

JÓZEFA KAPSA ¹
MAREK MRÓWCZYŃSKI ²
TOMASZ ERLICHOWSKI ¹
HANNA GAWIŃSKA-URBANOWICZ ¹
KONRAD MATYSEK ¹
JERZY OSOWSKI ¹
MARIA PAWIŃSKA ¹
JANUSZ URBANOWICZ ¹
SŁAWOMIR WRÓBEL ¹

¹ Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — Państwowy Instytut Badawczy w Radzikowie, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemiaka w Boninie

² Instytut Ochrony Roślin w Poznaniu — Państwowy Instytut Badawczy w Poznaniu

Ochrona ziemniaka zgodna z zasadami integrowanej ochrony roślin Część II. Metoda zrównoważonej chemicznej ochrony ziemniaka

Potato protection according to the principles of integrated pest management Part II. Sustainable method of chemical potato protection

Działania stosowane w integrowanej ochronie roślin (IPM) można podzielić na działania strategiczne i taktyczne. Działania taktyczne obejmują elementy zrównoważonej ochrony chemicznej, takie jak wybór środka ochrony roślin, liczby aplikacji i wykorzystanie systemów decyzyjnych (DSS) w ochronie przed patogenami czy zastosowanie progów ekonomicznej szkodliwości w zwalczaniu szkodników. Według obowiązujących zasad integrowanej ochrony *metodę chemiczną* można stosować jedynie w razie niezbędnej konieczności, w momencie istotnego zagrożenia lub po przekroczeniu progu ekonomicznej szkodliwości zwalczanego agrofaga. Przed zastosowaniem ochrony chemicznej ważne jest również monitorowanie chronionej uprawy ziemniaka i prognozowanie zagrożeń. W zwalczaniu zarazy ziemniaka ciągłe śledzenie zmian sprawcy i charakteryzowanie inwazyjnych genotypów jest wstępnym i koniecznym warunkiem działań IPM i zrównoważonego stosowania fungicydów. Zmiany w populacjach *P. infestans* wpływają bezpośrednio na możliwość wykorzystania odporności odmian, wiarygodność systemów ostrzegających przed wystąpieniem choroby i skuteczność działania fungicydów. Strategie zwalczania mogą opierać się na harmonogramach zabiegów, wykonywanych z większą lub mniejszą częstotliwością albo bazować na

zaleceniach DSS. DSS łączy wszystkie istotne informacje by wygenerować informację dotyczącą terminu zabiegu, zwiększa skuteczność zwalczania bez zwiększenia ryzyka, może także być użyty by uzasadnić potrzebę zastosowania fungicydu. W pracy przedstawiono także zasady i możliwości właściwego zwalczania szkodników bez zwiększania ilości pestycydów i zmniejszenia skuteczności ochrony (np. wykorzystanie progów szkodliwości, wykorzystanie środków biologicznej ochrony).

Słowa kluczowe: chemiczne zwalczanie, IPM, patogen, szkodnik, ziemniak

Control measures in integrated pest management (IPM) can be divided into strategic and tactical measures. Tactical measures include elements of sustainable chemical protection such as pesticide choice, limiting the number of sprays and use of decision support systems (DSS) in control of pathogens or using economic thresholds of harm in control of pests. According to the obliging principles of integrated pest management, chemical method can be used only in case of necessity, at the time of significant risks or above the threshold of economic harm of controlled agrophages. Before the application of chemical protection, it is also important to monitor the protected potato crop and to forecast risks. In control of potato late blight constant monitoring of populations and characterization of invasive genotypes are prerequisite and necessary for the deployment of IPM measures and sustainable using of fungicides. Changes in *P. infestans* populations directly influence the deployment of resistant cultivars, the reliability of disease warning systems and the efficacy of fungicides. A control strategy can be based on a schedule with more or less fixed intervals or based on recommendation derived from a DSS. DSSs integrate all relevant information to generate spraying advice, increase the efficacy of control without increasing risk and can also be used to justify fungicide inputs. In the paper we also presented the principles and the possibility of proper pest control without a decrease in protection efficacy and increasing of pesticides input into the environment (eg. use of the threshold of economic harm or use of biological products in protection).

Key words: chemical control, IPM, pathogen, pest, potato

WSTĘP

Od 1. stycznia 2014, wszystkie kraje Unii Europejskiej zobowiązane są do stosowania zasad Integrowanej Ochrony Roślin (IPM). Obowiązek stosowania IPM wynika z postanowień art. 14 dyrektywy 2009/128/WE oraz rozporządzenia nr 1107/2009. Artykuł 55 rozporządzenia nr 1107/2009/WE stanowi, że środki ochrony roślin muszą być stosowane zgodnie z ogólnymi zasadami integrowanej ochrony roślin, o których mowa w art. 14 oraz załączniku III do tej dyrektywy. Według obowiązujących zasad integrowanej ochrony metodę chemiczną można stosować jedynie w razie niezbędnej konieczności, w momencie istotnego zagrożenia lub po przekroczeniu progu ekonomicznej szkodliwości zwalczanego agrofaga. Nie wszystkie owady, chwasty i inne organizmy żywe wymagają zwalczania. Wiele z nich jest nieszkodliwych, a niektóre nawet pożyteczne. Z ochroną chemiczną ściśle wiąże się zatem dbałość o pożyteczną entomofaunę zasiedlającą plantacje roślin rolniczych, a także o owady neutralne, rozwijające się na pozostawionych chwastach, czy też poszukujące pokarmu oraz schronienia. Pomimo, że wrogowie naturalni nie są w stanie w sposób ciągły ograniczać liczebności agrofagów do poziomu poniżej progów ekonomicznej szkodliwości, to jednak producenci w ramach integrowanej ochrony muszą podejmować takie decyzje, które w możliwie jak największym stopniu pozwolą wykorzystać potencjał pożytecznej działalności pasożytów i drapieżców. Zwiększenie udziału metod niechemicznych

w zabiegach integrowanej ochrony roślin rolniczych pozwala bardziej ograniczyć negatywny wpływ człowieka na agrocenozy i zmniejszyć chemizację środowiska.

