
Autoreferat Opis dorobku i osiągnięć naukowych

dr inż. Sławomir Wróbel

Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin
Państwowy Instytut Badawczy,
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka
w Boninie
76-009 Bonin 3
tel. 94 342 30 31
wrobel@ziemniak-bonin.pl

1. DANE PERSONALNE

Imię i nazwisko: Sławomir Wróbel
Data i miejsce urodzenia: 2 czerwca 1972, Człuchów
Miejsce pracy: Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin –
Państwowy Instytut Badawczy
Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie
woj. zachodniopomorskie

2. POSIADANE DYPLOMY, STOPNIE NAUKOWE

1991-1996 Akademia Rolnicza w Szczecinie – Wydział Rolniczy (magister inżynier)
1998-2000 Computer College w Koszalinie (technik informatyki)
2004 Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie
(dr nauk rolniczych w zakresie agronomii)

INNE FORMY EDUKACJI

1995-1996 ukończone Studium Nauczycielskie (Akademia Rolnicza w Szczecinie)
2010 ukończone szkolenie z zakresu statystyki z użyciem programu Statistica –
„STATISTICA kurs podstawowy” i „Analiza wariancji”, Statsoft Polska,
Kraków, 13-16.12.2010
2013 ukończony kurs „Technika PCR i jej zastosowania” organizowany przez Blirt
S.A., dział DNA Gdańsk, 14-16.01.2013

3. PRZEBIEG PRACY ZAWODOWEJ

1.07.1996 – 30.06.1997 stażysta Instytut Ziemiaka w Boninie
(od 1 stycznia 1997 r. IHAR Oddz. Bonin)
1.07.1997 – 31.12.1998 technolog IHAR Oddział Bonin
1.01.1999 – 31.12.2004 asystent IHAR Oddział Bonin
luty – czerwiec 2004 Politechnika Koszalińska – prowadzący zajęcia dla
studentów dziennych i zaocznych III roku kierunku
Technika Rolnicza i Leśna z przedmiotu: Technika
Ochrony Roślin

luty – czerwiec 2006		Politechnika Koszalińska – prowadzący zajęcia dla studentów dziennych i zaocznych II roku kierunku Technika Rolnicza i Leśna z przedmiotu: Podstawy Produkcji Rolniczej, Leśnej i Spożywczej
1.01.2005 –	adiunkt	IHAR Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemi w Boninie
1.04.2014 –	p.o. kierownika Zakładu Nasiennictwa i Ochrony Ziemi w Boninie	

4. OMÓWIENIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWO-BADAWCZEGO

Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 4 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. Nr 65, poz. 595, z późn. zm.) oraz rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 3 października 2014 r. w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodzie doktorskim, w postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z dnia 14 października 2014, poz. 1389).

4.1. TYTUŁ OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO:

„Wybrane aspekty usprawniania technologii produkcji nasiennej ziemniaka w Polsce”

4.2. PUBLIKACJE SKŁADAJĄCE SIĘ NA OSIĄGNIĘCIE NAUKOWE:

- A. **Wróbel S.**, Urbanowicz J. 2005. Wyniki wstępnych badań nad wykorzystaniem adiuwantów w ochronie plantacji nasiennej ziemniaka. *Progress in Plant Protection* 45 (2): 1211-1214. (MNiSW=2 pkt)
Wkład własny obejmował opracowanie koncepcji badań i metodyki, współdziałanie w przeprowadzeniu doświadczeń, oraz opracowanie wyników i przygotowanie publikacji. Swoją rolę szacuję na 70%.
- B. **Wróbel S.**, Urbanowicz J. 2007. Reakcja 9 odmian ziemniaka na adiuwanty mineralne i roślinne. *Progress in Plant Protection* 47 (2): 375-379. (MNiSW=2 pkt)
Wkład własny obejmował opracowanie koncepcji badań i metodyki, współdziałanie w przeprowadzeniu doświadczeń, opracowanie statystycznych wyników oraz napisanie publikacji. Swoją rolę szacuję na 70%.
- C. **Wróbel S.** 2011. Adiuwanty w ochronie ziemniaka przed porażeniem PVY i PVM. *Biuletyn IHAR* 259: 251-262. (MNiSW=6 pkt)
- D. **Wróbel S.** 2008. Dynamika występowania mszyc w warunkach naturalnych po zastosowaniu różnych substancji olejowych. *Progress in Plant Protection* 48(4): 1383-1387. (MNiSW=4 pkt)

- E. **Wróbel S.** 2011. Wpływ mieszanin oleju mineralnego z insektycydami na dynamikę występowania mszyc na roślinach ziemniaka. *Progress in Plant Protection* 51(2): 625-629. (MNiSW=6 pkt)
- F. **Wróbel S.** 2014. Efficacy of mineral oil-insecticide mixtures for protection of potato tubers against PVY and PVM. *American Journal of Potato Research* 91 (6): 706-713. (IF=0,951¹; MNiSW=25 pkt)
- G. **Wróbel S.** 2009. Wpływ różnych form materiałów nasiennych ziemniaka rozmnażanych w warunkach polowych na dynamikę zasiedlenia roślin przez mszyce. *Progress in Plant Protection* 49 (2): 585-588. (MNiSW=4 pkt)
- H. **Wróbel S.** 2014. Assessment of possibilities of microtuber and *in vitro* plantlet seed multiplication in field conditions. Part 1: PVY, PVM and PLRV spreading. *American Journal of Potato Research* 91 (5): 554-565. (IF=0,951¹; MNiSW=25 pkt)
- I. **Wróbel S.** 2015. Assessment of possibilities of potato microtuber and *in vitro* plantlet seed multiplication in field conditions – Growth, development and yielding. *Field Crops Research* 178: 26-33 (DOI 10.1016/j.fcr.2015.03.011). (IF 2,608¹; MNiSW=40 pkt)

¹ z uwagi na brak aktualnych informacji, przyjęto IF z roku 2013

Suma punktów IF = 4,510
MNiSW = 114

4.3 OMÓWIENIE OSIĄGNIĘCIA NAUKOWEGO

WSTĘP

Jakość sadzeniaków istotnie determinuje wielkość i wartość późniejszych plonów (Struik i Wiersema 1999). Obecnie w krajowej produkcji nasiennej jest poważny problem z utrzymaniem należytej zdrowotności sadzeniaków. W ostatnim 10-leciu zdrowotność oferowanego materiału sadzeniakowego była najgorsza po zbiorze z roku 2008 (Wróbel 2009) – zdyskwalifikowano wtedy 30% plantacji ze względu na ponadnormatywne porażenie wirusami. W pozostałych latach średni poziom dyskwalifikacji w kraju nie przekraczał 10%. Analiza wyników badań laboratoryjnych poszczególnych prób ziemniaków za lata 2007-2011 wykazała wysoki udział prób ponadnormatywnie porażonych wirusem Y ziemniaka (PVY), szczególnie w województwach w centrum i na południu kraju.

Wysokie porażenie PVY dotyczy przede wszystkim odmian o niskiej odporności na wirusy, głównie odmian zagranicznych (holenderskich) w najniższych stopniach kwalifikacji (C/A i C/B). Wzrost ich udziału zarówno w produkcji towarowej, jak i nasiennictwie, przy niskiej lub bardzo niskiej odporności na PVY, wyraźnie zwiększył trudności w produkcji zdrowego materiału sadzeniakowego. Obecnie rzeczywisty udział odmian zagranicznych w produkcji nasiennej w Polsce wynosi 69%. Nawet w rejonach korzystnych dla nasiennictwa, bulwy odmian podatnych na PVY przy złej izolacji od źródeł wirusów i niedostatecznej ochronie mogą, już po jednym roku rozmnażania, ulec porażeniu przekraczającym nawet 60% (Wróbel 2012).

Najnowsze badania (Wróbel i Wąsik 2015), monitorujące jakość materiału nasiennego w obrocie, wykazały, że ponad 40% oferowanych sadzeniaków w najniższych stopniach (C/A i C/B) nie powinno być w sprzedaży z uwagi na ponadnormatywne porażenie wirusami, mimo że wcześniejsza ocena weryfikacyjna tych samych partii, wykonana w trakcie badań urzędowych tuż po zbiorze, wykazywała porażenie nie przekraczające dopuszczalnej normy. Udział tych stopni kwalifikacji wynosi w produkcji nasiennej w Polsce około 80%.

Prace badawcze z zakresu nasiennictwa ziemniaka powinny się koncentrować w głównej mierze na poprawie technologii produkcji sadzeniaków oraz skutecznej ochronie materiałów nasiennych przed porażeniem wirusami. Tego typu prac jest w tej chwili w Polsce mało. Praktyka jednakże wykazuje ciągły niedosyt rozwiązań, z uwagi na coraz większe trudności z utrzymaniem odpowiedniej zdrowotności wielu odmian popularnych na rynku, które charakteryzują się niską odpornością na wirusy, w szczególności na PVY. Obecnie cały wyjściowy materiał nasenny ziemniaka pochodzi z banku genów *in vitro*, dlatego również udoskonalenie mikrorozmnażania oraz produkcji minibułw z roślin *in vitro* i mikrobułw jest i będzie w przyszłości bardzo ważnym zadaniem dla nauki.

