

## Nasiennictwo i odmianoznawstwo

# PRODUKCJA NASIENNA ZIEMNIAKA – WYZWANIE DLA PRODUCENTÓW

## POTATO SEED PRODUCTION – A CHALLENGE FOR THE PRODUCERS

dr inż. Jerzy Osowski<sup>1</sup> ORCID: 0000-0002-4618-9991  
dr inż. Janusz Urbanowicz<sup>1</sup> ORCID: 000-0001-9007-0333  
mgr inż. Kamilla Sadowska<sup>1</sup>, dr inż. Tomasz Erlichowski<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IHAR-PIB Oddział w Boninie, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka  
<sup>2</sup>Agrico Polska Sp. z o. o., e-mail: j.osowski@ihar.edu.pl

### Streszczenie

Technologia produkcji nasiennej jest specyficzna i wymagająca, a dodatkowo obwarowana licznymi przepisami. O zdrowotności uzyskanego materiału sadzeniakowego decyduje głównie stopień porażenia chorobami wirusowymi. W Polsce powszechnie występują wirusy Y, M, S oraz liściozwoju, z których największe znaczenie mają Y i liściozwoju. Omówiono m.in. stanowisko pod uprawę, nawożenie mineralne plantacji nasiennych, zdrowotność materiału nasiennego, rejonizację upraw nasiennych, selekcję negatywną, monitoring nalotów mszyc, ochronę chemiczną, wczesne niszczenie naci, trudności w produkcji nasiennej. Znajomość zasad prawidłowej agrotechniki i ochrony plantacji nasiennych może zapewnić wymierne korzyści z prowadzenia tego kierunku produkcji

**Słowa kluczowe:** agrotechnika, plantacje nasienne, wirusy, ziemniak

### Abstract

The seed production technology is specific and demanding and is additionally subject to numerous regulations. The health of the potato seeds depends mainly on infestation with viral diseases. In Poland, potato viruses Y, M, S, and leafroll virus commonly occur, with potato virus Y (PVY) and potato leafroll virus (PLRV) being the most important. This work reviews tuber seed production, including choice of a stand for cultivation, mineral fertilization of seed plantations, the health of seed material, regionalization of seed crops, negative selection, aphids monitoring, chemical protection, early destruction of leaves, difficulties in seed production. Knowledge of the principles of good agrotechnique practice and correct protection of seed plantations can provide tangible benefits from this type of production

**Keywords:** agrotechnique, potato, seed plantations, viruses

Uprawa nasiennej ziemniaka jest bardzo trudnym i wymagającym kierunkiem produkcji, gdyż oprócz dobrej znajomości technologii uprawy od producenta wymagana jest również wiedza na temat odporności odmian na choroby wirusowe oraz aktualnych aktów prawnych dotyczących nasiennictwa, a także znajomość objawów chorobowych mogących wystąpić na roślinach i bulwach ziemniaka. Dodatkowy problem stanowią trudne do przewidzenia i z reguły niekorzystne czynniki pogodowe, a także rosnąca presja wektorów, głównie

mszyc niezwiązanych żywicielsko z ziemniakiem (tzw. mszyce nieziemniaczane), które pojawiają się już wczesną wiosną.

W roku 2020 plantacje nasienne zajmowały ok. 7,5 tys. ha, a w 2021 6888,91 ha (Nowacki, Oleksiak 2021). Nierównomierna dochodowość produkcji nasiennej, spowodowana coraz wyższymi jej kosztami (nawozy, środki ochrony roślin, praca ludzka, paliwa, maszyny i części zamienne), oraz ryzyko związane ze zmieniającymi się warunkami pogodowymi ograniczają w pewnym stopniu odpowiednio częstą wymianę sadzeniaków.

Najczęściej do systematycznej wymiany dochodzi na plantacjach ziemniaka bardzo wczesnego oraz w uprawie na potrzeby przemysłu przetwórczego (frytki, chipsy). Ta grupa rolników wymienia sadzeniaki na materiał kwalifikowany co 2 lata (częściowo w ramach kontraktacji). Najrzadziej wymieniają materiał małe gospodarstwa (1-2 ha), które uprawiają ziemniaki na potrzeby własne lub na wymianę sąsiedzką i sprzedaż nadwyżki plonu. Okres pomiędzy kolejnymi zakupami zdrowych sadzенок wynosi od 8 do 10 lat. Należy podkreślić, że w ostatnich latach częstszą wymianę wymusza degeneracja odmian, której przyczyną jest wrażliwość na wirusy, głównie na Y (PVY). Jest to podyktowane tym, że ok. 50% wszystkich odmian z krajowego rejestru odmian (KRO) i katalogu wspólnotowego (CCA) stanowią odmiany bardzo wrażliwe na PVY, który prowadzi do szybkiej degeneracji roślin i w konsekwencji do zmniejszenia plonowania.

### Stanowisko pod uprawę

Ważnym elementem agrotechniki nasiennej jest wybór właściwego pola pod uprawę. Stanowisko to musi być wolne od organizmów kwarantannowych (rak ziemniaka, mątwik ziemniaczany i mątwik agresywny, śluzak, bakterioza pierścieniowa, niszczyk ziemniaczak). Nie można także zakładać plantacji na polu, na którym w okresie ostatnich 3 lat uprawiano np. pomidory, tytoń lub ziemniaki. Oznacza to, że ziemniak powinien na to samo pole powracać nie częściej niż co 4 lata, co jest bardzo ważne z fitosanitarnego punktu widzenia. Należy zachować też izolację przestrzenną, tj. minimalną odległość od innych towarowych upraw ziemniaków, tytoniu lub pomidorów, mimo że przepisy tego obecnie nie regulują.

Ważne jest również, by nie zakładać plantacji na glebach lekkich, piaszczystych, na których duży deficyt wody zwiększa tempo namnażania się PVY i przemieszczania z naci do bulw, a także ryzyko powstania warunków sprzyjających wystąpieniu parcha zwykłego (*Streptomyces scabies*) i alternariozy ziemniaka (*Alternaria* sp.). Z kolei stanowiska zbyt wilgotne i podmokłe zwiększają ryzyko porażenia bakteriami, głównie czarną nóżką (*Pectobacterium* sp.). Bliskie sąsiedztwo upraw szklarniowych też jest niekorzyst-

ne, gdyż obiekty te mogą być miejscem zimowania mszyc – wektorów wirusów, szczególnie mszycy brzoskwiniowej *Myzus persicae* (Gabriel, Świeżyński 1977).

Stanowisko pod uprawę nasiennej nie powinno być także zagospodarowywanym wieloletnim odłogiem lub monokulturą, gdyż wzrasta wówczas ryzyko występowania nadmiernych ilości larw szkodników glebowych (drutowce, pędraki), a także wieloletniego zachwaszczenia (perz, bylica, rdesty), które utrudnia właściwy wzrost, rozwój i zbiór ziemniaków. Ważnym elementem jest również uregulowane pH gleby, gdyż odczyn obojętny do zasadowego sprzyja rozwojowi parcha zwykłego (*S. scabies*). Ziemniak najlepiej toleruje odczyn lekko kwaśny, w granicach od 5,5 do 6,0. Stanowisko powinno być niezakamienione, gdyż zmniejsza to uszkodzenia mechaniczne i obicia bulw podczas zbioru, a tym samym ogranicza możliwość infekcji bulw sprawcami zgnilizn i zapewnia lepsze ich przechowywanie.

### Nawożenie mineralne plantacji nasiennej

Coraz częściej zamiast nawożenia organicznego w postaci obornika stosuje się poplony ścierniskowe, które dostarczają dodatkowej dawki materii organicznej (rzepa oleista, gorczyca, strączkowe grubonasienne, mieszanki pastewne). Nie jest to jednak wystarczająca ilość składników pokarmowych potrzebnych do uprawy ziemniaków, nawet na plantacjach nasiennej wymagających niższych dawek nawozów. W przypadku produkcji nasiennej zalecenia nawozowe powinny uwzględniać wpływ wysokich dawek nawozów na stopień porażenia sadzенок wirusami, chorobami bakteryjnymi i grzybowymi. Zbyt wysokie jednostronne nawożenie azotem, ponad 120 kg/ha, może prowadzić do zaburzeń rozwoju roślin, powodując nieproporcjonalny rozrost części nadziemnej (wybujalność) oraz wydłużenie okresu wegetacji, co z kolei przyczynia się do opóźnienia dojrzewania i wytrzymałości skórki.