ZRÓWNOWAŻONA OCHRONA CHEMICZNA ZIEMNIAKA — ZASADY OGÓLNE

Metoda chemicznej ochrony roślin zaliczana jest do tzw. działań taktycznych w ramach integrowanej ochrony roślin. Celem integrowanej ochrony nie jest bezwzględna walka z organizmami szkodliwymi, ale takie sterowanie ich liczebnością, które do minimum ograniczy ich wpływ na wysokość i jakość plonu. Przykładowe progi szkodliwości i związane z nimi potencjalne straty w plonie ziemniaka zostały wyliczone doświadczalnie dla drutowców (*Elateridae*) — Erlichowski (2012). W przypadku stosowania pułapek przynętowych (skiełkowane ziarno) mówi się o czterech progach zagrożenia i potencjalnych stratach w plonie bulw (tab. 1).

Tabela 1

Proponowane progi zagrożenia przez drutowce w ziemniaku, na podstawie danych z pułapek pokarmowych (wg Erlichowski, 2012)
Proposed harm threshold for wireworms in potato, based on data from bait traps (acc. Erlichowski, 2012)

Srednia liczba larw przypadająca na jedną pułapkę The average number of larvae per one bait trap	Próg zagrożenia The risk threshold	Potencjalne straty w plonie (% uszkodzonych bulw) Potential losses in yield (% of damaged tubers)
< 1,5	niski — low	5–10
1,6–2,5	średni — average	11–20
2,6–3,5	podwyższony — elevated	21–30
>3,6	wysoki — high	31–50

Zgodnie z zasadami integrowanej ochrony zarejestrowane środki ochrony roślin muszą być wykorzystywane w sposób racjonalny, w oparciu o aktualne progi ekonomicznej szkodliwości, w optymalnych terminach zwalczania i warunkach pogodowych warunkujących ich wysoką skuteczność.

O skuteczności ochrony chemicznej decyduje kilka czynników. Najważniejsze z nich to: monitorowanie i prognozowanie zagrożenia wystąpienia agrofaga, właściwa diagnostyka, określenie optymalnych terminów zabiegów i dobór środków ochrony roślin.

1. Monitorowanie i prognozowanie zagrożenia. Rozpoczęcie zrównoważonej ochrony chemicznej powinno być poprzedzone monitorowaniem (lustracją) uprawy i prognozowaniem zagrożenia wystąpienia agrofagów. W przypadku zwalczania zarazy ziemniaka (*Phytophthora infestans*) ciągłe monitorowanie populacji sprawcy i charakteryzowanie inwazyjnych genotypów jest wstępnym i koniecznym warunkiem rozwoju działań IPM i zrównoważonego zastosowania środków ochrony roślin (Kapsa i Hansen, 2004). Zmiany w populacjach *P. infestans* wpływają bezpośrednio na możliwość wykorzystania odporności odmian, wiarygodność systemów ostrzegających przed wystąpieniem choroby i skuteczność działania fungicydów. Pojawiające się w środowisku nowe genotypy czy rasy patogena mogą „przełamywać” odporność odmian,

uważanych wcześniej za odporne. Z kolei, nowe źródła infekcji roślin ziemniaka, pochodzące z gleby (oospory, porażone sadzeniaki) nie zawsze są ujęte w programach prognozujących zagrożenie, ponieważ większość z nich (szczególnie starszych) oblicza je od momentu masowego wystąpienia zarodników w powietrzu i wystąpienia warunków sprzyjających rozwojowi choroby (zwarcie roślin w rzędach).

Lustrowanie plantacji ziemniaka pozwala też określić moment wystąpienia szkodników, określić ich nasilenie i zagrożenie. Stonka ziemniaczana (*Leptinotarsa decemlineata*) jest najbardziej znanym i groźnym szkodnikiem ziemniaka. W zależności od liczebności chrząszczy zimowych i składanych przez nie jaj (płodność samic 600–800 jaj) oraz rozwoju żarłocznych larw, przekroczenie progu szkodliwości gospodarczej na plantacjach niechronionych skutkuje istotną stratą plonu w wyniku zniszczenia liści roślin przez żarłoczne larwy i chrząszcze pokolenia letniego. Szczególnie dotkliwe straty obserwowane są na odmianach bardzo wczesnych i wczesnych, o krótkim okresie wegetacji (straty do 40–60% plonu). Integracja metod ochrony przy zwalczaniu stonki jest dość trudna, ponieważ metody agrotechniczne (uprawki, przedplony, izolacja) nic nie wnoszą z powodu biologii szkodnika; stonka przelatuje wiosną nawet z odległych rejonów w poszukiwaniu pól ziemniaka.

Wskaźniki fenologiczne stonki pomagają jedynie w uchwyceniu i określeniu jej wylotów wiosennych, wystąpienia na plantacji i rozwoju. Pozostaje monitorowanie szkodnika na wiosnę według panujących warunków termicznych i wyznaczenie progu szkodliwości tego owada. Im zimniejsza jest wiosna, tym rozwój stonki jest bardziej rozłożony w czasie. Minimum temperaturowe powietrza dla tego gatunku wynosi średnio +11,5°C (zero fizjologiczne). Poniżej tej temperatury aktywność i składanie jaj przez chrząszcze jest zatrzymane. Także rozwój jaj rozłożony jest w czasie w zależności od panujących temperatur i może trwać od 10 do 19 dni. Suma temperatur efektywnych dla pełnego rozwoju stonki wynosi 390°C (suma średnich dobowych temperatur powyżej zera fizjologicznego). Z kolei, od terminu pojawu chrząszczy letnich zależy ich kondycja i zimowanie oraz przyszłoroczna płodność. Wczesny pojaw, przed 15 lipca, wykazuje ich dużą aktywność; składają wtedy też jaja (rozpoczynając rozwój II pokolenia w roku), osłabiają się i zarazem są gorzej przystosowane do zimowania, przez płytkie zagrzebywanie i mniejszą ilość tłuszczów nagromadzonych w organizmie (warunkujących zimotrwałość). Późne wyloty chrząszczy (koniec lipca) powodują, że są one mniej aktywne, bez składania jaj po krótkim okresie żerowania schodzą w głębsze warstwy gleby na diapauzę (przeżywalność wtedy jest wyższa).

Oprócz czynników klimatycznych ograniczających rozwój stonki pewną rolę odgrywają czynniki biologiczne. Wiele znajdujących się w agrocenozie i okolicy wrogów naturalnych — ptaków (kuropatwa, bażant, szpak), płazów, nicieni owadobójczych w glebie oraz chrząszczy biegaczowatych, kusakowatych, biedronek i grzybów owadobójczych ma wpływ na ograniczenie liczebności stonki. Jednakże przy tak dużej płodności samic, nawet niewielka liczba złożonych przez nie jaj powoduje przekroczenie progu szkodliwości.

