

## WADY WEWNĘTRZNE BULW – PRZYCZYNY WYSTĘPOWANIA, OBJAWY, SPOSOBY OGRANICZANIA

### INTERNAL TUBER DEFECTS – CAUSES OF OCCURRENCE, SYMPTOMS, MEANS OF LIMITING

dr inż. Jerzy Osowski ORCID: 0000-0002-4618-9991  
IHAR-PIB Oddział w Boninie, Zakład Nasiennictwa i Ochrony Ziemniaka  
e-mail: j.osowski@ihar.edu.pl

#### Streszczenie

Rdzawa plamistość miąższu oraz brunatna pustowatość bulw, obniżające jakość frytek i chipsów, występują coraz częściej wskutek zmian klimatu (fale upałów, susze, intensywne opady). Nie wywołują epidemii, ale uszkodzenia przez nie powodowane są na tyle duże, że nabierają znaczenia ekonomicznego. Często konsekwencją występowania wad wewnętrznych są także zaburzenia związane z nierównomiernym gromadzeniem skrobi, dodatkowo eliminując możliwość wykorzystania bulw w tym kierunku.

**Słowa kluczowe:** abiotyczne czynniki chorobotwórcze, brunatna pustowatość bulw, rdzawa plamistość, wady wewnętrzne, ziemniak

#### Abstract

Rust spot and hollow heart with internal browning are common tuber flesh defects that currently occur more often due to climate changes (heat waves, drought, heavy rainfall). These damages significantly reduce the quality of french fries and chips. As biological factors do not induce them, they do not cause epidemics. However, their more increasing occurrence makes them economically very significant. In addition, internal defects often cause uneven starch accumulation, which eliminates the possibility of using tubers as a source of this industrial polysaccharide.

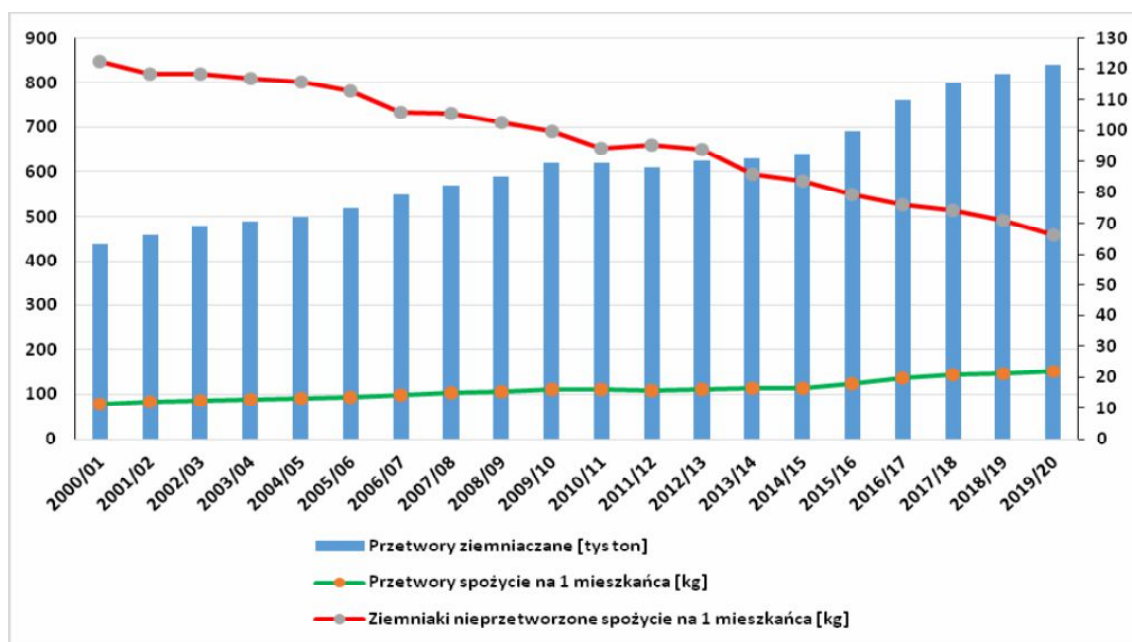
**Keywords:** abiotic pathogens, hollow heart with internal browning, internal defects, potato, rust spot

