

CHOROBY WIRUSOWE ZIEMNIAKA – OBJAWY, ZAGROŻENIE, ZWALCZANIE

POTATO VIRAL DISEASES – SYMPTOMS, THREAT, CONTROL

dr inż. Jerzy Osowski, mgr inż. Kamilla Sadowska
IHAR-PIB Oddział w Boninie, Pracownia Ochrony Ziemniaka
e-mail: osowski@ziemniak-bonin.pl

Streszczenie

W walce z wirusami, ze względu na brak środków ochrony chemicznej, wskazane są: używanie zdrowych, kwalifikowanych sadzeziaków, uprawa odmian odpornych lub o podwyższonej odporności na wirusy, wysadzanie podkiełkowanych lub pobudzonych bulw w terminach w miarę możliwości wczesnych, lokalizacja upraw nasiennych w odpowiednich strefach, selekcje negatywne, izolacja przestrzenna, opryski olejami mineralnymi, chemiczne zwalczanie mszyc, wczesne niszczenie naci, wymiana sadzeziaków co 2 do 5 lat.

Słowa kluczowe: mszyce, PLRV, PVA, PVM, PVS, PVX, PVY, smugowatość ziemniaka

Abstract

Because plant virus protection products are lacking, the control of potato viral diseases mainly relies on certified virus-free seed potatoes and the cultivation of potato cultivars resistant to viruses. Other auxiliary approaches include early as possible planting sprouted or not dormant tubers, locating seed crops in the low-risk zones, negative selection, spatial isolation, mineral oil spraying, chemical control of aphids, early haulm destruction, and most importantly replacement of seed potatoes every 2 to 5 years.

Keywords: aphids, PLRV, potato leaves streak disease, PVA, PVM, PVS, PVX, PVY

Produkcja nasienne ziemniaka jest jedynym rodzajem uprawy objętym nadzorem i kontrolowanym przez Państwową Inspekcję Ochrony Roślin i Nasiennictwa (PIORiN). Według danych GUS

obserwujemy w ostatnich latach niewielki wzrost powierzchni upraw nasiennych (tab. 1) oraz wzrost udziału kwalifikowanych sadzeziaków w zużyciu ogółem (Rynek Ziemniaka 2018).

Tabela 1

Produkcja sadzeziaków kwalifikowanych i obrót nimi

Wyszczególnienie	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
Powierzchnia uprawy (tys. ha)	5,37	4,86	5,28	5,64	6,00	6,13	6,15
Produkcja sadzeziaków kwalifikowanych (tys. ton)	137,5	105,9	140,0	119,6	146,8	139,3	147,0
Udział sadzeziaków kwalifikowanych w zużyciu ogółem (%)	13,7	13,0	19,1	19,2	19,6	18,0	19,5

Źródło: Rynek Ziemniaka 2018

Ziemniak z uwagi na wegetatywny sposób rozmnażania jest bardzo podatny na choroby (Metodyka... 2017). Obecnie ocenia się, że jest on atakowany przez ok. 160 chorób po-

chodzenia grzybowego, bakteryjnego, wirusowego i abiotycznego (Degefu 2017). Zagrożenie akumulacji chorób w bulwach i przenoszenia ich na sezon następnym ma

szczególne znaczenie zwłaszcza w produkcji nasiennej ze względu na możliwość zawirusowania. Od 2015 r. do badanych urzędowo wirusów Y, M i liściozwoju dołączono X, A oraz S.

Zaburzenia powodowane przez wirusy wywołują lokalne lub systemiczne zmiany chorobowe w postaci przebarwienia liści, mozaiki, nekroz, zniekształceń, staśmienia aż do całkowitego zamierania roślin (Metodyka... 2017).

Celem pracy jest przedstawienie objawów wywoływanych przez wirusy, ich sprawców oraz sposobów zapobiegania.

Wirus M ziemniaka (*potato virus M, PVM*)

Należy do rodziny *Betaflexiviridae* i rodzaju *Carlavirus* i jest sprawcą choroby określanej jako wiroza M ziemniaka (Kryczyński 2011a) lub mozaika kędzierzawa (Erlichowski, Osowski 2016). Występuje powszechnie w rejonach uprawy ziemniaka na całym świecie, a największe jego nasilenie stwierdzano w krajach środkowej i wschodniej Europy (Kryczyński 2011a). W Polsce wirus ten szerzy się znacznie słabiej niż 30 lat temu (Wróbel 2016a). Obniżka plonu bulw jest niewielka i waha się w zakresie od 10 do 30%, chociaż w skrajnych przypadkach może sięgać nawet 75% (Kowalska-Noordam 1989, The French Seed Potato 2018a, Rębarz 2018).

Głównym źródłem wirusa M są sadzenia. W sezonie wegetacyjnym z roślin porażonych wirus jest przenoszony na zdrowe głównie przez mszyce, chociaż także może być przenoszony przy mechanicznych uszkodzeniach wraz z sokiem roślin (Erlichowski, Osowski 2016; Wróbel 2016a). Do najważniejszych gatunków mszyc przenoszących wirus M Kostiw (1978) zalicza mszycę szakłakowo-ziemniaczaną (*Aphis nasturtii* Kalt.) oraz brzoskwińnię (*Myzus persicae* Sulz). Wróbel (2016a) za nie mniej ważne wektory wirusa M uważa mszyce niezwiązane żywicielsko z ziemniakiem.