W pracach dokumentujących osiągnięcie naukowe przedstawiono wyniki badań, których celem było znalezienie tanich olejów mineralnych skutecznie ograniczających szerzenie się PVY i PVM (wirus M ziemniaka), będących jednocześnie bezpiecznymi dla roślin. Jednocześnie opracowano zasady i dawki ich stosowania, w tym łącznie z insektycydami.

Drugi nurt badawczy związany z produkcją nasenną ziemniaka dotyczył możliwości produkcji minibułw poprzez rozmnażanie materiałów nasiennych z *in vitro* (mikrobułwy i rośliny *in vitro*) bezpośrednio w warunkach polowych. Szczególny nacisk położono na określenie możliwości takiej produkcji i warunków rozmnożeń odmian o zróżnicowanej odporności na wirusy, w celu uzyskania plonu bulw o wysokiej zdrowotności.

Część I. Podstawy usprawnienia zasad stosowania olejów mineralnych w ochronie produkcji nasiennej przed wirusami (publikacje A-F)

Ziemniak jest narażony na wiele chorób, w tym także wirusowych. Należą one do jednych z groźniejszych i trudniejszych w profilaktyce. Według Brunta i wsp. (1997) ziemniak może być atakowany przez ponad 50 wirusów. Jednak nie wszystkie one mają znaczenie gospodarcze. Do najważniejszych należą: PVY, wirus M ziemniaka (*Potato virus M*, PVM) oraz wirus liściozwoju (*Potato leafroll virus*, PLRV). Mogą one bardzo obniżyć wielkość i jakość plonów (Kerlan 2009, Rahman i wsp. 2010, Whitworth i wsp. 2006), a ze względu na wegetatywny sposób rozmnażania ziemniaka łatwo są przenoszone na kolejne pokolenia bulw. Wirusy te występują w całej Europie, a PVY jest powszechnym wirusem w wielu rejonach świata (Solomon-Blackburn i Barker 2001) ze względu na ponad 350 gatunków roślin potencjalnych gospodarzy (Shukla i wsp. 1994).

PVM powszechniej występuje we wschodniej części Europy niż w innych częściach świata (Loebenstein i Thottappilly 2003), chociaż jest również powszechny np. w Nowej Zelandii (Fletcher 2012). Nie ma on tak dużego znaczenia gospodarczego jak PVY, ale może mieć znaczenie ekonomiczne w przypadku porażenia odmian silnie reagujących na infekcję (Chrzanowska i Zagórska 1996).

PLRV jest uważany w niektórych rejonach świata za wirus powodujący, obok PVY, największe straty w plonie bulw, dochodzące nawet do 90% (Kerlan 2009, Rahman i Akanda

2010). Ze względu na wąski zakres potencjalnych roślin gospodarzy – około 40 (Sharma 2006, Thomas i Hassan 2002) i wektorów (w Polsce tylko jeden o znaczeniu praktycznym – *Myzus persicae*) oraz powszechnie stosowanych insektycydów wirus ten ma coraz mniejsze znaczenie. W Polsce PLRV obecnie nie ma znaczenia gospodarczego z uwagi na łatwość ochrony przed nim.

PVY i PVM są przenoszone przez mszyce w sposób nietrwały (non-persistent manner) – na kłujce (Kostiw 1987, Basky 2003). Zdolność przenoszenia wirusów na kłujce ma wiele gatunków mszyc, w tym również te niezwiązane żywicielsko z ziemniakiem. Ochrona przed chorobami wirusowymi w nasiennictwie ziemniaka jest zadaniem priorytetowym. Jednym ze sposobów ochrony jest chemiczne zwalczanie wektorów. O ile jest ono bardzo skuteczne w ochronie przed PLRV, o tyle w przypadku PVY i PVM jest bardzo mało efektywne lub żadne (Milošević i wsp. 2012, Hansen i Nielsen 2012, publikacja F).

Jeśli na plantacji nasiennej lub w jej pobliżu występują źródła infekcji PVY lub PVM, samo zwalczanie mszyc nie przynosi aż tak korzystnych rezultatów ze względu na krótki czas (od kilku do kilkunastu sekund) potrzebny mszycy do nabycia i przeniesienia wirusa z jednej rośliny na drugą oraz zdecydowanie dłuższy okres związany z jej paraliżem po zastosowaniu insektycydu (Kostiw 1987, Wróbel i Turska 2007). Lepszym środkiem w ochronie przed PVY i PVM jest olej mineralny. Na możliwość wykorzystania substancji olejowych w ochronie przed wirusami, w szczególności przed PVY, wskazywano już w latach 60. ubiegłego stulecia (Bradley i in. 1962, 1966; Bradley 1963). Obecnie oleje mineralne są dość powszechnie używane w ochronie ziemniaka w wielu krajach europejskich (Sigvald i Hulle 2004, Ameline i wsp. 2010, Harrington i wsp. 1989, Martin-López i wsp. 2006), w tym coraz częściej również w Polsce – w przypadku odmian podatnych na PVY. W warunkach polowych wysoką (ponad 50%) skuteczność ochrony olejami ziemniaków przed porażeniem PVY wykazywali między innymi Kurppa i Hassai (1989), Milošević (1996), Turska i Wróbel (1999), Rolot i wsp. (2008), Boiteau i wsp. (2009), Olubayo i wsp. (2010), Hansen i Nielsen (2012), Fageria i wsp. (2014), Steinger i wsp. (2014).

Praktyka potrzebuje skutecznych substancji do ograniczania szerzenia się wirusów, jednak problemem w warunkach polskich był brak na rynku sprawdzonych olejów mineralnych, których zastosowanie nie powodowałoby negatywnych, fitotoksycznych skutków na roślinach, a które jednocześnie byłyby skuteczne w ochronie przed PVY. Jedyny zarejestrowany w roku 1999 olej mineralny Sunspray 850 EC był bardzo drogi, co przy konieczności stosowania ochrony olejowej co 7 dni przekładało się na bardzo wysokie koszty.

W celu znalezienia alternatywnych substancji do ochrony przed infekcją PVY i PVM rozpoczęto prace polegające na wyselekcjonowaniu z dostępnych w handlu substancji olejowych opartych na oleju mineralnym tych, które nie wykazywały by negatywnego (szkodliwego) oddziaływania na roślinę. Szczególną uwagę zwrócono na adiuwanty, wśród których liczną grupę stanowiły produkty oparte między innymi na olejach mineralnych. Dotychczas w ochronie roślin miały one zastosowanie jedynie jako preparaty zwiększające skuteczność działania środka ochrony roślin. Wstępnej ocenie w warunkach szklarniowych poddano trzy produkty na tle wzorca (publikacja A):

Sunspray 850 EC (98,8% oleju mineralnego) – wzorzec,

Atpolan 80 EC (76% oleju parafinowego SN),

Ikar 95 EC (95% oleju mineralnego SAE 10/95),
Olemix 84 EC (84% oleju mineralnego DSA).

Stwierdzono, że oceniane substancje olejowe nie miały fitotoksycznego wpływu na rośliny ziemniaka przy najniższym stężeniu (1%). Ale w miarę wzrostu stężenia obserwowano wzrost fitotoksycznego oddziaływania na rośliny i obniżenie plonu. Szczególnie było to widoczne przy stężeniu 5%, nawet po zastosowaniu standardu, jakim był dobrze przebadany olej Sunspray 850 EC. Oleje w tak wysokim stężeniu nie powinny być stosowane w praktyce również z ekonomicznego punktu widzenia.

Do dalszych prac wytypowano 2 oleje: Ikar 95 EC i Olemix 84 EC. Na ich wysoką efektywność w ochronie pelargonii przed *Puccinia pelargonii-zonalis* wskazywał również [Wojdyła \(2005\)](#). W kolejnych dwóch latach kontynuowano ocenę ich fitotoksycznego oddziaływania na rośliny na większej liczbie odmian ziemniaka (**publikacja B**). Wytypowano 9 odmian podatnych na PVY, a zatem takich, które w późniejszym czasie powinny być chronione przed wirusami w warunkach polowych. Na podstawie wcześniejszych badań zweryfikowano również stosowane stężenia – zaaplikowano 2- i 4-proc. roztwory w odstępach 7-dniowych. Wyższe stężenie (4%) generowało silniejsze reakcje fitotoksyczności, szczególnie po zastosowaniu adiuwantu Olemix 84 EC. Stwierdzono zróżnicowaną reakcję odmianową na stosowane oleje mineralne. Ten etap badań okazał się cenny z uwagi na uzyskanie zróżnicowania objawów fitotoksyczności, jakie obserwowano w trakcie 2-letnich badań. Objawy były dość specyficzne, przede wszystkim inne niż np. po zastosowaniu herbicydów. W przypadku bardzo słabej lub słabej reakcji na liściach roślin występowały pojedyncze brązowe, nekrotyczne plamy lub/i nekrozy wzdłuż nerwów na spodniej stronie blaszki liściowej, do złudzenia przypominające pierwotne objawy porażenia wirusem Y ziemniaka, przy czym, przy bliższym poznaniu wyróżniały się one tłustym wyglądem, bez uszkodzeń epidermy. W miarę nasilania się objawów plam przybywało, były one większe oraz obserwowano dość charakterystyczną deformację liści, szczególnie tych najmłodszych. Liście zdeformowane miały nieregularne wcięcia brzegów blaszek liściowych lub liść przyjmował kształt przypominający łódkę odwróconą dnem do góry. Tego rodzaju objawy można było zaobserwować głównie w kombinacjach, w których stosowano oleje w stężeniu 4%. Pozyskane informacje na temat reakcji roślin na stosowanie olejów okazały się cenne z uwagi na brak ich szczegółowego opisu w dostępnej literaturze. W późniejszym czasie podobne objawy notowano również w warunkach polowych, jednakże reakcje nie zawsze były jednakowe i zależały w dużej mierze od roku badań i odmiany. W warunkach polowych zaobserwowano również nieznaczne ograniczenie wzrostu roślin na poletkach chronionych olejami mineralnymi, w tym również olejem Sunspray 850 EC.