**T**endencja do spożywania ziemniaków przetworzonych oraz poszukiwania przez konsumentów bulw umytych i paczkowanych w małe opakowania, utrzymująca się na świecie i w Polsce, sprawia,

że standardy zdrowotne i jakościowe bulw wymagane przez przetwórców oraz w obrocie ziemniakami świeżymi stają się coraz wyższe. Notowany w ostatnim dwudziestoleciu spadek spożycia bulw nieprzetworzonych

oraz rosnące spożycie przetworów ziemniaczanych (rys. 1) sprawiają, że jakość bulw staje się najważniejszym obok wielkości plonu czynnikiem opłacalności produkcji ziem-

niaków. Tak więc o efektywności ekonomicznej w produkcji ziemniaków i nie tylko decydują w dużym stopniu wysokość i jakość plonu handlowego (Pietraszko i in. 2015).



Rys. 1. Produkcja przetworów ziemniaczanych (tys. ton) i spożycie ziemniaków (kg) w latach 2000-2019 w Polsce w przeliczeniu na mieszkańca (Dzwonkowski i in. 2019)

Utrzymujące się od wielu lat wysokie wymagania na rynku ziemniaka jadalnego oraz przetwórstwa spożywczego sprawiają, że dla rolnika ważny jest nie tylko plon ogólny, ale przede wszystkim plon handlowy, który można sprzedać zgodnie z planowanym kierunkiem produkcji (Nowacki 2006). Efektywność produkcji w dużym stopniu ograniczają wady zewnętrzne i wewnętrzne bulw. Ze względu na trudność w eliminowaniu wadliwych bulw, które ograniczają ich przydatność zarówno do konsumpcji, jak i przetwórstwa, rdzawa plamistość miąższu (RPM) oraz pustowatość bulw stają się ważnymi czynnikami, mającymi wpływ na efekt finansowy prowadzonej produkcji (Baritelle i in. 2000, Pietraszko i in. 2015).

Obserwowany w ostatnich latach wzrost znaczenia nieinfekcyjnych (abiotycznych, a do nich należą wady wewnętrzne bulw) czynników chorobotwórczych wynika nie tylko z utrzymującej się tendencji do kupowania bulw umytych i przetworzonych, ale także ze zmian klimatu. Łabędzki i inni (2013) przewidują, że do 2050 r. w Polsce średnia temperatura może wzrosnąć o 2 do

4°C. Zauważalne zmiany klimatu są skutkiem:

- wzrostu stężenia CO<sub>2</sub> i jego wpływu na produktywność upraw oraz efektywność wykorzystania wody i składników pokarmowych;
- zmian temperatury, ilości opadów i ich nierównomierności, promieniowania słonecznego i wilgotności oraz ich wpływu na rozwój roślin i wysokość plonów;
- strat wywołanych przez szkodliwe zjawiska pogodowe (np. fale upałów, mrozy, przymrozki, susze, intensywne opady) (Olesen i in. 2011).

Celem pracy jest przedstawienie najważniejszych wad wewnętrznych bulw ziemniaka, ich objawów, przyczyn występowania oraz sposobów ograniczania.

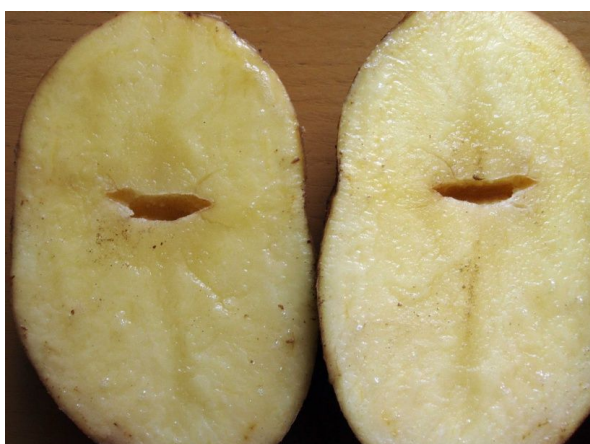
**Brunatna pustowatość bulw** (ang. Brown heart / hollow heart) jest jedną z najważniejszych wad wewnętrznych bulw, która w plonie ziemniaków przeznaczonych do przetwórstwa oraz jadalnych może występować nawet w 50% bulw dużych (Wale i in. 2008). Spośród czynników sprzyjających jej powstawaniu do najważniejszych należą zbyt wysokie nawożenie azotem w stosunku