W warunkach pełnej ochrony chemicznej na plantacji nasiennej, kiedy rośliny są nadmiernie wybujale oraz mają zaburzony okres wegetacji, zmniejsza się także skuteczność ochrony przed zarazą ziemniaka (utrudnione jest dokładne pokrycie roślin roztworem fun-

gicydu). Pozostające dłużej zielone rośliny opóźniają zbiór poza właściwy termin, mniejszy jest też udział frakcji sadzeniaka w plonie oraz pogarsza się przydatność bulw do przechowywania i wzrasta ryzyko porażenia się bulw zgniliznami.

Wpływ wysokiego nawożenia azotem na porażenie sadzeniaków wirusami jest ogólnie znanym zjawiskiem w produkcji nasiennej, jednak ze względu na to, że efekt ten jest powiązany z innymi czynnikami epidemiologicznymi, producenci sadzeniaków nie zawsze są przekonani, że zwiększone nawożenie azotem podwyższa ryzyko degradacji lub dyskwalifikacji. Reakcja odmian ziemniaka na nawożenie tym składnikiem związana jest z ich odpornością na wirusy. Wyższe nawożenie azotem ma negatywny wpływ na zdrowotność bulw i samych roślin, przy czym reakcja ujawnia się tym wyraźniej, im niższa jest odporność odmiany na dany wirus.

W badaniach prowadzonych w oddziale IHAR-PIB w Boninie stwierdzono, że zwiększenie dawki azotu z 50 do 100 kg/ha w niektórych latach powodowało kilkakrotny wzrost porażenia wirusami (Turska, Wróbel 2003). Wpływ ten był jeszcze bardziej widoczny, kiedy dawka azotu na hektar wzrosła do 200 kg. W warunkach produkcyjnych, nawet przy małym zagrożeniu, może to mieć istotne znaczenie. Zbyt wysokie nawożenie azotem może maskować objawy chorób wirusowych (mozaiki), utrudniając wykonanie selekcji negatywnej. Nawet dawki optymalne (80-90 kg N/ha), zalecane dla rozmnożeń nasiennej, stosowane na plantacjach zlokalizowanych po roślinach bobowatych (wzbogacających glebę w azot), jak np. groch i bobik, mogą wywoływać objawy przenawożenia, wpływając negatywnie na zdrowotność plonu. W warunkach niedoboru wody w glebie (susza) i przy zbyt wysokich dawkach azotu następuje szybsze namnażanie się np. wirusa Y w roślinie i znacznie szybsze jego przemieszczanie z części nadziemnej do bulw.

Przy ustalaniu wysokości nawożenia azotem należy wziąć pod uwagę zachowanie odpowiedniego stosunku N:P:K. Na plantacjach nasiennej najkorzystniejsza proporcja trzech podstawowych składników – azotu, fosforu i potasu – powinna wynosić jak

1:1,5:2, a dawki tych składników powinny uwzględniać zasobność gleby w fosfor i potas. Dawka azotu stosowanego doglebowo na plantacjach nasiennej, na których jesienią zastosowano obornik, nie powinna przekraczać 80-90 kg/ha. Wyższe dawki azotu mogą spowodować wzrost plonu ogólnego, ale należy pamiętać, że zdrowotność materiału może ulec pogorszeniu (Wróbel, Turska 1999; Turska, Wróbel 2003).

Obok powszechnie stosowanego nawożenia doglebowego azotem mineralnym coraz częściej uzupełnia się azot w formie zabiegów dolistnych. Najszybciej w ten sposób rośliny pobierają właśnie azot oraz potas, sód, cynk i magnez, nieco wolniej siarkę, wapń, fosfor, mangan i bor, a najwolniej – miedź, żelazo i molibden, ale szybkość wchłaniania tych pierwiastków jest wielokrotnie większa niż przy pobieraniu ich przez korzenie. Pamiętajmy jednak, że każde dodatkowe dostarczenie azotu dolistnie przedłuża wegetację i spowalnia dojrzewanie bulw. Należy też pamiętać, że azot, np. w postaci roztworu mocznika, stosowany dolistnie powoduje zamazywanie objawów chorób wirusowych na roślinach ziemniaka i utrudnia wykonanie selekcji negatywnej. Dlatego na plantacjach nasiennej uzupełnianie niższych dawek nawożenia doglebowego azotem w formie mocznika przez zabiegi dolistne nie powinno być stosowane (Wróbel, Turska 1999).

### Zdrowotność materiału sadzeniakowego, rejonizacja uprawy

Wirusy stanowią podstawową przyczynę złej jakości sadzeniaków. W Polsce powszechnie występują: Y (PVY), M (PVM), S (PVS) oraz liściozwoju (PLRV), z których gospodarczo najważniejsze są PVY i PLRV. Wybór odmiany powinien być podyktowany potrzebami rynkowymi, dostępnością sadzeniaków, możliwościami finansowymi producenta oraz warunkami lokalnymi i klimatycznymi, a w przypadku produkcji nasiennej także strefą porażenia wirusami. Odmiany podatniejsze na wirusy (poniżej 5 w skali 9-stopniowej), szczególnie na PVY, wymagają zdecydowanie większych nakładów na ich ochronę.

Wśród wielu zarejestrowanych odmian ziemniaka bardzo dużą część stanowią odmiany o niskiej odporności na wirusy, w

szczególności na Y (Chrzanowska 2004, Treder 2019), które zaliczane są do grupy tzw. trudnych. Decyduje to o możliwości ich rozmnożeń nasiennych jedynie w północnych rejonach Polski. Ich ochrona jest znacznie bardziej wymagająca i kosztowniejsza niż pozostałych odmian, głównie w latach o wysokiej presji infekcyjnej wirusów w okresie wiosennym.

Jeśli chodzi o podatność na PVY, prawie wszystkie odmiany zagraniczne są podatne lub bardzo podatne. Dodatkowo trudnym elementem w epidemiologii wirusa Y i mszyc jest to, że wirus ten bardzo łatwo przenoszony jest w sposób nietrwały na kłujce mszyc, a także przy pomocy tzw. mszyc nieziemniaczanych. Występują one wczesną wiosną i są związane z innymi roślinami, a na ziemniaki nalatują sporadycznie w poszukiwaniu swoich właściwych żywicieli (Kostiw 1987; Kostiw, Robak 2008).

Inaczej przedstawia się sytuacja w przypadku podatności na wirus liściozwoju. Duża część odmian, w tym polskich, jest średnio podatna. W praktyce nie ma to znaczenia, ponieważ odpowiednio prowadzona intensywna ochrona chemiczna pozwala w zasadzie w 100% zabezpieczyć przed nim plantacje nasienne, a tym samym sadzeniaki. PLRV przenoszony jest w sposób trwały, musi najpierw namnożyć się w organizmie mszycy (wirus krążeniowy), a dłuższy czas inkubacji wirusa w ciele owada pozwala na unieszkodliwienie mszycy przed osiągnięciem zdolności do zakażenia roślin. W ostatnich latach wirus ten jest właściwie niezauważalny i rzadko stwierdzany w badaniach weryfikacyjnych materiałów nasiennych, zwłaszcza na plantacjach intensywnie chronionych.

Wybór odmiany dla rejonu kraju i konkretnego producenta w pierwszej kolejności powinien być podyktowany warunkami klimatycznymi, strefą degeneracji materiałów nasiennych, specjalizacją i zaawansowaniem gospodarstwa, odpornością odmiany na wirusy, a także zapotrzebowaniem rynku (zakłady przetwórcze, popularność wśród konsumentów).

Znając odporność odmian, można dobrać konkretną odmianę do warunków, w jakich zlokalizowana jest dana plantacja nasienne. Ma to podstawowe znaczenie w sytuacji re-

jonów o warunkach niekorzystnych dla produkcji sadzeniaków, w których nie powinno się uprawiać odmian o bardzo niskiej odporności na wirusy, szczególnie na Y. W przypadku północnych rejonów Polski – najbardziej korzystnych dla nasiennictwa ziemniaka – odporność na wirusy nie ma tak dużego znaczenia jak np. w rejonach centralnej i południowej Polski, gdzie odmiany podatne nie mają szansy utrzymania wysokiej zdrowotności w latach wysokiej presji infekcyjnej wirusów, nawet po jednym roku rozmnożeń.