Kolejny etap badań dotyczył zweryfikowania wybranych olejów mineralnych w warunkach polowych (**publikacje C i D**) pod kątem ich skuteczności w ograniczaniu PVY i PVM. Na tym etapie zwrócono również uwagę na wpływ wielokrotnego stosowania olejów w trakcie sezonu wegetacyjnego na plonowanie ziemniaka, gdyż [Goszczyński i wsp. \(2003\)](#) stwierdzili, że stosowanie oprysków olejem mineralnym w stężeniu już 1% ograniczało intensywność fotosyntezy roślin. Na niżki plonu z tego powodu wskazywali wcześniej [Ayers i Barden \(1975\)](#) oraz [Gudin i wsp. \(1976\)](#).

Niezależnie od odmiany wszystkie oceniane oleje mineralne wyraźnie ograniczały porażenie PVY. W przypadku PVM różnice w skuteczności nie były tak wyraźne. Spośród ocenianych substancji olejowych Olemix 84 EC najsilniej ograniczał porażenie bulw PVY – zdecydowanie lepiej niż Sunspray 850 EC, dotychczas uważany za wzorzec. Pomimo że jego skuteczność była różna w latach badań, udział sadzeniaków porażonych na obiektach chronionych olejem Olemix 84 EC był 2–6-krotnie niższy niż na obiekcie kontrolnym (bez ochrony olejowej). Pozostałe oleje (Ikar 95 EC i Sunspray 850 EC) ograniczały porażenie wirusem Y 1,5–3-krotnie, z tym że pierwszy z nich był zdecydowanie mniej skuteczny, a jego skuteczność była zmienna w latach.

Nie stwierdzono wpływu zastosowanych stężeń substancji olejowych na ograniczanie porażenia PVY i PVM, aczkolwiek zaobserwowano nieznacznie mniejszy udział bulw porażonych PVY przy stosowaniu niższego stężenia – 2%. W praktyce ma to bardzo duże znaczenie, ponieważ zalecana dawka na etapie rejestracji pierwszego oleju mineralnego w Polsce wynosiła 15 l/ha, co jest równoważne stężeniu około 3,8%. Obniżenie dawki do 2% (7-8 l/ha) bez utraty skuteczności pozwala na istotne zmniejszenie kosztów ochrony.

Interesujące jest to, że w literaturze wielu autorów wskazuje na bardzo wysoką skuteczność (powyżej 40%) oleju mineralnego w ochronie ziemniaka przed PVY już w stężeniu 1% (Martin-López i wsp. 2006, Rolot i wsp. 2008, Boiteau i wsp. 2009). Podobnie jest w ochronie innych roślin przed wirusami (Trujillo-Pinto i wsp. 1989; Marco 1993, Migliori i wsp. 1998). Na podstawie wstępnych wyników prowadzonych obecnie badań mogę stwierdzić, że tak niskie, 1-procentowe stężenie nie jest skuteczne w ograniczaniu PVY w warunkach Polski.

Stosowanie intensywnej ochrony olejami nie pozostało bez wpływu na plon ogólny bulw. Stwierdzono jednak, że istotnym elementem zmienności była odmiana oraz lata badań. Najsilniej oddziaływał na plon ogólny bulw Olemix 84 EC – spadek plonu wynosił do 8%, natomiast Ikar 95 EC maksymalnie obniżał plon do 4%. Stosowanie oleju wzorcowego (Sunspray 850 EC) nie wpływało na plon. Jednak w przypadku produkcji nasiennej ważniejszym parametrem jest plon frakcji sadzeniakowej (bulw określonej wielkości). W tym wypadku żaden z olejów nie wpływał na ten parametr, co oznacza, że plon sadzeniaków był podobny do zebranego z obiektów kontrolnych (bez ochrony).

Zdania na temat wpływu oleju mineralnego na mszyce – wektory wirusów – są podzielone. Powell i wsp. (1998) stwierdzili, że olej ma wpływ na zachowanie się mszyc w czasie żerowania. Odmiennego zdania byli Qui i Pirone (1989), według których zabiegi olejem nie wpływały w sposób widoczny na zachowanie się *M. persicae*. Stosowanie olejów mineralnych Ikar 95 EC, Olemix 84 EC i Sunspray 850 EC nieznacznie ograniczało liczebność mszyce na liściach ziemniaka w porównaniu z obiektami kontrolnymi (bez ochrony olejem). Zjawisko to potwierdzają wyniki innych prac, w których również stwierdzano hamujący wpływ olejów na rozwój mszyc (Nicetic i wsp. 2001, Heng i wsp. 2002, Wróbel 2006).

Udowodniona we wcześniejszych badaniach wysoka skuteczność olejów mineralnych w ograniczaniu porażenia bulw ziemniaka PVY nie pozostawia wątpliwości, że ich stosowanie w ochronie odmian podatnych na PVY jest konieczne. Dotychczas na każdej plantacji nasiennej stosuje się insektycydy do zwalczania wektorów wirusów w przekonaniu, że jest to najskuteczniejszy sposób ochrony. Tymczasem jeśli na plantacji lub w jej pobliżu znajdują się

źródła infekcji PVY lub PVM, samo zwalczanie mszyc nie przynosi aż tak korzystnych rezultatów. O dużej skuteczności insektycydów w ograniczaniu szerzenia się wirusów można mówić przy odpowiedniej izolacji plantacji ziemniaków od źródeł infekcji, ze względu na bardzo małe prawdopodobieństwo ich przeniesienia (Wisłocka i Gabriel 1980). Zrodziło się zatem pytanie, czy można, z przyczyn czysto ekonomicznych, w jednym zabiegu zastosować mieszaninę insektycydu z olejem i jaki to ma wpływ na skuteczność ochrony przed wirusami. Ponadto, czy dodatek oleju, który jest swego rodzaju adiutantem, pozwala obniżyć dawkę insektycydu bez utraty jego skuteczności?

Wiele dotychczasowych prac opisuje możliwości stosowania olejów mineralnych łącznie z insektycydami w ochronie innych roślin przed wirusami (Lowery i wsp. 1990, Marco 1993, Weeb i Stephen 1993, Asjes 1991). W przypadku ziemniaka wiele badań opierało się głównie na wykorzystaniu przestarzałych i często już niedostępnych w handlu pyretroidów (Bell 1989, Gibson i Rice 1986, Rolot i wsp. 2008) lub na porównywaniu skuteczności ochrony przed wirusami pomiędzy olejami a insektycydami lub mieszaninami samych insektycydów (Marin-López i wsp. 2006, van Toor i wsp. 2009).

W latach 2008-2011 celem rozwinięcia badań z olejami mineralnymi w warunkach polowych oceniano wpływ kilkunastu mieszanin najczęściej stosowanych w Polsce aficydów: Mospilan 20 SP (acetamipryd – 20%), Pirimor 500 WG (pirymikarb – 500 g) i Karate Zeon 050 CS (lambda-cyhalotryna – 4,81%) z olejem mineralnym Sunspray 850 EC pod kątem ich skuteczności w ograniczaniu porażenia bulw ziemniaka PVY, PVM i PLRV oraz wpływu na zasiedlenie roślin przez mszyce (**publikacje E i F**). Jedynym insektycydem skutecznie redukującym liczebność mszyc był Mospilan 20 SP stosowany samodzielnie lub łącznie z olejem mineralnym. Pozostałe insektycydy nie były już tak efektywne, niezależnie od formy stosowania. Jednakże sama redukcja liczby mszyc przy dużej liczbie źródeł infekcji wokół zdrowego materiału nie daje gwarancji ograniczenia porażenia.

W ocenie skuteczności ograniczania porażenia PVY Mospilan 20 SP stosowany samodzielnie lub w połączeniu z olejem mineralnym był istotnie mniej skuteczny niż olej mineralny stosowany samodzielnie. Według Milošević *wsp.* (2012) przy wysokiej presji PVY ochrona przed tym wirusem wyłącznie przy użyciu insektycydów jest niemożliwa. Również Hansen i Nielsen (2012) nie stwierdzili istotnego wpływu neonikotynoidów w ograniczaniu porażenia PVY, pomimo bardzo skutecznego zmniejszenia liczebności mszyc tymi środkami. W badaniach własnych udowodniono, że stosowanie mieszanin insektycydów z olejem mineralnym w ochronie przed porażeniem PVY nie zawsze jest tak skuteczne jak zastosowanie samego oleju mineralnego. Dodatek insektycydu może czasami poprawiać skuteczność, jednakże z punktu widzenia poniesionych dodatkowych kosztów jest raczej nieopłacalny i niezalecany.