do nawożenia potasem (Storey, Davies 1992; Rębarz 2018a), wahania w zaopatrzeniu roślin w wodę w okresie intensywnego wzrostu bulw (Wale i in. 2008, Selman i in. 2008, Pietraszko i in. 2015, Zotarelli i in. 2018) oraz uprawa na glebach zbyt kwaśnych o małej ilości kationów wymiennych (Poradnik sygnalizatora... 2016). Do czynników sprzyjających występowaniu tej wady zalicza się także niskie temperatury (7 kolejnych dni z temperaturą poniżej 15°C) oraz wysoką wilgotność względną powietrza (80-85%) w tym okresie (Brown heart and hollow heart 2018, Zotarelli i in. 2018).

Objawem początkowym jest tworzenie się wewnątrz bulwy, na skutek zakłóceń w działalności enzymów, brunatnej plamy o średnicy 10-20 mm (fot. 1), a później jamy, która jest oddzielona od reszty mięszu warstwą korka (Rębarz 2018a). Objawy te pojawiają się częściej, gdy warunki uprawy zmieniają się w trakcie sezonu, a rośliny zbyt szybko

regenerują się po okresie stresu środowiskowego lub żywieniowego (Zotarelli i in. 2018). Położenie jamy wewnątrz bulwy jest związane z czasem jej wystąpienia (Zotarelli i in. 2018). Jamy położone bliżej części przystolonowej powstają wcześniej, a położone w części wierzchołkowej – później.

Kształt jam jest także związany z kształtem bulwy. W bulwach okrągłowoalnych lub okrągłych mają one kształt pestki śliwki lub gwiazdki (fot. 2), a w bulwach podłużnych kształt jest nieregularny (fot. 3). Różnego kształtu jamy tworzą się zwykle w dużych bulwach uprawianych na skrobię oraz jadalnych i przeznaczonych do przetwórstwa. Brunatne plamki występują zazwyczaj w bulwach małych (Wale i in. 2008). Zwykle ścianki jam są wyłożone warstwą korka, która chroni przed infekcją patogenów, lecz w warunkach wilgotnych może dojść do infekcji wtórnej i tworzy się zgnilizna wewnętrzna (Poradnik sygnalizatora... 2016a) – fot. 4.



Fot. 1. Brunatna pustowość bulw  
– objawy początkowe



Fot. 2. Brunatna pustowość bulw  
– objawy na bulwach okrągłych



Fot. 3. Brunatna pustowość bulw  
– objawy na bulwach o podłużnym kształcie



Fot. 4. Objawy zgnilizny wewnętrznej  
(połączonej z pustowością)

Zapobieganie brunatnej pustowatości bulw polega na:

- unikaniu uprawy na glebach piaszczystych (van Loon, Hammink 2016);
- prawidłowej agrotechnice;
- opóźnieniu terminu sadzenia w rejonach, gdzie w okresie wiązania bulw występują niskie temperatury i podwyższona wilgotność;
- wybieraniu do przerobu przemysłowego odmian o mniejszej skłonności do tworzenia się tej wady (tab. 1);

- dostosowywaniu nawożenia mineralnego do potrzeb uprawianej odmiany, lekkim zwiększaniu dawki potasu, który podnosi odporność bulw;
- unikaniu uprawy na glebach bardzo kwaśnych;
- stosowaniu nawadniania w okresach krytycznych;
- unikaniu zbyt rzadkiego sadzenia bulw, gdyż sprzyja to tworzeniu się bulw dużych (Rębarz 2018a).