Ze względu na słabe objawy chorobowe wirus M jest uważany za lekki, a nasilenie objawów często jest uzależnione od podatności odmian (Wróbel 2016a). Do najczęściej występujących objawów na roślinach zalicza się:

- mozaikę na liściach;
- zwijanie się blaszki liściowej wzdłuż nerwu głównego ku górze, brzegi liści mogą się lekko rozjaśniać i falować (Kryczyński 2011a) – fot. 1. Zwijające się liście, w odróżnieniu od objawów wywołanych wirusem liściozwoju, są miękkie i nie mają łyżeczkowatego kształtu (fot. 2);
- przejaśnienia nerwów na liściach (fot. 3);
- pomarszczenie blaszki liściowej i karłowatość roślin przy silnej infekcji (fot. 4).



Fot. 1. Wirus M zwijanie się liści i falowanie brzegów blaszki liściowej (autor wszystkich zdjęć – J. Osowski)



Fot. 2. Wirus liściozwoju łyżeczkowate zwijanie liści



Fot. 3. PVM – przejaśnienia nerwów oraz mozaika blaszki liściowej



Fot. 4. PVM – objawy silnego porażenia – skarlenie rośliny

Ograniczanie szkodliwości wirusa M nie jest łatwe ze względu na brak skutecznych środków do jego bezpośredniego zwalczania (Wróbel 2016a). Jedną z ważniejszych metod jest stosowanie zdrowych, kwalifikowanych sadzeniaków oraz uprawa odmian od-

pornych lub o podwyższonej odporności (tab. 2ab). Do uprawy dostępne są odmiany o wysokiej odporności posiadające gen *Rm*, pochodzące od *Solanum megistacrolobum* (Marczewski i in. 2006; Michalak 2015; Michalak, Wasilewicz-Flis 2013).

Tabela 2a

Odporność jadalnych odmian ziemniaka na PVM

Stopień odporności*	Typ kulinarny	Odmiana
2-3	A	
	AB	Impala
	B	Irys, Augusta, Innovator, Asterix, Folva, Sante
	BC	Amora, Lady Claire, Cekin, Tajfun
4-5	A	
	AB	Denar, Lord
	B	Fresco, Bila, Latona, Vineta, Ditta, Irga, Satina, Victoria
	BC	Bryza, Fianna
8 <i>Rm</i> **	C	Etiuda
	BC	Finezja

* odporność w skali 9-stopniowej, gdzie 9 oznacza maksymalną odporność, 1 – maksymalną podatność, ** gen warunkujący odporność na wirus M

Źródło: Charakterystyka... 2018

Tabela 2b

Odporność skrobiowych odmian ziemniaka na PVM

Stopień odporności	Odmiana
2 – 3	Cedron, Glada, Pasja Pomorska, Hinga, Skawa
4 – 5	Harpun, Kuba, Pasat, Rumpel, Ikar, Bzura, Jasia, Rudawa

Źródło: jw.

Wirus X ziemniaka (*potato virus X*, PVX)

Jest sprawcą mozaiki X ziemniaka, należy do rodziny *Alphaflexiviridae* i rodzaju *Potexvirus* (Kryczyński 2011b). Znaczenie mozaiki X ziemniaka jest obecnie mniejsze niż w II połowie XX wieku i na plantacjach ziem-

niaka występuje sporadycznie (Wróbel 2016b). Straty plonu mogą wynosić od 15 do 20% (Wale i in. 2008) lub sięgać 30% (Wróbel 2016b).

Gospodarzami PVX są przede wszystkim rośliny z rodziny *Solanaceae* (pomidor, pa-

pyka, tytoń), ale także komosa biała *Cenopodium album*, szarłat szorstki *Amaranthus retroflexus*, koniczyna łąkowa *Trifolium pratense* L., karczoch zwyczajny *Cynara cardunculus* var. *scolymus* (Plantwise Knowledge Bank 2019). Głównym źródłem infekcji są sadzeniaki (Wale i in. 2008). Wirus X jest rozpowszechniany w sposób mechaniczny przez kontakt liści oraz otarcia w trakcie zabiegów pielęgnacyjnych i ochronnych (Wale i in. 2008, Kryczyński 2011b, Wróbel 2016b). Mozaika X ziemniaka nie jest przenoszona przez mszyce. Przypadkowymi wektorami mogą być niektóre owady, np. stonka ziemniaczana, skoczki, pasikonik (Wróbel 2016b). PVX może być także przenoszony przez zarodniki raka ziemniaka *Synchytrium endobioticum* (Wale i in. 2008).