Prowadzone badania własne z olejami mineralnymi oraz upowszechnianie uzyskanych wyników w środowisku producentów nasiennych wpłynęło na wzrost zużycia olejów w ciągu ostatnich 15 lat. Zarejestrowany w Polsce w roku 1999 pierwszy olej mineralny do ochrony ziemniaka przed wirusami jest nadal używany w produkcji nasiennej, pomimo braku ważnej rejestracji, przy czym jego zużycie z uwagi na cenę nie jest duże. Zdecydowanym liderem na rynku jest polski produkt Olemix 84 EC, którego według informacji przekazanej przez producenta zużyto w roku 2014 w Polsce około 172 tys. litrów. Głównymi odbiorcami są hodowle ziemniaka oraz producenci nasienni uprawiający podatne odmiany zagraniczne,

którzy przekonali się do skuteczności ochrony olejem mineralnym, nie eliminując tym samym ochrony insektycydowej. Wdrożenie technologii ochrony ziemniaków nasiennych przy użyciu olejów mineralnych w Polsce traktuję jako sensownie wykorzystany mój dorobek badawczy.

Część II. Podstawy wdrażania polowej produkcji minibułw ziemniaka (publikacje G-I)

Coraz większe trudności z utrzymaniem materiałów elitarnych ziemniaka w odpowiednio wysokiej zdrowotności wpłynęły na wzrost zainteresowania hodowli materiałami pochodzącymi z *in vitro*, jako bazy wyjściowej do dalszej produkcji sadzeniaków. Obecnie podstawą produkcji przedbazowych materiałów nasiennych ziemniaka są rośliny *in vitro* i mikrobulwy, z których pod osłonami produkuje się minibułwy – materiał nasenny wysadzany później w polu. Możliwość uzyskiwania minibułw bezpośrednio z roślin *in vitro* i mikrobulw w warunkach polowych zdecydowanie może przyspieszyć uzyskiwanie elitarnych materiałów nasiennych. Dotychczas w wielu pracach dotyczących tego zagadnienia skupiano się na plonowaniu i agrotechnice (Kawakami i wsp. 2003, 2006; Struik i Lommen 1999). Głównym problemem przy rozmnażaniu w polu materiałów pochodzących z *in vitro* jest utrzymanie odpowiedniej zdrowotności, ze względu na ich potencjalną wrażliwość na różnego rodzaju infekcje, w szczególności wirusowe. W dostępnej literaturze światowej brak było doniesień na ten temat.

W trakcie 6-letnich badań określano możliwości prowadzenia rozmnożeń materiałów z *in vitro* bezpośrednio w warunkach polowych. Oceniano porażenie PVY, PVM i PLRV bulw potomnych z roślin wyrosłych bezpośrednio z roślin *in vitro*, mikrobulw, minibułw i sadzeniaków tradycyjnych, sadzonych w polu w różnych terminach (1. termin – połowa kwietnia, 2. termin – III dekada kwietnia, 3. termin – początek lipca). Zwracano również uwagę na wzrost, rozwój i plonowanie tych materiałów. Ponadto w warunkach laboratoryjnych określano podatność roślin na infekcję wirusami przy sztucznej inokulacji mszycami *M. persicae* i *Aphis nasturtii*.

Warunki pogodowe w latach badań miały bardzo duży wpływ na przeżywalność roślin *in vitro* i mikrobulw wysadzanych w polu, szczególnie w 1. i 3. terminie. Przy wczesnym, 1. terminie sadzenia zastosowanie agrowłókniny przez okres około dwóch miesięcy chroniło rośliny przed zamieraniem, dzięki czemu wysoki ich odsetek utrzymywał się w dobrej kondycji do zbiorów, pomimo panujących często w kwietniu i na początku maja ujemnych temperatur w nocy. W przypadku 3. terminu sadzenia tylko w roku 2010, w którym panowały wysokie temperatury i nie było opadów przez prawie cały lipiec (a więc zaraz po posadzeniu roślin w polu), bardzo mały był udział roślin, które przetrwały do zbiorów. Brak odpowiedniej ilości wody w glebie i wysokie temperatury pod agrowłókniną były główną przyczyną słabej adaptacji roślin w polu. Najbardziej wrażliwe, niezależnie od odmiany, okazały się rośliny *in vitro*. W pozostałych latach badań, w których zasób wilgoci w glebie był wystarczający, tak negatywnych reakcji nie odnotowano. Według Leclerc i Donnelly (1990) większa wrażliwość roślin *in vitro* rozmnażanych w warunkach polowych na niedobory wody, w porównaniu z tradycyjnymi sadzeniakami, jest związana z wcześniejszym wytwarzaniem stolonów. W przypadku mikrobulw Kawakami i wsp. (2003) stwierdzali w okresie do miesiąca od wschodów mniejszy system korzeniowy u roślin z mikrobulw w porównaniu z roślinami z tradycyjnych sadzeniaków. W innej pracy (Kawakami i wsp. 2006)

zaobserwowano, że niedobór wody w glebie, tzw. stres wodny, istotnie wpływał na rozwój roślin z mikrobulw, głównie w początkowym okresie wzrostu (pierwszy miesiąc), co wpłynęło na redukcję powierzchni liści w porównaniu z roślinami wyrosłymi z sadzeniaków tradycyjnych oraz niższe plony.

Średnia liczba bulw z jednej rośliny przy sadzeniu w 1. i 2. terminie sadzenia mikrobulw i roślin *in vitro* wahała się pomiędzy 6,7 a 8,8, natomiast przy 3. terminie wartość ta była istotnie większa i oscylowała między 11,2 a 12,4. Więcej bulw zawiązywały rośliny wyrosłe z mikrobulw niż z roślin *in vitro*, chociaż statystycznie nie potwierdzono tej zależności. W literaturze brak jest jednoznacznej opinii, który rodzaj materiału nasiennego jest bardziej produktywny. Jedni badacze wskazują na wyższy współczynnik rozmnażania dla mikrobulw (Rykaczewska 2007), inni natomiast dla roślin *in vitro* (Pruski i in. 2003). Karim i wsp. (2011) stwierdzili, że to odmiana ma kluczowe znaczenie, uzyskując z jednej rośliny *in vitro* w warunkach polowych średnio od 8,8 do 57,5 minibułw w zależności od odmiany.

Mikrobulwy i rośliny *in vitro* wysadzone wcześniej (1. termin sadzenia) lub zdecydowanie później (3. termin) dawały największe plony minibułw. Przy czym, z uwagi na duże ryzyko związane z zamieraniem roślin i utrzymaniem odpowiedniej obsady przy ich wczesnym sadzeniu znacznie korzystniejszy był 3. termin sadzenia obu grup materiałów.

Obserwacje prowadzone w trakcie wegetacji pod kątem preferencji zasiedlania roślin przez mszyce wykazały, że tylko w jednym roku (2008), o bardzo wysokiej presji tych owadów, stwierdzono wyraźną tendencję do większego zasiedlenia przez mszyce roślin ziemniaka wyrosłych z mikrobulw oraz, w szczególności, z roślin *in vitro*. W pięciu pozostałych latach badań takiej zależności nie stwierdzono. Notowane w poszczególnych sezonach niewielkie różnice w liczebności mszyc na roślinach wyrosłych z sadzeniaków tradycyjnych, minibułw, mikrobulw i roślin *in vitro* nie zostały potwierdzone statystycznie. Boiteau i wsp. (2000) w badaniach laboratoryjnych nie zaobserwowali różnic w zachowaniu i preferencjach do kolonizowania przez uskrzydłone osobniki *M. persicae* roślin wyrosłych z roślin *in vitro*, minibułw i sadzeniaków tradycyjnych. Można zatem przypuszczać, że pochodzenie materiału nasiennego nie miało wpływu na preferencje zasiedlania roślin ziemniaka przez mszyce.

Plonowanie materiałów nasiennych jest ważne, jednak w sytuacji niemożliwości uzyskania odpowiednio zdrowych minibułw ten rodzaj technologii nie ma racji bytu w produkcji nasiennej. Ocena porażenia bulw potomnych wirusami wykazała, że istotnie więcej bulw porażonych było z roślin *in vitro* i mikrobulw sadzonych w tradycyjnym terminie (koniec kwietnia – 2. termin) aniżeli z sadzeniaków i minibułw. Zróżnicowanie terminów sadzenia mikrobulw i roślin *in vitro* w polu oraz zastosowanie w pierwszym okresie wzrostu roślin dodatkowej okrywy w postaci agrowłókniny okazało się kluczowym zabiegiem, który wpłynął na istotne ograniczenie porażenia bulw PVY i PVM. Niezależnie od odporności odmiany zdecydowanie najkorzystniejszy okazał się opóźniony, 3. termin. Późniejsze sadzenie wpłynęło na istotnie niższe porażenie bulw potomnych PVY i PVM, zarówno w przypadku roślin *in vitro*, jak i z mikrobulw. Biorąc po uwagę bardzo liczne źródła wirusów wokół poletek, a zatem dość prowokacyjne warunki rozmnożeń, w praktyce nasiennej niespotykane, opóźnienie sadzenia mikrobulw i roślin *in vitro* w warunkach polowych z praktycznego punktu widzenia wydaje się najkorzystniejsze.

