

Ochrona

WZROST ZNACZENIA NIEKTÓRYCH CHORÓB WIRUSOWYCH I GRZYBOWYCH WSKUTEK ZMIAN KLIMATU

THE IMPORTANCE OF CERTAIN VIRAL AND FUNGAL DISEASES DUE TO CLIMATE CHANGES

dr inż. Jerzy Osowski ORCID: 0000-0002-4618-9991

dr inż. Janusz Urbanowicz ORCID: 0000-0001-9007-0333

IHAR-PIB Oddział w Boninie, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka

e-mail: j.osowski@ihar.edu.pl

Streszczenie

Wzrost znaczenia wirusa Y jest wiązany głównie ze zmianą jego biologii, licznymi szczepami (rekombinacjami, mutacjami) wskutek zmian pogodowych oraz szybkim przemieszczaniem się go w okresie wiosennym za pośrednictwem licznie występujących mszyc nieziemniaczanych (wektorów wirusów), które przy wcześnie rozpoczynającej się gorącej wiosnie zaczynają się nagle uskrzydlać i poszukiwać w przestrzeni rolniczej żywicieli pośrednich. Wzrost znaczenia chorób grzybowych, w tym wodnej zgnilizny przyranowej (*Pythium* sp.) oraz geotrychozy ziemniaka (*Geotrichum candida*) jest także związany ze sprzyjającymi infekcji warunkami pogodowymi – gorącym latem z lokalnie występującymi okresami ulewnych deszczów. Choroby te nie dają objawów diagnostycznych na roślinach w czasie wegetacji. Do zainfekowania bulw dochodzi najczęściej w trakcie zbioru, a potem następuje lawinowy rozwój chorób w nieodpowiednich warunkach w przechowalni. Wzrasta również znaczenie antraknozy ziemniaka (*Colletotrichum coccodes*), która kiedyś uważana była za sporadycznie spotykaną i nie miała znaczenia gospodarczego. Ostatnio wskutek zmian pogodowych powoduje ona czasami bardzo duże straty w uprawie. Wynika stąd potrzeba przyjrzenia się tym chorobom, oceny zagrożenia, umiejętnej diagnozowania i wprowadzenia trafnych zabiegów agrotechnicznych i ochronnych na plantacjach ziemniaka.

Słowa kluczowe: antraknoza ziemniaka *Colletotrichum coccodes*, choroby ziemniaka, geotrychoza ziemniaka *Geotrichum candidum*, wirus Y, wodna zgnilizna przyranowa *Pythium* sp.

