 165, 738-745.
- Ścibisz I., Mitek M. 2002. Właściwości zdrowotne i możliwości przetwórcze borówki wysokiej. *Sad Now.* 1, 24-25.
- Shear C.B. 1975. Calcium-related disorders of fruits and vegetables. *Hort Sci* 10, 361-365.
- Skupień K., Ochmian I., Grajkowski J., Krzywy-Gawrońska E. 2011. Nutrients, antioxidants, and antioxidant activity of organically and conventionally grown raspberries. *J. Appl. Bot. Food Qual.* 84, 1, 85-89.
- Smolarz K. 2003. Uprawa borówki i żurawiny. Hortpress Sp. z oo.
- Smolarz K. 2006. History of highbush blueberry (*V. corymbosum* L.) growing in Poland. *Acta Hort.* 715, 313-316.
- Smolarz K., Chlebowska D., Krzewińska D., Koziński B. 2006. Przegląd badań nad oceną odmian borówki wysokiej prowadzonych od 1978 roku w Instytucie Sadownictwa i Kwiaciarnictwa w Skierniewicach. Międzynarodowa Konferencja Uprawa Borówki i Żurawiny. Skierniewice 19-22 czerwca 2006. ISiK, 21-30.
- Spevack Y. 2006. 10 Top Reasons Go Organic. OrganicFood.co.uk.
- Starast M., Karp K., Paal T. 2002. The effect of using different mulches and growth substrates on half-highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* x *V. angustifolium*) cultivars 'Northblue' and 'Northcountry'. *Acta Hort.* 574, 281-286.
- Starck Z. 2007. Gospodarka mineralna roślin. Fizjologia roślin. Red. Kopcewicz J., Lewak S. PWN Warszawa, 228-271.
- Stückrath R., Quevedo R., Fuente L. de la, Hernandez A., Sepúlveda V. 2008. Effect of calcium foliar application on the characteristics of blueberry fruit during storage. *J. Plant. Nutr.* 31, 849-866.
- Treder W. 1999. Zakwaszenie wody stosowanej w uprawie borówki wysokiej. I Ogólnopolska Konferencja Borówkowa, 56-62.
- Vander-Kloet S.P. 1988. The Genus *Vaccinium* in North America. - Minister of Supply and Services, Canada. 201.
- White P.J. 2001. The pathways of calcium movement to the xylem. *J. Exp. Bot.* 358, 891-899.
- White P.J., Broadley M.R. 2003. Calcium in plants. *Ann. of Bot.* 92, 487-511.
- Wojdyło A., Oszmiański J., Bielicki P. 2010. Chemical composition, phenolic compounds and antioxidant activity of three varieties of apple from organic and conventional farming. *J. Agr. Eng. Res.* 55 (4), 173-177.
- Yarborough D.E., Smagula J.M. 1997. Production trends in the wild blueberry industry in North America. *Acta Hort.* 446, 33-35.
- Zmarlicki K. 2006. Produkcja i marketing borówki wysokiej w Europie USA i Kanadzie. Międzynarodowa Konferencja Uprawa Borówki i Żurawiny. Skierniewice 19-22 czerwca 2006. ISiK, 181-186.

5. POZOSTAŁE FORMY AKTYWNOŚCI NAUKOWO-BADAWCZEJ

5.1. Promotor pomocniczy rozpraw doktorskich

mgr Oksana Bieleckiej

Tytuł: Rewitalizacja nasadzeń i ocena jakości owoców drzew i krzewów owocowych w ogrodach dzielnicy Pogodno w Szczecinie.

Otwarcie przewodu - Szczecin, 21.05.2013

mgr inż. Karoliny Kozos

Tytuł: Wpływ sposobu uprawy na wzrost, plonowanie i jakość owoców borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.).

Otwarcie przewodu - Szczecin, 13.12.2013

5.2. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

Kierunki mojej pracy badawczej wynikają z własnych zainteresowań i problemów wymagających rozwiązania określonych przez producentów. Wpisują się w tematykę badań prowadzonych w Katedrze Sadownictwa, a obecnie Katedrze Ogrodnictwa ZUT w Szczecinie. Badania koncentrują się na różnych aspektach mających na celu poprawić plonowanie i jakość owoców, zwłaszcza roślin jagodowych. Prowadzę również badania nad opracowaniem technologii przetwórstwa owoców w celu uzyskania win – ma to związek z moim udziałem w zakończonym projekcie międzynarodowym. Szeroki zakres tematyczny publikacji wynika ze współpracy z naukowcami z jednostek uczelni macierzystej i z innych ośrodków naukowych. Badania podzieliłem na cztery główne tematy badawcze.