Tabela 1

### Odporność odmian ziemniaka na pustowatość bulw

Odporność (skala 5-stopniowa)	Przydatność	Odmiana
Podatne (1-2)	jadalne	
	skrobia	Harpun
Średnio podatne (3-4)	jadalne	Berber, Denar, Fresco, Impala, Ingrid, Irys, Justa, Lord, Riviera, Altesse, Aruba, Augusta, Bila, Bohun, Carrera, Ignacy, Innovator, Latona, Madeleine, Owacja, Vineta, Almera, Asterix, Cekin, Dali, Ditta, Etiuda, Irga, Sagitta, Sante, Tajfun, Victoria, Fianna, Jelly
	skrobia	Cedron, Boryna, Glada, Pasat, Szyper, Ikar, Pasja Pomorska, Bzura, Hinga, Jasia, Kuras, Pokusa, Rudawa, Skawa
Odporne (5)	jadalne	Miłek, Viviana, Bellarosa, Gwiazda, Magnolia, Michalina, Finezja, Folva, Honorata, Jurek, Laskara, Lech, Malaga, Mazur, Oberon, Orchestra, Satina, Bryza
	skrobia	Jubilat, Kaszub, Kuba, Mieszko, Rumpel, Zuzanna, Amarant, Inwestor

Źródło: Nowacki i inni 2018

**Rdzawa plamistość miąższu bulw** (RPM, ang. Internal rust spot, Internal brown spot, Internal heat necrosis) występuje powszechnie i jest uważana za poważną wadę ziemniaków jadalnych (porażone tkanki po ugotowaniu twardnieją i nie nadają się do spożycia) oraz przeznaczonych na frytki (gorsza jakość wysmażania), a także na krochmal (Rębarz 2018b). Przyczyną występowania tej wady, oprócz skłonności genetycznej odmian (Zimmerman-Gries 1964), są także zaburzenia w gospodarce wodnej, oddychaniu i odżywianiu (Zotarelli i in. 2012, Pietraszko i in. 2015, Poradnik sygnalizatora... 2016).

Stevenson i inni (2001) za główne przyczyny jej występowania uważają wysokie temperatury gleby, zwłaszcza na później-

szych etapach wzrostu i rozwoju bulw, nieodpowiednią wilgotność oraz nieoptymalne odżywianie roślin lub kombinacje tych czynników. Duże znaczenie dla występowania tej wady ma według Zotarelli i innych (2012) także uprawa ziemniaków na glebach piaszczystych o gruboziarnistej teksturze, małej zdolności do zatrzymywania wody i wysokim potencjale wypłukiwania składników odżywczych. Obfite opady deszczu w sezonie wegetacyjnym mogą prowadzić na takich glebach do wypłukiwania mobilnych składników odżywczych, takich jak azot, i zapoczątkować powstawanie wad fizjologicznych. Uprawa ziemniaków na glebach piaszczystych może szczególnie sprzyjać występowaniu RPM i nasilać się wraz z postępem sezonu wegetacyjnego.

Na problem temperatury gleby w okresie tuberyzacji i początkowego wzrostu bulw zwracają także uwagę Pietraszko i inni (2015). Według ich badań temperatury gleby w przedziale 20,8-25,8°C sprzyjają występowaniu RPM. Lutomirska (1998) właśnie temperatury gleby w okresie wiązania bulw i ich wczesnego rozwoju uważa za główny czynnik środowiskowy sprzyjający występowaniu RPM. Błędy popełniane podczas sadzenia i formowania redlin (zbyt płytkie zakrycie bulw) także sprzyjają występowaniu RPM, zwłaszcza przy wysokich temperaturach w okresie zamierania naci (Stevenson i in. 2001). Za przyczynę występowania tej wady uważa się również niewystarczające przyswajanie wapna przez roślinę lub jego niedobór w bulwach (Internal rust spot, Internal Brown spot 2018).