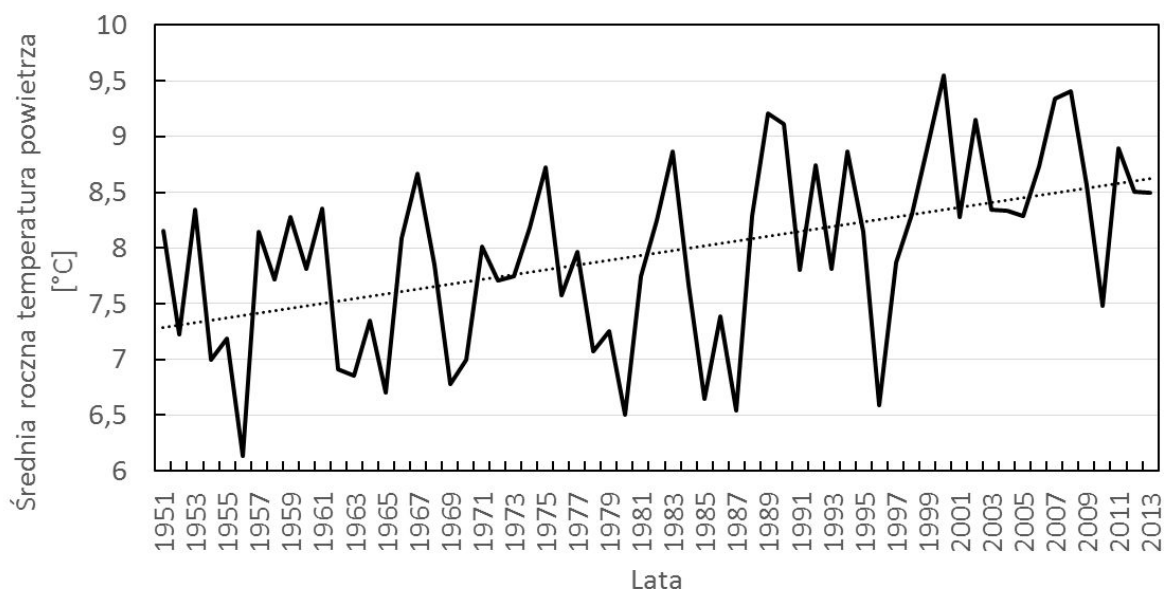
Abstract

The increased importance of the potato virus Y is mainly associated with the change in its biology – the emergence of multiple new strains (recombinations, mutations) due to weather changes. Moreover, early hot spring is a cause of the faster appearance of numerous aphids species, which did not feed on potatoes in the past. However, they mature to winged form before their crops appear and look for intermediate hosts in the agricultural space. Therefore, they feed on young potato plants and transmit the virus early in the season. The growing importance of fungal diseases, including watery wound rot (*Pythium* sp.), and rubbery rot (*Geotrichum candidum*), is also associated with favorable weather conditions – hot summer with local periods of heavy rains. These diseases do not show diagnostic symptoms on plants during vegetation. Tubers are often infected during harvesting, followed by an outbreak of the disease in inappropriate storage conditions. The importance of the black dot of potatoes (*Colletotrichum coccodes*), once considered sporadic and not very harmful, is also growing. Recently, this disease sometimes caused considerable losses in cultivation due to weather changes. Hence the need to take a closer look at these diseases, assess the risk, competent diagnose and introduce appropriate agrotechnical and protective measures on potato plantations.

Keywords: a black dot of potato, *Colletotrichum coccodes*, *Geotrichum candidum*, potato diseases, potato virus Y, *Pythium* sp., rubbery rot, watery wound rot

Klimat, a dokładniej warunki pogodowe, w różnych rejonach naszego kraju (a także Europy i świata) uległ znaczącym zmianom w ostatnich 25 latach. Wiek XXI, co jest podawane w wielu źródłach literatury i badaniach meteorologicznych, jest okresem wciąż rosnącej średniej temperatury rocznej [wg autorów 5. Raportu IPCC (2014) pomiędzy rokiem 1880 a 2012 średnia globalna temperatura powietrza na świecie podniosła się o $0,85^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,2^{\circ}\text{C}$)], co z jednej strony wydłuża okres wegetacji roślin, ale z drugiej przyczynia się do wystąpienia niekorzystnych zjawisk, w tym anomalii pogodowych (zalewanie pól, powodzie, długotrwałe susze, ekstremalne temperatury, silne huragany, pustynnienie rejonów upraw),

wzrostu znaczenia niektórych chorób bakteryjnych lub grzybowych lub inwazji szkodników. Bardziej aktualne dane z lat 1951-2013 potwierdzają, że również w Polsce tempo wzrostu temperatury jest coraz szybsze i wynosi już ponad $+0,2^{\circ}\text{C}$ na dekadę. Najcieplejszym rokiem w wieloletnim 1951-2013 okazał się rok 2000, a 4 z 5 najcieplejszych lat odnotowano po roku 2000. Pomimo wyraźnego ocieplenia zakres wahań średniej rocznej temperatury powietrza jest dość duży nawet po 1990 r.; różnica pomiędzy rokiem najcieplejszym (2000 ze średnią temperaturą $9,55^{\circ}\text{C}$) a najchłodniejszym (1996 ze średnią temperaturą $6,24^{\circ}\text{C}$) wyniosła ponad 3°C (Graczyk i in. 2017).



Rys. 1. Średnia roczna temperatura powietrza ($^{\circ}\text{C}$) w latach 1951-2013 obliczona na podstawie danych z 42 stacji meteorologicznych w Polsce (Graczyk i in. 2017)

Wirus Y (*Potato Virus Y*, PVY) uznawany jest obecnie za najważniejszy wirus infekujący uprawy ziemniaka (Valkonen i in. 2007). Znaczenie jego wzrosło w Polsce wskutek zwiększania się liczby uprawianych zagranicznych odmian ziemniaka o niskiej odporności. Infekcja tym wirusem może spowodować od 30 do 80% strat plonu (Kostiw 2013). Jednakże wiele nowych odmian obecnie uprawianych, mimo łatwego porażania się, nie reaguje spadkiem plonu, co obserwuje się w doświadczeniach (Wróbel 2012). Oprócz chorych roślin ziemniaka rezerwuarem tego ważnego wirusa są liczne chwasty

z ponad trzydziestu rodzin roślin okrytozalążkowych, głównie z psiankowatych (Syller, Kaliciak 2011).