A. Wpływ zabiegów agrotechnicznych na drzewa owocowe

Początek mojej pracy naukowej związany był z określeniem reakcji jabłoni okulizowanych na podkładkach półkarłowych na nawadnianie i nawożenie. Badania polowe wykazały większy wpływ nawadniania niż nawożenia na wzrost, plonowanie oraz jakość owoców. Zależność potwierdziła się na kilku odmianach jabłoni, niezależnie od zastosowanej podkładki (IV 46, 55, 68, 69). Czynnikiem determinującym pobieranie składników pokarmowych z gleby było optymalne jej uwilgotnienie, a nie wysoki poziom składników mineralnych (IV 53). Większą odpornością na niedobory wody w podłożu charakteryzowały się drzewa okulizowane na podkładkach o większej sile wzrostu. Podobną zależność stwierdziliśmy w przypadku czereśni, które były okulizowane na podkładkach z serii PHL i na czereśni ptasiej F12/1 (IV 59, 60). Czereśnie reagowały również pozytywnie na nawozy wieloskładnikowe (IV 23, 65), a stosując biostymulatory można było ograniczyć straty plonu wynikające z pęknięcia owoców (IV 24). Wykonaliśmy również doświadczenie w którym wykazaliśmy możliwość ograniczenia siły wzrostu śliw poprzez nacinanie pnia lub obrączkowanie kory (IV 40, 50). Śliwy okulizowane na ałyczy charakteryzowały się dużą siłą wzrostu i obfitym plonowaniem. Powodowało to, że większość plonu było niskiej jakości, jednak poprzez przeredzanie i stosowanie nawozów dolistnych zwiększyliśmy jakość owoców i zmniejszyliśmy straty w czasie ich przechowywania (IV 54, 62). W badaniach określaliśmy również jakość owoców moreli rosnących w warunkach Pomorza Zachodniego (IV 57, 58).

B. Badania nad bioróżnorodnością jagody kameczackiej

Równoległe z rozpoczęciem badań nad borówką wysoką (IV 28, 34, 41, 42, 43, 56, 66, 71, 72), wraz z współpracownikiem z Katedry Sadownictwa założyliśmy doświadczenia mające na celu określić przydatność do uprawy wielu odmian jagody kameczackiej pochodzących z różnych hodowli. Nawiązaliśmy współpracę z zagranicznymi i polskimi ośrodkami badawczymi i zgromadziliśmy kolekcje kilkudziesięciu odmian selekcji Polskiej, Rosyjskiej, Ukraińskiej i Kanadyjskiej. W badaniach określiliśmy wzrost krzewów i jakość owoców (IV 48). Okazało się, że odmiany różnią się w znacznym stopniu terminem zbioru, który może przypadać już na koniec maja – Zielona, Wojtek,

klon N (IV 51). Są to najwcześniej dojrzewające owoce w naszych warunkach klimatycznych. Owoce różnią się też składem chemicznym; zawartością związków mineralnych i organicznych, są bogatym źródłem polifenoli (IV 25). Spośród wielu przebadanych odmian wyselekcjonowaliśmy grupę odmian bardziej odpornych na transport i nadających się do krótkotrwałego przechowywania – odmiana Czarna, Brązowa, klon A i Klon 44 (IV 31). Badania wykazały również, że przetrzymanie owoców na krzewach korzystnie wpłynęło na ich jakość – były m.in. znacznie większe i zawierały więcej ekstraktu (IV 10, 14, 20, 30). Część odmian, zwłaszcza pochodzących z selekcji Ukraińskiej i Rosyjskiej, które były rozmnażane generatywnie, miały owoce o gorszych walorach smakowych. Nasze badania przyczyniły się do wzrostu zainteresowania tym gatunkiem w regionie. Szerzej zaplanowane badania zrealizowaliśmy w ramach grantu finansowanego przez KBN/NCN o numerze N N310 205737, który zakończyliśmy w październiku 2013 roku. Znaczna część wyników nie została jeszcze opublikowana. Prowadzone badania nad rodzajem *Lonicera* wykazały właściwości prozdrowotne ocenianych owoców oraz przydatność do przetwórstwa. W ramach projektu wraz ze współpracownikami z Katedry Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin ZUT w Szczecinie zrealizowałem badania, wykorzystujące technikę PCR do opisanego polimorfizmu w obrębie zarówno międzymikrosatelitarnych - ISSR (ang. *Inter Simple Sequence Repeat*) jak i losowo amplifikowanych - RAPD (ang. *Random Amplified Polymorphic DNA*) sekwencji DNA.

