

Effect of selected preparations used in vegetation period on occurrence of potato tubers rot during the storage

Wpływ wybranych preparatów stosowanych w okresie wegetacji ziemniaka na występowanie zgnilizn bulw podczas ich przechowywania

Halina Kurzawińska, Stanisław Mazur

Summary

The aim of two year studies (2009–2010) was to evaluate the effect of selected preparations contain: chitosan (Biochikol 020 PC), extract of grapefruit (Grevit 200 SL), orange oil (Prev-AM 060 SL) applied during the vegetation period on tubers' infection with *Fusarium* spp. (dry rot) and *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (soft rot) during the storage. As a standard the fungicide contain dimethomorph + mancozeb (Acrobat MZ 69 WG) was used. After the harvest 100 potato tubers were randomly sampled from each plot for the storage. The observations on tubers' infection with *Fusarium* spp. and *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* were done directly after harvesting and successively every three months during the storage period. On the basis of obtained results it was stated that the tested preparations applied during potato vegetation reduced the percentage of tubers infected with *Fusarium* spp. and *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* as compared to the control (untreated potato plots).

Key words: potato, biotechnical preparations, dry rot, soft rot

Streszczenie

W dwuletnich badaniach (2009–2010) oceniano wpływ wybranych preparatów zawierających: chitozan (Biochikol 020 PC), wyciąg z grejpfruta (Grevit 200 SL), olej z pomarańczy (Prev-AM 060 SL) stosowanych w okresie wegetacji ziemniaka na porażenie przechowywanych bulw przez *Fusarium* spp. (powodujący suchą zgniliznę) i *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (mokrą zgniliznę). Jako preparat standardowy stosowano fungicyd zawierający dimetomorf + mankozeb (Acrobat MZ 69 WG). Po zbiorze plonu pobierano losowo po 100 bulw z każdego poletka i umieszczano je w przechowalni. Analizy porażenia bulw przez *Fusarium* spp. i *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* wykonywano po zbiorze, następnie w czasie przechowywania co 3 miesiące. Na podstawie otrzymanych wyników badań stwierdzono, że stosowane w okresie wegetacji ziemniaka preparaty wpłynęły na niższe (w stosunku do kontroli) procentowe porażenie bulw przez *Fusarium* spp. i *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*.

Słowa kluczowe: ziemniak, preparaty, sucha zgnilizna, mokra zgnilizna

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Katedra Ochrony Roślin
Al. 29 Listopada 54, 31-425 Kraków
h.kurzawinska@ogr.ur.krakow.pl

Wstęp / Introduction

Ziemniak atakowany jest przez wiele agrofagów, między innymi przez patogeny wywołujące choroby w ciągu całego okresu rozwoju, tj. od sadzenia poprzez sezon wegetacyjny, aż do momentu zbioru i przechowywania. Straty podczas przechowywania to: ubytki masy powstające na skutek procesów transpiracji i oddychania, ubytki wywołane procesem kiełkowania oraz straty masy w wyniku gnicia bulw (Sawicka 2004; Sowa-Niedziałkowska 2004). Na poziom tych strat wpływ wywierają: czas przechowywania, temperatura i wilgotność otaczającego powietrza, a także zabiegi agrotechniczne w okresie wegetacji, do których należą: system uprawy, termin sadzenia, nawożenie, stosowanie regulatorów wzrostu, pielęgnacja, ochrona roślin przed chorobami, termin i warunki zbioru oraz uwarunkowania genetyczne odmiany (Sawicka 1984; Sowa-Niedziałkowska 2000, 2004; Sawicka i Kuś 2001). Za najbardziej szkodliwe gospodarczo uważa się straty wywołane rozwojem chorób w czasie przechowywania, gdyż wpływają na wzrost ubytków masy bulw, obniżenie jakości konsumpcyjnej i pogorszenie wartości nasiennej sadzeniaków (Sowa-Niedziałkowska 2004). Dlatego, jak podaje Sawicka (2004), wskazane jest stosowanie w uprawie ziemniaka zabiegów zmniejszających infekcje bulw w polu takich, jak: zaprawianie bulw przed sadzeniem, opryskiwanie plantacji przed *Phytophthora infestans* i *Alternaria solani* oraz wcześniejsze niszczenie naci przed zbiorem.