Zdecydowanie większe zasiedlenie przez mszyce roślin ziemniaka wyrosłych z mikrobulw i roślin *in vitro* w sezonie o bardzo dużej presji tych owadów, wskazywało na ich atrakcyjność, a zatem prawdopodobieństwo wyższego porażenia wirusami. Założono, że większa delikatność tych roślin w porównaniu z wyrosłymi z sadzeniaków tradycyjnych, może być powodem ich większej wrażliwości na infekcje. Aby zweryfikować tę tezę, w warunkach laboratoryjnych poddano sztucznej inokulacji prawie 7 tys. roślin ziemniaka wyrosłych z roślin *in vitro*, mikrobulw, minibułw i sadzeniaków tradycyjnych, wykorzystując jako wektory *M. persicae* oraz *A. nasturtii*. Oceniano możliwość przeniesienia PVY (szczepy: PVY^{NW}, PVY^{NTN}), PVM i PLRV. Jednak uzyskane wyniki nie wskazały jednoznacznie, jakoby materiały z *in vitro* miały większą podatność na infekcje wirusowe. Wydaje się, że powodem silniejszego porażania się wirusami nie jest ich delikatność czy większa atrakcyjność dla mszyc, lecz inna, nie do końca poznana przyczyna, dlatego zagadnienie to wymaga dalszych badań.

Opracowanie technologii produkcji minibułw bezpośrednio w warunkach polowych pozwala usprawnić i obniżyć koszty wytwarzania najzdrowszych materiałów nasiennych. Co roku wprowadza się do uprawy nowe odmiany ziemniaka, a produkcja materiałów przedbazowych (minibułwy) pod osłonami ograniczona jest do posiadanych szklarni, namiotów foliowych lub siatkowych. Potrzeba namnożenia nowej odmiany wymaga kolejnych powierzchni, a zatem najczęściej zmniejszenia produkcji istniejących genotypów na etapie pierwszych (najważniejszych) rozmnożeń. Przeprowadzone badania wykazały, że istnieje możliwość rozmnażania materiałów z *in vitro* (mikrobulwy i rośliny *in vitro*) bezpośrednio w polu z zachowaniem wysokiej zdrowotności materiałów potomnych. Szczegółowe badania w tym zakresie z pewnością wymagają pewnych uzupełnień, jednakże wnoszą nowy zasób informacji, który już na tym etapie pozwala zastosować to rozwiązanie w warunkach produkcyjnych jako innowacyjną, niespotykaną obecnie w innych krajach europejskich technologię produkcji minibułw.

Literatura

- Ameline A., Couty A., Martoub M., Sourice S., Giordanengo P. 2010. Modification of *Macrosiphum euphorbiae* colonisation behaviour and reproduction on potato plants treated by mineral oil. Entomol. Exp. Appl. 135: 77–84.
- Asjes C. J. 1991. Control of air-borne field spread of tulip breaking virus, lily symptom less virus and lily virus X in lilies by mineral oils, synthetic pyrethroids, and a nematicide in the Netherlands. Neth. J. pl. Path. 97: 129–138.
- Ayres J. C., Barden J.A. 1975. Net photosynthesis and dark respiration of apple leaves as affected by pesticides. J. Am. Soc. Hort. Sci. 100: 24–28.
- Basky Z. 2003. Virus vector aphid activity and seed potato tuber virus infection in Hungary. J. Pest Sci. 76:83–88.
- Bell A.C. 1989. Use of oil and pyrethroid sprays to inhibit the spread of potato virus Y^N in the field. Crop Prot. 8: 37–39.
- Boiteau G., Moore L.M., Wattie D. 2000. Comparative analysis of aphid vector behavior in response to potato plants grown from field tubers, minitubers or plantlets. Am. J. Potato Res. 77: 71–75.
- Boiteau G., Singh M., Lavoie J. 2009. Crop border and mineral oil sprays used in combination as physical control methods of the aphid-transmitted potato virus Y in potato. Pest Manag. Sci. 65: 255–259.

- Brunt A., Crabtree K., Dallwitz M., Gibbs A., Watson L., Zurcher E. 1997. Plant viruses online. Descriptions and lists from the VIDE Database. <http://pvo.bio-mirror.cn/refs.htm#suscept> (accessed 17 July 2013).
- Chrzanowska M., Zagórska H. 1996. Reakcja na wirusy odmian ziemniaka znajdujących się w Krajowym Rejestrze w 2010 roku. *Biul. Inst. Ziemn.* 46: 17–27.
- Fageria M. S., Boquel S., Leclair G., Pelletier Y. 2014. The use of mineral oil in potato protection: dynamics in the plant and effect on potato virus Y spread. *Am. J. Potato Res.* 91 (5): 476–484.
- Gibson R. W., Rice A. D. 1986. The combined use of mineral oils and pyrethroids to control plant viruses transmitted non- and semi-persistently by *Myzus persicae*. *Ann. Appl. Biol.* 109: 465–475.
- Goszczyński W., Tomczyk A., Bednarek A. 2003. Wpływ oleju mineralnego Sunspray 850 EC (Ultra Fine) na wymianę gazową liści róż. *Prog. Plant. Prot.* 43 (2): 648–650.
- Gudin C., Syrratt W. J., Boize L. 1976. The mechanisms of phytosynthetic inhibition and the development of scorch in tomato plants treated with spray oils. *Ann. Appl. Biol.* 84: 213–219.
- Hansen L. M., Nielsen S. L. 2012. Efficacy of mineral oil combined with insecticides for the control of aphid virus vectors to reduce potato virus Y infections in seed potatoes (*Solanum tuberosum*). *Acta Agric. Scand., Section B – Soil and Plant Science* 62(2): 132–137.
- Harrington R., Barlet E., Riley D. K., French-Constant R. H., Clark S. J. 1989. Resurgence of insecticide-resistant *Myzus persicae* on potatoes treated repeatedly with cypermethrin and mineral oil. *Crop Prot.* 8: 340–348.
- Heng J., Chunshu P., Chunsou Y., Hanjie C. 2002. Application of an nC24 horticultural mineral oil for control of hawthorn spider mite and spiraea aphid in apple orchards in northern China. In: Beattie G. A. C., Watson D. M., Stevens M. L., Rae D. J., Spooner-Hart R. N., eds. *Spray Oils Beyond 2000*. Univ. Western Sydney: 427–431.
- Karim M. R., Rahman H., Ara T., Khatun M. S. T. R., Hossain M. M., Islam A. K. M. R. 2011. Yield potential study of meristem derived plantlets of ten potato varieties (*Solanum tuberosum* L.). *International J. Biosci.* 1 (2): 48–53.
- Kawakami J., Iwama K., Jitsuyama Y. 2006. Soil water stress and the growth and yield of potato plants grown from microtubers and conventional seed tubers. *Field Crop. Res.* 95: 89–96.
- Kawakami J., Iwama L., Hasegawa T., Jitsuyama Y. 2003. Growth and yield of potato plants grown from microtubers in fields. *Am. J. Potato Res.* 80: 371–378.
- Kerlan C. 2009. Potato viruses. In: Mahy B.W.J. and van Regenmortel M.H.V. editors, *Desk Encyclopedia of Plant and Fungal Virology*. Academic Press, p. 458–471.
- Kostiw M. 1987. Przenoszenie ważniejszych wirusów ziemniaka przez mszyce. (In Polish) *Inst. Ziemn. Bonin*: 105 s.
- Kurppa A., Hassai A. 1989. Reaction of four table potato cultivars to primary and secondary infection by potato viruses Y⁰ and Y^N. *Ann. Agric. Fenniae* 28 (4): 297–307.
- Leclerc Y., Donnelly D. J. 1990. Seasonal differences in the field performance of micropropagated potato under a short growing season in Quebec. *Am. Potato J.* 67: 507–516.
- Loebenstein G., Thottappilly G. 2003. *Virus and virus-like diseases of major crops in developing countries*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 800 p.
- Lowery D. T., Sears M. K., Harmer C. S. 1990. Control of turnip mosaic virus of rutabaga with applications of oil, whitewash and insecticides. *J. Econ. Entomol.* 83: 2352–2356.
- Marco S. 1993. Incidence of non-persistently transmitted viruses in pepper sprayed with whitewash, oil and insecticide, alone or combined. *Plant Dis.* 77: 1119–1122.