Strefy klimatyczne w Polsce predysponują w szczególności rejon północny i północno-wschodni do prowadzenia nasiennictwa ziemniaka (strefa I). Produkcja w tych rejonach wiąże się z bardzo małym ryzykiem porażenia wirusami odmian średnio i wysoko odpornych, a zatem i niższymi kosztami produkcji. O ile odmiany odporne i o niższych stopniach kwalifikacji można jeszcze rozmnażać w centralnej Polsce (przy zachowaniu pełnej ochrony przed mszycami i prawidłowo prowadzonych pozostałych zabiegach), o tyle podatne na wirusy (odporność poniżej 5 na PVY) – jedynie na północy kraju. Najmniej sprzyjające warunki występują w południowo-zachodniej części kraju (strefa IV). W strefie III (centralna i południowa część) i strefie IV nasiennictwo wysokich stopni kwalifikacji odmian podatnych na wirusy jest w praktyce niemożliwe, chociaż zdarzają się lata niespecyficzne (Gabriel 1965, Kostiw 2011).

### Selekcja negatywna

Ochrona plantacji nasiennych ziemniaka przed wirusami opiera się przede wszystkim na zabezpieczeniu ich przed źródłami infekcji, którymi najczęściej są chore, wcześniej zawirusowane rośliny z widocznymi lub ukrytymi objawami lub chwasty, które są rezerwuarem wirusa Y (Syller, Kaliciak 2011). W celu ograniczenia przenoszenia wirusów z roślin chorych występujących na plantacji na rośliny zdrowe, należy wykonywać selekcję negatywną, która polega na usuwaniu z pola chorych roślin. Jest to zabieg często niedoceniany w praktyce, jednak jego skuteczność może być mała szczególnie w latach, w których wystąpiły bardzo wczesne loty mszyc – wektorów wirusów, i to nie tylko tych żywicielsko związanych z ziemniakiem (tzw.

mszyc ziemniaczanych), które swoje loty rozpoczynają już w maju (Kostiw, Robak 2010, 2011).

**Infekcje pierwotne**, które można zaobserwować w roku infekcji, dają często objawy mniej wyraźne, przez co trudniejsze do zdiagnozowania. Objawy porażenia pierwotnego można wychwycić, posiadając duże doświadczenie i w późniejszym okresie wegetacji, np. po kwitnieniu.

Stosowanie herbicydów powszodowo w niektórych sytuacjach może pogarszać, a

czasami wręcz uniemożliwiać prawidłowe wykonanie selekcji na polu. Jednym z takich herbicydów jest Titus 25 WG (lub jego zamienniki zawierające rimsulfuron), który pomimo wysokiej skuteczności w zwalczaniu chwastów nie jest zalecany do stosowania na plantacjach nasiennych ziemniaka ze względu na możliwość wystąpienia reakcji fitotoksycznej na roślinach, objawiającej się przebarwieniami blaszki liściowej przypominającymi mozaiki (fot. 1 i 2).



Fot. 1. Objawy łagodnej mozaiki po zastosowaniu herbicydu Titus 25 WG (wszystkie zdjęcia autora)



Fot. 2. Silna mozaika po zastosowaniu Titus 25 WG

Stosowanie herbicydów zawierających w swoim składzie metrybuzynę może z jednej strony powodować nasilenie objawów porażenia wirusem Y, dzięki czemu mało doświadczonym selekcjonerom łatwiej jest wychwycić zainfekowane rośliny, natomiast z drugiej – w przypadku odmian wrażliwych na tę substancję aktywną – powoduje reakcje fitotoksyczne, często uniemożliwiające przeprowadzenie selekcji na polu (Urbanowicz 2021). U niektórych odmian ziemniaka mogą również wystąpić objawy fitotoksyczności po zastosowaniu niezarejestrowanych olejów mineralnych (Wróbel, Urbanowicz 2007). Reakcja w postaci nekrozy nerwów na dolnej stronie blaszki liściowej może przypominać porażenie wirusem Y (fot. 3).

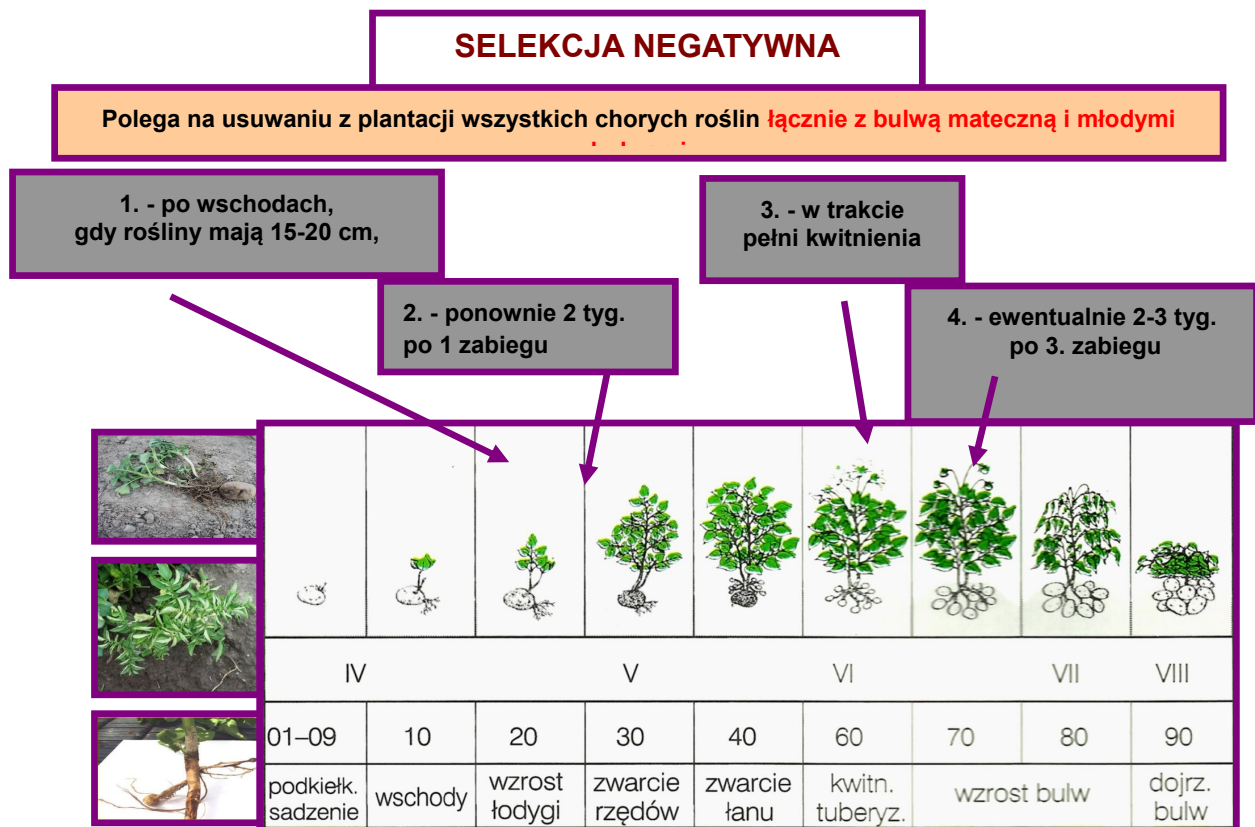
Jednak przy uważnym obejrzeniu liści można dostrzec, że są to jedynie tłuste zabarwienia wierzchniej warstwy liścia bez

uszkodzeń epidermy (powierzchniowej warstwy tkanki liścia), gdyż w przypadku infekcji wirusowej tkanka jest uszkodzona. W celu uzyskania wysokiej skuteczności selekcji negatywnej konieczne jest kilkakrotne jej powtarzanie w okresie wegetacji. Ze względu na duże koszty w ostatnim czasie liczbę selekcji negatywnych przeprowadzanych w polu ogranicza się do minimum, co nie jest dobrym rozwiązaniem, gdyż usuwanie chorych roślin jest bardzo ważnym elementem w produkcji nasiennej. Zaleca się minimum 2-3 zabiegi w okresie wegetacji:

- I – gdy rośliny ziemniaka osiągną wysokość 15-20 cm,
- II – 2 tygodnie po pierwszym zabiegu,
- III – podczas pełni kwitnienia,
- IV (ewentualnie) – po upływie 2-3 tygodni po III zabiegu (rys. 1).