Fot. 5. Objawy rdzawej plamistości miąższu (RPM)

Objawy występują wewnątrz bulwy i są zauważalne po jej przekrojeniu. W miąższu tworzą się nieregularnie rozmieszczone obszary martwicze barwy rdzawej lub ciemnobrunatnej (Poradnik sygnalizatora... 2016). Obszary te tworzą się najczęściej wewnątrz pierścienia wiązek naczyniowych (fot. 5-6). Rdzawa plamistość miąższu może być mylona z objawami wywołanymi przez wirus nekrotycznej kędzierzawki tytoniu (TRV, Tobacco rattle virus) – (fot. 7abc). Ta wada wewnętrzna jest czasami także mylnie rozpoznawana jako objawy zarazy ziemniaka na bulwach (fot. 8ab). Jednak w odróżnieniu od rdzawej plamistości na bulwach porażonych przez zarazę tu widoczne są rdzawe nacieki nieregularnie sięgające od brzegu bulwy do jej wnętrza.



Fot. 6. Silne objawy rdzawej plamistości miąższu

Zapobieganie występowaniu rdzawej plamistości miąższu obejmuje:

- uprawę odmian o podwyższonej odporności (tab. 2);
- unikanie uprawy na glebach piaszczystych i gliniastych o nieuregulowanych stężeniach wodnych;

- sadzenie bulw w terminie optymalnym dla danego rejonu, tak aby uniknąć stresu temperaturowego;
- staranne formowanie redlin;
- nawadnianie plantacji w okresach suszy;
- zaopatrzenie gleby w wapno przyswajalne dla roślin (Rębarz 2018b);
- unikanie zbioru przy wysokich temperaturach gleby.

Tabela 2

## Odporność odmian ziemniaka na rdzawą plamistość miąższu

Odporność (skala 5-stopniowa)	Przydatność	Odmiany
Podatne (1-2)	jadalne	Fresco, Justa, Aruba, Bellarosa, Carrera, Latona, Irga, Sante
	skrobia	Glada, Harpun, Jasia, Skawa
Średnio podatne (3-4)	jadalne	Berber, Impala, Ingrid, Irys, Lord, Miłek, Altesse, Bila, Bohun, Gwiazda, Ignacy, Innovator, Owacja, Vineta, Almera, Asterix, Cekin, Dali, Ditta, Etiuda, Finezja, Folva, Laskara, Lech, Mazur, Orchestra, Sagitta, Satina, Tajfun, Victoria, Fianna, Jelly
	skrobia	Cedron, Boryna, Kaszub, Kuba, Mieszko, Pasat, Rumpel, Szyper, Zuzanna, Amarant, Ikar, Pasja Pomorska, Hinga, Inwestor, Kuras, Rudawa
Odporne (5)	jadalne	Denar, Riviera, Viviana, Augusta, Madeleine, Magnolia, Michalina, Honorata, Jurek, Malaga, Oberon, Bryza
	skrobia	Jubilat, Bzura, Pokusa

Źródło: Nowacki i inni 2018



Fot. 7abc. Porównanie objawów RPM (zdjęcie z lewej) i objawów TRV (zdjęcia z prawej)



Fot. 8ab. Porównanie objawów rdzawej plamistości bulw (zdjęcie z lewej) i zarazy ziemniaka (zdjęcie z prawej)

