

Przechowalnictwo i przetwórstwo

WADY I USZKODZENIA BULW ZIEMNIAKA WYWOŁANE RÓŻNYMI CZYNNIKAMI

mgr Agnieszka Hara-Skrzypiec
IHAR-PIB, Oddział w Młochowie, Pracownia Genetyki
ul. Platanowa 19, 05-831 Młochów, e-mail: a.hara@ihar.edu.pl

Jakość ziemniaków po zbiorze oraz w czasie przechowywania ma wpływ na wielkość plonu handlowego. Rynek staje się coraz bardziej wymagający i rośnie popyt na „ładne” ziemniaki z określonym kulinarnym przeznaczeniem. Tymczasem wykazano, że w krajowym plonie ogólnym ziemniaków znaczący jest plon uboczny: przeciętnie 30% wag., na który składają się bulwy drobne, o średnicy ≤ 35 mm, zazielenione czy zdeformowane. Wady bulw mogą powstawać z różnych przyczyn, np. z osobniczych predyspozycji fizjologicznych nasilonych przez warunki klimatyczne i niewłaściwą agrotechnikę (Nowacki 2006).

Najczęstszą przyczyną powstawania bulw z wadami są choroby ściśle związane z sezonem wegetacyjnym: zaraza ziemniaka, mokra zgnilizna bakteryjna czy alternarioza, widoczne już podczas zbioru, oraz typowe choroby rozwijające się w czasie przechowywania: sucha zgnilizna czy parch srebrzysty (Kapsa 2001). Oprócz wad bulw spowodowanych chorobami i szkodnikami mogą wystąpić wady wskutek złej agrotechniki i niekorzystnych warunków glebowych czy klimatycznych w okresie wegetacji, takie jak: deformacje, zazielenienia, spękania, zdrobnienie bulw, rdzawa plamistość, pustowatość miąższu i uszkodzenia mechaniczne (Nowacki 2006). W pracy przedstawiono najczęściej spotykane wady ziemniaków i przyczyny ich powstawania.

Wady bulw o podłożu fizjologicznym nasilone warunkami klimatycznymi i/lub nieodpowiednią agrotechniką

Zielenienie – jest wynikiem akumulacji chlorofilu (zielonego barwnika) pod wpływem światła, występuje początkowo w skórce, a później w miąższu bulw (fot. 1a i b). Zjawisko to jest spowodowane przekształceniem bezbarwnych amyloplastów w zielone chloroplasty i wytworzeniem aparatu fotosyntezy. Bulwy mogą zieleńić już w czasie wegetacji –

złe obredlenie odstania je i naraża na działanie światła – lub w czasie przechowywania, gdy w przechowalni jest nieodpowiednie oświetlenie. Niejednokrotnie widzi się zielone bulwy w sklepach, gdzie w przezroczystych opakowaniach długo leżą na świetle.

a



b



Fot. 1a i b. Zielenienie bulw
(fot. H. Jakuczun)

Wada ta jest o tyle groźna, że zielenieniu na ogół towarzyszy nagromadzenie się glikoalkalooidów, substancji toksycznych dla organizmów żywych (Jakuczun 1993).

Dzieciuchowatość – to wada, która na ogół występuje na lekkich, przepuszczalnych glebach, w których w warunkach długotrwałej suszy bulwy przedwcześnie dojrzewają. W momencie poprawienia uwilgotnienia gleby asymilaty spływają do bulw i powodują ponowny wzrost w części szczytowej lub wyrastanie nowych bulwek w części wierzchołkowej (fot. 2). Skłonność do dzieciuchowatości jest cechą osobniczą.

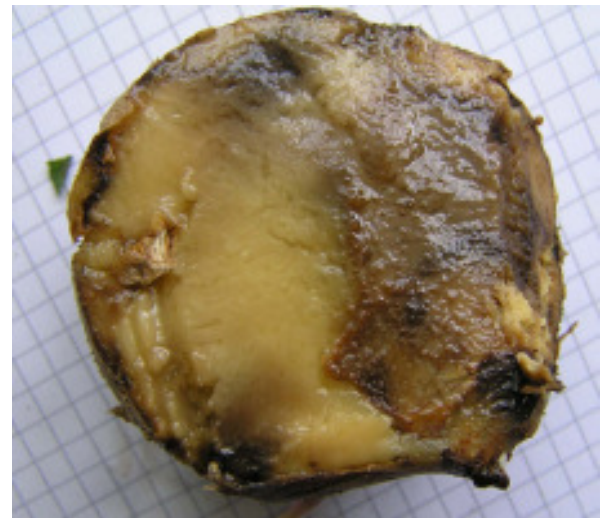


Fot. 2. Dzieciuchowatość bulw (fot. A. Hara-Skrzypiec)

Zmiany typu „hollow heart” – polegają na wytworzeniu się w centralnej części bulwy otworu otoczonego brązową tkanką, będącego wynikiem bardzo szybkiego wzrostu tkanki (Wale i in. 2008).