Fot. 3. Nekrozy nerwów po zastosowaniu oleju mineralnego



Rys. 1. Terminy selekcji negatywnej (Osowski 2017)

Selekcja negatywna polega na możliwie jak najszybszym ręcznym usunięciu z plantacji roślin z objawami chorób wirusowych, czarnej nóżki i roślin z silnymi objawami rizoktoniozy. W czasie selekcji powinny być również usunięte rośliny wyraźnie odbiegające swoim pokrojem od zdrowych oraz rośliny obce (np. inaczej kwitnące – tzw. zamieszki odmianowe). W trakcie drugiej se-

lekcji, gdy rośliny mają już 30-40 cm wysokości, powinno się również usunąć wszystkie dopiero wschodzące, gdyż z reguły mają one tak opóźnioną wegetację z powodu czynnika chorobotwórczego.

Selekcja może ograniczyć porażenie wirusami przeciętnie o ok 20%, chociaż w pojedynczych przypadkach skuteczność tego zabiegu może być zdecydowanie większa.

Skuteczność selekcji negatywnej jest większa w ograniczaniu szerzenia się wirusa liściozwoju niż wirusa Y. Związane jest to głównie z wyrazistością objawów tych wirusów; rośliny z objawami porażenia PLRV są łatwiej rozpoznawalne. Należy dokładnie usunąć chore rośliny wraz z bulwami matecznymi, a w późniejszym czasie również z bulwami potomnymi, bez otrząsania ziemi,

gdyż przy tej czynności otrząsa się również mszyce, które mogą już być aktywnymi wektorami wirusów. Dlatego dobrze jest na ok. 2-3 dni przed planowaną selekcją wykonać oprysk preparatem o krótkim okresie karencji w celu zwalczania mszyc. Usunięte rośliny nie mogą pozostawać w obrębie plantacji, gdyż byłyby źródłem dalszych infekcji.

Tabela 1

**Występowanie i objawy czarnej nóżki  
w zależności od stadium rozwoju roślin ziemniaka**

Termin pojawu	Objawy	Źródło infekcji i sposób zakażenia	Szkodliwość
Przed wschodami	wilgotne mokre, lekko zagłębione plamy wypełnione śluzowatą zmaczerowaną tkanką	zainfekowane sadzeniaki	braki wschodów, obniżenie obsady roślin
Po wschodach	typowe ciemne, mokre plamy na łodydze zawsze u jej podstawy; zaatakowane łodygi dają się łatwo wyciągnąć z gleby	zainfekowane sadzeniaki	źródło materiału infekcyjnego
W pełni okresu wegetacji	pojawiają się po okresie dużej ilości opadów; mogą wystąpić nie tylko u podstawy łodygi, ale i w jej wyższych partiach na jednej łodydze lub więcej, może być zaatakowana cała roślina	zainfekowana bulwa mateczna, sterty odpadowe, zranienia i owady, np. muszki owocowe <i>Drosophila</i> spp.	możliwość rozniesienia infekcji na młode bulwy potomne, które mogą być źródłem materiału infekcyjnego w przechowalni
Pod koniec okresu wegetacji	występują na całej roślinie	zranienia, owady, np. muszki owocowe <i>Drosophila</i> spp., rośliny pozostawione po selekcji negatywnej	duże ilości bakterii znajdujące się na powierzchni liści i łodyg stanowią materiał infekcyjny do zakażenia bulw potomnych i rozwoju mokrej zgnilizny w przechowalni

Źródło: Osowski 2017

Najłatwiejsza do rozpoznania przez plantatorów jest czarna nóżka (*Pectobacterium* ssp.), której objawy są dość charakterystyczne i mogą występować zarówno krótko po wschodach, jak i w pełni sezonu wegetacji (tab. 1). Porażona roślina zaczyna żółknąć i więdnąć, co spowodowane jest gniciem podziemnych części łodygi, rozpoczynającym się prawie zawsze od gnijącej bulwy matecznej. Nazwa choroby pochodzi od czarnego koloru gnijącej podstawy łodygi roślin. Ponadto wydzielany śluz bakteryjny ma charakterystyczny gnilny zapach. Przy próbie wyrwania takiej rośliny łodyga przerywa się w najślabszym miejscu, często tuż

przy wierzchołku redliny. Jest to bardzo istotna cecha, gdyż objawy na roślinach są podobne do początkowych objawów porażenia zarazą ziemniaka z zainfekowanych sadzeniaków, które mogą być mylone z objawami czarnej nóżki. Usuwanie roślin wraz z bulwami zapobiega przemieszczaniu się bakterii z wodą na inne zdrowe rośliny.

Bardzo ważnym elementem w selekcji negatywnej jest znajomość reakcji poszczególnych odmian na infekcję wirusową, co ułatwia rozpoznanie roślin porażonych wirusami. Odmiany o tym samym stopniu odporności na wirus Y mogą w różny sposób reagować na porażenie – wykazując, bądź nie,

objawy o zróżnicowanym nasileniu (Wróbel, Turska 2005). Wczesne usunięcie chorych roślin, będących źródłem infekcji na plantacji, jest szczególnie ważne w ograniczaniu szerzenia się wirusów przenoszonych przez mszyce w sposób nietrwały – PVY i PVM (Wróbel, Turska 2007).

Na początku okresu wegetacji (ok. 2-3 tygodni po wschodach) często widoczne są objawy porażenia **wirusem M**, które w późniejszym okresie mogą zanikać. Na ogół są one bardziej wyraźne w temperaturze poniżej +10°C, natomiast w wyższych temperaturach częściowo zanikają. Objawy, nawet w obrębie tej samej odmiany, wykazują dużą zmienność. Słabe, charakteryzujące się łagodnym zwijaniem się górnych liści, pomarszczeniem blaszek i brzegów liści oraz występowaniem lekkiej mozaiki, mogą w późniejszym okresie zanikać. Obserwuje się wtedy pozorne ozdrowienie rośliny.

Na niektórych odmianach porażonych wirusem M mogą występować silniejsze objawy – zdrobnienie, deformacja i silne skręcanie liści z częściowym zamieraniem nerwów, nekrozy na pędach w postaci brunatnych smug, silne skarlenie całych roślin. Takie objawy nie zanikają w późniejszym okresie, powodując że rośliny są łatwiej zauważane podczas kolejnych selekcji. Jednak niektóre odmiany reagują w sposób tolerancyjny na porażenie wirusem M. Oznacza to, że pomimo silnego zainfekowania sadzeniaków nie zauważa się objawów na roślinach. Spośród wielu tolerancyjnych na porażenie PVM można wyróżnić np. odmiany Neptun, Pasja Pomorska czy Skawa. Silną reakcją (dość wyraźne objawy chorobowe) wykazują m.in. odmiany Kuras i Umiak (Chrzanowska i in. 2011).

Najbardziej szkodliwy w produkcji nasiennej jest **wirus Y**, którego znaczenie wzrosło zarówno w Europie, jak i na świecie. Podobnie jak wirus M przenoszony jest w sposób nietrwały przez mszyce, przez co sprawia duże trudności w ochronie. Na początku wegetacji można usunąć pewną część chorych roślin wtórnie porażonych tym wirusem.

Chociaż objawy porażenia w tym okresie są słabo widoczne (słaba mozaika blaszek liściowych), niektóre odmiany, szczególnie bardziej podatne na wirusy (ocena poniżej 5 w skali 9-stopniowej), reagują wyraźnymi mozaikami na liściach, które można łatwo wychwycić w czasie selekcji (fot. 4). Objawy mozaiki na liściach są niewidoczne w dni słoneczne, dlatego selekcję negatywną powinno się wykonywać w dni pochmurne lub – jeżeli jest to niemożliwe – starać się zacienić rośliny w czasie obserwacji, np. używając parasola. Jest to dość niekonwencjonalny sposób, jednak bardzo skuteczny.