Na roślinie ziemniaka objawy są bardziej widoczne przy pochmurnej pogodzie i niższej temperaturze (16-20°C), chociaż infekcja może także przebiegać bezobjawowo (Wróbel 2016b). Najczęstszymi objawami na roślinach w sezonie wegetacyjnym są:

- mozaiki na liściach, czyli nieregularne plamy jasnej i ciemnej zieleni (fot. 5). Intensywność mozaiki wzrasta, kiedy PVX wystę-

puje w roślinie łącznie z innymi wirusami, np. PVA lub PVY (Wale i in. 2008);

- deformacje i pomarszczenie blaszki liściowej, pofalowanie jej brzegów (fot. 6ab);
- silne nekrozy i deformacje liści na bardzo wrażliwych odmianach. Objawy te występują tylko w miejscu infekcji, gdyż wirus nie przemieszcza się dalej (Wróbel 2016b);
- rzadziej skrócenie ogonków liściowych, co sprawia, że listki wyglądają jak siedzące (Kryczyński 2011b).



Fot. 5. PVX – mozaika blaszki liściowej odm. Ground



Fot. 6ab. PVX – pofalowanie brzegów blaszki liściowej odm. Ground

Wirus A ziemniaka (potato virus A, PVA)

Należy do tego samego rodzaju *Potyvirus* (rodzina *Potyviridae*) co PVY. Jednakże na terenie Polski występuje rzadko i ma małe znaczenie gospodarcze (Wróbel 2016c). Ze względu na podobieństwo do PVY jest on w wielu krajach uważany za wirus ciężki. Straty plonu mogą sięgać nawet 40% (Wale i in. 2008).

Głównym źródłem infekcji PVA są sadzeniaki. Wirus jest przenoszony głównie przez mszyce, ale także potencjalnym sposobem

jego rozprzestrzeniania się mogą być uszkodzenia mechaniczne. Wale i inni (2008) za najważniejsze wektory wirusa A uważają mszycę kruszynowo-ziemniaczaną (*Aphis frangulae*), brzoskwińczo-ziemniaczaną (*Myzus persicae*) oraz smugową (*Macrosiphum euphorbiae*). W Polsce według Wróbla (2016c) wektorami są mszyca szklakowo-ziemniaczana (*Aphis nasturtii*) i brzoskwińczo-ziemniaczana (*Myzus persicae*). Nasilenie objawów PVA, podobnie jak PVY, jest zależne od podatności odmian oraz przebiegu pogody.

Najwyraźniej objawy PVA są widoczne przy pochmurnej pogodzie (The French Seed Potato 2018b). Najczęściej występującymi objawami na roślinach w czasie wegetacji są:

- łagodne mozaiki na liściach, czyli nieregularne plamy jasnej i ciemnej zieleni (fot. 7ab);
- pomarszczenie blaszki liściowej (fot. 8ab).



Fot. 7ab. PVA – mozaika blaszki liściowej odm. Bolco



Fot. 8ab. PVA – pomarszczenie blaszki liściowej

Wirus Y ziemniaka, wirus smugowatości ziemniaka (*potato virus Y, PVY*)

Należy do rodziny *Potyviriidae*, rodzaju *Potyvirus* i wywołuje na ziemniakach chorobę o nazwie smugowatość ziemniaka (Kryczyński 2011c). Jest jednym z najpowszechniej występujących wirusów w rejonach uprawy ziemniaka (Gabriel 1989), a w Polsce jednym z dwóch najważniejszych (Kowalska-Noordam 1989). Charakteryzuje się bardzo dużą zmiennością, na co wskazuje występowanie jego szczepów, np. PVY⁰, PVY^N,

PVY^C, oraz ich rekombinantów, m.in. PVY^Z, PVY^{NTN}, PVY^E, PVY^{N-wi} (Poradnik... 2016). W Polsce najczęściej występują szczepy nekrotyczne (Wróbel 2016d, Poradnik... 2016) Wśród nich dwa najważniejsze to PVY^{N-wi} i PVY^{NTN}, ale PVY^{NTN} jest zdecydowanie bardziej szkodliwy z uwagi na wywoływanie objawów również na bulwach. Spośród wirusów występujących w Polsce PVY jest najbardziej szkodliwy. W przypadku odmian podatnych spadek plonu może wynieść

70-85% (Kowalska-Noordam 1989, Rębarz 2018).

Głównym źródłem infekcji wirusa Y są porażone sadzeniaki, rzadziej wieloletnie chwasty, z których w okresie wegetacyjnym może być rozprzestrzeniany na zdrowe rośliny w sposób nietrwały przez mszyce, również takie, które nie są związane żywicielsko z ziemniakiem, a jedynie wykonują próbne nakłucia w poszukiwaniu właściwego żywiciela (Kostiw, Robak 2008). Wirus może być także przenoszony w sposób mechaniczny podczas zabiegów pielęgnacyjnych lub pocierania roślin (Rębarz 2018, Wróbel 2016d).

PVY zaliczany jest do tzw. wirusów degeneracyjnych, ponieważ występując z roku na rok w wegetatywnie rozmnażanych ziemniakach, powoduje w kolejnych latach nasilenie się objawów, prowadząc do obniżenia plonu i zdrobnienia bulw, a nawet do ich braku lub wiązania bulw niezdolnych do kiełkowania (Kryczyński 2011c). Silne porażenie PVY skutkuje ogólnym osłabieniem roślin i zwiększeniem ich podatności na szkodniki oraz inne czynniki chorobotwórcze, aż do całkowitego zniszczenia roślin (Wróbel 2016d, Metodyka... 2017).