Na podstawie lustracji pól i danych z pułapek przynętowych, np. żółtych naczyń, pułapek feromonowych można wyznaczyć termin zwalczania szkodników, w oparciu o progi szkodliwości wyznaczone dla poszczególnych gatunków.

2. Progi szkodliwości. Dla większości ważnych dla ziemniaka szkodników zostały wyliczone doświadczalnie progi szkodliwości:

a. Dla szkodników glebowych (ocena przed sadzeniem):

— drutowce 11–20 larw/m² (Piekarczyk, 1970), ale przy produkcji na cele przetwórstwa spożywczego próg szkodliwości jest niższy — 6–8 larw/m² (badania własne, Erlichowski, 2009, 2012).

— pędraki — 4–5 osobników na 1 m²,

— rolnice — 6 gąsienic na 1 m²,

— mątwik ziemniaczany do 10 jaj z żywymi larwami na 1 g gleby.

b. Dla stonki ziemniaczanej (ocena po wschodach roślin) — 10 złóż jaj na 10 roślin lub 15 larw na 1 roślinie albo 1–2 chrząszcze (zimujące) na 25 roślinach,

c. Dla mszyc jako wektorów chorób wirusowych na plantacjach nasiennych (ocena po wschodach roślin): zabieg interwencyjny należy wykonać w momencie gdy obserwuje się pierwsze uskrzydłone mszyce lub gdy ich liczebność wynosi 5–10 osobników bezskrzydłych na 100 liściach.

Dla sprawców chorób trudno wyznaczyć progi szkodliwości, np. dla sprawcy zarazy ziemniaka progiem szkodliwości może być jedna chora bulwa na stercie odpadowej, czy jedna zainfekowana roślina, które są wystarczającym źródłem, by w sprzyjających warunkach doprowadzić do całkowitego zniszczenia plantacji w ciągu zaledwie kilku dni. Zarodniki sprawcy mają zdolność rozprzestrzeniania się z wiatrem na znaczne odległości (nawet 70–80 kilometrów). Z drugiej jednak strony dla zarazy ziemniaka wyznacza się tzw. krytyczny moment zniszczenia naci. Przyjmuje się, że zniszczenie powierzchni asymilacyjnej w zakresie 50–70% (w zależności od odmiany) powoduje zatrzymanie przyrostu plonu (Kapsa, 2001 za Van der Plank, 1963). Jednak ten moment rozpoczęcia ochrony jest już stanowczo za późny, zarówno w odniesieniu do wielkości plonu jak i przede wszystkim jego zdrowotności. Spóźnione zabiegi chemiczne są także przyczyną ich małej skuteczności lub całkowitego braku efektów ochrony.

Najlepszym momentem rozpoczęcia ochrony przed zarazą ziemniaka jest termin zapewniający profilaktyczną ochronę plantacji. Precyzyjne (dokładne) określenie daty wykonania pierwszego zabiegu często decyduje o skuteczności prowadzonej ochrony. Przy zwalczaniu zarazy ziemniaka, generalnie stosuje się uproszczony system wyznaczania terminu rozpoczęcia ochrony ziemniaka przed zarazą. Na odmianach wczesnych, pierwszy zabieg wykonuje się w momencie zwierania się roślin w rzędach (zaistnienie warunków wilgotnościowych sprzyjających rozwojowi zarazy). Natomiast na odmianach późniejszych pierwsze zabiegi wykonywane są w momencie wystąpienia objawów choroby na odmianach wcześniejszych. Ten uproszczony system jest na pewno lepszy niż rozpoczynanie ochrony w momencie wystąpienia już objawów choroby na roślinach, ponieważ w tym przypadku termin może okazać się zbyt późny.

3. Zastosowanie systemów wspomagających podejmowanie decyzji w ochronie

Najlepsze wyniki prognozowania zagrożenia wystąpienia agrofagów w różnych uprawach roślin daje zastosowanie systemów wspomagających podejmowanie decyzji w ochronie, tzw. systemów decyzyjnych — DSS (Wolny i in., 2004; Been i in., 2009). Spośród wszystkich systemów DSS wykorzystywanych w Europie, najczęściej, bo blisko $\frac{1}{4}$ z nich stosowana jest w ochronie plantacji ziemniaka przed zarazą (Kapsa, 2009 a, b). W oparciu o matematyczny model rozwoju patogenu i dane pogodowe systemy obliczają zagrożenie wystąpienia infekcji (Kapsa, 2002; Andrivan i in., 2008 a). W Polsce, sporadycznie wykorzystuje się systemy DSS, takie jak NegFry, Plant Plus, Prophy czy Dacom (Kapsa, 2002, 2009 b). Niestety są one mało rozpowszechnione m.in. z powodu braku sieci stacji meteorologicznych, a najbardziej wiarygodne prognozy dotyczą obszarów w promieniu 10–15 km od stacji.

ZRÓWNOWAŻONA OCHRONA CHEMICZNA ZIEMNIAKA — SZCZEGÓŁOWE ZASADY OCHRONY DLA NAJWAŻNIEJSZYCH AGROFAGÓW

Ochrona chemiczna przed zarazą ziemniaka (*Phytophthora infestans*) w IPM

Przydatność systemu NegFry w ochronie ziemniaka przed zarazą sprawdzano w latach 2001–2013 w Zakładzie Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka w Boninie. W ciągu dwunastu lat badań (lata 2002–2013), prowadzonych na poletkach doświadczalnych w Boninie system wskazywał datę pierwszego zabiegu 2–27 dni wcześniej przed rzeczywistym wystąpieniem zarazy na plantacji; średnio 12,5 dnia wcześniej. Na ogół wskazania systemu pozwalały wykonać 1–2 zabiegi profilaktyczne, co jest niezmiernie ważne przy zwalczaniu zarazy ziemniaka (Kapsa i in., 2003, 2005; Kapsa, 2012). Ponadto zastosowanie systemu NegFry pozwoliło ograniczyć liczbę zabiegów o 1–3 w porównaniu z ochroną rutynową (aplikacje fungicydów co 7–10 dni), w zależności od roku i odporności odmiany. Czynniki genetyczny uprawianej odmiany ziemniaka, w znacznym stopniu wpływa na liczbę koniecznych zabiegów fungicydowych (Hansen i in., 2005; Kapsa i Osowski, 2007; Andrivan i in., 2008 c).