Do najważniejszych agrofagów ziemniaka należy sprawca zarazy ziemniaka – *P. infestans* Mont. de Bary. Bulwy porażone przez tego patogena są bardziej podatne na infekcje przez inne patogeny okresu przechowywania, szczególnie *Fusarium* spp. i *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* (Kurzawińska 2010). *Fusarium* spp. są sprawcą suchej zgnilizny ziemniaka – powodują uszkodzenia miąższu bulw, które w efekcie końcowym kurczą się, wysychają i rozpadają. Jak podaje Gawińska-Urbaniowicz (2007) ubytki powodowane przez te grzyby uzależnione są od ilości uszkodzeń mechanicznych powstałych podczas zbioru i transportu, stopnia dojrzałości bulw oraz odmiany. *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* jest sprawcą czarnej nóżki, jednej z groźniejszych chorób ziemniaka, której pierwsze objawy można zauważyć już w początkowym okresie wegetacji. W następstwie czarnej nóżki na bulwach ziemniaka występuje mokra zgnilizna. Na powierzchni porażonych bulw tworzą się ciemno-brunatne plamy, pod którymi miąższ ulega rozmiękczeniu i rozpadowi. *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* może powodować bardzo duże straty w okresie przechowywania. Występowaniu suchej i mokrej zgnilizny sprzyjają dodatkowo uszkodzenia mechaniczne bulw w czasie zbioru, a także porażenie przez inne patogeny, np.: *P. infestans* (Gawińska-Urbaniowicz 2000). W związku z ograniczaniem przez Unię Europejską ilości syntetycznych środków ochrony roślin, które można wykorzystać do ochrony ziemniaka przed agrofagami, należy poszukiwać nowych substancji, które będą zwalczały najważniejsze choroby, a także będą spełniały unijne wymogi dotyczące ekotoksykologii. Dotychczasowe badania potwierdzają, że profilaktyczne stosowanie środków biologicznych ogranicza

nie tylko porażenie naci ziemniaka przez gospodarczo ważne patogeny, ale także wpływa na ograniczenie porażenia przechowywanych bulw (Kurzawińska i Mazur 2009, 2010).

Celem pracy była ocena wpływu kilkukrotnego opryskiwania roślin w okresie wegetacji 2009–2010 preparatami zawierającymi jako substancje aktywne: chitozan (Biochikol 020 PC), wyciąg z grejpfruta (Grevit 200 SL), olej z pomarańczy (Prev-AM 060 SL) na porażenie przechowywanych bulw przez *Fusarium* spp. i *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Stosowanym środkiem porównawczym był fungicyd zawierający dimetomorf + mankozeb (Acrobat MZ 69 WG).