W zależności od szczepu PVY powoduje różnorodne objawy. Najbardziej charakterystyczne to:

- mozaika blaszki liściowej, czyli nieregularne plamy jasnej i ciemnej zieleni (fot. 9) przy silnym porażeniu mogą pojawiać się na blaszce liściowej nekrozy między nerwami (fot. 10);
- nekrozy na nerwach na dolnej stronie liścia (fot. 11). Podobne nekrozy mogą także wystąpić na liściach po oprysku olejami mineralnymi (fot. 12). Czasem objawy braku manganu (Mn) mogą też być rozpoznawane jako wywołane przez PVY (fot. 13);
- pomarszczenie blaszki liściowej i skarleńnię rośliny (fot. 14);
- brunatne i nekrotyczne smugi na ogonkach liściowych i łodygach (fot. 15). Od tych objawów pochodzi nazwa choroby: smugowatość ziemniaka;
- zasychanie liści i tworzenie tzw. liściozwisu – liście po zaschnięciu nie odpadają, ale zwisają wzdłuż łodygi (fot. 16);
- w przypadku porażenia roślin szczepem PVY^{NTN} objawy mogą pojawić się również na bulwach. Są to nekrotyczne, lekko zagłębione pierścienie na skórcie przypominające znamię (fot. 17ab). Objawy te nasilają się w czasie przechowywania i chociaż nie wchodzi w głąb miąższu, to bulwy takie nie nadają się do produkcji chipsów i frytek ze względu na gromadzący się pod znamieniem cukier (Wróbel 2016a; Erlichowski, Osowski 2016; Rębarz 2018).



Fot. 9. PVY – mozaika blaszki liściowej



Fot. 10. PVY – nekrozy na blaszce liściowej



Fot. 11. PVY – nekrozy nerwów na liściu



Fot. 12. PVY – objawy po oprysku olejem mineralnym



Fot. 13. PVY – Objawy niedoboru manganu (Mn)



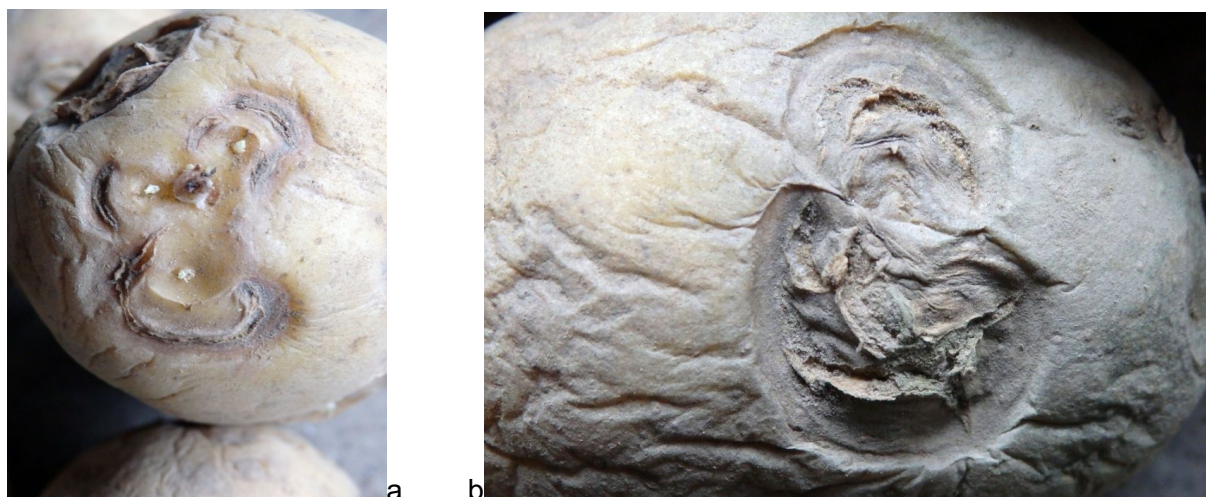
Fot. 14. PVY – pofałdowanie blaszki liściowej i skarlenie rośliny (w środku roślina zdrowa)



Fot. 15. PVY – brunatne nekrozy na ogonkach liściowych



Fot. 16. PVY – zamieranie liści, tzw. liściozwis

Fot. 17ab. PVY^{NTN} – objawy na bulwie

Jest wiele odmian odpornych na PVY (tab. 3ab), choć nie zawsze mają one pożą- dane przez odbiorców cechy użytkowe, np.

smak, przydatność do przetwórstwa itp. W przypadku pozostałych odmian szerzenie się PVY można jedynie ograniczać.