### Literatura

1. Baritelle A., Hyde G., Thornton R., Bajema R. 2000. A classification system for impact-related defects in potato tubers. – Am. J. Potato Res. 7: 143-148;
2. Charakterystyka Krajowego Rejestru Odmian Ziemniaka. 2018. Red. nauk. W. Nowacki Wyd. XXI. IHAR-PIB Oddz. Jadwisin: 41 s.;
3. Diagnosing tuber abnormalities in Western Oregon and Washington. Oregon State Univ. Extension Service and western Region Sustainable Agriculture Research and Education. ([www.ir.library.oregonstate.edu](http://www.ir.library.oregonstate.edu)). <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8948.pdf> [dostęp 2.09.2021];
4. Disorders – Brown Center and Hollow Heart. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS19700.pdf> [dostęp 1.09.2021];
5. Dzwonkowski W., Szczepaniak I., Zdziarska T. 2019. Popyt na ziemniaki. [W:] Rynek Ziemniaka. Stan i perspektywy. Red. nauk. W. Dzwonkowski. IERiGŻ-PIB Warszawa 46: 20-26;
6. Internal rust spot, internal brown spot. 2018. <http://ephytia.inra.fr/en/C/21138/Potato-Internal-rust-spot-internal-brown-spot> [dostęp 1.09.2021];
7. Lutomirska B. 1998. Wpływ temperatury gleby i opadów w okresie wegetacji na występowanie niektórych wad miąższu bulw ziemniaka. [W:] Ekofizjologiczne aspekty reakcji roślin na działanie abiotycznych czynników stresowych. Wyd. PAN Kraków: 231-233;
8. Łabędzki L., Bąk B., Liszewska M. 2013. Wpływ przewidywanej zmiany klimatu na zapotrzebowanie ziemniaka późnego na wodę. – Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich 2(1): 155-165;
9. Nowacki W. 2006. Straty plonu handlowego ziemniaków powodowane przez choroby i szkodniki w 2005 roku. – Prog. Plant. Prot. 46(1): 193-201;
10. Olesen J. E., Trnka M., Kersebaum K. C., Skjelvag A. O., Seguin B., Peltonen-Sainio P., Rossi F., Kozyra J., Micale F. 2011. Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. – Europ. J. Agronomy 34: 96-112;
11. Pietraszko M., Jankowska J., Lutomirska B. 2015. Genotypowa i środowiskowa zmienność występowania wad miąższu bulw w plonie rodów hodowlanych ziemniaka. – Frag. Agron. 32(3): 73-78;
12. Poradnik sygnalizatora ochrony ziemniaka. 2016. Choroby powodowane przez czynniki nieinfekcyjne. Opr. zbior. pod red. A. Wójtowicza i M. Mrówczyńskiego. IOR-PIB Poznań: 96-112;
13. Rębarz K. 2018a. Brunatna pustowatość bulw. [W:] Ziemniak. Identyfikacja agrofagów oraz niedoborów pokarmowych. Agro Wydawnictwo Suchy Las: 206;
14. Rębarz K. 2018b. Rdzawa plamistość bulw ziemniaka. [W:] Ziemniak. Identyfikacja agrofagów oraz niedoborów pokarmowych. Agro Wydawnictwo Suchy Las: 208-209;
15. Selman L., Andrews N., Stone A., Mosley A. 2008. What's wrong with my potato tubers? Diagnosing tuber abnormalities in Western Oregon and Washington. Oregon State Univ. Extension Service and western Region Sustainable Agriculture Research and Education. ([www.ir.library.oregonstate.edu](http://www.ir.library.oregonstate.edu)). <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em8948.pdf> [dostęp 2.09.2021];
16. Stevenson, W. R., Loria R., Franc G. D., Weingartner D. P. 2001. Physiological Disorders of Tubers: Internal Symptoms. [In:] Compendium of Potato Diseases (2nd ed.) St. Paul, MN: Am. Phytopath. Soc. USDA. 1978. United States Standards for Grades of Potatoes for Chipping. <http://www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5050437>. [dostęp 1.09.2021];
17. Storey R. M. J., Davies H. V. 1992. Tuber quality. In the potato crop. Harris P. M. (ed.). Chapman & Hall: 517-520;
18. van Loon K., Hammink H. 2016. Objawy i deformacje bulw ziemniaka. [W:] Sygnały ziemniaka. Praktyczny przewodnik udanej uprawy ziemniaków. Roodbont Publ. B.V.: 88-91;
19. Wale S., Platt H. W., Cattlin N. 2008. Hollow heart. [W:] Diseases, pests and disorders of potatoes. Manson Publ. Ltd: 164-165;
20. Zimmerman-Gries S. 1964. The occurrence of

potato heat-necrosis symptoms in Israel and the use of affected tubers as seed. – *Europ. Potato J.* 7: 112-118; **21. Zotarelli L., Hutchinson Ch.M., Byrd S., Gergela D., Rowland D. 2018.** Potato Physiological Disorders – Brown Center and Hollow Heart. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS19700.pdf> [dostęp 1.09.2021]; **22. Zo-**

**tarelli L., Worthington Ch. M., Hutchinson Ch. M., Byrd S., Gergela D., Rowland D. 2012.** Potato Physiological Disorders – Internal Heat Necrosis. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS39500.pdf> [dostęp 27.08.2021]