W doświadczeniach produkcyjnych porównywano także skuteczność ochrony prowadzonej wg wskazań systemu NegFry i ochrony intensywnej, stosowanej w gospodarstwie. Poziom skuteczności ochrony prowadzonej wg NegFry i intensywnej był bardzo podobny. Zastosowania systemu decyzyjnego pozwoliło obniżyć liczbę zastosowanych zabiegów o 3 do 6, a ilość wprowadzanych do środowiska środków ochrony roślin — średnio o 30% (Bernat, Osowski, 2010).

Dobór środków ochrony roślin. Precyzyjne podejście do ochrony polega także na doborze kolejnych fungicydów do zabiegów ochronnych (Kapsa, 2001; Andrivan i in., 2008 b; Kapsa, 2011, 2012;). Dostępne fungicydy oprócz chemicznej substancji aktywnej różnią się swoją mobilnością w roślinie lub na niej. Najczęściej są to mieszaniny różnych substancji, o różnych typach mobilności. Podstawowe grupy mobilności fungicydów to: — fungicydy powierzchniowe, które nie wnikają do chronionej rośliny; powinny być aplikowane profilaktycznie, aby nie dopuścić do zaistnienia infekcji,

- fungicydy wgłębne lub translaminarne, mające możliwość przemieszczania się w obrębie kilku warstw komórek; mogą wykazywać ograniczone czasowo działanie interwencyjne, do 2–3 dni po infekcji,
- fungicydy układowe lub systemiczne, przenikające z różną prędkością do różnych części rośliny.

Wybór środków do ochrony powinien być dostosowany do fazy rozwojowej roślin na plantacji i cyklu rozwoju zwalczanego patogenu. Rozwój roślin na plantacji w okresie wegetacji można podzielić na cztery główne bloki o różnych potrzebach ochrony i w zależności od nich należy stosować odpowiednie grupy fungicydów (Kapsa, 2011, 2012) — tabela 2.

Tabela 2

Program ochrony w zależności od fazy rozwojowej roślin ziemniaka (wg Kapsa, 2011)
Protection program depending on the development phase of potato plants (acc. Kapsa, 2011)

Etapy rozwoju uprawy Stage of crop development	Kiełkowanie i wschody Germination and emergence	Szybki wzrost roślin The rapid growth of plants	Kwitnienie i stabilizacja wzrostu naci, tuberyzacja Flowering and haulm growth stabilization, forming of tubers	Fizjologiczne starzenie się Physiological senescencing
Zadanie ochrony Protection task	profilaktyczne ograniczanie możliwości infekcji prophylactic restricting of the infection	ochrona nowych przyrostów protection of new growth	utrzymanie ciągłości ochrony maintaining continuity of protection	ochrona bulw protection of tubers
Liczba zabiegów Number of sprays	1–3	2–3	3–4	2–3
Rodzaj fungicydu* Type of fungicide*	P lub W, w zależności od warunków meteo P or W, depending on meteo conditions	zawsze S lub W-S always S or W-S	najczęściej W lub P the most common W or P	fungicydy o działaniu anty sporulacyjnym, niszczące zoospory, fungicydy z aktywnością anty sporulacyjną, niszczącą zoospory fungicides with anti sporulation activity, devastating of zoospores

* Rodzaj fungicydu; Type of fungicide*

P — powierzchniowy; contact, W — wgłębny; translaminar, S — układowy; systemic

W-S — wgłębno-systemiczny; translaminar-systemic

Należy także pamiętać, że wybór fungicydu zależy także od miejsca wystąpienia pierwszych objawów choroby na roślinie. Przy zarazie łądogowej konieczne jest zastosowanie fungicydów układowych lub układowo-wgłębnych, gdyż wybór środka ochrony w tym przypadku uzależniony jest od techniki wykonania zabiegu. Przy tradycyjnej technice nanoszenia środka ochrony pokrywana jest jedynie powierzchnia naci. Jedynie fungicyd przemieszczający się w roślinie może zabezpieczyć łądgi przed infekcją (Kapsa, 2001, 2012).

Chemiczna ochrona przed wirusami w IPM

W produkcji nasiennej priorytetem jest ochrona przed infekcją wirusową. Najczęściej stosowane jest systematyczne zwalczanie mszyc, które są wektorami wirusów. Liczba

zabiegów jest porównywalna lub miejscami nawet większa od ochrony fungicydowej. O ile zwalczanie mszyc jest bardzo skuteczne w ochronie przed PLRV, o tyle w przypadku PVY i PVM jest bardzo mało efektywne lub żadne. W praktyce według Milošević i in. (2012) przy wysokiej presji PVY ochrona przed tym wirusem wyłącznie przy użyciu insektycydów jest niemożliwa. Również Hansen i Nielsen (2012) oraz Wróbel (2014) nie stwierdzili istotnego wpływu neonikotynoidów i insektycydów z innych grup chemicznych w ograniczaniu porażenia PVY, pomimo bardzo skutecznego ograniczania przez te środki liczebności mszyc. Ponadto, w sytuacji występowania wokół zdrowego materiału dużej liczby źródeł infekcji (roślin porażonych wirusami), redukcja liczebności mszyc nie daje gwarancji ochrony zdrowych roślin przed porażeniem (Milošević i in., 2012). Wielu badaczy wskazuje, że zdecydowanie najskuteczniejszym zabiegiem w ochronie ziemniaka przed porażeniem PVY jest stosowanie oleju mineralnego. Wysoką (ponad 50%) skuteczność ochrony ziemniaków przed porażeniem PVY w warunkach polowych wykazywali między innymi Kurppa i Hassai (1989), Milošević (1996), Turska i Wróbel (1999), Rolot i in. (2008), Boiteau i in. (2009), Olubayo i in. (2010), Hansen i Nielsen (2012), Fageria i in. (2014), Wróbel (2006, 2014). Obecnie oleje mineralne są dość powszechnie używane w ochronie ziemniaka w wielu krajach europejskich (Sigvald i Hulle 2004, Ameline i in. 2010, Harrington i in. 1989, Martin i in. 2006), w tym coraz częściej w przypadku odmian podatnych na PVY również w Polsce. Zdaniem Boiteau i in. (2009) jeszcze większą skuteczność ochrony można uzyskać stosując dodatkowo oprócz oleju mineralnego odpowiednią izolację wokół plantacji np. z roślin ziemniaka odpornych na PVY. Natomiast Steinger i in. (2014) stwierdzili, że skuteczność ochrony olejem mineralnym była wyższa w latach o wysokiej presji infekcyjnej lub w przypadku najpodatniejszych odmian ziemniaka. Martín-López i in. (2006) podają, że pomimo braku redukcji liczebności mszyc na roślinach ziemniaka, olej mineralny był zdecydowanie bardziej skuteczny w ograniczaniu porażenia bulw PVY niż cypermetryna, po której zastosowaniu notowano ponad 4-krotnie mniej mszyc. W sytuacji, gdy ograniczenie liczebności mszyc nie zawsze skutkuje niższym porażeniem bulw wirusami, istnieje możliwość rezygnacji z części zabiegów i znacznego ograniczenia stosowanych obecnie insektycydów.