Wirus Y ostatnio bardzo często rekombinuje, dając nowe objawy zwłaszcza na nowych odmianach (Treder 2019). Podczas drugiej selekcji, wykonywanej 10-14 dni po pierwszym zabiegu, widoczne są już bardziej charakterystyczne i wyraźniejsze objawy. Porażone rośliny wyróżniają się pomarszczeniem blaszek liściowych i podłużnymi nekrozami na nerwach po dolnej ich stronie. Tworzą one często charakterystyczną jodełkę. Nekrozy są również bardzo charakterystyczne w przypadku infekcji pierwotnych; należy zwrócić uwagę, że jeżeli przyczyną nekroz jest porażenie wirusem Y, to zawsze uszkodzona jest także epiderma, natomiast przy nekrozach tzw. niewirusowych, tzn. pochodzenia fizjologicznego – epiderma pozostaje zdrowa.

Charakterystycznym objawem porażenia PVY jest ostra mozaika (plamy jasnej i ciemnej zieleni) oraz większe lub mniejsze plamy nekrotyczne na liściach i łodygach (fot. 5), a następnie – począwszy od piętka dolnego – sukcesywne zamieranie całych blaszek liściowych, które zwisają przyczepione do łodygi (tzw. liściozwis) – fot. 6 i 7 (Gabriel, Świeżyński 1977). Wśród wielu odmian ziemniaka są również takie, które reagują tolerancyjnie na porażenie wirusem Y (słabe nasilenie objawów choroby na roślinach) w pierwszym i drugim roku od zakażenia, natomiast w kolejnych latach z porażonych sadzeniaków wyrastają na ogół rośliny z widocznymi objawami porażenia PVY.





Fot. 4. Wirus Y – łagodne objawy mozaiki



Fot. 5. Wirus Y – ostre objawy mozaiki



Fot. 6 i 7. Wirus Y – objawy tzw. liściozwisu

Porażenie roślin **wirusem liściozwoju** (PLRV) podczas pierwszej selekcji trudno zauważyć. Symptomy są bardzo charakterystyczne, chociaż czasami mogą mieć również podłoże fizjologiczne. Objawy porażenia wtórnego (objawy na roślinach wyrosłych z chorych sadzeniaków) są widoczne na ogół, gdy rośliny mają ok. 25-30 cm. W początkowym okresie jest to łyżeczkowate zwijanie się dolnych liści, które nasila się podczas dalszej wegetacji (fot. 8). Rośliny porażone wirusem liściozwoju przybierają miotlasty pokrój (kształt litery V), z liśćmi ustawionymi pod kątem ostrym do łodygi, są rozjaśnione i

zahamowane we wzroście (fot. 9). Liście ze względu na zwiększoną zawartość skrobi są skórzaste i sztywne.

Jednym z objawów jest również charakterystyczny odgłos pęknięcia w czasie próby zgięcia takiego liścia w poprzek głównego nerwu, co związane jest z odkładaniem się w komórkach sitowych kalozy. Na liściach z silnymi objawami porażenia mogą również wystąpić nieregularne nekrozy, a po dolnej stronie antocyjanowe przebarwienia. W tym czasie widoczne są również objawy porażenia **rizoktoniozą**. Przy zbyt małej praktyce w rozpoznawaniu chorób ziemniaka porażenie

rizoktoniozą może być mylone z porażeniem wirusem liściozwoju. Należy zwrócić uwagę, że w przypadku rizoktoniozy w pierwszej kolejności następuje zwijanie górnych liści, rośliny nie zmieniają znacząco swojego pokroju i koloru, a liście są miękkie (fot. 10). Ponadto cechą charakterystyczną porażenia rizoktoniozą w późniejszym okresie może być również opilśń łodygowa występująca na



Fot. 8. PLRV  
– tyżeczkowate zwijanie się liści



Fot. 9. PLRV – miotłasty pokrój rośliny



Fot. 10. Rizoktonioza – charakterystyczne  
zwijanie się górnych liści



Fot. 11. Opilśń łodygowa

**W czasie kwitnienia wykonuje się dodatkową selekcję** celem usunięcia domieszek innych odmian, które można często rozróżnić po barwie kwiatów, oraz kolejną – na czarną nóżkę i wirusy. W tym okresie wiele odmian, które nie wykazywały symptomów porażenia wirusami we wczesnym okresie rozwoju, ma wyraźne objawy porażenia w postaci mozaiki, deformacji liści, zmian pokroju oraz nekroz.

### Monitoring nalotu mszyc, ochrona chemiczna

Bezpośrednie szkody wyrządzone przez mszycę w uprawie ziemniaka są bez znaczenia, gdyż nie są one związane bezpośrednio z ich ilością, wysysaniem soków czy też rozwojem grzybów na pozostawionej spadzi. Szkody spowodowane występowaniem mszyc są związane z ich zdolnością do przenoszenia wirusów. Wirusy mogą być przenoszone przez ponad 50 różnych gatunków, a w Polsce nalatuje na ziemniaki ponad 20 (Kostiw, Robak 2008), z których najważniejsze, a przy tym najliczniej występujące,

to *Aphis nasturtii* (mszyca szklakowo-ziemniaczana) i *Myzus persicae* (mszyca brzoskwiowa). W produkcji nasiennej wirusy są główną przyczyną degradacji i dyskwalifikacji materiałów nasiennych, a środków chemicznych do bezpośredniego ich zwalczania nie ma. Najpopularniejszą metodą ochrony jest zwalczanie ich wektorów, czyli mszyc, które są jedynymi przenosicielami PVY, PVM i PLRV w ziemniaku.

W warunkach Polski najważniejsze wirusy o znaczeniu gospodarczym, to PVY, PLRV i PVM. Wirus Y, w skład którego wchodzi wiele szczepów, w tym bardzo groźny PVY<sup>NTN</sup>, wywołujący również objawy na bulwach w postaci nekrotycznych pierścieni (bardzo niepożądanych w produkcji ziemniaków dla przetwórstwa np. na chipsy i frytki), obecnie ma największe znaczenie na całym świecie. Związane jest to z jednej strony z coraz niższą odpornością odmian, a z drugiej – sposobem przenoszenia wirusa. Wśród mszyc *A. nasturtii* jest najefektywniejszym wektorem wirusa M oraz nieco słabszym wirusa Y. Natomiast *M. persicae* to najgroźniejszy wektor wirusa Y i liściozwoju, który w czasie wegetacji liczebnością znacznie ustępuje *A. nasturtii*.

Celowe zwalczanie mszyc dotyczy jedynie plantacji nasiennych ziemniaka. Na plantacjach towarowych nie ma takiej potrzeby, chociaż większość środków do zwalczania stonki ziemniaczanej zwalcza również mszyce. Z reguły środki do walki ze stonką stosowane są w dawkach niższych niż w zwalczaniu mszyc. Obecna lista środków ochrony roślin przeznaczona do zwalczania mszyc w uprawach ziemniaka jest niewielka i bardzo uboga ([www.minrol.gov.pl/ochronaroslin/rejestr-srodkow-ochrony-roslin](http://www.minrol.gov.pl/ochronaroslin/rejestr-srodkow-ochrony-roslin)). Wielu producentów ziemniaków wykorzystywało zaprawy w ochronie roślin i bulw przed szkodnikami, jednak w ostatnim czasie zostały wycofane zaprawy, które zawierały substancję insektycydową, a pozostały tylko te o działaniu grzybobójczym, przeznaczone do zwalczania rizoktoniozy ziemniaka (*R. solani*) i parcha srebrzystego (*Helminthosporium solani*).