Wirus przenoszony jest mechanicznie (przez ocieranie) lub aktywnie przez mszyce należące do wielu gatunków, w tym typowo ziemniaczane, a także liczne gatunki związane żywicielsko z innymi roślinami w przestrzni rolniczej, potocznie określane jako nieziemniaczane. Wirus Y ziemniaka przenoszony jest w sposób nietrwały. W tym przypadku istnieje swoista interakcja wirus-owad, polegająca na przytwierdzeniu cząstek wirusa na nabłonku aparatu kłująco-

-ssącego owada. Taki sposób przenoszenia nazywamy niekrażeniowym, gdyż wiriony PVY nie krążą w ciele owada. Dzięki temu mszyca może w krótkim czasie rozprzestrzenić cząstki wirusa na inne, liczne rośliny na plantacji. Czas, w jakim to może zrobić, jest stosunkowo krótki: kilkusekundowe nakłucie rośliny chorej (żer nabycia) i przenie-

sienie na inną, zdrową roślinę (żer inokulacyjny) (Kostiw 1987). Głównym wektorem tego wirusa jest ok. 30 gatunków mszyc, w tym tzw. mszyce ziemniaczane: *Myzus euphorbiae*, *Aphis nasturtii*, *Myzus persicae*, oraz liczne nieziemniaczane (Kostiw, Robak 2000; Verbeek i in. 2010; Wróbel 2016; Treder 2019) – tabela 1.

Tabela 1

Mszyce i ich gatunki biorące udział w przenoszeniu wirusów ziemniaka

Lp.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Przenosi			
			PVY	PVM	PLRV	PVS
1.	<i>Acyrtosiphon pisum</i>	grochowa	+	+		
2.	<i>Aphis craccivora</i>	grochodrzewowo-lucernowa				
3.	<i>Aphis fabae</i>	burakowa	+	+		+
4.	<i>Aphis frangulae</i>	kruszykowo-ziemniaczana	+	+		
5.	<i>Aphis idaei</i>	malinowa				
6.	<i>Aphis nasturtii</i>	szakłakowo-ziemniaczana	+	+	+	+
7.	<i>Aphis pomi</i>	jabłoniowa	+			
8.	<i>Aulacorthum solani</i>	ziemniaczana	+	+	+	
9.	<i>Brachycaudus helichrysi</i>	śliwowo-kocankowa	+		+	
10.	<i>Cavariella aegopodii</i>	wierzbowo-marchwiowa	+			
11.	<i>Cavariella theobaldi</i>	wierzbowo-baldachowa	+			
12.	<i>Cavariella pastinacae</i>	wierzbowo-pasternakowa	+			
13.	<i>Capitophorus hippophaes</i>	rokitnikowo-ostowa	+			
14.	<i>Cryptomyzus galeopsidis</i>	porzeczkowo-poziewnikowa	+			
15.	<i>Cryptomyzus ribis</i>	porzeczkowo-czyściewowa	+			
16.	<i>Hayhurstia atriplicis</i>	komosowa	+			
17.	<i>Hyperomyzus lactucae</i>	porzeczkowo-mleczowa	+			
18.	<i>Hyperomyzus pallidus</i>	agrestowo-mleczowa		+		
19.	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>	ziemniaczana smugowa	+	+	+	
20.	<i>Macrosiphum fragariae</i>	malinowo-trawowa				
21.	<i>Metopolophium dirhodum</i>	różano-trawowa	+			
22.	<i>Myzus certus</i>	bratkowa	+			
23.	<i>Myzus persicae</i>	brzoskwiniowa	+	+	+	+
24.	<i>Nasanovia ribisnigri</i>	porzeczkowo-sałatowa				
25.	<i>Phorodon humuli</i>	śliwowo-chmielowa	+	+		
26.	<i>Rhopalosiphum insertum</i>	owocowo-zbożowa	+			
27.	<i>Rhopalosiphum padi</i>	czerechowo-zbożowa	+	+		+
28.	<i>Sitobion avenae</i>	zbożowa	+			

Pogrubioną czcionką wyróżniono mszyce ziemniaczane

Źródło: literatura najnowsza oraz Kostiw 1987

W ostatnich latach badań wykazano, że główne znaczenie w rozprzestrzenianiu wirusa Y mają mszyce ziemniaczane, ponieważ występują już od wczesnej wiosny (II i III dek. maja), w okresie pierwszych wschodów ziemniaka. W tym czasie młode, wschodzące rośliny ziemniaka są jeszcze pozbawione odporności polowej związanej z wiekiem. Kutikula liści jest bardzo cienka i podatna na ukłucia oraz ingerencję mechaniczną mszyc (Verbeek i in 2010; Kostiw, Robak 2008).