Materiały i metody / Materials and methods

W latach 2009–2010 w Stacji Doświadczalnej Katedry Ochrony Roślin Uniwersytetu Rolniczego Kraków-Mydlniki, przeprowadzono doświadczenia polowe na glebie brunatnej właściwej. Badania wykonano na odmianie Vineta N, której liście są bardzo podatne, a bulwy dość podatne na zarazę ziemniaka. Na uszkodzenia mechaniczne średnio odporna. Odmiana ta charakteryzuje się bardzo dobrą trwałością przechowalniczą (Chotkowski i wsp. 1999). Jesienią stosowano obornik w dawce 300 q/ha, superfosfat potrójny (80 kg/ha) oraz sól potasową (170 kg/ha). Wiosną przed sadzeniem, zastosowano saletrzak w ilości 200 kg/ha. Po obredleniu wykonano jedno opryskiwanie herbicydem Sencor 70 WG (0,75 kg/ha). Przed założeniem doświadczenia wykonano analizę procentowego porażenia sadzeniaków przez *P. infestans*, *Fusarium* spp. i *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (100 bulw w czterech powtórzeniach). Doświadczenia zakładano w trzeciej dekadzie kwietnia w rozstawie 67,5 × 35 cm, metodą losowanych bloków, w czterech powtórzeniach, w następujących kombinacjach: 1 – kontrola bez ochrony chemicznej w okresie wegetacji; 2 – rośliny ziemniaka opryskiwane preparatem Biochikol 020 PC w stężeniu 2%; 3 – rośliny ziemniaka opryskiwane preparatem Grevit 200 SL w stężeniu 0,2%; 4 – rośliny ziemniaka opryskiwane preparatem Prev-AM 060 SL w stężeniu 0,4%; 5 – rośliny ziemniaka opryskiwane preparatem standardowym Acrobat MZ 69 WG w dawce 2,5 kg/ha. W każdym roku wykonano po 7 zabiegów. Pierwsze opryskiwanie wymienionymi środkami wykonano w momencie wystąpienia pierwszych objawów alternariozy na roślinach, następne co 10–14 dni w zależności od przebiegu warunków meteorologicznych. Zabiegi pielęgnacyjne stosowano zgodnie z wymogami poprawnej agrotechniki.

Po zbiorze plonu pobierano losowo po 100 bulw z każdego poletka i umieszczano je w przechowalni, gdzie temperatura wynosiła 5–6°C, przy wilgotności względnej powietrza 80–85%. Bezpośrednio po zbiorze plonu (wrzesień), a następnie w czasie przechowywania, co 3 miesiące (grudzień, marzec) wykonywano analizy porażenia bulw przez *Fusarium* spp. i *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*. Oparto je na określeniu procentowego udziału chorych bulw w pobranej próbie. Otrzymane wyniki badań poddano obliczeniom statystycznym metodą

analizy wariancji. Istotność różnic między kombinacjami oceniano na podstawie wielokrotnego testu Duncana przy $p = 0,05$.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Wyniki analiz zdrowotności sadzeniaków ziemniaka (tab. 1) wskazują na stosunkowo małe ich porażenie za-równo przez *P. infestans* (1,7%), jak i *Fusarium* spp. (1,9%) oraz przez *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (1,2%).

Porażenie bulw przez grzyby rodzaju *Fusarium* (*F. sulphureum* i *F. coeruleum*) bezpośrednio po zbiorze plonu (wrzesień) było najwyższe w kombinacji kontrolnej – 11,0%, najniższe w kombinacji z zastosowaniem chemicznego preparatu standardowego – 5,6% (tab. 3). Również najwyższe porażenie bulw przez *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* w terminie wrześniowym było w kontroli – 7,9%, a najniższe w kombinacji, w której stosowano fungicyd – 4,0% (tab. 4). Zdaniem Kapsy (2006) chemiczna ochrona ziemniaka przed groźnymi patogenami jest jednym z ważnych elementów wpływających na zwiększenie dobrego jakościowo plonu. Acrobat MZ 69 WG jako fungicyd o działaniu wgłębnym (działającym w kilku warstwach komórek w głąb) najlepiej hamował rozwój *Fusarium* spp. i *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* na bulwach ziemniaka.

Przebieg pogody w okresie wegetacji poszczególnych lat badań okazał się zróżnicowany (tab. 2). Miesiące – maj, czerwiec i lipiec 2009 roku charakteryzowały się dużą ilością opadów. Z kolei sierpień i wrzesień tego roku były stosunkowo suche. Okres przechowalniczy 2009/2010 poprzedzony suszą w sierpniu i wrześniu, nie sprzyjał występowaniu mokrej zgnilizny. Procentowe porażenie bulw przez patogeny powodujące suchą i mokrą zgniliznę było stosunkowo małe. Natomiast suma opadów w maju 2010 była bardzo duża – 302,4; w czerwcu – 51,6; w lipcu – 112,4; w sierpniu – 138,2; we wrześniu – 51,2 mm (tab. 2). Warunki okresu wegetacji, poprzedzające przechowywanie wywarły znamienny wpływ na duże procentowe porażenie bulw przez patogeny powodujące suchą i mokrą zgniliznę (tab. 3, 4).