- Martín-López B., Varela I., Marnotes S., Cabaleiro C. 2006. Use of oils combined with low doses of insecticide for the control of *Myzus persicae* and PVY epidemics. *Pest Manag. Sci.* 62 (4): 372–378.
- Migliori A., Quiot J.B., Labonne G., Boudon J.P., Lauriau F., Freyrier M., Renaud L.Y., 1998. L'huile mineale, moyen de lutte preventive contre l'agent de la Sharka, dissemine par des pucerons en pepiniere. *Phytoma.* 507: 32–35.
- Milošević D. 1996. Efficacy of oil and insecticides in potato plant protection against infection by potato virus Y and leaf roll virus (PVY and PLRV). *Plant Prot.* 47 (4), No 218: 333–342.
- Milošević D., Stemenković S., Perić P. 2012. Potential use of insecticides and mineral oil for the control of transmission of major aphid-transmitted potato viruses. *Pesticides and Phytomedicine* 27(2): 97–106.
- Nicetic O., Watson D. M., Beattie G. A. C., Meats A., Zheng J. 2001. Integrated pest management of two-spotted mite *Tetranychus urticae* on greenhouse roses using petroleum spray oil and predatory mite *Phytoseiulus persimilis*. *Exper. Appl. Acarol.* 25, Kluwer Acad. Publ.: 37–53.
- Olubayo F., Kibaru A., Nderitu J., Njeru R., Kasina M. 2010. Management of aphids and their vectored diseases on seed potatoes in Kenya using synthetic insecticides, mineral oil and plant extract. *J. Innovation Development Strategy* 4(2): 1–5.
- Powell G., Hardie J., Pickett J.A. 1998. The effects of antifeedant compounds and mineral oil on stylet penetration and transmission of potato virus Y by *Myzus persicae* (Sulz.) (Hom., Aphididae). *J. Appl. Entomol.* 122: 331–333.
- Pruski K., Astatkie T., Duplessis P., Stewart L., Nowak J., Struik P.C. 2003. Manipulation of microtubers for direct field utilization in seed production. *Am. J. Potato Res.* 80: 173–181.
- Qui J. Y., Pirone T. P. 1989. Assessment of the effect of oil on the potyvirus aphid transmission process. *J. Phytopath.* 127: 221–226.
- Rahman M. S., Akanda A. M. 2010. Effect of PLRV infected seed tuber on disease incidence, plant growth and yield parameters of potato. *Bangladesh J. Agril. Res.* 35: 359–366.
- Rahman M. S., Akanda A. M., Mian I. H., Bhuian M. K. A., Karim M. R. 2010. Growth and yield performance of different generations of seed potato as affected by PVY and PLRV. *Bangladesh J. Agril. Res.* 35: 37–50.
- Rolot J. L., Seutin H., Deveux L. 2008. Effectiveness of paraffinic mineral oil, insecticides and vegetal oil to control Potato virus Y (PVY) spread in potato seeds multiplication fields. *Abstr.. 17th Trienn. Conf. EAPR, July 6-10, Braşov, România: 111–118.*
- Rykaczewska K. 2007. Potencjał plonotwórczy i współczynnik rozmnażania mikrobulw i roślin *in vitro* wybranych odmian. W: *Nasiennictwo i ochrona ziemniaka. Konf. nauk.-szkol. Kołobrzeg, 19-20.04.2007. IHAR ZNiOZ Bonin: 99–101.*
- Sharma P. D. 2006. *Plant Pathology.* Alpha Science International, Oxford: 550 p.
- Shukla D. D., Ward C. W., Brunt A. A. 1994. *The potyviridae.* Cambridge University Press, Cambridge: 516p.
- Sigvald R., Hulle M. 2004. Aphid-vector management in seed potatoes: monitoring and forecasting. *EAPR Virology 2004. Abstr. 12th European Association for Potato Research Virology Section Meeting, 13-19 June, Rennes, France: 8–11.*
- Solomon-Blackburn R. M., Barker H. 2001. Breeding virus resistant potatoes (*Solanum tuberosum*): a review of traditional and molecular approaches. *Heredity* 86: 17–35.
- Steinger T., Gilliland H., Hebeisen T. 2014. Epidemiological analysis of risk factors for the spread of potato viruses in Switzerland. *Ann. Appl. Biol.* 164: 200–207.
- Struik P. C., Wiersema S. G. 1999. *Seed potato technology.* Wageningen Press: 383 p.

- Struik P. C., and W. J. M. Lommen. 1999. Improving the field performance of micro- and minitubers. *Potato Res.* 42:559–568.
- Thomas P. E., Hassan S. 2002. First report of twenty-two new hosts of *Potato leafroll virus*. *Plant Dis.* 86: 561.
- Toor R. F. van, Drayton G. M., Lister R. A., Teulon D. A. J. 2009. Targeted insecticide regimes perform as well as a calendar regime for control of aphids that vector viruses in seed potatoes in New Zealand. *Crop Prot.* 28: 599–607.
- Trujillo-Pinto G., Vegas A., Monteverde E. 1989. Control del viruse de la mancha anillada y distorsionante de la lechosa (DRSV) mediante aspersiones con aceite blanco. *Revista de la Facultad de Agronomia, Universidad Central de Venezuela* 15(1-2): 141–155.
- Turska E., Wróbel S. 1999. Ograniczenie szerszenia się wirusa Y ziemniaka (PVY) przy użyciu oleju Sunspray 11 E. *Prog. Plant Prot.* 39 (2): 841–844.
- Weeb S. E., Stephen B. L. 1993. Effect of oil and insecticide on epidemics of potyviruses in watermelon in Florida. *Plant Dis.* 77: 869–874.
- Whitworth J. L., Nolte P., McIntosh C., Davidson R. 2006. Effect of *Potato virus Y* on yield of three potato cultivars grown under different nitrogen levels. *Plant Dis.* 90 (1): 73–76.
- Wisłocka M., Gabriel W. 1980. Wpływ odległości od źródeł infekcji na ograniczenie porażenia wirusami przy pomocy insektycydów. W: *Nasiennictwo ziemniaka. XIV Sesja Nauk. Koszalin, 5-6.03.1980. Inst. Ziemn. Bonin: 73–74.*
- Wojdyła A. T. 2005. Activity of plant and mineral oils in the control of *Puccinia pelargonizionalis*. *Commun. Agric. Appl. Biol. Sci.* 70 (3): 193–198.
- Wróbel S., Wąsik A. 2015. Jakość materiału nasiennego ziemniaka w obrocie handlowym. W: *Nauka dla hodowli i nasiennictwa roślin uprawnych. Streszcz. XII Konf. Nauk. Zakopane, 2-6.02.2015. IHAR-PIB Radzików: 137–140.*
- Wróbel S. 2006. Rola oleju mineralnego w ochronie ziemniaka przed mszycami i porażeniem wirusami. *Acta Sci. Pol. Agricultura* 5 (1): 83–92.
- Wróbel S. 2009. Sytuacja w nasiennictwie ziemniaka po katastrofalnym roku 2008. *Ziemn. Pol.* 4: 10–16
- Wróbel S. 2012. Tempo degeneracji nowych odmian ziemniaka w warunkach naturalnych. *Prog. Plant Prot.* 52 (1): 174–177.
- Wróbel S., Turska E. 2007. Wpływ lokalizacji źródeł wirusów w warunkach naturalnych na rozprzestrzenianie się PVY i PLRV. *Prog. Plant Prot.* 47 (2): 371–374.

4.4. OMÓWIENIE POZOSTAŁYCH OSIĄGNIĘĆ NAUKOWO-BADAWCZYCH. PRZEBIEG DZIAŁALNOŚCI NAUKOWEJ

Moje zainteresowania badawcze są znacznie szersze niż wyżej opisana tematyka. Prowadziłem i nadal prowadzę badania związane z nasiennictwem ziemniaka. Zagadnienia badawcze wynikają z potrzeby rozwiązania problemów dotyczących praktykę rolniczą. Poniżej zestawilem w sposób syntetyczny problematykę prowadzonych przez mnie badań.

A. Ocena możliwości wykorzystania glifosatu do desykcji plantacji ziemniaka

W latach 2004-2005 w warunkach polowych oceniono wpływ glifosatu (substancja aktywna środka Roundup 360 SL, bardzo popularnego herbicydu nieselektywnego) zastosowanego do desykcji naci ziemniaka. Mimo że Roundup jest powszechnie stosowany w rolnictwie do odchwaszczania nieużytków rolnych, sadów i ściernisk po zbiorze zbóż, a nawet zwalczania chwastów w początkowym okresie, od posadzenia do wschodów ziemniaka, nie powinien on być wykorzystywany do desykcji roślin ziemniaka zarówno na

plantacjach nasiennych, jak i towarowych (jadalnych, skrobiowych). Bardzo silne ograniczenie wzrostu kielków i ich degeneracja oraz późniejsze wschody po jego zastosowaniu wskazywały na zaleganie pozostałości glifosatu w bulwach.

Upowszechnianie wyników badań przyczyniło się do wzrostu świadomości wielu producentów o skutkach ubocznych, jakie niesie ze sobą stosowanie tej substancji. Nawet nieodpowiednia aplikacja przed wschodami ziemniaków może w niekorzystnych warunkach powodować braki wschodów. Straty z tego tytułu są nieodwracalne.