Ostatnio warunki pogodowe i klimatyczne bardzo się zmieniły. Najczęściej wiosna jest sucha i ciepła, co sprzyja rozwojowi populacji mszyc gatunków wiosennych. Jeśli mamy chłodną wiosnę, to na skutek anomalii pogodowych ostatnich lat następuje po niej z reguły nagłe ocieplenie (liniowy wzrost temperatur), co powoduje lawinowy rozwój i uskrzydlenie się mszyc.

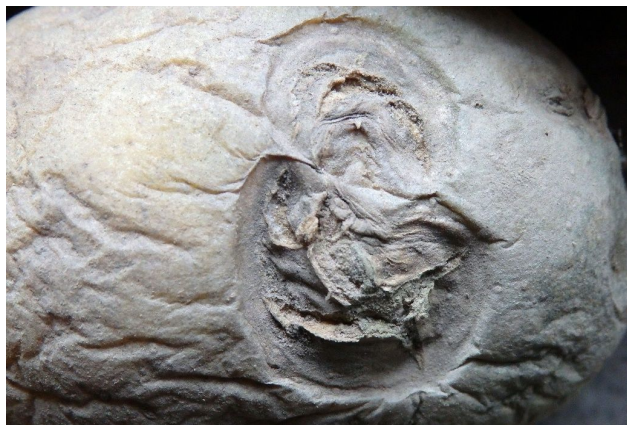
Drugą istotną sprawą w ostatnim czasie jest występowanie wielu mutacji i rekombinacji wirusa Y ziemniaka w przestrzeni środowiskowej. Jest to generalnie naturalna cecha wirusów, charakteryzujących się szybkim tempem ewolucji. Pojawienie się

nowych, rekombinowanych szczepów PVY stwarza dodatkowe zagrożenie w produkcji nasiennej. Nowe jego warianty wywołują różne, czasami nowe i niespotykane reakcje (obrazowe) roślin, w odróżnieniu od tych, do których byliśmy przyzwyczajeni. Wśród często ostatnio występujących objawów na niektórych wrażliwych odmianach ziemniaka występuje ostra mozaika, przypominająca uszkodzenia po zastosowaniu herbicydów (jasne plamy wyraźnie oddzielające się od części zielonej). Są to niespecyficzne mozaiki, także punktowe, rozsiane na całym liście (Treder 2019; Osowski, Sadowska 2019) – fot. 1.

W obrębie szczepów PVY można wyróżnić szczepy rekombinowane i nierekombinowane – PVY^c, PVY^o, PVY^N (Valkonen 2015). We wczesnych latach 80. XX w. stwierdzono, że niektóre izolaty wirusa Y^N wywołują nekrotyczną pierścieniową chorobę bulw nazywaną PTNRD (ang. Potato tuber necrotic ringspot disease) – fot. 2, której objawem są płytkie pierścienie na skórce bulw, z czasem zmieniające się w suche nekrozy; szczepy takie zaczęto klasyfikować jako PVY^{NTN} (Beczner i in. 1984).



Fot. 1. PVY – silna mozaika liści
(fot. 1-7 J. Osowski)



Fot. 2. Objawy nekrotycznego PVY na bulwie

Jeśli chodzi o strukturę populacji wirusa Y w Polsce, to stwierdzono zmianę występowania jego szczepów. W latach 80. XX w. szczep PVY^o stanowił 90% populacji, ale już 6 lat później nastąpiły duże zmiany i szczepem dominującym stał się PVY^{N-Wi} wykrywany w 90% przypadków badawczych i weryfikacyjnych. PVY^{NTN} wykryto po raz pierwszy w Polsce w 1994 r., a jego znaczenie systematycznie rosło w kolejnych latach (Zim-

noch-Guzowska i in. 2013). Obecnie największy udział w populacji mają PVY^{NTN} i PVY^{N-Wi} (Yin i in. 2012). Rośliny reagują na zarażenie w różny sposób, m.in. zamieraniem zainfekowanych komórek (nekrozy punktowe). Z punktu widzenia zmian klimatu (długotrwałe upały, ekstremalne temperatury) jest cechą niekorzystną w odporności odmian „high resistant”, która może być przełamywana w wysokich temperaturach.

Jest ona także specyficzna dla poszczególnych szczepów wirusa (Zimnoch-Guzowska i in. 2013).

Reakcja odmiany ziemniaka na dany szczep PVY 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 łagodne, a także wystąpić bezobjawowo na tym samym genotypie, czyli odmianie ziemniaka (Lindner i in. (2015).