W pracy (IV 22) technikę ISSR wykorzystaliśmy do scharakteryzowania zakresu zmienności genotypowej w obrębie czternastu genotypów *Lonicera sp.* Wśród badanych form były zarówno odmiany botaniczne, uprawne jak i klony ze znanych polskich i zagranicznych ośrodków hodowlanych i naukowych. Wykorzystując do badań zestaw 40 mikrosatelitarnych starterów amplifikowaliśmy 129 loci ISSR. Wśród amplifikowanych loci, 83 opisaliśmy jako polimorficzne, zaś 24 jako genotypowo specyficzne. Każdemu z badanych genotypów przypisaliśmy unikatowe i odróżniające go od innych loci ISSR. Interpretując otrzymane drzewo podobieństwa genetycznego wykazaliśmy, że zależności genetyczne przedstawione między badanymi genotypami, mimo ograniczenia do macierzy wyników dla zestawu zastosowanych starterów, odpowiadały znanemu ich pochodzeniu. Istotnie różnymi od badanych były genotypy *Lonicera caerulea* var. *edulis*, *L. caerulea* nr 7661, *L. caerulea* nr 7987. W tych samych grupach podobieństwa znalazły się m.in. odmiany: Dlinnopłodna, Sinogłazka oraz Czelabinka, a ponadto Atut i Wojtek oraz Czarna i Zielona.

C. Wpływ zabiegów agrotechnicznych na jakość owoców jagodowych

Uprawa roślin jagodowych, a zwłaszcza metody uprawy wpływające na poprawę jakości owoców, stanowią jeden z głównych kierunków w którym prowadzę badania. W stacji badawczej oraz u producentów wykonaliśmy kilka badań w których sprawdziliśmy wpływ biostymulatorów i nawozów na jakość owoców truskawki (IV 32, 39) i maliny (IV 33, 35, 38). Miały one istotny wpływ na poprawę jakości owoców malin, zwiększyła się zawartość ekstraktu i witaminy C. Niektóre zastosowane biostymulatory spowodowały wzrost jędrności owoców, jednak stosowanie dolistnych nawozów wapniowych bardziej wpływało na tą cechę. Podobne badania wykonaliśmy na roślinach kilku odmian truskawki, zastosowaliśmy również chitozan o różnej masie cząsteczkowej (IV 27). Wykazaliśmy między innymi, że skuteczność chitozanu w dużej mierze zależy od jego masy cząsteczkowej. Chitozan o większej masie lepiej chronił rośliny przed chorobami grzybowymi. Wykazaliśmy również duży wpływ preparatu ActiSil na zwiększenie jędrności owoców (IV 52). Badaliśmy również różne systemy uprawy truskawek, wpływ ferdygacji oraz ściółkowania gleby na

plonowanie i jakość owoców (IV 67). Badania wykazały między innymi, że biała folia refleksyjna jest mało przydatna do uprawy truskawki, plonowanie było na bardzo niskim poziomie a owoce złej jakości (IV 47, 49). Zastosowane nawozy, o zróżnicowanym składzie, miały również istotny wpływ na plonowanie truskawki (IV 18, 26, 45). W trakcie prowadzonych badań wykazaliśmy także, że szybkie schłodzenie owoców po zbiorze może wydłużyć ich okres przechowywania, ubytki masy oraz zmiany jędrności są mniejsze (VI 36, 44). Badaniami objęliśmy również krzewy porzeczek czarnej. Ocenialiśmy jakość owoców (IV 6) oraz wpływ cyklicznego usuwania pędów na wzrost krzewów i przydatność tej metody uprawy do zbioru mechanicznego (IV 61, 64).