Tabela 3a

Odporność jadalnych odmian ziemniaka na PVY

Stopień porażenia	Typ kulinarny	Odmiana
3-4	AB	Impala, Impresja, Altesse*, Almera, Manitou
	B	Berber, Ingrid, Carrera, Bohun, Innovator, Folva, Victoria, Eurostar
	BC	Amora*, Lady Claire, Lady Rosetta, VR808
5-6	B	Fresco, Irys, Justa, Augusta*, Bellarosa, Latona, Asterix, Dali, Ditta*, Laskara, Satina*, Jelly
	BC	Cekin*, Honorata, Bryza*, Fianna*
7-8	A	Riviera
	AB	Denar*, Lord*, Orchestra, Otolia
	B	Aruba, Bila, Gwiazda*, Ignacy, Madeleine, Michalina, Stokrotka, Vineta*, Bojar, Irga, Lech
9	BC	Milek, Amora, Aldona, Mazur, Tajfun
	AB	Tonacja, Oberon
	B	Tacja, Lawenda, Magnolia, Owacja, Jurek, Malaga, Sagitta, Sante,
	C	Etiuda
	BC	Finezja

* odmiany reagujące na szczep PVY^{NTN} nekrozami na bulwach (Zimnoch-Guzowska i in. 2013)

Źródło: Charakterystyka... 2018

Tabela 3b

Odporność skrobiowych odmian ziemniaka na PVY

Stopień odporności	Odmiana
7-8	Cedron, Boryna, Głada, Harpun, Jubilat, Kaszub, Mieszko, Pasja Pomorska
9	Kuba, Pasat, Rumpel, Szyper, Widawa, Zuzanna, Bzura, Hinga, Jasia, Kuras, Rudawa, Skawa

Źródło: jw.

Wirus liściozwoju ziemniaka (potato leafroll virus, PLRV)

Należy do rodziny *Luteoviridae* i rodzaju *Potulovirus*. Występuje powszechnie na świecie i obok PVY jest jednym z najważniejszych wirusów ziemniaka, powodującym jego degradację (Kryczyński 2011d). Jego szkodliwość polega głównie na znacznym obniżaniu plonu i zdrobnieniu bulw, chociaż może także być przyczyną wad w bulwach w postaci czarnych przebarwień miąższu (tzw. net necrosis), które mogą się rozwijać w okresie przechowywania (Wale i in. 2008, Wróbel 2016e). Straty plonu wywołane rozwojem PLRV mogą sięgać 80-90% (Kowalska-Noordam 1989, Rębarz 2018). Jak podają Erlichowski i Osowski (2016) oraz Wróbel (2016e), obecnie znaczenie wirusa liściozwoju nie jest tak duże jak 25 lat temu, chociaż Wale i inni (2008) twierdzą, że globalne straty plonu mogą sięgać 20 mln ton.

PLRV zimuje głównie na bulwach pochodzących z porażonych roślin. Z bulw tych po wysadzeniu wyrastają rośliny, które są źródłem pierwotnej infekcji. Innym źródłem przenoszenia wirusa na sezon następny są mszyce rozwijające się anholocyklicznie i zimujące w postaci dorosłej (imago) w szklarniach. W sezonie jedynym sposobem rozprzestrzeniania się wirusa jest przeniesienie przez mszyce (Kryczyński 2011d). Za główny wektor PLRV uważana jest mszyca brzoskwiowa (*Myzus persicae*), chociaż wg Wróbla (2016e) szakłakowo-ziemniaczana (*Aphis nasturtii*) również może go przenosić, lecz mniej efektywnie.

W przeciwieństwie do pozostałych omawianych wirusów ziemniaka PLRV jest wirusem trwałym i krążeniowym. Pierwsze określenie wynika z tego, że mszyca, która nabyła PLRV, jest jego wektorem przez całe swoje życie. Drugi termin oznacza to, że PLRV jest pobierany wraz z sokiem z wiązki przewodzącej do układu pokarmowego mszycy, a następnie przechodzi przez ciało owada do gruczołów ślinowych, skąd wraz ze śliną może być przekazywany kolejnym roślinom. To „krążenie” cząstek PLRV w ciele mszycy sprawia, że mszyca, która nabyła wirus w trakcie żerowania, jest zdolna do infekowania kolejnych roślin dopiero po dłuższym czasie. Okres ten nazywany jest okresem latencji i może trwać nawet parę dni (Kryczyński 2010). Właśnie w tym czasie ochrona chemiczna przed mszycami jest skuteczna, a jej efekty może wzmacniać uprawa odmian o podwyższonej odporności (tab. 4ab).

W produkcji nasiennej PLRV jest uważany za wirus ciężki i trudny do zdiagnozowania w warunkach polowych ze względu na słabe do średnich objawy porażenia.

Najczęściej występującymi objawami na roślinach w czasie wegetacji są:

- łyżeczkowate zwiżanie się liści dolnych (fot. 18ab),
- słabe mozaiki na liściach (fot. 19),
- antocyjanowe przebarwienie lub nekrozy liści (fot. 20),
- miotlasty pokrój rośliny, liście w stosunku do łodyg są pod kątem ostrym (fot. 21ab).