Chemiczna ochrona przed szkodnikami w IPM

Stonka ziemniaczana (*Leptinotarsa decemlineata*)

Zbiór mechaniczny chrząszczy i larw (eliminacja źródeł zagrożenia) na dużych arealach jest praktycznie ograniczony, stąd potrzeba korzystania ze środków ochrony chemicznej lub preparatów opartych na aktywnych czynnikach biologicznych. W integrowanej ochronie, gdzie celem nadrzędnym jest ochrona środowiska rolniczego, do ochrony plantacji przed stonką w pierwszej kolejności stosujemy środki biologiczne oparte na toksynie *Bacillus thuringiensis* (Novodor FS) lub środek oparty na spinosadzie, naturalnym związku powstającym z fermentacji bakterii *Saccharopolyspora spinosa* (Spintor 240 SC). Stosowanie tych środków wymaga jednak pewnej wiedzy na ich temat (patrz poniżej: podrozdział Biologiczne zwalczanie szkodników).

W ostateczności w ochronie przed stonką ziemniaczaną stosuje się insektycydy z różnych grup chemicznych, jako aplikacje nalistne. Pamiętać jednak należy, że związki

chemiczne z grupy pyretroidów — działają tylko w temperaturach powietrza poniżej 20°C i przy zachmurzeniu, gdyż w słońcu są one szybko rozkładane i ich skuteczność może być niska. Przy słonecznej pogodzie i wyższych temperaturach należy stosować środki z grupy neonikotynoidów — są odporne na wyższe, zewnętrzne warunki termiczne panujące w okresie letnim.

Szkodniki glebowe

Chemiczne zwalczanie szkodników glebowych w obecnym kształcie w Polsce jest bardzo ograniczone. Jako jedyny środek (do zwalczania drutowców i pędraków) zarejestrowana jest zaprawa insektycydowo-fungicydowa Prestige 370 FS, którą stosuje się w dawce 60 ml/ 100 kg sadzeniaków w trakcie sadzenia. Problem zwalczania gąsienic rolnic jest duży, ponieważ środki chemicznej ochrony, przeznaczone do opryskania gleby, oparte na związkach fosforoorganicznych zostały wycofane z użycia i nie można ich stosować w ochronie ziemniaka. Zwalczanie motyli rolnic i najmłodszego pokolenia gąsienic (które jeszcze żerują na roślinach) wykonuje się przy okazji zabiegów „stonkowych”, ponieważ rozwój tych agrofagów jest zbieżny (Erlichowski, 2014). Istnieje też możliwość śledzenia zmian liczebności populacji rolnic przy pomocy pułapek feromonowych. Pułapki trójkątne z wymienną podłogą lepną i feromonem instaluje się na wysokości 1 metra nad uprawą ziemniaka, około drugiej połowy maja. Większa liczba odłowionych motyli nocnych, przez okres kolejnych 2–3 dni, mówi o nalocie motyli rolnicy i składaniu przez nie jaj. W przypadku tego szkodnika ważne jest także aby plantacja była wolna od chwastów kwitnących (komosa, żółtlica, rumiany, rdesty) co powoduje stymulowanie przelatujących samic do składania jaj w tej uprawie. Odchwaszczenie i utrzymanie plantacji wolnej od chwastów jest więc ważnym elementem integrowanej metody ochrony przed rolnicami (*Noctuidae*).

Stosowanie zaprawy jest jednak nieodzownym elementem ochrony na stanowiskach (polach) zaniedbanych agrotechnicznie lub po monokulturach rolnych — licznie zasiedlonych przez larwalne stadia szkodników glebowych. Larwy te wcześniej rozpoczynając żerowanie — wraz z końcem kwietnia, więc agrotechnicznym terminem sadzenia bulw powodują trwałe uszkodzenia na bulwie matecznej jak i na młodych bulwach potomnych w postaci — wżerów, jam i kanałów. Uszkodzenia są szczególnie niekorzystne w czasie późniejszego konfekcjonowania ziemniaka jadalnego, przetwórstwie na frytki i chipsy, gdyż uszkodzenia te są umiejscowione także głęboko w miąższu, powodując dodatkowo wtórne porażenie bulw chorobami grzybowymi i bakteryjnymi.

Znaczenie zapraw nasiennych w IPM

Rozwój systemów integrowanej ochrony upraw to zwrócenie uwagi na właściwy dobór środków ochrony roślin, mniej toksycznych i bardziej selektywnych w odniesieniu do owadów pożytecznych w relacji roślina — agrofag — zwalczanie, zgodnie z Ustawą o środkach ochrony roślin z dnia 8 marca 2013. Szczególnie dużą rolę w chemicznej ochronie roślin rolniczych przed chorobami i szkodnikami odgrywa zastosowanie zapraw nasiennych.

W latach 2004–2005 oraz 2008–2011 w IHAR — PIB, ZNiOZ w Boninie, w doświadczeniach polowych badano skuteczność zapraw insektycydowo-fungicydo-

wych w zwalczaniu wielu agrofagów w uprawie ziemniaka. Zakres badań obejmował szkodniki: stonkę ziemniaczaną (*Leptinotarsa decemlineata*), drutowce (*Elateridae*) z rodzaju *Agriotes* spp., larwy chrząszczy żukowatych (pędraki) *Scarabaeidae* i mszyce: *Myzus persicae*, *Aphis nasturtii* i *Aphis frangulae* oraz choroby: ospowatość bulw *Rhizoctonia solani*, parch zwykły (*Streptomyces scabies*), parch srebrzysty (*Helmithosporium solani*), suchą i mokłą zgniliznę (*Fusarium* spp., *Pectobacterium* spp.).