W związku z rosnącym zainteresowaniem konsumentów owocami pochodzącymi z upraw ekologicznych, podjęliśmy badania które miały na celu określić jakość owoców pochodzących z takich plantacji. Wykazaliśmy, że owoce ekologiczne są wysokiej jakości, zawierają więcej związków polifenolowych (IV 16). Badania nad jakością owoców, a zwłaszcza zawartością w nich związków polifenolowych, wykonaliśmy również na kilku odmianach aronii. Testowane odmiany różniły się wielkością owoców ale i składem chemicznym (IV 15). Na jakość owoców miało wpływ również nawożenie mineralne (IV 37). W innym doświadczeniu oceniliśmy także owoce z rodzaju *Amelanchier*, które swoim wyglądem przypominają owoce aronii (IV 8), ale nadają się do bezpośredniego spożycia gdyż są zarówno smaczne jak i zdrowe. Zainteresowania technikami badawczymi wykorzystywanymi w biologii molekularnej, znalazły odzwierciedlenie w moim udziale w badaniach nad określeniem zależności genetycznych w obrębie wybranych genotypów *Aronia sp.* W tym eksperymencie, będącym podobnie jak wcześniej przedstawiany, efektem współpracy z Katedrą Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin ZUT w Szczecinie, wykorzystując techniki RAPD oraz ISSR określiliśmy zakres zmienności genotypowej sześciu obiektów aronii o różnym pochodzeniu (IV 17). Ogółem dla badanych genotypów amplifikowaliśmy 214 loci RAPD i 184 loci ISSR. Wykazaliśmy niewielkie zróżnicowanie genetyczne między obiektami 'Nero', 'N', 'Viking', 'Galicjanka 1' i 'Galicjanka 2' w odniesieniu do odmiany Hugin. Mimo to, analizując elektroforegramy produktów RAPD oraz ISSR dla każdego spośród badanych genotypów amplifikowaliśmy genotypowo-specyficzne loci. Wykazaliśmy, że zakres zmienności w obrębie badanych genotypów opisany przy pomocy każdej z zastosowanych metod był zbieżny, opierając stawianą tezę o obliczony testem Mantela, istotny statystycznie, współczynnik korelacji ($r_{AB}=0,531$).

D. Uprawa i przetwórstwo winorośli i innych gatunków jagodowych

Innym obszarem badawczym, związanym ze wzrostem zainteresowania w regionie uprawą winorośli, jest przetwórstwo owoców. W prowadzonych badaniach określiliśmy wpływ sposobu uprawy na jakość owoców kilkunastu odmian winorośli. Wykazaliśmy, że w warunkach Pomorza Zachodniego w celu uzyskania owoców wysokiej jakości należy zmniejszyć ilość latorośli na łozie. Pomimo obniżenia plonu z jednostki powierzchni, owoce charakteryzowały się wyższą jakością – były większe, miały wyższy poziom ekstraktu i niższą kwasowość (IV 7, 80). Można z nich uzyskać wina o wyższej jakości. W prowadzonych doświadczeniach badaliśmy również wpływ warunków maceracji owoców, zarówno winorośli jak i innych gatunków roślin jagodowych (IV 2) na jakość uzyskanych win. Wykazaliśmy, że dłuższa maceracja i prowadzona w wyższej temperaturze wpływa na uzyskanie win o bardziej intensywnej barwie (IV 12). Zaobserwowaliśmy również, że największe zmiany barwy zachodziły w pierwszych godzinach od rozpoczęcia tego procesu (IV 5, 70). Wyniki badań przedstawiliśmy w trakcie konferencji poświęconych winorośli (IV 84, 85, 86, 87, 88, 89).

Prowadzone badania zaowocowały uzyskaniem grantu międzynarodowego w ramach programu INTERREG IVA. Stwierdziliśmy również, że jednym z kierunków zagospodarowania owoców roślin jagodowych może być produkcja z nich win. Jednak proces maceracji powinien być prowadzony przez krótszy okres i w niższej temperaturze, ponieważ uzyskane wina, zwłaszcza z porzeczki czarnej, miały zbyt wysoką kwasowość (IV 2).