Tabela 4a

Odporność jadalnych odmian ziemniaka na PLRV

Stopień odporności	Typ kulinarny	Odmiana
3-4	AB	Impala, Altesse, Almera, Orchestra
	B	Irys, Justa, Carrera, Michalina, Asterix, Sagitta
	BC	Miłek, Lady Claire, Lady Rosetta, VR808
5-6	AB	Viviana, Dali, Oberon
	B	Berber, Fresco, Ingrid, Aruba, Bila, Bohun, Innovator, Latona, Folva, Jurek, Laskara, Sante, Victoria, Eurostar, Jelly
	BC	Amora, Cekin, Honorata
	C	Etiuda
7-8	AB	Denar, Lord, Otolia
	B	Augusta, Bellarosa, Gwiazda, Ignacy, Owacja, Vineta, Ditta, Irga, Malaga, Satina
	BC	Finezja, Mazur, Tajfun, Bryza, Fianna

Źródło: Charakterystyka... 2018

Tabela 4b

Odporność skrobiowych odmian ziemniaka na PLRV

Stopień odporności	Odmiana
3-4	Kuras
5-6	Cedron, Głada, Jubilat, Pasat, Rumpel, Szyper, Zuzanna, Ikar, Bzura, Hinga, Inwestor, Pokusa, Rudawa
7	Boryna, Harpun, Kaszub, Kuba, Pasja Pomorska, Jasia, Skawa

Źródło: jw.



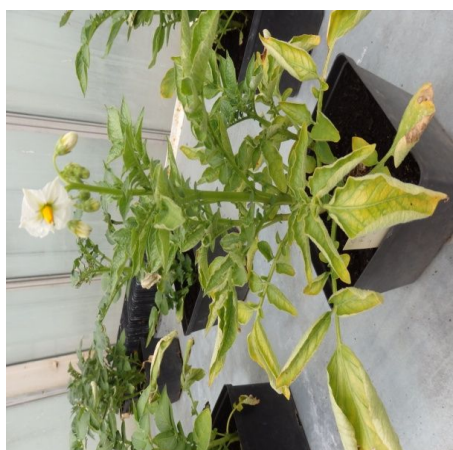
Fot. 18ab. PLRV – łyżeczkowate zwiżanie się liści odm. Gala, szklarnia



Fot. 19. PLRV – słabe mozaiki blaszki liściowej



Fot. 20. PLRV – antocyjanowe zabarwienie brzegów blaszki liściowej



Fot. 21a. PLRV – miotłasty pokrój rośliny odm. Gala, szklarnia



Fot. 21b. PLRV – miotłasty pokrój rośliny, objawy w polu

Wirus S ziemniaka (*potato virus S, PVS*)

Jest zaliczany do rodzaju *Carlavirus* i rodziny *Betaflexiviridae*. Znane są obecnie dwa jego typy: PVS⁰, który jest rozpowszechniony na świecie i w Europie (Niemcy, Polska, Europa Środkowa), oraz PVS^A, który ze względu na ostrzejsze reakcje jest zakwalifikowany jako organizm kwarantannowy (Ephytia 2018). Pomimo powszechnego występowania PVS w Polsce nie należy on do wirusów o dużym znaczeniu gospodarczym. Wróbel (2016f) straty plonu ocenia na 10%, podkreślając, że dotyczy to jedynie odmian silnie reagujących na porażenie. Burrows i Zitter (2005) oraz Kerlan (2008) stwierdzają, że straty mogą sięgać 20%.



Fot. 22. PVS – rozjaśnienie blaszki liściowej i wgłębienie nerwów odm. ZAZ-5293, szklarnia



Fot. 23. PVS – pofałdowanie brzegów blaszki liściowej odm. ZAZ-5293

PVS ze względu na brak silnych objawów jest trudny do zaobserwowania na roślinie. Najpewniejszym sposobem jego wykrycia są badania serologiczne. Rośliny porażone PVS wytwarzają więcej drobnych bulw w porównaniu ze zdrowymi. W czasie wegetacji najczęściej występującymi objawami są:

- jaśniejsze ubarwienie oraz nieznacznie wgłębione unerwienie (fot. 22),
- lekkie pofałdowanie brzegów blaszki liściowej górnych liści (fot. 23),
- na liściach dolnych chlorotyczne plamki lub słabe nekrozy. Liście takie często żółkną przedwcześnie lub występują na nich chlorotyczne rysunki (Rębarz 2018).

Sposoby ograniczania rozwoju wirusów

Ochrona plantacji przed wirusami w dużym stopniu jest utrudniona ze względu na brak środków ochrony chemicznej. Dlatego wskazane jest podejmowanie wszelkich innych dostępnych działań ograniczających występowanie i rozprzestrzenianie ich nie tylko na plantacji, ale także na sąsiednich uprawach. Do najważniejszych czynności należą:

1. używanie zdrowego, kwalifikowanego materiału nasiennego;
2. w miarę możliwości uprawa odmian odpornych lub o podwyższonej odporności na wirusy (tab. 2ab, 3ab, 4ab);
3. wysadzanie podkiełkowanych lub pobudzonych bulw w terminach w miarę możliwości wczesnych, dzięki temu w momencie nalotu mszyc rośliny będą bardziej odporne na zakażenie;