Jednym z badanych środków i obecnie jedynym środkiem zarejestrowanym do łącznego zwalczania chorób i szkodników ziemniaka jest zaprawa insektycydowo-fungicydowa Prestige Forte 370 FS. Jedną z substancji aktywnych tego preparatu - imidachlopyrd, o działaniu systemicznym w roślinie — zwalcza szerokie spektrum szkodników, od szkodników glebowych (w trakcie i po sadzeniu – larwalne stadia drutowców i pędraków) oraz szkodników nalistnych w okresie wegetacji (stonka, mszyce). Sam sposób i metoda zastosowania zaprawy ma ważne znaczenie w integrowanej metodzie ochrony, ponieważ stosowana jest tu niska dawka środka 60 ml zaprawy na 100 kg sadzonych bulw. Ponadto środek umiejscowiony jest na bulwach (sadzeniakach) w trakcie sadzenia na przenośniku czerpakowym sadzarki, dlatego nie ma tu opryskiwania gleby i ingerencji w inne pożyteczne glebowe organizmy. W okresie wegetacyjnym, kiedy substancja imidachlopyrd krąży systemicznie w roślinie (aktywnie działa do 10–12 tygodni od posadzenia bulw) nie ma potrzeby wykonywania zabiegów nalistnych na stonkę ziemniaczaną oraz mszyce (wektory chorób wirusowych) na plantacjach nasiennych, tym samym chroniąc inne pożyteczne owady znajdujące się w agrocenozie ziemniaka.

Zaprawianie sadzeniaków zaprawą insektycydowo-fungicydową jest ważnym elementem skutecznej ochrony plantacji ziemniaka przed wieloma agrofagami. Stanowi ważny element uzyskania dobrej jakości plonu przy jednoczesnym ograniczeniu liczby zabiegów (Erlichowski, 2012). Użycie zapraw nasiennych traktowane jest, jako zabieg bardziej przyjazny dla środowiska (niskie zużycie środka, precyzyjna aplikacja na bulwie), głównie z uwagi, że preparat chemiczny jest dokładnie odmierzony i zlokalizowany na ściśle określonej powierzchni bulwy, przez co jego oddziaływanie na organizmy niecelowe jest mniejsze, aniżeli w przypadku zabiegów nalistnych. Problem dotyczy głównie środków ochrony o działaniu układowym jak np. imidachlopyrd, jeśli aplikowany on jest bezpośrednio na bulwy w trakcie sadzenia i nie szkodzi biedronkom, złotookom i innym pożytecznym owadom, a zwłaszcza zapylaczom (Erlichowski, 2003, 2012).

Zwalczanie biologiczne szkodników

W przypadku szkodników glebowych i stonki ziemniaczanej skorzystać można z walki biologicznej przy użyciu owadobójczych nicieni (*Steinernema feltiae*, *Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis megidis*) i grzybów entomopatogenicznych (*Beauveria bassiana* i *Metarhizium anisopliae*). Część tych obiektów została skomercjalizowana i dostępna jest w postaci preparatów w firmach zajmujących się ochroną biologiczną, a część funkcjonuje w postaci zarejestrowanych środków, np. Novodor FC (toksyna *Bacillus thuringiensis*) i SpinTor 240 SC (s.a. spinosad — metabolit fermentacji bakterii glebowej *Saccharopolyspora spinosa*) (Ansari i in., 2009;

Dzięgielewska i Erlichowski, 2010; Pawińska, 2012; Erlichowski, 2014). Oba produkty mogą być stosowane na plantacjach ekologicznych. Warto jednak pamiętać, że spinosad działa tylko na najmłodsze stadium wylęgającej się stonki L1-L2. Dodatkowo jest nietrwały przy dużym nasłonecznieniu, a przed użyciem przechowywać go należy w niskiej temperaturze.

Zwalczanie chwastów w IPM

Chwasty można zwalczać w dwóch podstawowych terminach: przed i po wschodach ziemniaka. Obecnie zarejestrowanych do obrotu i stosowania w uprawie ziemniaka w Polsce jest 69 herbicydów zawierających 17 substancji aktywnych. Przy aplikacji przed wschodami stosuje się je po zakończeniu pielęgnacji mechanicznej. Najbezpieczniej jest zakończyć aplikację herbicydów przedwschodowych na 8–10 dni przed wschodami ziemniaka, gdyż zbyt późna ich aplikacja może doprowadzić do wystąpienia objawów fitotoksycznej reakcji roślin. Uzasadnieniem stosowania herbicydów w tym terminie (nie ma jeszcze chwastów na plantacji) jest znajomość historii pola, czyli notatki w dzienniczku zabiegów z lat poprzednich. Aplikacja herbicydów po wschodach jest łatwiejsza, bo wschodzące chwasty można już rozpoznać i dobrać odpowiedni herbicyd do składu gatunkowego chwastów na plantacji. Przy powschodowym stosowaniu herbicydów bardzo ważnym elementem jest także faza rozwojowa roślin ziemniaka, które powinny mieć w czasie aplikacji wysokość od 10 do 15 cm. Herbicyd powinien być zaaplikowany nie później niż do momentu zwierania rzędów, by środek mógł dotrzeć do chwastów, a nie zatrzymywać się na roślinach ziemniaka (Urbanowicz, 2014). Pełna informacja dotycząca zwalczanych, poszczególnych gatunków chwastów, dawek herbicydu, terminu jego stosowania, możliwości mieszania z innymi środkami ochrony roślin jest podana w etykiecie-instrukcji każdego środka ochrony roślin, która powinna być umieszczona na jego opakowaniu (zgodnie z ustawą w języku polskim). Dodatkowo, na stronie internetowej Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi pod adresem: <http://www.minrol.gov.pl> w zakładce „ochrona roślin” można znaleźć wszelkie informacje dotyczące wszystkich dopuszczonych do obrotu i stosowania w Polsce środków ochrony roślin.

Ochrona owadów pożytecznych w IPM

Integrowana Ochrona Roślin (IPM) z założenia stanowi sposób ochrony roślin przed organizmami szkodliwymi, polegający na wykorzystaniu wszystkich dostępnych metod ochrony roślin, w szczególności niechemicznych, w celu zminimalizowania zagrożenia dla zdrowia ludzi, zwierząt oraz dla środowiska. Stosowanie w razie niezbędnej potrzeby, chemicznych środków ochrony roślin nie zwalnia jednak z obowiązku ochrony środowiska m.in. owadów pożytecznych.

Każdy zarejestrowany środek ochrony roślin ma zawartą w etykiecie-instrukcji stosowania opis okresu prewencji dla pszczoł. Dodatkowym „zabezpieczeniem” jest pora wykonania zabiegu, która ze względów pogodowych (intensywny wiatr, zbyt wysoka temperatura powietrza) najczęściej przypada na godziny wieczorne (po oblocie pszczoł) lub wczesne ranne.