Chemiczne zwalczanie mszyc ma podstawowe znaczenie w ograniczaniu szerzenia się wirusa liściozwoju, jest to w praktyce wirus najłatwiejszy. Monitoring mszyc jest prowadzony przez oddział IHAR-PIB w Bo-

ninie, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka, a jego wyniki można śledzić na stronie internetowej pod adresem: [www.ziemniak-bonin.pl/monitoring/mszyce](http://www.ziemniak-bonin.pl/monitoring/mszyce) (Sadowska, Kaczmarek 2021). Wyniki badań z ostatnich 10 lat, w których przebadano kilkadziesiąt tysięcy roślin testem ELISA pod kątem występowania PLRV, wykazały bardzo mały jego udział. Ponieważ jest to tzw. wirus krążeniowy, namnażający się w organizmie mszycy brzoskwiowej *M. persicae*, staje się ona jego czynnym wektorem dopiero po ok. 24-48 godzinach od pobrania z chorej rośliny (okres ten zależy od stadium rozwojowego mszycy). Tak długi czas sprzyja zwalczaniu mszyc, skutecznie ograniczając szerzenie się wirusa liściozwoju. W tym przypadku chemiczne zwalczanie mszyc jest najbardziej efektywnym zabiegiem.

O ile ta metoda sprawdza się w ograniczaniu szerzenia się PLRV, o tyle nie jest już tak skuteczna w przypadku wirusów Y i M. Trudności polegają na tym, że oba te wirusy przenoszone są w sposób nietrwały, tzn. owad transportuje je na swojej klujce, do której w czasie żerowania „przyczepiają się” cząstki wirusów. Nabycie tych wirusów przez mszycę z porażonej rośliny, a następnie zakażenie rośliny zdrowej może następować już w czasie bardzo krótkich, kilkusekundowych próbnych nakłuć. Optymalna zdolność przenoszenia wirusa Y trwa zaledwie kilka minut. Według badań Kostiw (1987) optymalny czas potrzebny do pobrania wirusa z rośliny wynosi od 30 sekund do 2 minut, natomiast czas zakażenia zdrowej rośliny – ok. 2-16 minut. Należy pamiętać, że nie tylko mszyce związane żywicielsko z ziemniakiem, czyli tzw. mszyce ziemniaczane, mają zdolność przenoszenia wirusów. Również inne, które przypadkowo nalatują na plantację w poszukiwaniu źródła pokarmu, mogą przenosić wirusy w trakcie krótkich próbnych nakłuć roślin, i to znacznie wcześniej niż mszyce ziemniaczane (Kostiw 2002; Kostiw, Robak 2010).

Z prowadzonych od kilku lat badań polowych wynika, że chemiczne zwalczanie mszyc w celu ograniczenia porażenia wirusem Y nie jest skuteczne. W praktyce w produkcji nasiennej daje pozytywne efekty jedynie pod kilkoma warunkami:

- plantacja jest wielkoobszarowa (od kilku do kilkunastu hektarów);
- zapewniona jest odpowiednia izolacja przestrzenna od innych plantacji nienasiennych i towarowych o niesprawdzonej zdrowotności – duże odległości, naturalne przeszkody (lasy, pola z innymi uprawami, zbiorniki wodne);
- na plantacji wykonuje się dokładną selekcję negatywną;
- plantacja zlokalizowana jest w I lub II strefie degradacji (północna Polska).

**Ochronę chemiczną, szczególnie odmian podatnych na wirus Y, należy rozpocząć w momencie, gdy na plantacji znajduje się 50% wschodów, z zastosowaniem oleju mineralnego wraz z insektycydem układowym o długim okresie działania. Kolejne zabiegi powinny być wykonywane na podstawie obserwacji roślin i monitoringu mszyc (owadów – wektorów) na polu.**

Częste jednostronne stosowanie chemicznego zwalczania mszyc może doprowadzić do uodpornienia się owadów na stosowane aficydy (insektycydy do zwalczania mszyc). Dotyczy to w szczególności mszycy brzoskwiowej, w przypadku której notuje się coraz częściej występowanie osobników odpornych na niektóre insektycydy. Trzeba to mieć na uwadze, jeśli wykonuje się cotygodniowe zabiegi chemiczne, szczególnie z użyciem tych samych preparatów, bez uwzględniania dynamiki lotów mszyc (Węgorzek i in. 2011).

#### **Zastosowanie oleju mineralnego w ograniczeniu przenoszenia wirusów przez mszycę**

W przypadku odmian podatnych na wirus Y zwalczanie chemiczne mszyc może przynieść efekt odwrotny od zamierzonego, bo insektycydy powodują paraliż mszyc w ciągu ok. 2,5 minuty od ich kontaktu z preparatem i w tym momencie owady są bardzo pobudzone, w wyniku czego wykonują znacznie więcej nakłuć (Collar 1997). Rozwiązaniem stosowanym z powodzeniem w krajach przodujących w produkcji sadzeniaków (Holandia, Francja, Niemcy) są opryski olejami mineralnymi. Kilka lat badano w Polsce substancje olejowe oparte na oleju mineralnym, które obecnie zarejestrowane są jako adiu-

wanty. W badaniach własnych Wróbla (2011) największą skutecznością w ograniczeniu porażenia PVY i PVM, przy zróżnicowanej i często bardzo wysokiej presji infekcyjnej w latach badań, wykazał się adiuwant Olemix 84 EC, a nieco słabszą olej Sunspray 850 EC oraz Ikar 95 EC. Systematyczne stosowanie oleju skutkowało również słabszym szerzeniem się zarazy ziemniaka na roślinach.

Wielokrotne zabiegi olejem mineralnym mogą powodować niekiedy pewne spadki plonu, przy czym nie stwierdzano istotnego wpływu na plon sadzeniaków, którego wielkość była podobna do uzyskiwanego na obiektach bez ochrony olejem. Obecnie, w przypadku wykorzystywania oleju Olemix 84 EC w praktyce, producenci sadzeniaków do pierwszego zabiegu stosują dawkę 3-4 l/ha wraz z aficydem, a w następnych zabiegach zwiększają ją do 4-6 l/ha w cyklach oprysków co 5-7 dni. Choć olej mineralny nie jest aficydem, wykazuje również pewną zdolność do ograniczania liczebności mszyc na ziemniaku, głównie w okresie ich najliczniejszego występowania. W tym czasie systematycznie prowadzona ochrona plantacji ograniczała o ponad 50% liczebność mszyc. Substancje olejowe nie ograniczają porażenia roślin ziemniaka wirusami, jedynie wpływają na bezpośrednie zakłócenie interakcji pomiędzy cząstkami wirusów a ich zdolnością do utrzymywania się na klujce mszyc, w szczególności w czasie nabywania ich z zainfekowanej rośliny (Wróbel 2009).

#### **Wczesne niszczenie naci, desykcja plantacji, przygotowanie do zbioru**

Ostatnim zabiegiem, który znacząco wpływa na poprawę zdrowotności bulw jest desykcja, tzw. zabieg wczesnego niszczenia naci. Nie należy go mylić z typowym niszczeniem naci przed zbiorem na plantacjach towarowych, gdyż tutaj jest ono wykonywane w terminach znacznie wcześniejszych, kiedy roślina jest jeszcze w pełni wegetacji, a zabieg ten ma na celu głównie przerwanie wegetacji i zahamowanie spływanego wirusów z roślin do bulw. Okres spływu wirusów w zależności od odporności odmiany, stanu fizjologicznego rośliny i warunków glebowo-klimatycznych wynosi średnio 12-40 dni od

zakażenia (Wiśłocka 1975). Wcześniej zniszczenie naci wstrzymuje również wzrost bulw, zwiększając w ten sposób udział frakcji sadzeniakowej w plonie. Ponadto poprawnie wykonany zabieg wpływa także na zmniejszenie uszkodzeń mechanicznych podczas zbioru oraz poprawia trwałość przechowalniczą zebranych bulw.

Termin wykonania zależy od szczytowego lotu mszyc oraz stopnia dojrzałości skórki bulw (Turska 1997). W celu ustalenia terminu zabiegu należy określić stan dojrzałości skórki; jeśli podczas delikatnego pocierania palcem skórka nie łuszczy się, oznacza to, że bulwy są odpowiednio dojrzałe. W produkcji nasiennej oprócz zdrowotności ważne jest uzyskanie w plonie jak najwięcej bulw o przekroju poprzecznym 28-50 mm. Choć obecne prawo nie ogranicza już górnego rozmiaru frakcji sadzeniakowej, to jednak sadzeniaki o średnicy powyżej 55 mm ze względu na swoją wielkość są mało ekonomiczne).