4. lokalizacja upraw nasiennych w strefach do tego korzystnych (rys. 1);

5. selekcje negatywne. Zalecany jest minimum 2-3-krotny zabieg w następujących terminach: pierwszy, gdy rośliny osiągną wysokość 15-20 cm, drugi – dwa tygodnie po pierwszym, trzeci – w czasie pełni kwitnienia. Jeśli zachodzi taka konieczność, zalecane jest wykonanie selekcji po raz czwarty – 2-3 tygodnie po zabiegu poprzednim (Wróbel 2012);

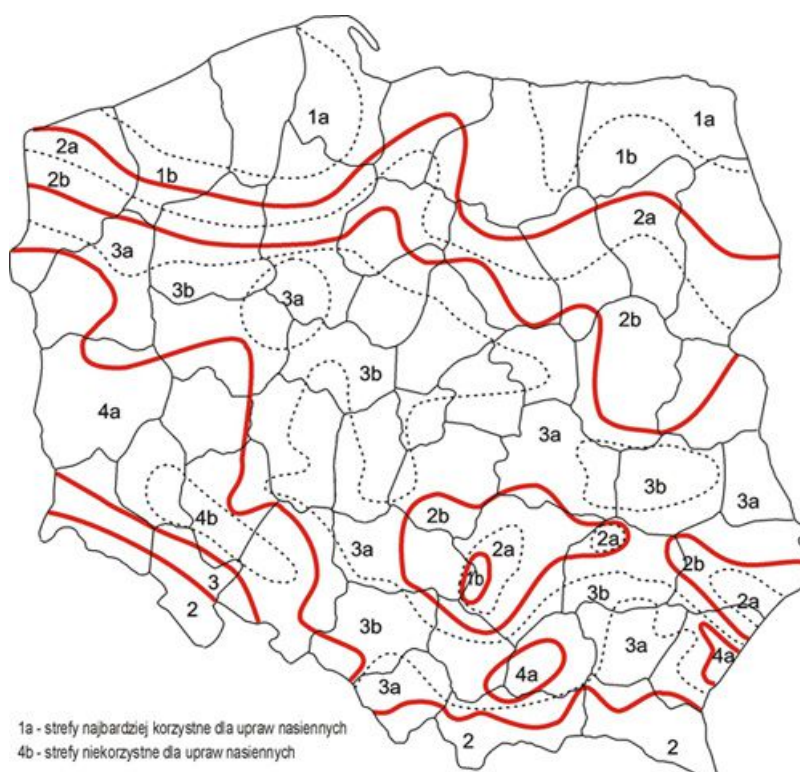
6. izolacja przestrzenna;

7. oprysk olejami mineralnymi. Zabieg ten należy rozpoczynać, kiedy na plantacji jest 70- 95% wschodów (Wróbel 2012);

8. chemiczne zwalczanie mszyc;

9. wczesne niszczenie naci;

10. wymiana sadzeniaków co 2 do 5 lat.



Rys. 1. Podział Polski na strefy korzystne (strefa 1 i 2) i niekorzystne (strefa 3 i 4) dla upraw nasiennych ziemniaka; Źródło: Wróbel, Wąsik 2014

Literatura

1. Burrows. M. E., Zitter T. A. 2005. Virus problems in potatoes. Department of Plant Pathology. Cornell Univ. USDA-ARS, Ithaca; **2. Charakterystyka Krajowego Rejestru Odmian Ziemniaka. 2018.** Red. nauk. W. Nowacki Wyd. XXI. IHAR-PIB Oddz. Jadwisin: 41 s.; **3. Degefu Y. 2017.** *Dickeya* and *Pectobacterium* species: consistent threats to potato production in Europe. file:///C:/Users/p111/Downloads/Yeshitila_Potato_Now_Article%20(1).pdf. [dostęp 03.2019]; **4. Ephytia. 2018.** Potato virus S, PVS. <http://ephytia.inra.fr/en/C/21032/Potato-Control>; **5. Erlichowski T., Osowski J. 2016.** Choroby wirusowe ziemniaka – objawy, zagrożenie i wpływ na degenerację odmian. – Ziemn. Pol. 3: 16-22; **6. Gabriel W. 1989.** Epidemiologia chorób wirusowych ziemniaka. PWN Warszawa: 204 s.; **7. Kerlan, C. 2008.** Potato viruses. [In:] Mahey B. W., Regenmortel M. H. V. (Eds). 201 Desk encyclopedia of plant and fungal virology. San Diego, California, USA: 458-467; **8. Kostiw M. 1978.** Przenoszenie izolatów wirusa M przez *Myzus persicae* Sulz. i *Aphis nasturtii* Kalt. – Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 214: 173-179; **9. Kostiw M., Robak B. 2008.** Skład gatunkowy, termin migracji i dynamika liczebności mszyc „nieziemniaczanych” w uprawie ziemniaka w różnych rejonach kraju. – Prog Plant Prot. 48(3): 881-888; **10. Kowalska-Noordam A. 1989.** Charakterystyka wirusów ziemniaka. [W:] Epidemiologia chorób wirusowych