W przypadku herbicydów, termin ich stosowania chroni owady pożyteczne przed zagrożeniem. Przed wschodami ziemniaka, herbicydy aplikowane są najczęściej na

„czystą” glebę lub wschodzące chwasty (siewki), które jeszcze nie kwitną, więc zastosowany herbicyd nie stanowi zagrożenia dla pszczół. W integrowanej ochronie najczęściej ten jeden zabieg chwastobójczy jest wystarczający. W sytuacji silnego zachwaszczenia lub pojawienia się nowo wschodzących gatunków chwastów, termin powschodowy jest również bezpieczny, gdyż stosowanie herbicydów ograniczone jest fazą rozwojową ziemniaka. Najczęściej zabieg wykonywany jest do momentu zwierania rzędów, więc ani ziemniaki, ani też chwasty nie są jeszcze w fazie generatywnej (kwitnienia i owocowania). Z powyższych względów stosowanie herbicydów w tym terminie i zgodnie z zaleceniami oraz „sztuką” nie stwarza zagrożenia dla owadów pożytecznych, w tym pszczół.

PODSUMOWANIE

Wielu rolników jest świadoma konieczności przestrzegania zasad integrowanej ochrony roślin. Natomiast pojawia się ważne pytanie czy są oni przygotowani merytorycznie do ich stosowania w praktyce, szczególnie w przypadku konieczności zastosowania zrównoważonej ochrony chemicznej? Istnieją wprawdzie narzędzia ułatwiające stosowanie IPM, takie jak: metodyki integrowanej ochrony roślin, które umieszczane są sukcesywnie na stronie Ministerstwa Rolnictwa (<http://www.minrol.gov.pl/informacje-branzowe/Produkcja-roslinna/Ochrona-roslin/Integrowana-ochrona-roslin/Metodyki-integrowanej-ochrony-roslin>), czy publikacje IOR-PIB (m.in. Mrówczyński, 2013 a, b), ustalone progi ekonomicznej szkodliwości agrofagów (szczególnie szkodników) określające, kiedy stosowanie chemicznej ochrony staje się ekonomicznie opłacalne, czy systemy wspomagające podejmowanie decyzji w ochronie roślin, wskazujące optymalny termin wykonania chemicznych zabiegów ochrony roślin. Pomimo to potrzebny jest bezpośredni transfer wiedzy od nauki do praktyki, upowszechnianie zasad IPM poprzez szkolenia organizowane w terenie, artykuły w prasie rolniczej, bezpośrednie kontakty specjalistów z rolnikami (regionalne organizacje Dni Pola, Dni Ziemniaka) pomagające „uporządkować” wiedzę rolników o IPM i jednocześnie poznawać nowe jej elementy związane z nowymi rozwiązaniami, stosowanymi w rolnictwie.

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.
- Andrivan D., Evenhuis B., Schepers H., Gaucher D., Kapsa J., Lebecka R., Nielsen B., Ruocco M. 2008 a. Using Decision Support Systems to Combat Late Blight. ENDURE Potato Case Study — Guide Number 2, 4 pp. www.endure-network.eu.
- Andrivan D., Evenhuis B., Schepers H., Gaucher D., Kapsa J., Lebecka R., Nielsen B., Ruocco M. 2008 b. Fungicides for Tackling Late Blight. ENDURE Potato Case Study — Guide Number 3, 4 pp. www.endure-network.eu.
- Andrivan D., Evenhuis B., Schepers H., Gaucher D., Kapsa J., Lebecka R., Nielsen B., Ruocco M. 2008c. Using Cultivar Resistance to Reduce Inputs Against Late Blight. ENDURE Potato Case Study — Guide Number 4, 4 pp. www.endure-network.eu.

- Ansari M., Evans M., Butt T. 2009. Identification of pathogenic strains of entomopathogenic nematodes and fungi for wireworms control. *Crop Prot.* 28: 269 — 272.
- Been T., Berti A., Evans N., Gouache D., Gutsche V., Jensen J.E., Kapsa J., Levay N., Munier-Jolain N., Nibouche S., Raynal M., Rydahl P. 2009. Review of new technologies critical to effective implementation of Decision Support Systems (DSS's) and Farm Management Systems (FMS's). Aarhus University, Denmark, 6th March 2009. 128 pp.
http://www.endure-network.eu/about_endure/all_the_news/dss_helping_farmers_make_smart_decisions.
- Bernat E., Osowski J. 2010. Zastosowanie systemu decyzyjnego NegFry do zwalczania zarazy ziemniaka. *Biul. IHAR* 256: 153 — 162.
- 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.
- Directive 2009/128/Ec of The European Parliament and of the Council (ang.). Official Journal of the European Union. [dostęp 7-03-2013].
- Dzięgielewska M., Erlichowski T. 2010. Wykorzystanie nicieni owadobójczych do biologicznego zwalczania szkodników glebowych w uprawach rolniczych. *Ziemn. Pol.* 4: 31-35.
- Erlichowski 2003. Wpływ zaprawy Prestige 290 FS na zdrowotność i plonowanie ziemniaka. *Biul. IHAR* 228: 225 — 231.
- Erlichowski T. 2007. Skład gatunkowy, szkodliwość i zwalczanie drutowców (*Coleoptera: Elateridae*) w uprawie ziemniaka. Praca doktorska, Bonin 2006, ss.94.
- Erlichowski T. 2009. Nowe metody wykrywania obecności sprężykowatych (*Coleoptera: Elateridae*) w uprawach ziemniaka z wykorzystaniem pułapek przynętowych i feromonowych. *Prog. Plant Prot./Post. w Ochronie Roślin* 49 (4): 1691 — 1699.
- Erlichowski T. 2012. Ochrona ziemniaka przed szkodnikami glebowymi. W: *Produkcja i rynek ziemniaka*. (J. Chotkowski, red.). Wyd. Wieś Jutra, Warszawa, (340 ss): 163 — 173.
- Erlichowski T. 2014. Możliwości ochrony plantacji ziemniaka przed szkodnikami glebowymi — Komunikat. *Ziemn. Pol.* 1: 25 — 28.
- 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.*: DOI 10.1007/s12230-014-9377-9.
- Hansen J. G., Koppel M., Valskyte A., Turka I., Kapsa J. 2005. Evaluation of foliar resistance in potato to *Phytophthora infestans* based on an international field trial network. *Plant Pathology* 54: 169 — 179.
- 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 Agriculturae Scandinavica, 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.
- Kapsa J. 2001. Zaraza (*Phytophthora infestans* /Mont./ de Bary) występująca na łodygach ziemniaka. *Monogr. i Rozpr. Nauk.* 11. IHAR Radzików: 108 ss.
- Kapsa J. 2002. Zastosowanie systemów decyzyjnych w ochronie plantacji ziemniaka przed zarazą. *Progress Plant Protection — Postępy w Ochronie Roślin* 42 (1): 317 — 323.
- Kapsa J. 2006. Ochrona plantacji przed patogenami wywołującymi choroby ziemniaka. W: *Produkcja ziemniaków*. (J. Chotkowski, red.). Wyd. Wieś Jutra, Warszawa. 154 ss.
- Kapsa J. 2009 a. Identification of 'best parts' of existing DSSs for unification: late blight in potato.
http://www.endure-network.eu/international_conference_2008/proceedings/tuesday_october_14#decision, 4 pp.
- Kapsa J. 2009 b. Zastosowanie systemów decyzyjnych w ochronie roślin. W: *Nasiennictwo i Ochrona Ziemniaka. Konferencja naukowo-szkoleniowa*. Darłówko, 21–22 maja 2009: 18 — 21.
- Kapsa J. 2011. Problem zwalczania zarazy na plantacjach ziemniaka w Polsce. *Ziemn. Pol.* 3: 23 — 29.
- Kapsa J. 2012. Ochrona ziemniaka przed chorobami grzybowymi i bakteryjnymi. W: *Produkcja i rynek ziemniaka*. (J. Chotkowski, red.). Wyd. Wieś Jutra, Warszawa. (340 ss.): 140 — 155.