W ostatnim czasie walka z wirusami w rolnictwie stała się trudniejsza, nie tylko ze względu na niespecyficzne warunki pogodowe, powodujące nagły wylot i transfer mszyc, lecz także ze względu na niedostępność skutecznych zapraw insektycydowych i środków nalistnych (insektycydów) o działaniu układowym (lista środków wciąż się kurczy w związku z konsekwentną polityką KE w sprawie ograniczania ilości substancji aktywnych). Istotnym czynnikiem ograniczającym transfer wirusów stało się w nasiennictwie stosowanie olejów mineralnych jako mechanicznej bariery dla kompleksu wirus-mszyca.

Ważniejsze choroby zagrażające agrotechnice nasiennej i produkcji towarowej w kolejnych latach

Obserwowane w ostatnim czasie zmiany klimatu (fale upałów, susze, intensywne opady, zbiór w niekorzystnych warunkach) powodują wzrost częstotliwości występowania objawów chorobowych wywoływanych nie tylko przez patogeny (biotyczne, czyli infekcyjne czynniki chorobotwórcze), ale także przez czynniki nieinfekcyjne (abiotyczne), które często określane są wadami bulw. Warunki pogodowe w ostatnich sezonach wegetacyjnych są bardzo mocno związane z liczniejszym wystąpieniem wodnej zgnilizny przyranowej, choroby powodowanej przez organizm grzybopodobny *Pythium* sp.

Wodna zgnilizna przyranowa (*Pythium* sp.) jest chorobą ostatnich gorących sezonów, podstępna, o tyle niebezpieczną w produkcji nasiennej (jak i towarowej), że nie wykazuje objawów diagnostycznych widocznych na roślinach w czasie wegetacji. Rozwojowi jej i porażaniu sprzyja zbiór w wysokich temperaturach, a także błędy w samej przechowalni na początku okresu przechowania

walniczego (zbyt wysoka temperatura w przechowalni i słabe wietrzenie składowanych bulw).

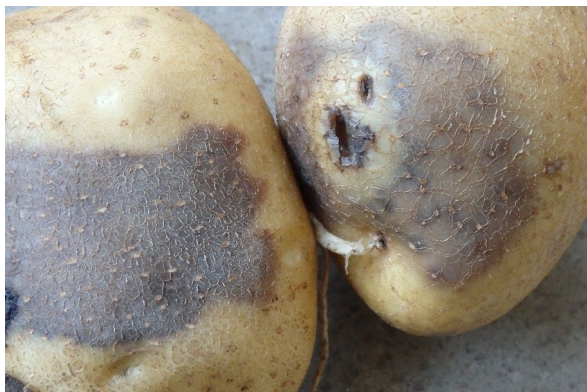
Sprawcą jest kilka gatunków organizmów grzybopodobnych z rodzaju *Pythium*, z typu Oomycota, występujących w glebie: *Pythium ultimum* Trow. (syn. *Pythium debaryanum*), *Pythium aphanidermatum*, *Pythium splendens* (Wale i in. 2008, Rębarz 2018). Pierwotnym źródłem porażenia są zoospory i grzybnia rozwijająca się w glebie, a dodatkowym czynnikiem sprzyjającym rozwojowi są wysokie temperatury gleby przy okresowych obfitych opadach deszczu. Do infekcji bulw dochodzi przez naturalne elementy budowy skórki – przetchlinki, a także (znacznie częściej) przez uszkodzenia skórki w czasie zbioru w wysokich temperaturach (fot. 3). Choroba rozwija się bardzo szybko w określonych warunkach w przechowalni (zła wentylacja, nieefektywne przewietrzanie, zagrzewanie się bulw), potrafi więc w szybkim tempie opanować znaczne partie bulw w skrzyniopaletach lub luzem na przyzmacach.

Charakterystycznym objawem po przekrojeniu bulwy jest bezbarwny sok ziemniaczany o obojętnym zapachu, zainfekowana miękka, serowata konsystencja oddzielona od części zdrowej tkanki miąższu brązową graniczną linią, wyciek dużych ilości soku z masy bulw (ale nie można go mylić ze śluzowatym cuchnącym wyciekem bakteryjnym w przypadku mokrej zgnilizny bulw powodowanej przez *Pectobacterium*), na skutek destrukcji ścian komórkowych (fot. 4). Po przecięciu zainfekowany miąższ w kontakcie z powietrzem zmienia kolor na różowy, a później na brunatny (fot. 5).