6. UDZIAŁ W PROJEKTACH BADAWCZYCH

6.1. Projekty w ramach KBN/NCN/MRiRW/INTERREG

1. Grant habilitacyjny N N310 205337 (lata realizacji 2009-2012). pt. Porównanie wzrostu, plonowania oraz jakości owoców świeżych po przechowywaniu, ze szczególnym uwzględnieniem związków biologicznie aktywnych, borówki wysokiej (*Vaccinium corymbosum* L.) uprawianej w sposób konwencjonalny oraz ekologicznie – **kierownik grantu**
2. Projektu badawczy N N310 205737 (lata realizacji 2009-2013). Tytuł projektu: Badania nad bioróżnorodnością nowych polskich odmian jagody kameczackiej, sposobami uprawy, składem chemicznym, ze szczególnym uwzględnieniem związków fenolowych fenolowych aktywności przeciwutleniającej, owoców świeżych ich przetworów – **główny wykonawca**
3. Projekt współfinansowany ze środków EFRR w ramach programu INTERREG IVa – Województwo Zachodniopomorskie i Meklemburgia Pomorze Przednie/Brandenburgia (lata realizacji 2010-2012). Tytuł projektu: Projekt pilotażowy dotyczący uprawy winorośli i nowych gatunków roślin w regionie Pomerania – **pracownik naukowy**
4. Projekt realizowany przez Zakład Technologii Owoców i Warzyw Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu na podstawie decyzji Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 7.10.2008. nr RR-re-401-335/08 (lata realizacji 2008-2009). Tytuł projektu: Porównanie składu chemicznego ze szczególnym uwzględnieniem zawartości związków fenolowych, aktywności przeciwutleniającej oraz właściwości przeciwnowotworowych owoców jagodowych i ich przetworów z uprawy ekologicznej oraz konwencjonalnej – **wykonawca**

6.2. Projekty w ramach badań własnych AR w Szczecinie/ZUT w Szczecinie

1. BW/HK/04/2008. Kierownik projektu: **dr inż. Ireneusz Ochmian**
Tytuł projektu: Wpływ podłoża oraz sposobu uprawy na plonowanie i jakość owoców borówki wysokiej
2. BW/DK/05/2008. Kierownik projektu: dr hab. Piotr Chęłpiński
Tytuł projektu: Wpływ zabiegów agrotechnicznych na jakość owoców jagodowych
3. BW/IK/01/2005. Kierownik projektu: Prof. dr. hab. Krystyna Ostrowska.
Tytuł projektu: Wpływ zabiegów agrotechnicznych na wielkość i jakość plonu drzew pestkowych pestkowych roślin jagodowych. Zadanie nr 2 pt.: Wpływ przedplonu oraz nawożenia na zdrowotność plonów truskawek uprawianych po sobie.
4. BW/IK/01/2005. Kierownik projektu: Prof. dr hab. Krystyna Ostrowska.
Tytuł projektu: Wpływ zabiegów agrotechnicznych na wielkość i jakość plonu drzew pestkowych pestkowych roślin jagodowych. Zadanie nr 1 pt.: Wpływ dokarmiania dolistnego nawozami wapniowymi i krzemowymi kilku odmian truskawek na jakość owoców.
5. BW IK/26/2003. Kierownik projektu Prof. dr Hab. Krystyna Ostrowska.
Tytuł projektu: Badania nad efektywnością różnych metod rozmnażania roślin sadowniczych w szkółce
6. BW/DR/14/2000. Kierownik projektu: Prof. dr hab. Krystyna Ostrowska.
Tytuł projektu: Wpływ nawożenia i nawadniania na wzrost i plonowanie 5 odmian jabłoni

6.3. Projekty w ramach badań statutowych utrzymania potencjału badawczego1. 502-07-014-2592-12/03. Kierownik projektu: **dr inż. Ireneusz Ochmian**

Tytuł projektu: Wpływ podłoża, sposobu uprawy i warunków przechowywania na jakość owoców borówki wysokiej

2. 518-07-014-3171-03/18 Kierownik projektu: dr hab. Piotr Chełpiński

Tytuł projektu: Wpływ zabiegów agrotechnicznych na jakość owoców roślin jagodowych

7. WYKAZ DOROBKU NAUKOWEGO**7.1. Zestawienie publikacji naukowych z podziałem na: oryginalne prace twórcze, artykuły przeglądowe, popularno-naukowe, prace i komunikaty konferencyjne**

Rodzaj publikacji	Liczba publikacji	IF ^{a)}	IF ^{b)}	Suma pkt. wg MNiSW ^{c)}	Suma pkt. wg MNiSW ^{d)}
Oryginalne prace twórcze					
- opublikowane w czasopismach z bazy JCR	14	6,932	4,619	230	218
- opublikowane w czasopismach spoza bazy JCR	55			313	285
Ogółem oryginalne prace twórcze	69			543	503
Artykuły popularno-naukowe	4				
Prace i doniesienia konferencyjne	39				
Ogółem publikacje naukowe	112	6,932	4,619	543	503

^{a)} sumaryczny Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy;

^{b)} 5-letni Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem, w którym przygotowano zestawienie (IF²⁰¹²);

^{c)} liczba punktów wg wykazu czasopism naukowych MNiSW (z dnia 17.12.2013);

^{d)} liczba punktów wg wykazu czasopism naukowych MNiSW zgodnie z rokiem w którym ukazała się praca