Zmiany typu „blackheart” – pojawiają się jako efekt niskiej zawartości tlenu wewnątrz bulw, są łatwe do zdiagnozowania. W środkowej części bulwy widać nieregularne zmiany o wyraźnie zarysowanych granicach, którym mogą towarzyszyć znaczące ubytki. Zmiany te mogą powstawać także na glebach zalanych wodą bądź w słabo przewietrzanych przechowalniach (Wale i in. 2008).

bulwy, a miąższ – początkowo kremowy – przekształca się w szaroczarny (Wale i in. 2008).



Fot. 3. Objawy porażenia mokrą zgnilizną (fot. R. Lebecka)

Wady bulw spowodowane porażeniem przez patogeny

Choroby bakteryjne

Mokra zgnilizna jest wywoływana przez bakterie z rodzaju *Pectobacterium*, głównie *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Młode bulwy mogą ulegać porażeniu przez bakterie uwolnione do gleby po rozpadzie chorego sadzeniaka, szybko przenoszące się w glebie zwłaszcza przy podwyższonej wilgotności. Chorobie sprzyja uszkodzenie bulw w czasie zbioru i transportu, jak również porażenie innymi chorobami. Pierwszymi objawami są brązowe bądź wodniste plamy. Gnicie zaczyna się na ogół od przetchlinek, a w sprzyjających warunkach cała bulwa zmienia się w rozplywającą się masę (Kapsa 1993) – fot. 3.

Czarna nóżka, której sprawcą są bakterie *Pectobacterium atrosepticum*, objawia się charakterystycznymi czarnymi zmianami u podstawy pędów i więdnieniem roślin. Bakterie z porażonej rośliny wnikają do bulwy przez stolony, infekcja przesuwa się w głąb



Fot. 4. Bulwy porażone parchem zwykłym (fot. S. Sobkowiak)

Parch zwykły jest wywoływany przez promieniowce *Streptomyces*, głównie *S. scabies*. Rozwojowi choroby sprzyjają brak opadów w okresie wiązania bulw, temperatura 13-15°C oraz lekkie, piaszczyste, zasa-

dowe gleby. Do zakażenia parchem dochodzi tylko w okresie wegetacji. Bakterie nie rozwijają się w czasie przechowywania i nie powodują gnicia bulw. Skórka porażonych bulw jest pokryta strupami o barwie od jasno- do ciemnobrązowej, różnej wielkości i struktury, otoczonymi warstwą skorkowaciałych komórek, ułatwiających wnikanie innych patogenów (Kapsa 1993) – fot. 4.

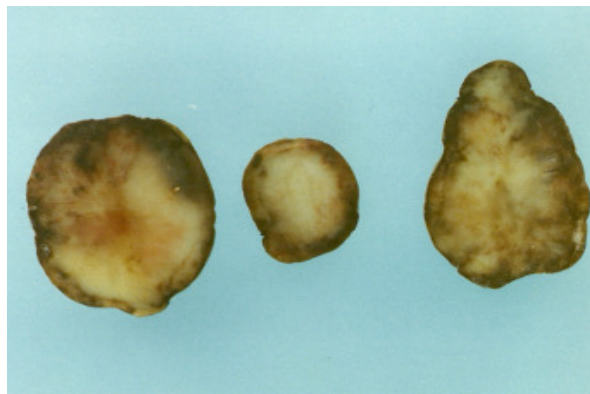
Bakterioza pierścieniowa jest powodowana przez bakterie *Clavibacter michiganense* subsp. *sepedonicum*. Symptomy choroby mogą być widoczne w czasie zbioru lub też rozwijać się w czasie przechowywania. Najwcześniej pojawiają się w okolicach stolonu (Wale i in. 2008). Początkowe objawy widać w tkance przewodzącej w postaci półprzezroczystej, uwodnionej tkanki. W miarę rozwoju symptomów w okolicach wiązek przewodzących powstaje kremowożółta masa. Na powierzchni zainfekowanych bulw widać w pobliżu oczek czerwonawobrzęde plamy, którym towarzyszą spękania ze śluzem. W miarę rozwoju choroby z martwych oczek wydobywa się biały bądź jasnożółty śluz (Kapsa 1993).