Zahamować rozwój choroby w przechowalni można poprzez odsortowanie chorych bulw podczas zbioru mechanicznego (kombajnowego) jesienią, dobre wietrzenie i obniżenie temperatury przechowywania. Bulwy latentnie porażone (w sposób bezobjawowy), wysadzone wiosną jako sadzeniaki mateczne, z reguły nie kiełkują (brak wschodów), gdyż infekcja postępuje po wzroście temperatury gleby (a bulwy porażają się wtórnie chorobami z gleby, czyli np. mokrą zgnilizną lub zgniliznami mieszanymi).

Czynniki ograniczające występowanie i rozwój *Pythium* sp.:

- wysadzanie zdrowych i kwalifikowanych sadzeniaków;
- dobre przygotowanie agrotechniczne pola, stanowisko w dobrej kulturze, spulchnione, optymalne nawożenie, niestosowanie zbyt dużej dawki azotu;



Fot. 3. Rozwój wodnej zgnilizny przyranowej w miejscu uszkodzenia skórki



Fot. 4. Charakterystyczny wyciek bezbarwnej i bezzapachowej cieczy z zainfekowanej bulwy



Fot. 5. Charakterystyczne zabarwienie zainfekowanego miąższu po przekrojeniu bulwy

Antraknoza ziemniaka (grzyb *Colletotrichum coccodes*) to druga choroba mogąca utrudnić produkcję nasienną i towarową. Kiedyś była chorobą niespecyficzną i niemającą znaczenia w produkcji, ostatnie zmiany pogodowe nasiliły jednak jej występowanie. Objawia się przedwczesnym zamieraniem łodyg w łanie (tzw. wczesne zamieranie) – fot. 6. U roślin słabych przedwcześnie żółkną one i brązowieją, a następnie zasychają całe rośliny, natomiast u sil-

- zbiór mechaniczny w optymalnych warunkach termicznych (temperatura powietrza powyżej 10°C) i po dojrzewaniu skórki (skórka nie schodzi pod naciskiem kciuka);
- po zbiorze sprawne przewietrzenie masy bulw, obniżenie jej temperatury, zagojenie ran, otarcie skórki czy innych uszkodzeń mechanicznych.

nych wypadają pojedyncze łodygi. Skutkuje to obniżką plonu, a także dalszym rozwojem na bulwach w przechowalni (objawy są podobne do parcha srebrzystego – wyglądają jak plamy na skórce, jednak samo zarodnikowanie różni się od *Helminthosporium solani*) – fot. 7. W produkcji polowej uzyskuje się niższy plon w stosunku do zdrowych roślin.



Fot. 6. Objawy antraknozy na roślinie w sezonie wegetacyjnym



Fot. 7. Charakterystyczne zarodnikowanie grzyba *C. coccodes* na powierzchni bulwy

Czynniki ograniczające występowanie i rozwój antraknozy ziemniaka:

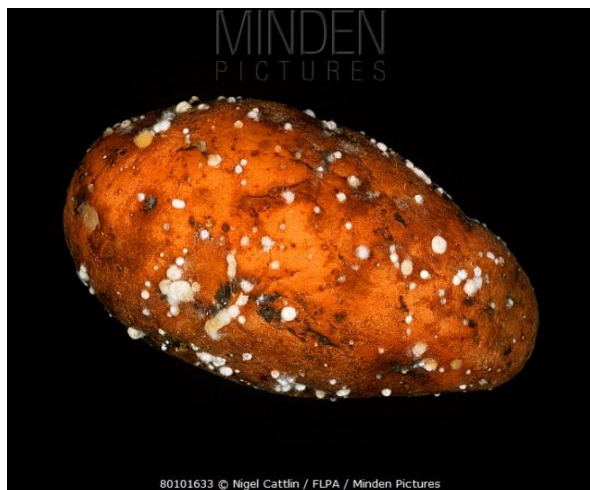
- wybór odpowiedniego stanowiska – gleby o dobrze uregulowanych stosunkach wodno-powietrznych; wskazane jest unikanie gleb lekkich i piaszczystych;
- odpowiednio ułożony płodozmian. Ze względu na długoletnią żywotność sklerocjów, wynoszącą nawet do 13 lat, należy wydłużać czas powrotu ziemniaków na to samo pole. Johnson i inni (2015) wykazali, że można zmniejszyć średnio o kilkanaście procent występowanie antraknozy, stosując 5-letnią przerwę w uprawie ziemniaków jadalnych i przemysłowych. W ich badaniach największe zagrożenie porażeniem antraknozą występowało wtedy, kiedy ziemniaki przychodziły na to samo pole w odstępach dwu- i trzyletnich. Jako rośliny niewskazane, poprzedzające ziemniaki, Johnson i inni (2015) wskazują gorczycę żółtą, rzepak jary, soję, lucernę i owies, gdyż z tych roślin izolowano sprawcę antraknozy. Korzystniej jest w płodozmianie umieścić pszenicę, jęczmień, kukurydzę i żyto;
- wysadzanie zdrowego i kwalifikowanego materiału i niekrojonych sadzeniaków. Jeśli już zachodzi konieczność krojenia, można takie bulwy wysadzać po wytworzeniu się warstwy korka;
- zaprawianie bulw zaprawami fungicydowymi
- unikanie nadmiernego nawadniania, które stwarza korzystne warunki do rozwoju choroby;
- w czasie wegetacji usunięcie roślin z widocznymi objawami (selekcja negatywna);
- zbiór mechaniczny bulw w optymalnych warunkach termicznych, w czasie kiedy