O skuteczności niszczenia naci decyduje: technologia uprawy i ochrony plantacji, zastosowane nawożenie NPK, właściwości odmiany, przebieg pogody, stan roślin, jak również metoda desykacji. Skuteczne zniszczenie naci powinno zapewniać szybkie i dokładne zasychanie roślin; odrastająca nać zwiększa ryzyko ponownej infekcji wirusowej.

Istnieje kilka sposobów niszczenia części nadziemnej ziemniaka, przy czym najczęściej stosowane i polecane są trzy metody: chemiczna, mechaniczna i mechaniczno-chemiczna (Urbanowicz 2019). Najbardziej rozpowszechniona jest metoda chemiczna, w której nać niszczy się, wykorzystując do oprysków na plantacji odpowiednie środki ochrony roślin, tzw. desykanty. Na rynku, po wycofaniu w 2019 r. Reglone 200 SL, dostępne są następujące desykanty: Beloukha 680 EC, Randil Fast 680 EC oraz Spotlight Plus 060 EO. Tempo zasychania naci po ich aplikacji wynosi ok. 21 dni (Erlichowski 2004), co zwiększa ryzyko sptywania wirusów z naci do bulw i może wpływać na pogorszenie ich jakości (niedojrzałość, łuszczenie się skórki, podatność na uszkodzenia podczas zbioru). W tej sytuacji najbardziej efektywnym sposobem niszczenia naci w

nasiennictwie jest metoda mechaniczno-chemiczna. Wiąże się ona jednak z kosztem zakupu maszyny do niszczenia naci. Po zabiegu przerwania wzrostu (ścięciu naci) stosuje się oprysk środkiem chemicznym na todygi.

### Trudności w produkcji nasiennej na skutek zmian klimatu i biologii wirusów

Wirus Y, który uznawany jest za najważniejszy wirus infekujący uprawy ziemniaka (Valkonen 2007), może spowodować od 30 do 80% strat plonu. Oprócz chorych roślin rezerwuarem tego ważnego wirusa są liczne chwasty z ponad trzydziestu rodzin, głównie z psiankowatych. Wirus ten przenoszony jest mechanicznie (przez ocieranie) lub aktywnie przez mszyce należące do wielu gatunków, w tym typowo ziemniaczane, jak i liczne gatunki związane żywicielsko z innymi roślinami – nieziemniaczane. Dzięki interakcji wirus – owad cząstki wirusa przytwierdzają się na nabłonku aparatu kłująco-ssącego owada, a nie krążą w jego ciele (przenoszenie krążeniowe), mszyca może w krótkim czasie rozprzestrzenić cząstki wirusa na wiele innych roślin, ponieważ nakłucie rośliny chorej (żer nabycia) i przeniesienie na inną zdrową roślinę (żer inokulacyjny) może trwać kilka sekund (Kostiw 1987). Podstawowym wektorem tego wirusa jest ok. 30 gatunków mszyc, w tym tzw. ziemniaczane: *M. euphorbiae*, *A. nasturtii*, *M. persicae* oraz liczne nieziemniaczane gatunki (Verbeek 2010, Wróbel 2016). W tabeli 2 przedstawiono gatunki mszyc mogących przenosić wirusy ziemniaka.

W ostatnich latach obserwuje się zmiany w przebiegu warunków pogodowych, najczęściej wiosna jest sucha i ciepła, co sprzyja rozwojowi populacji mszyc gatunków wiosennych. Jeśli z kolei wiosna jest chłodna, a po tym okresie następuje nagłe i drastyczne ocieplenie (wręcz upały), wpływa to na szybki rozwój i uskrzydlenie się mszyc. Drugą istotną sprawą w ostatnim czasie jest występowanie wielu mutacji i rekombinacji wirusa Y, co jest generalnie naturalną cechą wirusów charakteryzujących się szybkim tempem ewolucji. Pojawienie się nowych, rekombinowanych szczepów wirusa Y stwarza dodatkowe zagrożenie w produkcji nasiennej.

Tabela 2

## Gatunki mszyc przenoszące wirusy ziemniaka

Lp.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Przenoszony wirus			
			PVY	PVM	PLRV	PVS
1.	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	grochowa	+	+		
2.	<i>Amphorophora rubi</i>	malinowo-jeżynowa				
3.	<i>Aphiscraccivora</i>	grochodrzewowo-lucernowa				
4.	<i>Aphis fabae</i>	burakowa	+	+		+
5.	<b><i>Aphis frangulae</i></b>	<b>kruszynowo-ziemniaczana</b>	+	+		
6.	<i>Aphis idaei</i>	malinowa				
7.	<b><i>Aphis nasturtii</i></b>	<b>szakłakowo-ziemniaczana</b>	+	+	+	+
8.	<i>Aphis pomi</i>	jabłoniowa	+			
9.	<b><i>Aulacorthum solani</i></b>	<b>ziemniaczana</b>	+	+	+	
10.	<i>Brachycaudus helichrysi</i>	śliwowo-kocankowa	+		+	
11.	<i>Brevicoryne brassicae</i>	kapuściana				
12.	<i>Cavariella aegopodii</i>	wierzbowo-marchwiowa	+			
13.	<i>Cavariella theobaldi</i>	wierzbowo-baldachowa	+			
14.	<i>Cavariella pastinacae</i>	wierzbowo-pasternakowa	+			
15.	<i>Capitophorus carduinus</i>	ostowa długorurka				
16.	<i>Capitophorus hippophaes</i>	rokitnikowo-ostowa	+			
17.	<i>Cryptomyzus galeopsidis</i>	porzeczkowo-poziewnikowa	+			
18.	<i>Cryptomyzus ribis</i>	porzeczkowo-czyściecowa	+			
19.	<i>Drepanosiphum platanooides</i>	jaworowa				
20.	<i>Hayhurstia atriplicis</i>	komosowa	+			
21.	<i>Hyperomyzus lactucae</i>	porzeczkowo-mleczowa	+			
22.	<i>Hyperomyzus pallidus</i>	agrestowo-mleczowa				
23.	<b><i>Macrosiphum euphorbiae</i></b>	<b>smugowa-ziemniaczana</b>	+	+	+	
24.	<i>Macrosiphum fragariae</i>	malinowo-trawowa				
25.	<i>Megoura viciae</i>	wykowo-bobikowa				
26.	<i>Metopolophium dirhodum</i>	różano-trawowa	+			
27.	<i>Myzus certus</i>	bratkowa	+			
28.	<b><i>Myzus persicae</i></b>	<b>brzoskwiniowa</b>	+	+	+	+
29.	<i>Nasanovia ribisnigri</i>	porzeczkowo-sałatowa				
30.	<i>Phorodon cannabis</i>	konopiowa				
31.	<i>Phorodon humuli</i>	śliwowo-chmielowa	+	+		
32.	<i>Rhopalosiphum insertum</i>	owocowo-zbożowa	+			
33.	<i>Rhopalosiphum padi</i>	czeremchowo-zbożowa	+	+		+
34.	<i>Sitobion avenae</i>	zbożowa	+			

**czcionka pogrubiona** – mszyce ziemniaczane

Źródło: Kostiw 1987

Nowe warianty wirusa wywołują różne, czasami nowe i niespotykane wcześniej rodzaje reakcji widocznych na roślinach. Wśród ostatnio występujących objawów na niektórych wrażliwych odmianach ziemniaka można zaobserwować ostre mozaiki, które przypominają uszkodzenia po aplikacji herbicydów (jasne plamy, wyraźnie oddzielające

się od części zielonej). Są to tzw. mozaiki niespecyficzne, również występujące punktowo lub rozsiane po całym liście (Treder 2019; Osowski, Sadowska 2019). W obrębie szczepów PVY można także wyróżnić szczepy rekombinowane i nierekombinowane – PVY<sup>C</sup>, PVY<sup>0</sup>, PVY<sup>N</sup> (Valkonen 2015).