ziemniaka. Red. nauk. W. Gabriel. PWN Warszawa: 30-51; **11. Kryczyński S. 2010.** Wirusologia roślinna. Wyd. Nauk. PWN Warszawa; **12. Kryczyński S. 2011a.** Wirus M ziemniaka. [W:] Fitopatologia. T. 2. Choroby roślin uprawnych. Red nauk. S. Kryczyński, Z. Weber. PWRiL Poznań: 132-133; **13. Kryczyński S. 2011b.** Wirus X ziemniaka. [W:] Fitopatologia. T. 2. Choroby roślin uprawnych. Red nauk. S. Kryczyński, Z. Weber. PWRiL Poznań: 130-131; **14. Kryczyński S. 2011c.** Wirus Y ziemniaka. [W:] Fitopatologia. T. 2. Choroby roślin uprawnych. Red nauk. S. Kryczyński, Z. Weber. PWRiL Poznań: 60-65; **15. Kryczyński S. 2011d.** Wirus Y ziemniaka. [W:] Fitopatologia. T. 2. Choroby roślin uprawnych. Red nauk. S. Kryczyński, Z. Weber. PWRiL Poznań: 93-96; **16. Marczewski W., Strzelczyk-Żyta D., Hennig J., Witek K., Gebhardt C. 2006.** Potato chromosomes IX and XI carry genes for resistance to potato virus M. – Theor. Appl. Gen. 112: 1232-1238; **17. Metodyka integrowanej ochrony ziemniaka dla doradców. 2017.** Opr. zbior. pod red. A. Wójtowicza i M. Mrówczyńskiego. IOR-PIB Poznań: 248 s.; **18. Michalak K. 2015.** Odporność i reakcja odmian ziemniaka na zakażenie wirusami Y, M, X i liściozwoju ziemniaka oceniona w latach 2010-2013. [W:] Nasiennictwo i ochrona ziemniaka. Konf. nauk.-szkol. Dźwirzyno, 13-15.05.2015. IHAR-PIB ZNiOZ Bonin: 79-81; **19. Michalak K., Wasilewicz-Flis I. 2013.** Odporność na wirus M i S w tetraploidalnych

- materiałach ziemniaka. – Ziemn. Pol. 4: 4-8; **20. Nowacki W., Oleksiak T. 2018.** Produkcja i podaż ziemniaków w Polsce. [W:] Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy. Red. W. Dzwonkowski. IERiGŻ Warszawa, listopad (45): 12-20; **21. Poradnik sygnalizatora ochrony ziemniaka. 2016.** Opr. zbior. pod red. A. Wójtowicza i M. Mrówczyńskiego. IOR-PIB Poznań: 8-13; **22. Potato interveinal mosaic (Potato virus X) 2019.** Plantwise Technical Factsheet. Plantwise Knowledge Bank <https://www.plantwise.org/KnowledgeBank/Datasheet.aspx?dsid=43759> [dostęp 03.2019]; **23. Rębarz K. 2018.** Choroby wirusowe. [W:] Ziemniak identyfikacja agrofagów oraz niedoborów pokarmowych. Agro Wydawnictwo Suchy Las: 78-93; **24. The French Seed Potato. 2018a.** <http://frenchseedpotato.com/index/potato-virus-m> [dostęp 03.2019]; **25. The French Seed Potato. 2018b.** <http://frenchseedpotato.com/index/potato-virus-a-pva> [dostęp 03.2019]; **26. Wale S., Platt H. W., Cattlin N. 2008.** Virus and phytoplasma diseases. [In:] Diseases, pests and disorders of potatoes. Manson Publ. Ltd: 74-90; **27. Wróbel S. 2012.** Produkcja nasiennej ziemniaka. [W:] Produkcja i rynek ziemniaka. Red. nauk. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra: 102-130; **28. Wróbel S. 2016a.** Wirus M. <http://ziemniak-bonin.pl/pl/katalogi> [dostęp 03.2019]; **29. Wróbel S. 2016b.** Wirus X. <http://ziemniak-bonin.pl/pl/katalogi> [dostęp 03.2019]; **30. Wróbel S. 2016c.** Wirus A. <http://ziemniak-bonin.pl/pl/katalogi> [dostęp 03.2019]; **31. Wróbel S. 2016d.** Wirus Y. <http://ziemniak-bonin.pl/pl/katalogi> [dostęp 03.2019]; **32. Wróbel S. 2016e.** Wirus liściozwoju. <http://ziemniak-bonin.pl/pl/katalogi> [dostęp 03.2019]; **33. Wróbel S. 2016f.** Wirus S. <http://ziemniak-bonin.pl/pl/katalogi> [dostęp 03.2019]; **34. Wróbel S., Wąsik A. 2014.** Seed potato production in Poland. – Am. J. Potato Res. 91(3): 260-268; **35. Zimnoch-Guzowska E., Yin E., Chrzanowska M., Flis B. 2013.** Sources and effectiveness of potato PVY resistance in IHAR's breeding research. – Am. J. Potato Res. 90(1): 21-27