7.2. Zestawienie liczbowe czasopism w których opublikowano prace naukowe

Lp.	Nazwa czasopisma	Liczba publikacji	IF ^{a)}	IF ^{b)}	Punkty wg MNiSW ^{c)}	Punkty wg MNiSW ^{d)}	Suma pkt. MNiSW ^{c)}	Suma pkt. MNiSW ^{d)}
1.	Dendrobiology	1	0,447	0,591	15	20	15	20
2.	Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis: Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica	8			5	6	40	48
3.	Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis: Agricultura	15			5	6	75	90
4.	Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis: Agricultura, Alimentaria, Piscaria et Zootechnica	7			5	5	35	35
5.	Acta Scientiarum Polonorum, Hortorum Cultus	2	0,691	0,690	20	20	40	40
6.	Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca	4	0,590	0	15	15	60	60
7.	Journal of Horticultural Research	1			9	7	9	0
8.	Electronic Journal of Polish Agricultural Universities	4			7	7	28	24
9.	Journal of Applied Botany and Food Quality	2	0,340	0,638	15	20	30	40
10.	Journal of Elementology	3	0,281	0	15	15	45	18
11.	Ecological Chemistry and Engineering	1			6	7	6	7
12.	Agricultural and Food Science	1	0,793	0,938	25	27	25	27
13.	Russian Journal of Genetics	1	0,427	0,434	15	13	15	13
14.	Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych	3			9	6	27	18
15.	Journal of Fruit and Ornamental Plant Research	3			9	6	27	18
16.	Acta Agrophysica	2			7	6	14	12
17.	Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu	4			6	2	24	8
18.	Vegetable Crops Research Bulletin	1			9	9	9	9
19.	Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture	1			0	0	0	0
20.	Polish Journal of Natural Sciences	1			8	6	8	6
21.	Folia Horticulturae	1			8	7	8	6
22.	Zeszyty Naukowe ISK	3			1	2	3	4
Razem		69	6,932	4,619	-	-	543	503

^{a)}sumaryczny Impact Factor (IF) wg. bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy;

^{b)}sumaryczny 5 – letni Impact Factor (IF) wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem ukazania się pracy;

^{c)}punkty wg wykazu czasopism naukowych MNiSW (z dnia 17.12.2013);

^{d)}punkty wg wykazu czasopism naukowych MNiSW zgodnie z rokiem wydania

7.3. Zestawienie publikacji naukowych z podziałem na oryginalne prace twórcze, artykuły przeglądowe, artykuły popularno-naukowe, prace i komunikaty konferencyjne opublikowane przed i po uzyskaniu stopnia naukowego doktora oraz rodzaj publikacji

	przed doktorem	po doktoracie	razem
Oryginalne prace twórcze			
- opublikowane w czasopismach z bazy JCR	0	14	14
- opublikowane w czasopismach spoza bazy JCR	12	43	55
Ogółem oryginalne prace twórcze	12	57	69
Artykuły przeglądowe	0	0	0
Artykuły popularno-naukowe	0	4	4
Prace i doniesienia konferencyjne	8	31	39
Ogółem publikacje naukowe	20	92	112

7.4. Sumaryczne zestawienie dorobku naukowego

Mój dorobek naukowy obejmuje łącznie **112 publikacji**, z czego **20** przypada na okres przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora, a **92** po jego uzyskaniu.

Na dotychczasowy dorobek składa się **69 oryginalnych prac** twórczych, w tym **4** w zagranicznych czasopismach z bazy JCR, **3** w krajowych z bazy JCR oraz **14** w krajowych spoza bazy JCR oraz **43** prac, doniesień i komunikatów na konferencjach krajowych i zagranicznych.

7.5. Wartość naukowa dorobku publikacyjnego

- suma punktów za publikacje wg ujednoliconego wykazu czasopism naukowych MNiSW z dnia 17.12.2013 wynosi **543** punkty z tego **79** punktów stanowi jednotematyczny cykl publikacji;
- sumaryczny Impact Factor (IF) przedstawionych we wniosku prac wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem opublikowania pracy wynosi – **6,932**;
- sumaryczny 5-letni Impact Factor (IF) dla tytułów, w których opublikowano prace przedstawione we wniosku wg bazy Journal Citation Reports (JCR) zgodny z rokiem 2012 – **4,619**;
- liczba cytowań publikacji według bazy ICI Web of Science – **19**
- indeks Hirscha wg bazy ICI Web of Science – **3**.