skórka jest dojrzała, odporna na uszkodzenia mechaniczne;

- po zbiorze obniżenie temperatury bulw w przechowalni;
- utrzymanie stałej wilgotności w przechowalni.

Geotrychoza ziemniaka (grzyb *Geotrichum candidum*), tzw. gumowata zgnilizna ziemniaka, to najnowsza stwierdzana choroba. Objawem diagnostycznym są wilgotne, wiotkie bulwy, które po ściśnięciu wydają się gumowate (Humpreys-Jones 1969), a konsystencją przypominają inne choroby, takie jak różowa zgnilizna (powodowana przez *Phytophthora erythroseptica*) i wodna zgnilizna przyranowa (powodowana przez gatunki *Pythium* sp.). Istotną różnicą w stosunku do diagnostyki *Pythium* sp. jest to, że na bulwach zainfekowanych *Geotrichum candidum* pojawiają się w luźnych skupiskach poduszeczki grzybni.

W 2019 r. Duellman i inni (2021) znaleźli kilka symptomatycznych bulw ziemniaka odmiany Ciklamen, które były przechowywane od zbioru i pochodziły z nawadnianego z góry pola produkcyjnego z gliny piaszczystej w hrabstwie Bingham w stanie Idaho, i przekazali je do diagnozy. Objawami zewnętrznymi były nieregularnie ukształtowane i zlokalizowane, zapadnięte czarne zmiany, które na bardziej zaatakowanych bulwach miały gumowatą teksturę. Po przecięciu ich wewnętrzna zaatakowana tkanka mięszu po kilku minutach przybierała szarą barwę. W dwóch bulwach widoczne były ubytki w kształcie soczewki, co wskazuje na zaawansowaną infekcję. Próbkę towarzyszył zapach kwaśnego mleka lub octu (Duellman i in. 2021). Zapach kwaśny lub lekko alkoholowy jest charakterystyczny przy infekcji grzybami z rodzaju *Geotrichum*, powszechnie występującymi także w glebie i produktach pochodzenia roślinnego oraz zwierzęcego (mleko). Geotrychoza (gumowata zgnilizna ziemniaka) jest spotykana również w Europie i w Polsce, więc nie jest to organizm nowy. Rzadsze jej stwierdzanie wynika prawdopodobnie z błędnego diagnozowania.



Fot. 8. *Geotrychoza* – gumowata zgnilizna bulw (źródło: Nigel Cattin /FLPA)

Elementy diagnostyczne i rozwój gumowatej zgnilizny ziemniaka (*G. candidum*):

- Patogen występuje naturalnie w większości typów gleb.
- Infekcja *Geotrichum candidum* rozpoczyna się głównie poprzez oczka sadzeniaków. Może to skutkować osłabionymi wschodami.
- Pojawia się głównie w sytuacji, kiedy ziemniaki zostały posadzone wiosną w mokrą i zimną glebę (wydłuża to wschody).
- Bulwy z objawami patogenu są gumowate, zgnilizna może pokryć całą bulwę.
- Zgnilizna rozwija się od zewnątrz do środka miąższu.
- Porażone bulwy mają kwaskowaty zapach. Zgnilizny na przeciętych bulwach, wystawione na działanie powietrza, przebarwiają się na różowo lub szaro.
- Objawy są podobne do różowej zgnilizny ziemniaka (*Phytophthora erythroseptica*) lub wodnej zgnilizny przyranowej (*Pythium* sp.).
- Rozwijająca się na powierzchni grzybnia jest biała i watowata.
- W obrębie zmian chorobowych może dojść do wtórnych infekcji, powodowanych przez patogeny pochodzenia bakteryjnego