- Forma przedstawienia wyników.
 - szkolenia i konferencje naukowe, publikacje naukowe i popularnonaukowe
- Publikacje naukowe:
 - **Wróbel S.** 2006. Czy glifosat można stosować do desykacji plantacji ziemniaka? *Ziemn. Pol.* 3: 23–25.
 - **Wróbel S.** 2007. Reakcja roślin ziemniaka na glifosat zastosowany do desykacji naci. *Prog. Plant Prot.* 47 (3): 316–320.
- Udział i rola kandydata w opracowaniu:
 - kierownik zadania – udział 100%

B. Określenie optymalnego czasu rozpoczęcia próby oczkowej dla nowo rejestrowanych odmian ziemniaka

Badania są prowadzone w sposób ciągły od roku 2004. W tym czasie przebadano 95 odmian ziemniaka pod kątem możliwości przerywania spoczynku bulw tuż po zbiorze. Stosowanie regulatorów wzrostu nie zawsze powoduje natychmiastową reakcję pobudzenia kielków, gdyż długość okresu uśpienia jest cechą genetyczną odmian. W badaniach ocenione zostały parametry kielkowania wycinków (oczek) bulw pobranych zgodnie z urzędowymi terminami pobierania prób do badań weryfikacyjnych.

Badania są odpowiedzią na zapotrzebowanie Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa na tego rodzaju informacje, dlatego ich wyniki cieszą się dużym zainteresowaniem. Określenie dla poszczególnych odmian optymalnego terminu rozpoczęcia badań weryfikacyjnych pozwala w praktyce na lepszą organizację prac poprzez ustalenie właściwej ich kolejności. Ocena pozwala wyodrębnić odmiany o zdecydowanie dłuższym spoczynku, dla których należy przesunąć termin wykonania próby oczkowej lub zastosować inną, bardziej skuteczną metodę jego przerywania.

- Forma przedstawienia wyników.
 - szkolenia i konferencje naukowe, publikacje naukowe i popularnonaukowe
- Publikacje naukowe:
 - **Wróbel S.** 2007. Reakcja nowych odmian ziemniaka na przerywanie okresu spoczynku na potrzeby próby oczkowej. *Ziemn. Pol.* 4: 18–20.
 - **Wróbel S.** 2008. Wczesne przerywanie okresu spoczynku bulw w aspekcie szybkiej diagnostyki wirusowej nowych odmian ziemniaka. *Prog. Plant Prot.* 48 (2): 552–555.

- **Wróbel S., Robak B.** 2009. Reakcja nowych odmian ziemniaka na przerywanie okresu spoczynku. *Ziemn. Pol.* 1: 11–13.
- **Wróbel S., Robak B.** 2011. Reakcja nowych odmian ziemniaka na terminy przerywania spoczynku bulw na potrzeby próby oczkowej. *Frag. Agron.* 28 (3): 120–128.
- **Wróbel S., Robak B.** 2014. Charakterystyka nowych odmian ziemniaka pod względem możliwości przerywania spoczynku bulw. *Biul. IHAR* 272: 93–101.
- **Udział i rola kandydata w opracowaniu:**
kierownik badań – udział 90%

C. Charakteryzowanie odmian ziemniaka pod kątem oceny trudności w produkcji nasiennej

Prowadzona w Polsce ocena odporności rejestrowanych odmian ziemniaka na PVY i PLRV, pomimo uproszczonej od roku 2004 procedury, bardzo dobrze charakteryzuje odmiany odporne na wirusy, wyodrębniając w późniejszym czasie również te o skrajnej odporności. Ocena w skali 9-stopniowej dość precyzyjnie określa ich odporność, a mimo to daje się czasami zauważyć znaczną różnicę między odmianami o podobnej odporności w narastaniu porażenia poszczególnymi wirusami w warunkach polowych. Ponadto odmiany zagraniczne pomimo przypisanej im wysokiej oceny odporności polowej na poszczególne wirusy w krajach, z których pochodzą, okazują się w warunkach polskich często znacznie podatniejsze na infekcje. Istnieją również odmiany, które gdy są już rozmnażane na większą skalę, w warunkach produkcyjnych okazują się podatniejsze w porównaniu z wcześniejszą oceną. Prowadzone badania mają na celu charakteryzowanie nowych odmian pod kątem tempa narastania porażenia bulw PVY, PVM i PLRV w kolejnych latach rozmnożeń w warunkach polowych.

- **Forma przedstawienia wyników.**
 - szkolenia i konferencje naukowe, publikacje naukowe i popularnonaukowe
- **Publikacje naukowe:**
 - **Wróbel S.** 2012. Tempo degeneracji nowych odmian ziemniaka w warunkach naturalnych. *Prog. Plant Prot.* 52(1): 174–177.
 - **Wróbel S.** 2015. The rate of virus spread in new potato cultivars. *Potato Res.* – w druku.
 - **Wróbel S., Turska E.** 2005. Nowe odmiany ziemniaka w produkcji nasiennej. *Biul. IHAR* 237/238: 93–98.
- **Udział i rola kandydata w opracowaniu:**
kierownik badań – udział 100%

D. Wykorzystanie alkoholu etylowego i fitohormonów do szybkiego i bezpiecznego przerywania spoczynku bulw ziemniaka

Zbyt długi spoczynek bulw często uniemożliwia wykonanie zaraz po zbiorze próby oczkowej, która jest podstawą urzędowych badań zdrowotności prowadzonych przez

wojewódzkie laboratoria Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN). Dlatego istotne znaczenie w nasiennictwie ma możliwość szybkiego i skutecznego przerywania spoczynku bulw w okresie ich niepełnej dojrzałości fizjologicznej, w szczególności odmian trudno kiełkujących. Szybkie i równomierne kiełkowanie bulw w tym okresie jest warunkiem uzyskania pewnych wyników badań diagnostycznych.

Przerywanie spoczynku bulw może być indukowane poprzez czynniki chemiczne, hormonalne lub fizyczne. Środki chemiczne wykorzystywane do przerywania spoczynku, jak bromek etylu, rindite, chlorohydryna etylenu, dwusiarczek węgla, są niebezpieczne dla ludzi i środowiska, często toksyczne i rakotwórcze, natomiast inne, jak kwas giberelinowy, tiomocznik lub benzyloadenina, nie zawsze są efektywne, szczególnie w przypadku odmian o głębokim spoczynku. Ostatnie badania wskazują na kwas abscysynowy (ABA) i etylen, które są głównymi czynnikami odpowiedzialnymi za spoczynek bulw, przy czym tylko ABA odpowiada za utrzymywanie spoczynku.

W ramach projektu w latach 2011-2014 oceniano wpływ alkoholu etylowego, sacharozy, fitohormonów (kwas giberelinowy i kinetyna), przy różnej długości ich aplikacji, na skuteczność przerywania spoczynku bulw oraz poziom zawartości kwasu abscysynowego (ABA) w sadzeniakach oraz mikrobulwach zaraz po zbiorze. Zastosowanie alkoholu etylowego istotnie skracało spoczynek bulw, z tym że było to silnie uzależnione od odmiany. Największy wpływ na skrócenie spoczynku bulw miało zastosowanie gibereliny, a kinetyna wydaje się nie mieć większego znaczenia w tym procesie.

Wydłużanie czasu moczenia wycinków bulw istotnie zwiększało skuteczność poszczególnych kombinacji badawczych. Istotną różnicę w skuteczności przerywania spoczynku mikrobulw stwierdzano jedynie w ciągu 13 pierwszych dni od chwili poddania ich zabiegowi. Później różnice ulegały zatarciu i były statystycznie nieistotne, co oznacza, że udział skiełkowanych mikrobulw był na podobnym poziomie we wszystkich kombinacjach. Najskuteczniejsza w przerywaniu spoczynku zarówno wycinków bulw, jak i mikrobulw była kombinacja, która oprócz gibereliny zawierała dodatkowo tiomocznik i daminozyd, oraz kombinacja zawierająca 4-proc. alkohol etylowy, giberelinę i kinetynę, w której wycinki bulw moczone przez 30 minut. Z praktycznego punktu widzenia, jeśli mamy do czynienia z odmianami o głębokim i trudnym do przerywania spoczynku, powyższe metody mogą być nie w pełni skuteczne, dlatego nadal należy poszukiwać rozwiązań, które w sposób bezpieczny dla człowieka i jego otoczenia będą przerywać spoczynek bulw ziemniaka.