Jednym z najbardziej istotnych elementów określających skuteczność ochrony przed zarazą ziemniaka jest zdrowotność przechowywanych bulw. Zdaniem Kapsy i Osowskiego (1997) zastosowanie chemicznej ochrony przed tym patogenem przyczynia się do zmniejszenia porażenia bulw sprawcami chorób przechował niczych. Wyniki badań Sawickiej (2004) nie wykazały istotnego wpływu ochrony przed *P. infestans* na ten rodzaj strat. Według autorki duży wpływ na poziom ubytków i strat w czasie przechowywania wywarły właściwości odpornościowe badanych odmian ziemniaka.

W czasie przechowywania ziemniaka wzrósł procent bulw porażonych przez patogeny suchej i mokrej zgnilizny

Tabela 1. Zdrowotność sadzeniaków użytych w doświadczeniach
Table 1. Healthiness of tubers used in the experiment

Choroba – Disease	Bulwy chore – Infected tubers [%]		Średnia z lat Mean for years
	2009	2010	
Zaraza ziemniaka – <i>Phytophthora infestans</i>	1,6	1,8	1,7
Sucha zgnilizna – <i>Fusarium</i> spp.	2,0	1,8	1,9
Mokra zgnilizna – <i>Pectobacterium carotovorum</i> subsp. <i>carotovorum</i>	1,0	1,4	1,2

Tabela 2. Średnie temperatury i sumy opadów w okresie wegetacji w latach 2009–2010
Table 2. Average temperatures and rainfall sums during the vegetation period in 2009–2010

Rok Year	Miesiąc – Month	Średnia temperatura powietrza Average air temperature [°C]				Suma opadów – Rainfall sum [mm]			
		dekadowa – for decade			miesięczna monthly	dekadowa – for decade			miesięczna monthly
		I	II	III		I	II	III	
2009	maj – May	12,9	13,1	13,6	13,2	0,2	58,4	65,3	123,9
	czerwiec – Juni	13,7	15,3	17,9	15,6	31,0	62,6	121,6	215,2
	lipiec – Juli	19,4	19,2	19,4	19,3	61,5	45,3	40,3	147,1
	sierpień – August	19,3	18,4	17,3	18,3	1,3	12,3	56,6	59,8
	wrzesień – September	15,8	14,1	13,5	14,5	22,6	16,5	3,0	42,1
2010	maj – May	12,7	10,9	14,5	12,7	79,4	188,0	35,0	302,4
	czerwiec – Juni	18,6	17,9	16,9	17,8	1,6	28,0	22,0	51,6
	lipiec – Juli	19,8	23,6	21,3	21,6	8,6	31,6	72,2	112,4
	sierpień – August	19,9	19,6	18,6	19,4	27,8	38,0	72,4	138,2
	wrzesień – September	11,7	13,4	12,1	12,4	49,6	0,4	1,2	51,2

Tabela 3. Wpływ badanych preparatów na procentowe porażenie bulw ziemniaka przez *Fusarium* spp. (średnia z 2 lat)
Table 3. Influence of preparations tested on the percentage infestation of potato bulbs by *Fusarium* spp. (mean for 2 years)

Kombinacja – Treatment	Termin analizy Term of analysis		
	wrzesień – September	grudzień – December	marzec – March
Kontrola – Control (untreated)	11,0 d	14,0 e	17,3 e
Chitozan – Chitosan	8,6 c	9,9 c	12,4 c
Ekstrakt z grejpfruta – Extract of grapefruit	6,8 b	7,9 b	9,8 b
Olej z pomarańczy – Orange oil	9,1 c	11,3 d	14,0 d
Dimetomorf + mankozeb Dimethomorf + mankozeb	5,6 a	7,0 a	8,6 a

Średnie w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie według wielokrotnego testu Duncana przy $p = 0,05$
Means within the same columns followed by the same letter are not significantly different according to multiple range Duncan's test at $p = 0.05$