Choroby wywołane przez grzyby i organizmy grzybopodobne

Zaraza ziemniaka – wywołana przez *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary – objawia się różnej wielkości nieregularnymi, ołowianoszarymi, lekko wklęsłymi plamami na powierzchni bulw. Pod skórą powstają rdzawe nacieki postępujące w głąb bulwy (fot. 5).

Do zakażenia może dochodzić w czasie wegetacji, kiedy zarodniki z liści bądź po przeniesieniu przez owady trafiają na młode bulwy, lub też w czasie zbioru i sortowania. Porażone bulwy gniją w czasie przechowywania (Kapsa 1993).

Alternarioza jest wywołana przez grzyby z rodzaju *Alternaria* i objawia się w postaci płytkich szarobrązowych wgłębień z wyraźnie zarysowanymi granicami o barwie od czerwonej do brązowej. Znajdujące się w ich obrębie oczka obumierają. Pod powierzchnią skórki widać suchą, skorkowaciałą ciemną strefę o brązożółtawych, rozmytych granicach (Wale i in. 2008).



Fot. 5. Objawy porażenia bulw zarazą ziemniaka (fot. S. Sobkowiak)

Sucha zgnilizna, której sprawcą są grzyby z rodzaju *Fusarium*, jest rozpowszechnioną chorobą, rozwijającą się w okresie przechowywania. Pierwsze objawy to małe, stopniowo powiększające się w czasie przechowywania plamki, w miejscu których z czasem powstają ubytki tkanki. Na powierzchni bulwy pojawiają się zapadnięte koncentryczne zmiany w formie pierścienia z zaschniętej tkanki, pokryte białym, kremowym lub różowym nalotem grzybni (fot. 6).



Fot. 6. Objawy suchej zgnilizny na bulwie (fot. S. Sobkowiak)

Wewnątrz widać suchy miąższ ze szczelinami wypełnionymi puszystą grzybnią. Zainfekowane bulwy tracą wodę, zasychają, ulegają mumifikacji i ostatecznie rozpadają

się. Rozwojowi grzyba sprzyja temperatura powyżej 4°C i wysoka wilgotność powietrza (Kapsa 1993).

Rizoktonioza ziemniaka, wywołwana przez grzyb *Rhizoctonia solani*, powoduje ospowość bulw. Porażone bulwy są pokryte ciemnymi sklerotami, które tworzą się w okresie dojrzewania ziemniaków i pozostają na bulwach niezmienione aż do wiosny. Są łatwe do usunięcia z powierzchni, nie powodują rozległych uszkodzeń w tkankach pod skórą. Wiosną, w sprzyjających warunkach, przy niskiej temperaturze gleby i wysokiej wilgotności skleroty kiełkują, stając się źródłem zakażenia kiełków (Wale i in. 2008).

Parch prószysty, którego sprawcą jest grzyb *Spongospora subterranea*, najczęściej pojawia się na bulwach z upraw na glebach ciężkich, które są dodatkowo wilgotne i źle przewietrzane, szczególnie w latach chłodnych i wilgotnych. Na ich powierzchni tworzą się jasne brodawki o średnicy nie przekraczającej 7 mm. Rozwój choroby powoduje, że brodawki pękają i wysypuje się z nich brunatny proszek. Resztki rozerwanej perydermy tworzą płytkie strupy, które mają postać ranek, pojedynczych lub w skupieniach (Kapsa 1993).

Parch srebrzysty, wywołwany przez grzyb *Helminthosporium solani*, objawia się regularnymi srebrzystymi zmianami na skórcie, które z czasem mogą się zlewać. Patogen rozwija się głównie w skórcie w okresie przechowywania bulw, powodując zaburzenia w kiełkowaniu. Przy dużej wilgotności powietrza i temperaturze ponad 3°C plamy są ciemne, co jest objawem obfitego zarodnikowania grzyba. Zmiany rozszerzają się szybko, w ciągu kilku tygodni od posadzenia zainfekowanych sadzeniaków. Nowe zmiany mogą powstawać poprzez kiełkowanie spor na powierzchni bulwy. Zmiany na bulwach potomnych powstają powoli w czasie uprawy i bardzo szybko rozprzestrzeniają się w czasie przechowywania (Wale i in. 2008).