We wczesnych latach 80. XX w. stwierdzono, że niektóre izolaty wirusa Y<sup>N</sup> wywołują nekrotyczną pierścieniową chorobę bulw nazywaną PTNRD (ang. Potato tuber necrotic ring spot disease), której objawem są płytkie pierścienie na skórcie bulw, z czasem zmieniające się w suche nekrozy; szczepy te zaczęto klasyfikować jako PVY<sup>NTN</sup> (Beczner i in. 1984). Na podstawie badań nad strukturą populacji wirusa Y w Polsce stwierdzono zmianę występowania poszczególnych jego szczepów. W latach 80. XX w. szczep PVY<sup>0</sup> stanowił 90% populacji, a 6 lat później szczepem dominującym stał się PVY<sup>N-wi</sup> wykrywany w 90% badanych przypadków. Szczep PVY<sup>NTN</sup> wykryto po raz pierwszy w Polsce w 1994 r., a jego znaczenie systematycznie rosło w kolejnych latach (Zimnoch-Guzowska i in. 2013). Największy udział w populacji mają obecnie PVY<sup>NTN</sup> i PVY<sup>N-wi</sup> (Yin i in. 2012).

Z powodu obserwowanych zmian klimatu, głównie występujących upałów i ekstremalnie wysokich temperatur powietrza, może dochodzić do przełamania odporności odmian. Reakcja danej odmiany ziemniaka na dany szczep wirusa Y może być także determinowana przez inne czynniki niż tylko sama interakcja genotypów wirusa i rośliny, ponieważ szczepy mogą wywoływać zarówno ostre, jak i słabe objawy lub wystąpić bezobjawowo na tej samej odmianie.

### Literatura

- Beczner L., Horvath J., Romhanyi I., Forster H. 1984.** Studies on the ecology of tuber necrotic ringspot disease in potato. – *Potato Res.* 27: 339-352;
- 2. Chrzanowska M. 2004.** Wirusy ziemniaka, nasilenie występowania, zachodzące zmiany i ich przyczyny. [W:] *Nasiennictwo i ochrona ziemniaka*. Konf. nauk. Kołobrzeg, 4-5.03.2004. IHAR ZNiOZ Bonin: 53-56;
- 3. Chrzanowska M., Michalak K., Zagórska H., Szajko K. 2011.** Reakcja na wirusy odmian ziemniaka znajdujących się w Krajowym Rejestrze w 2010 roku. – *Biul. IHAR 260/261*: 309-324;
- 4. Collar J. L. 1997.** Behavioral response and virus vectorability of *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) probing on pepper plant treated with aphicides. – *J. Econ. Entomol.* 90(6): 1628-1634;
- 5. Erlichowski T. 2004.** Skuteczność działania wybranych desykantów w uprawie ziemniaka jadalnego. – *Prog. Plant Prot.* 44(2): 668-671;
- 6. Gabriel W. 1965.** Rejony degeneracji ziemniaków w Polsce. IUNG Warszawa-Puławy: 21 s.;
- 7. Gabriel W., Świeżyński K. M. 1977.** Hodowla i nasiennictwo ziemniaka. PWRiL Warszawa: 465 s.;
- 8. Kostiw M. 1987.** Przenoszenie ważniejszych wirusów ziemniaka przez mszyce. *Rozpr. habilit. Inst. Ziemn. Bonin*: 105 s.;
- 9. Kostiw M. 2002.** The spread of PVY, PVM, PVS and PLRV at Bonin conditions during 1996-1999. – *J. Plant Prot. Res.* 42(2): 165-171;
- 10. Kostiw M. 2011.** The occurrence of major potato viruses in Poland. – *J. Plant Prot. Res.* 51(3): 204-209;
- 11. 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;
- 12. Kostiw M., Robak B. 2010.** Presja wirusów Y, M, S i liściozwoju w latach 2006-2008 w Boninie. – *Biul. IHAR 256*: 141-151;
- 13. Kostiw M., Robak B. 2011.** Presja mszyc, wektorów wirusów i zagrożenie plantacji nasiennych ziemniaka przez wirus Y i liściozwoju w 2011 roku. – *Ziemn. Pol.* 4: 28-33;
- 14. Nowacki W., Oleksiak T. 2021.** Produkcja i podaż ziemniaków w Polsce. [W:] *Rynek ziemniaka. Stan i perspektywy*. Pr. zbior. Red. Dzwonkowski W. 48: 11-20;
- 15. Osowski J. 2017.** Czarna nóżka – objawy i zwalczanie. – *Ziemn. Pol.* 3: 8-14;
- 16. Osowski J., Sadowska K. 2019.** Choroby wirusowe ziemniaka – objawy, zagrożenie, zwalczanie. – *Ziemn. Pol.* 2: 34-46;
- 17. Sadowska K., Kaczmarek A., M. 2021.** Dynamika liczebności mszyc w 2021 roku. – *Ziemn. Pol.* 4: 18-22;
- 18. Syller J., Kaliciak M. 2011.** Rośliny dziko rosnące jako naturalne źródło wirusów ziemniaka. – *Post. Nauk Rol.* 2: 21-30;
- 19. Treder K. 2019.** Biologia i diagnostyka wirusa Y ziemniaka. – *Ziemn. Pol.* 3: 16-26;
- 20. Turska E. 1997.** Czynniki wpływające na poziom porażenia sadzeniaków wirusami. [W:] *Produkcja ziemniaków. Technologia – Ekonomia – Marketing*. Pr. zbior. pod red. J. Chotkowskiego. Wyd. 2. IHAR Oddz. Bonin, 162-166;
- 21. Turska E., Wróbel S. 2003.** Wpływ nawożenia azotem na porażenie wirusami nowych odmian ziemniaka. – *Prog. Plant Prot.* 43(2): 986-989;
- 22. Urbanowicz J. 2019.** Desykacja plantacji ziemniaka. – *Ziemn. Pol.* 3: 26-30;
- 23. Urbanowicz 2021.** Zwalczanie chwastów za pomocą herbicydów. – *Ziemn. Pol.* 2: 13-21;
- 23. Valkonen P. 2007.** Viruses economical losses and biotechnological potential. – *Potato Biol. Biotech.*: 619-641;
- 24. Valkonen P. 2015.** Elucidation of virus-host interaction to enhance resistance breeding for control of virus diseases in potato. *Breed. Sci.* 65: 68-76;
- 25. Verbeek P. 2010.** Determination of aphid transmission efficiencies for N, NTN and Wilga strains of Potato virus Y. – *Ann. Appl. Biol.* 156: 39-49;
- 26. Węgorzek P., Ruszkowska M., Korbas M., Wachowiak H., Kierzek R. 2011.** Obecny stan badań nad odpornością szkodników na insektycydy w Polsce.

- Prog. Plant Prot. 51(1): 232-240; **27. Wisłocka M. 1975.** Porażenie sadzeniaków 8 odmian ziemniaka wirusem Y w zależności od terminów inokulacji roślin i zbioru bulw. – Ziemniak. T. 1: 103-118; **28. Wróbel S. 2007.** Effect of a mineraloil on *Myzus persicae* capability to spread of PVY and PVM to successive potato plants. – J. Plant Prot. Res. 47(4): 383-390; **29. Wróbel S. 2009.** The retention of PVY in the stylet of *Myzus persicae* Sulz. after the application of mineraloil on potato plants. – Plant Breed. Seed Sci. 60: 3-12; **30. Wróbel S. 2011.** Adiuwanty w ochronie ziemniaka przed porażeniem PVY i PVM. – Biul. IHAR 259: 251-262; **31. Wróbel S., Turska E. 1999.** Wpływ nawożenia azotem na porażenie sadzeniaków ziemniaka wirusami. – Ziemn. Pol. 1: 29-32; **32. Wróbel S., Turska E. 2005.** Nowe odmiany ziemniaka w produkcji nasiennej. – Biul. IHAR 237/238: 93-98; **33. 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; **34. Wróbel S., Urbanowicz J. 2007.** Reakcja 9 odmian ziemniaka na adiuwanty mineralne i roślinne. – Prog. Plant Prot. 47(2): 375-379; **35. Yin Z., Chrzanowska M., Zagórska H., Zimnoch-Guzowska E. 2012.** Recombinants of PVY strain predominate among isolates from potato crops in Poland. – J. Plant Prot. Res. 52: 214-219; **36. Zimnoch-Guzowska, Yin Z., Chrzanowska M., Flis B. 2013.** Sources and Effectiveness of potato PVY resistance in IHAR breeding research. – Am. J. Potato Res. 90: 201-227