Literatura

1. Beczner L., Horváth J., Romhányi I., Förster 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. Duellman K. M., Lent M. A., Brown L., Harrington

M., Harrington S., Woodhall J. W. 2021. First Report of Rubbery Rot of Potato Caused by *Geotrichum candidum* in the United States. – *Plant Dis.* 105, 4:1206;
 4. Erlichowski T., Robak B., Sadowska K. 2017. Występowanie i presja mszyc wektorów wirusów w uprawach ziemniaka w 2017 r. – *Ziemn. Pol.* 4: 15-22;
 5. Graczyk D., Pińskwar I., Choryński A., Szwed M., Kundzewicz Z. W. 2017. Zmiany temperatury powietrza w Polsce. [W:] Zmiany klimatu i ich wpływ na wybrane sektory w Polsce. Red. Z. W. Kundzewicz, Ø. Hov, T. Okruszko. <http://serwer1557491.home.pl/uploads/2017/06> (pdf) 257 s.;
 6. Humphreys-Jones D. R. 1969. *Geotrichum candidum*. – *Plant Pathol.* 18: 186;
 7. Johnson D. A., Cummings T. F. 2015. Effect of extended crop rotations on incidence of black dot, silver scurf, and Verticillium wilt of potato. – *Plant Dis.* 99: 257-262;
 8. Kostiw M. 1987. Przenoszenie ważniejszych wirusów ziemniaka przez mszyce. *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. 2011. Presja mszyc, wektorów wirusów i zagrożenie plantacji nasiennych ziemniaka przez wirus Y i liściozwoju w 2011 roku. – *Ziemn. Pol.* 4: 28-33;
 13. Osowski J., Sadowska K. 2019. Choroby wirusowe ziemniaka – objawy, zagrożenie, zwalczanie. – *Ziemn. Pol.* 2: 34-46;
 14. Rębarz K. 2018. Choroby powodowane przez lęgniowce. [W:] *Ziemniak. Identyfikacja agrofagów oraz niedoborów pokarmowych.* Agro Wydawnictwo, Suchy Las: 116-117;
 15. Syller J., Kaliciak A. 2011. Rośliny dziko rosnące jako naturalne źródło wirusów ziemniaka. – *Post. Nauk Rol.* 2: 21-30;
 16. Treder K. 2019. Biologia i diagnostyka wirusa Y ziemniaka. – *Ziemn. Pol.* 3: 16-26;
 17. Valkonen P. 2007. Viruses: Economical losses and biotechnological potential. – *Potato Biol. Biotech.:* 619-641;
 18. Valkonen P. 2015. Elucidation of virus-host interaction to enhancersistance breeding for control of virus diseases in potato. – *Breed. Sci.* 65: 68-78;
 19. Verbeek M., Piron P. G. M., Dulleman A. M., Cuperus C., van der Vlugt R. A. A. 2009. Determination of aphid transmission efficiencies for N, NTN and Wilga strains of Potato virus Y. – *Ann. Appl. Biol.* 156: 39-49;
 20. Wale S., Platt H. W., Cattlin N. 2008. Fungal and fungal like diseases. [W:] *Diseases, pests and disorders of potatoes.* Manson Pub. Ltd: 28-70;
 21. Wróbel S. 2006. Rola oleju mineralnego w ochro-

- nie ziemniaka przed mszycami i porażeniem wirusami. – Acta Sci. Pol. Agricultura 5(1): 83-92; **22. Wróbel S. 2007.** Effect of a mineral oil on *Myzus persicae* capability to spread of PVY and PVM to successive potato plants. – J. Plant Prot. Res. 47(4): 383-390; **23. Wróbel S. 2009.** The retention of PVY in the stylet of *Myzus persicae* Sulz. after the application of mineral oil on potato plants. – Plant Breed. Seed Sci. 60: 3-12; **24. Wróbel S. 2011.** Wpływ mieszanin oleju mineralnego z insektycydami na dynamikę występowania mszyc na roślinach ziemniaka. – Prog. Plant Prot. 51, 2: 625-629; **25. Wróbel S. 2012.** Produkcja nasienna ziemniaka. [W:] Produkcja i rynek ziemniaka. Red. nauk. J. Chotkowski. Wyd. Wieś Jutra Warszawa: 102-130; **26. Yin Z., Chrzanowska M., Zagórska H., Zimnoch-Guzowska E. 2012.** Recombinants of PVY strains predominate among isolates from potato crops in Poland. – J. Plant Prot. Res. 52: 214-219; **27. Zimnoch-Guzowska E., 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