Verticilioza, powodowana przez grzyby z rodzaju *Verticillium* (*V. dahliae* i *V. albo-atrum*), atakuje ponad 50 różnych gatunków roślin. Większość komercyjnych odmian jest podatna na chorobę. W przypadku ziemniaka nie obserwuje się symptomów choroby na powierzchni bulw. Lekko brązowe przebarwienia na ogół są widoczne najwcześniej w

obrębie stolonu oraz tkanki przewodzącej (Wale i in. 2008).

Rak ziemniaka jest powodowany przez grzyb *Synchytrium endobioticum*. Objawia się zniekształceniem młodych bulw i powstawaniem kalafiorowatych narośli w miejscach starszych oczek. Pod koniec wegetacji narośla brunatnieją, gniją i rozpadają się, a ich zawartość wysypuje się do gleby (www.piorin.gov.pl).

Wady bulw powodowane przez wirusy i wiroid wrzecionowatości

Wirus Y ziemniaka (PVY). Szczep PVY^{NTN} może powodować nekrozy bulw. Ich powstawaniu sprzyja sucha i ciepła pogoda. Objawy bywają widoczne na bulwach już w czasie zbioru (fot. 7) lub występują po kilku tygodniach przechowywania, zwłaszcza gdy temperatura w przechowalni jest wysoka. Na powierzchni początkowo są widoczne „wodniste”, a później nekrotyczne, wgłębione plamy w kształcie łuków lub pierścieni, skórka w tych miejscach może pękać (Kryszczuk 2004).



Fot. 7. Objawy porażenia bulwy PVY^{NTN}
(fot. S. Sobkowiak)

Wirus nekrotycznej kędzierzawki tytoniu (TRV) wywołuje na powierzchni bulw ziemniaka nekrozy w kształcie pierścieni, nieregularne zagłębienia i plamy. W miąższu są widoczne korkowate nekrozy w postaci łuków i pierścieni lub pojedynczych plamek i kresek (Kryszczuk 2004) – fot. 8.



Fot. 8. Objawy porażenia miąższu bulwy przez TRV (fot. S. Sobkowiak)

Wirus mop-top jest przenoszony przez *S. subterranea* powodującego parch prószysty. Typowymi objawami są nekrotyczne pierścienie i łuki w miąższu bulw, często widoczne także na skórce. Objawy mogą być mylone z porażeniem przez TRV oraz PVY (Kryszczuk 2004).

Wirus nekrozy tytoniu (TNV) wywołuje na bulwach rozległe, często spękane nekrozy, głównie przy stolonie. Nekrotyczne plamy mogą powiększać się i zapadać. Objawy nasilają się podczas przechowywania (Kryszczuk 2004).

Wirus liściozwoju ziemniaka (PLRV) może prowadzić do pojawienia się brązowych przebarwień w postaci sieci rozprzestrzeniającej się w miąższu bulwy z części stolonowej do apikalnej (Wale i in. 2008).

Wiroid wrzecionowatości bulw ziemniaka (PSTV). Infekcji towarzyszy charakterystyczne wydłużenie bulw mających postać wrzeciona. Bulwy są często zdeformowane i drobne. W wypadku roślin wtórnie porażonych na bulwach widać charakterystyczne pęknięcia i mocno zaznaczone brwi oczek (Kapsa 1993).

Uszkodzenia bulw powodowane przez szkodniki

Do znaczących uszkodzeń dochodzi wskutek ataku szkodników glebowych, w tym drutowców – larw sprężykowatych z rodzaju *Agriotes* spp., pędraków (*Scarabaeidae*) i gąsienic rolnic (*Agrotinae*). Szkodliwe są głównie wielożerne larwy, które uszkadzają system korzeniowy, pędy podziemne oraz bulwy, tworząc w nich wżery i kanały wewnętrzne w miąższu (Erlichowski 2010).

Uszkodzenia mechaniczne

Wielkość uszkodzeń mechanicznych zależy głównie od trzech podstawowych grup czynników: genetycznych (odmianowych), agrotechnicznych oraz mechanizacji zbioru, transportu i obróbki bulw. Uszkodzenia mechaniczne można podzielić na zewnętrzne i wewnętrzne (McGarry i in. 1996). Zewnętrzne przyjmują postać widocznych na powierzchni bulw zmięźdeń, wklęsnięć, pęknięć bądź otarć skórki. Do wewnętrznych wad zaliczamy ciemną plamistość pouszkodzeniową, zmięźdzenia oraz wewnętrzne pęknięcia (Baritelle i in. 2000).