Tabela 4. Wpływ badanych preparatów na procentowe porażenie bulw ziemniaka przez *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (średnia z 2 lat)
Table 4. Influence of tested preparations on the percentage of potato bulb infection with *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* (mean for 2 years)

Kombinacja – Treatment	Termin analizy Date of analysis		
	wrzesień – September	grudzień – December	marzec – March
Kontrola – Control (untreated)	7,9 c	10,5 d	15,5 d
Chitozan – Chitosan	6,1 b	8,1 bc	12,5 bc
Ekstrakt z grejpfruta – Extract of grapefruit	5,9 b	7,8 b	12,0 b
Olej z pomarańczy – Orange oil	6,4 b	8,6 c	13,0 c
Dimetomorf + mankozeb – Dimethomorf + mankozeb	4,0 a	5,9 a	8,3 a

Wartości w kolumnach oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie według wielokrotnego testu Duncana przy $p = 0,05$
Means within the same columns followed by the same letter are not significantly different according to multiple range Duncan's test at $p = 0.05$

(tab. 3, 4). Wyniki te są zgodne z wcześniejszymi doniesieniami (Kurzawińska 2001), a także badaniami Boli-głowy i Gleń (2002). Zdaniem Sowy-Niedziałkowskiej (2004) elementem trwałości przechowalniczej o bardzo dużym znaczeniu gospodarczym są straty spowodowane porażeniem miąższu bulw patogenami. To właśnie straty wywoływane rozwojem chorób decydują w głównej mierze o przydatności odmiany do długotrwałego magazynowania, a ponadto wpływają na pogorszenie jakości konsumpcyjnej i wartości nasiennej sadzeniaków. Największe znaczenie mają następujące choroby ujawniające się w okresie przechowywania: zaraza ziemniaka, sucha i mokra zgnilizna, ponadto fomoza i alternarioza (Carnegie i wsp. 2001; Kushalappa i Zulfiqar 2001).

Przeprowadzone obliczenia statystyczne wykazały, że procent bulw porażonych przez *Fusarium* spp. i *P. carotovorum* subsp. *carotovorum* w kombinacjach z zastosowaniem badanych preparatów we wszystkich terminach analiz był istotnie niższy niż w kontroli (tab. 3, 4). Na podstawie wyników z dwuletnich badań stwierdzono korzystny wpływ siedmiokrotnego opryskiwania roślin ziemniaka badanymi preparatami na ograniczenie występowania zarówno suchej, jak i mokrej zgnilizny na przechowywanych bulwach. Jednak stosowanie tych preparatów z większą częstotliwością niewątpliwie podnosi

koszty ochrony. Według Orlikowskiego i wsp. (2002) ekstrakty z nasion i miąższu grejpfruta charakteryzują się działaniem grzybobójczym i bakteriobójczym. Oprócz bezpośredniego działania na liczne patogeny wzmacniają one system odpornościowy traktowanej rośliny. Chitozan i jego polimery są zdolne do działania jako elicytory indukujące działanie chitynazy w różnych tkankach rośliny. Jego wpływ na roślinę objawia się między innymi wzbudzeniem reakcji obronnych (Pospieszny 1997).

Wnioski / Conclusions

1. Wszystkie stosowane preparaty wpłynęły na istotnie niższe (w stosunku do kontroli) procentowe porażenie bulw zarówno przez *Fusarium* spp., jak i *P. carotovorum* subsp. *carotovorum*.
2. Preparat oparty na wyciągu z grejpfruta (Grevit 200 SL) najlepiej wpłynął na ograniczenie porażenia przechowywanych bulw przez wyżej wymienione patogeny.