- Forma przedstawienia wyników.
 - konferencje, publikacje naukowe
- Publikacje naukowe:
 - **Wróbel S., Kęsy J.** Effect of ethanol and phytohormones on dormancy breaking of potato tubers. *Potato Res.* – w druku.
- Udział i rola kandydata w opracowaniu:
 - kierownik badań – udział 80%

5. ZESTAWIENIE DOROBKU NAUKOWO-BADAWCZEGO

Mój dorobek publikacyjny po uzyskaniu stopnia doktora obejmuje 230 pozycji, łącznie z 9 pracami dotyczącymi osiągnięcia naukowego (tab. 1 i 2). Wśród nich **52 prace to oryginalne opracowania naukowe**, w tym również w liczących się czasopismach zagranicznych (American Journal of Potato Research, Potato Research, Field Crops Research). Znaczący udział stanowią publikacje popularnonaukowe, dzięki którym mogłem i nadal mogę upowszechniać wyniki nie tylko swoich badań. Dodatkowo uczestniczyłem jako prowadzący w 24 szkoleniach dla producentów ziemniaków i pracowników PIORiN. Szkolenia ułatwiają bezpośredni kontakt z producentami, co pozwala na bieżąco poznawać problemy, z jakimi boryka się praktyka. Stąd prace badawcze o aplikacyjnym znaczeniu stanowią mój główny cel. Jestem dumny z możliwości systematycznego dostarczania praktyce rolniczej coraz to nowszych rozwiązań celem ulepszania produkcji ziemniaków, co dodatkowo przynosi mi satysfakcję. Wykonałem 29 odpłatnych ekspertyz lub innych opracowań na zamówienie. Czynn timeruczestniczę również w konferencjach naukowych. Po uzyskaniu stopnia doktora brałem udział w 25 konferencjach naukowych, na których wygłosiłem 14 referatów i prezentowałem 23 postery. Brałem aktywny udział w zdobywaniu funduszy na badania, będąc w latach 2010-2014 kierownikiem dwóch projektów badawczych. Ponadto w latach 2008-2013 byłem również wykonawcą w programie wieloletnim IHAR-PIB w podzadaniu dotyczącym monitoringu presji infekcyjnej wirusów ziemniaka w Polsce:

- N N310 162638 Ocena możliwości prowadzenia rozmnożeń nasiennych mikrobulw i roślin *in vitro* w warunkach polowych. Projekt badawczy własny, 2010-2012.
- N N310 722340 Wykorzystanie alkoholu etylowego i fitohormonów do szybkiego i bezpiecznego przerywania spoczynku bulw ziemniaka. Projekt badawczy własny, 2011-2014.

Program wieloletni IHAR-PIB na lata 2008-2013

Monitorowanie i ocena zmian w populacjach gospodarczo ważnych patogenów pochodzenia wirusowego, bakteryjnego i grzybowego oraz szkodliwych owadów na plantacjach ziemniaka. *Podzadanie 4.* Monitoring presji infekcyjnej wirusów ziemniaka w Polsce jako element systemów decyzyjnych w nasiennictwie

Tabela 1. Liczbowe zestawienie dorobku naukowego przed i po uzyskaniu stopnia doktora

Wyszczególnienie	Liczba prac		
	przed doktoratem	po doktoracie	razem
Osiągnięcie naukowe pt: „Wybrane aspekty usprawniania technologii produkcji nasiennej ziemniaka w Polsce”	-	9	9
w tym w języku angielskim		3	3
<u>Pozostałe publikacje</u>			
Prace oryginalne w języku polskim	15	31	46
Prace oryginalne w języku angielskim	-	5	5
Monografie lub rozdziały w monografiach w języku polskim i angielskim	4	7	11
RAZEM	19	52	71
Artykuły popularnonaukowe	48	141	189
Streszczenia w materiałach konferencyjnych	20	37	57
RAZEM	68	178	246
Wykonane recenzje	-	24	24
Referaty wygłoszone na konferencjach	11	14	25
Referaty wygłoszone na szkoleniach	-	24	24

Tabela 2. Punktacja wszystkich opublikowanych prac po doktoracie

Nazwa czasopisma	Liczba publikacji	Impact Factor ¹	Suma punktów MNiSW	
			zgodnie z rokiem wydania ²	w roku 2014 ³
<u>Osiągnięcie naukowe</u>				
American Journal of Potato Research	2	0,951	50	50
Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin	1		6	4
Field Crops Research	1	2,608	40	40
Progress in Plant Protection	5		18	25
<u>Pozostałe czasopisma recenzowane</u>				
Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura	2		8	14
American Journal of Potato Research	2	0,951	50	50
Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin	8		32	32
Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis. Agricultura	1		4	5
Fragmenta Agronomica	1		6	5
Journal of Plant Protection Research	1		4	10
Plant Breeding and Seed Science	1		4	7
Potato Research	1	0,558	9	30
Progress in Plant Protection	8		28	40
Zeszyty Problemowe Postępu Nauk Rolniczych	1		4	9
Ziemiański Polski	10		18	0
Monografie lub rozdziały w monografiach w języku polskim i angielskim ⁴	7		33	33
SUMA	52	6,970	314	354
W tym dotyczące osiągnięcia naukowego	9	4,510	114	119
<u>Czasopisma popularnonaukowe</u>				
Agrotechnika	9			
Farmer	6			
Materiały szkoleniowe	3			
Nowoczesna Uprawa	82			
Poradnik Gospodarski	4			
Rolnik Dzierżawca	5			
Top Agrar	17			
Tygodnik Rolniczy	4			
Warzywa	10			
Wiadomości Rolnicze	1			
SUMA	141			

¹ wartość IF zgodnie z rokiem wydania tylko dla publikacji, która ukazała się w Potato Research, w pozostałych przypadkach z uwagi na brak informacji przyjęto IF z roku poprzedzającego wydanie

² brakuje jednoznacznych informacji dotyczących punktacji dla publikacji wydanych przed 2007 rokiem, dlatego dla tych pozycji przyjęto punktację MNiSW obowiązującą w roku 2007

³ liczba punktów według wykazu MNiSW z 31 grudnia 2014

⁴ zgodnie z rozporządzeniem MNiSW (Dz.U. 205/2007, poz. 1489)

Sumaryczny Impact Factor publikacji naukowych:	6,970
Liczba cytowań według bazy Web of Science:	13
Indeks Hirscha według bazy Web of Science:	3
Suma punktów za publikacje według listy MNiSW:	302 (342)

Prace złożone do druku:

- **Wróbel S., Kęsy J.** Effect of ethanol and phytohormones on dormancy breaking of potato tubers. *Potato Research*.
- **Wróbel S.** The rate of virus spread in new potato cultivars. *Potato Research*.
- **Wróbel S., Krzewińska A.** Potato microtuber production using temporary immersion systems: a review. *American Journal of Potato Research*.

6. DZIAŁALNOŚĆ ORGANIZACYJNA:

1997, 2000	konferencja naukowa „Nasiennictwo ziemniaka” organizowana przez IHAR Oddz. Bonin – współorganizator
2008-2015	coroczne urzędowe szkolenie dla pracowników PIORiN z zakresu oceny polowej materiału siewnego (miejsce szkolenia – ZNiOZ Bonin) – współorganizator, od roku 2014 – organizator.
2008-2015	coroczne urzędowe szkolenie dla pracowników PIORiN z zakresu oceny cech zewnętrznych partii sadzeniaków ziemniaka oraz pobierania prób sadzeniaków do oceny zdrowotności (miejsce szkolenia – ZNiOZ Bonin) – współorganizator, od roku 2014 – organizator.
2013, 2014	organizator i prowadzący szkolenia dla producentów ziemniaków nasiennych z zakresu rozpoznawania chorób wirusowych i ochrony plantacji nasiennych ziemniaka przed wirusami oraz dla pracowników Wojewódzkich Laboratoriów Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa z zakresu przerywania spoczynku bulw, próby oczkowej i testu DAS ELISA
2014, 2015	konferencja naukowo-szkoleniowa „Nasiennictwo i ochrona ziemniaka” organizowana w Dźwirzynie – współorganizator, w roku 2015 – organizator.
2014	Dni pola SYNGENTA w Boninie 12.08.2014 – współorganizator
2014	XXI Krajowe Dni Ziemniaka w Warszawie (5.10.2014) – współorganizator
2015	XXII Krajowe Dni Ziemniaka w Marszewie (23.08.2015) – współorganizator
od 2007	członek Polskiego Towarzystwa Agronomicznego
od 2014	członek komitetu redakcyjnego kwartalnika <i>Ziemniak Polski</i>
od 2015	członek The Potato Association of America
2015	członek komitetu naukowego XII Ogólnopolskiej Konferencji Naukowej „Nauka dla hodowli i nasiennictwa roślin uprawnych” organizowanej przez IHAR-PIB w Radzikowie – Zakopane 2-6.02.2015

7. WYRÓŻNIENIA, NAGRODY, ODZNACZENIA:

- 1997 Wyróżnienie pracy magisterskiej pt. „Wpływ współdziałania nicieni *Globodera rostochiensis* z mikroorganizmami glebowymi na rozwój roślin i zmiany cytologiczne w korzeniach ziemniaka odmiany Mila” w konkursie na Najlepszą Pracę Dyplomową w Akademii Rolniczej w Szczecinie w roku 1996.
- 2000 Wyróżnienie pracy dyplomowej z zakresu informatyki pt. Baza danych do obsługi gimnazjum „GIMNAZJUM 2000”. Praca polegała na stworzeniu od podstaw, wraz z pełną dokumentacją, i wdrożeniu specjalistycznej bazy danych do obsługi gimnazjum.
- 2004 Wyróżnienie pracy doktorskiej pt. „Wpływ wybranych zabiegów agrotechnicznych w produkcji nasiennej ziemniaka na porażenie bulw wirusami Y i M” przez Radę Naukową IHAR w Radzikowie.
- 2007 Nagroda Dyrektora IHAR za aktywność, zaangażowanie i wyróżniające wyniki w pracy naukowej.

Stefani Urdak