Ciemna plamistość pouszkodzeniowa (CPP). Symptomami są niebieskawoszare do czarnych przebarwienia miąższu 1-2 mm pod perydermą. Pojawiają się one ok. 48 godzin po uderzeniu. Synteza ciemnych barwników w uszkodzonych komórkach jest skutkiem reakcji utleniania związków fenolowych, a katalizowana jest przez enzym – oksydazę polifenolową (PPO) (Hughes 1980).

Wewnętrzne pęknięcia bulw. Ten typ uszkodzeń pojawia się najczęściej w obrębie kory wewnętrznej bulwy, w nielicznych przypadkach sięga poprzez korę zewnętrzną do tkanek położonych tuż pod skórą. Zmianom tym towarzyszą uszkodzenia w obrębie komórek objawiające się powstawaniem ciemnych przebarwień (Baritelle i in. 2000).

Wewnętrzne zgniecenia bulw. W wypadku tego typu uszkodzeń dochodzi do rozerwania ciągłości błon i ścian komórkowych. W centralnej części bulwy powstaje dziura, zmianom towarzyszą przebarwienia charakterystyczne dla CPP. Uszkodzenia te najczęściej powstają w wyższych temperaturach i/lub przy mniejszym uwodnieniu bulwy oraz po upadku z niewielkiej wysokości (Baritelle i in. 2000).

Jak widać, wad bulw i przyczyn ich powstawania jest bardzo dużo i tym bardziej trudno je wyeliminować. Aby nie dopuścić do powstawania wad, trzeba znać i uwzględniać możliwie dużo sprzyjających im czynników. W wypadku wad w dużym stopniu determinowanych genetycznie (o charakterze odmianowym), jak np. zielenienie bulw, pustość czy ciemnienie pouszkodzeniowe, duże znaczenie ma hodowla ukierunkowana

na tworzenie nowych odmian o podwyższonej odporności na ich powstawanie.

Walka z wadami bulw wywołanymi porażeniem przez patogeny powinna wiązać się z wykorzystaniem genetycznej odporności roślin. Niezwykle istotne jest sadzenie zdrowych sadzeniaków, niszczenie źródeł pierwotnej infekcji, jakimi są chore bulwy odrzucane podczas sortowania i przebiegania, usuwanie chorych roślin. Ważne jest także stosowanie środków chemicznych z grupy mało szkodliwych i charakteryzujących się krótkim okresem karencji, które nie zagrażają zbytnio środowisku, oraz odpowiednia agrotechnika.

Jeśli chodzi o uszkodzenia mechaniczne, bardzo istotna jest odpowiednia agrotechnika związana ze zbiorem, wykonywanie zabiegów pielęgnacyjnych we właściwym czasie, jak również właściwe nawożenie mineralne, uwzględniające nawozy azotowe, potasowe i fosforowe.

Literatura

- 1. Baritelle A., Hyde G., Thornton R. i Bajema R. 2000.** A classification system for impact-related defects in potato tubers. – *Am. J. Potato Res.* 77: 143-148;
- 2. Erlichowski. 2010.** Podatność różnych odmian ziemniaka na uszkodzenia bulw powodowane przez drutowce (Elateridae) i wykorzystanie tego zjawiska w uprawie ekologicznej i integrowanej. – *Prog. Plant Prot.* 50 (3):1230-1235;
- 3. Hughes J. C. 1980.** Potatoes 1: Factors affecting susceptibility to damage. – *Span* 23: 65-67;
- 4. Jakuczun H. 1993.** Zróżnicowanie skłonności do zielenienia bulw u ziemniaków diploidalnych. – *Biul. IHAR* 43: 11-15;
- 5. Kapsa J. 1993.** Mały atlas chorób i szkodników ziemniaka. Inst. Ziemn. Bonin;
- 6. Kapsa J. 2001.** Choroby przechowalnicze bulw, zapobieganie i ich zwalczanie. – *Wieś Jutra* 3 (32): 35-36;
- 7. Kryszczuk A. 2004.** Nekrozy bulw ziemniaka. – *Wieś Kuj.-Pom.* 35: 15-17;
- 8. McGarry A., Hole C. C., Drew R. L. K., Parsons N. 1996.** Internal damage in potato tubers: A critical review. – *Post-harvest Biol. Technol.* 8: 239-258;
- 9. Nowacki W. 2006.** Straty plonu handlowego ziemniaków powodowane przez choroby i szkodniki w 2005 roku. – *Prog. Plant Prot.* 46 (1): 193-201;
- 10. Wale S, Platt H. W., Cattlin N. 2008.** Diseases, pests and disorders of potatoes. A colour handbook. Manson Publishing Ltd.;
- 11. www.piorin.gov.pl**