Badania prowadzono w ramach projektu badawczego N N 310 148 637

Literatura / References

- Boligłowa E., Gleń K. 2002. Choroby przechowalnicze bulw ziemniaka w zależności od rodzaju nawożenia organicznego i sposobu uprawy roli. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 42 (2): 875–878.
- Carnegie S.F., Cameron A.M., Haddon P. 2001. The effect of date of haulm destruction and harvest on the development of dry rot caused by *Fusarium solani* var. *coeruleum* on potato tubers. *Ann. Appl. Biol.* 139: 209–216.
- Chotkowski J., Komorowska-Jędrys J., Rembeza J., Wróbel S. 1999. Polski Katalog Odmian Ziemniaka. IHAR, Bonin: 184–185.
- Gawińska-Urbanowicz H. 2000. Czarna nóżka i mokra zgnilizna *Erwinia* sp. w uprawach ziemniaka w ostatnich latach. s. 33–37. W: Konferencja „Ochrona ziemniaka”. IHAR – Oddział Bonin, Kołobrzeg, 4–5 kwietnia 2000, 98 ss.
- Gawińska-Urbanowicz H. 2007. Reakcja wybranych odmian ziemniaka na suchą zgniliznę (*Fusarium* sp.) w warunkach polowych i laboratoryjnych. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 47 (2): 89–93.
- Kapsa J. 2006. Wpływ nowoczesnych elementów ochrony na skuteczność bezpośredniego zwalczania groźnych patogenów ziemniaka. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 46 (1): 366–374.
- Kapsa J., Osowski J. 1997. Skuteczność zwalczania zarazy ziemniaka z uwzględnieniem aspektów ochrony środowiska i czynników ekologicznych. s. 54–59. W: Materiały Konferencji Naukowej: „Ochrona ziemniaka”. Kołobrzeg, 9–10 kwietnia 1997, 97 ss.
- Kushalappa A.C., Zulfiqar M. 2001. Effect of wet incubation time and temperature on infection and of storage time and temperature on soft rot lesion expansion in potatoes inoculated with *Erwinia carotovora* ssp. *carotovora*. *Potato Res.* 44: 233–242.
- Kurzawińska H. 2001. Wpływ wybranych fungicydów stosowanych w ochronie ziemniaka przed zarazą na zdrowotność bulw w okresie przechowywania. *Acta Agraria et Silvicultura* 39: 85–93.
- Kurzawińska H. 2010. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. s. 75–79. W: „Kompendium Symptomów Chorób Roślin oraz Morfologii ich Sprawców *Phytophthora*”. Z. 8 (M. Rataj-Guranowska, red.). Bogucki Wyd. Nauk., Poznań, 84 ss.
- Kurzawińska H., Mazur S. 2009. The evaluation of *Pythium oligandrum* and chitosan in control of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary on potato plants. *Folia Hort.* 21 (2): 13–23.
- Kurzawińska H., Mazur S. 2010. Preparaty biotechniczne stosowane w okresie wegetacji ziemniaka a występowanie grzybowych chorób skórki bulw. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 50 (4): 2039–2043.
- Orlikowski L.B., Skrzypczak Cz., Wojdyła A., Jaworska-Marosz A. 2002. Wyciągi roślinne i mikroorganizmy w ochronie roślin przed chorobami. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 387 (82): 19–32.
- Pospieszny H. 1997. Niektóre aspekty stosowania chitozanu w ochronie roślin. *Prog. Plant Prot./Post. Ochr. Roślin* 37 (1): 306–309.
- Sawicka B. 1984. Czynniki warunkujące trwałość przechowalniczą bulw 4 odmian ziemniaka. *Biul. Inst. Ziemn.* 31: 71–82.
- Sawicka B. 2004. Wpływ ochrony przeciwko zarazie ziemniaka na trwałość przechowalniczą bulw czterech skrobiowych odmian ziemniaka. *Biul. IHAR* 232: 207–218.
- Sawicka B., Kuś J. 2001. Trwałość przechowalnicza odmian ziemniaka w zależności od systemu produkcji. *Zesz. Nauk. AR Kraków* 76: 153–159.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2000. Wpływ warunków wzrostu roślin i magazynowania bulw odmian jadalnych ziemniaka na ich trwałość przechowalniczą. *Biul. IHAR* 213: 225–232.
- Sowa-Niedziałkowska G. 2004. Określenie strat przechowalniczych nowych odmian ziemniaka. *Biul. IHAR* 232: 249–258.