- Kapsa J., Bernat E., Osowski J. 2005. Efficacy of the NegFry — decision support system in the control of potato late blight in Poland. In: 16th Triennial Conference of the EAPR, Bilbao, Basque Country, July 17–22, Abstracts (II): 825 — 827.
- Kapsa J., Hansen J. G. 2004. Establishment of a monitoring network for potato late blight (*Phytophthora infestans*) in Poland. Plant Breed. Seed Sci. 50: 63 — 70.
- Kapsa J., Osowski J. 2003. Efficacy of some selected fungicides against early blight (*Alternaria* spp.) on potato crops. J. Plant Prot. Res. Vol. 43, No 2: 113 — 120.
- Kapsa J., Osowski J. 2007. Zastosowanie mieszaniny odmian o zróżnicowanej odporności jako agrotechniczna metoda ochrony ziemniaka przed zarazą ziemniaka. W: Konferencja Nauka dla Hodowli Roślin Uprawnych, Zakopane, 29.01.-02.02.2007 r., Streszczenia: 57.
- Kapsa J., Osowski J., Bernat E. 2003. NegFry — decision support system for late blight control in potato crops — results of validation trials in north Poland. J. Plant Prot. Res. Vol. 43, No 2: 171 — 179.
- Kurppa A., Hassai A. 1989. Reaction of four table potato cultivars to primary and secondary infection by potato viruses Y0 and YN. Ann. Agric. Fenniae 28 (4): 297 — 307.
- 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.
- 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. Pestic. Phytomed 27 (2): 97 — 106.
- Mrówczyński M. (red.). 2013a. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Tom I. Podstawy integrowanej ochrony. PWRiL, Poznań, 153 ss.
- Mrówczyński M. (red.). 2013 b. Integrowana ochrona upraw rolniczych. Tom II. Zastosowanie integrowanej ochrony. PWRiL, Poznań, 286 ss.
- 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. Innov. Dev. Strategy 4 (2): 1 — 5.
- Pawińska M. 2012. Preferencje odmianowe stonki ziemniaczanej jako element integrowanej ochrony plantacji ziemniaka spożywczego. W: VII Konferencja Naukowa, Ziemniak spożywczy i przemysłowy oraz jego przetwarzanie, Jugowice, 8–10 maja, UP Wrocław, Streszczenia: 50.
- Pawińska M. 2012. Stonka ziemniaczana (*Leptonotarsa decemlineata*). W: Produkcja i rynek ziemniaka. (J. Chotkowski, red.). Wyd. Wieś Jutra, Warszawa. (340 ss.): 156 — 162.
- Piekarczyk K. 1970. Metody prognozowania i sygnalizowania występowania szkodników wielożernych. W: Instrukcja dla służb ochrony roślin z zakresu prognoz, sygnalizacji i rejestracji. Wyd. IV, cz. II, IOR Poznań: 5 — 17.
- 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. Abstracts. 17th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, July 6-10, Braşov, România: 111 — 118.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dn. 18 kwietnia 2013 r. w sprawie wymagań integrowanej ochrony roślin (Dz.U.poz. 505).
- Sigvald R., Hulle M. 2004. Aphid-vector management in seed potatoes: monitoring and forecasting. EAPR Virology 2004, Abstracts. 12th European Association for Potato Research Virology Section Meeting, 13-19 June, Rennes, France: 8 — 11.
- 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.
- Turska E., Wróbel S. 1999. The limitation of PVY spreading in potato by application of oil Sunspray 11 E. Prog. Plant Prot. 39 (2): 841 — 844.
- Urbanowicz J. 2012. Wpływ powschodowego stosowania metrybuzyny na nowo zarejestrowane odmiany ziemniaka. Biul. IHAR 266: 173 — 179.
- Urbanowicz J. 2014. Herbicydy do walki z chwastami na plantacjach ziemniaka. Ziemniak Polski 2: 35 — 41.
- Ustawa z dnia 8 marca 2013 r. o środkach ochrony roślin (Dz.U. poz.455).

- Van der Plank J.E. 1963. Plant disease: Epidemics and control. Academic Press, New York.
- Wolny S., Horoszkiewicz-Janka J., Sikora H., Kapsa J., Zaliwski A., Nieróbca A, Kozyra J., Domardzki K. 2004. Wyniki prac badawczych i adaptacyjnych nad polskim internetowym systemem wspomaganie decyzji w ochronie roślin w 2003 roku. *Progress Plant Protection (Postępy w Ochronie Roślin)* 44 (1): 513 — 522.
- Wróbel S. 2006. The role of mineral oil in potato protection against aphids and viruses infection. (In Polish, with English abstract). *Acta Sci. Pol. Agricultura* 5 (1): 83 — 92.
- Wróbel S. 2014. Efficacy of mineral oil-insecticide mixtures for protection of potato tubers against PVY and PVM. *Am. J. Potato Res.*: DOI 10.1007/s12230-014-9388-6.

