

Received: 27.02.2020 / Accepted: 22.04.2020

The influence of various products used during growing season on head cabbage health after of long-term storage

Wpływ różnych preparatów stosowanych w okresie wegetacji na zdrowotność główek kapusty głowiastej po okresie długotrwałego ich przechowywania

Agnieszka Włodarek*, Ewa Badetek

Summary

The aim of the this study was to examine the effect of the pre-harvest protection of head cabbage using products containing: calcium + nanoparticles of silver, silver chitosan, foliar fertilizer containing P_2O_5 , Mg, CaO, trifloxystrobin + tebukonazol, and piraclostrobin + boskalid to limit grey mould and examine the quality of heads after long-term storage. The studies were conducted in 2014/2015 and 2015/2016 at the Research Institute of Horticulture in Skierniewice. Cabbage was protected throughout the vegetation season and the last spraying was done 7 days before harvest. Cabbage heads were stored for 5 months in cool room at 0°C and relative humidity 90–95%. The infection by *Botrytis cinerea* was natural. Most of the tested substances gave a positive influence on health and quality of stored cabbage heads. The best effectiveness against grey mould after long term storage showed conventional products containing: piraclostrobin + boskalid and trifloxystrobin + tebukonazol but other products showed variable efficiency.

Key words: head cabbage, *Botrytis cinerea*, pre-harvest treatment, long-term storage

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu przedzbiorowej ochrony kapusty głowiastej z wykorzystaniem środków zawierających: wapń + nanocząsteczki srebra, chitozan srebra, nawozów dolistnych zawierających P_2O_5 , Mg, CaO i trifloksystrobinę + tebukonazol oraz piraklostrobinę + boskalid na ograniczenie szarej pleśni oraz jakość główek po okresie ich długotrwałego przechowywania. Doświadczenia prowadzone były w latach 2014/2015 i 2015/2016 w Instytucie Ogrodnictwa w Skierniewicach. Kapustę chroniono w okresie wegetacji, a ostatni zabieg ochrony wykonano 7 dni przed zbiorem. Główki kapusty były przechowywane w chłodni przez 5 miesięcy w temperaturze 0°C i wilgotności względnej 90–95%. Infekcja *Botrytis cinerea* była naturalna. Większość testowanych środków wykazała pozytywny wpływ na zdrowotność i jakość przechowywanych główek kapusty. Najwyższą efektywność w ograniczaniu szarej pleśni po okresie długotrwałego przechowywania wykazały preparaty konwencjonalne zawierające: piraklostrobinę + boskalid i trifloksystrobinę + tebukonazol, natomiast pozostałe środki odznaczały się zróżnicowaną skutecznością.

Słowa kluczowe: kapusta głowiasta, *Botrytis cinerea*, ochrona przedzbiorcza, długotrwałe przechowywanie

Instytut Ogrodnictwa
Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
*corresponding author: agnieszka.wlodarek@inhort.pl
ORCID: 0000-0001-6501-9317

Wstęp / Introduction

Kapusta głowiasta (*Brassica oleracea* var. *capitata* f. *alba*) należy do warzyw kapustowatych powszechnie uprawianych w Polsce. Jest bogatym źródłem witaminy C, soli potasu, wapnia, magnezu i żelaza oraz witamin (B1, B2, B6, E, H, K, U), a także fitoncydów – naturalnych substancji wydzielanych przez rośliny wyższe, hamujących rozwój mikroorganizmów chorobotwórczych. Jest to dwuletnia roślina, która w pierwszym roku uprawy tworzy część jadalną tzw. „głowę” – skrócony pęd ze zwiniętymi, dużymi liśćmi, a w drugim roku tworzy pędy nasienne z owocami w postaci łuszczyn. Jej areał w Polsce w 2018 roku wynosił blisko 19,5 tysiąca ha. W celu uzyskania zdrowych i jakościowo dobrych główek kapusty po okresie przechowywania, należy uwzględnić wiele czynników: dobór właściwej odmiany przydatnej do długotrwałego przechowywania, prawidłową ochronę plantacji przed agrofagami w okresie wegetacji, właściwe nawożenie i nawadnianie plantacji, jak również przestrzeganie optymalnego terminu zbioru (Adamicki i Czerko 2002; Adamicki i wsp. 2005). Na parametry fazy dojrzałości zbiorczej składają się: właściwy kształt, wielkość i waga (Agblor i Waterer 2001). Do przechowania należy przeznaczać główki zdrowe, zbite, z głębem przyciętym na wysokość 2–3 cm i bez uszkodzeń mechanicznych. Po zbiorze roślin wymagane jest ich szybkie schłodzenie w celu zachowania wysokiej zdrowotności i w efekcie ograniczenia strat. Temperatura powietrza 0°C i wilgotność względna 90–95% są optymalne dla przechowywania główek. W takich warunkach kapustę można przechowywać przez okres 6–8 miesięcy (Adamicki i Czerko 2002). Wiele czynników wpływa na zdrowotność główek kapusty w okresie długotrwałego przechowania, jednak największe zagrożenie stwarza polifagiczny grzyb – *Botrytis cinerea* Pers. sprawca szarej pleśni (Geeson i Browne 1980). Patogen ten może być powodem wysokich strat poprzez obniżenie jakości i wielkości plonu handlowego (Robak i wsp. 2007; Survilienė i wsp. 2010; Osher i wsp. 2018).

Obowiązujące od 1 stycznia 2014 roku zasady integrowanej ochrony roślin nakładają na wszystkich profesjonalnych użytkowników środków ochrony roślin konieczność stosowania m.in. alternatywnych metod ochrony opartych o środki niechemiczne, takich jak np. środki biologiczne, pochodzenia naturalnego, stymulatory odporności, wzrostu i rozwoju, a także nawozy (Lipa i Pruszyński 2010). W badaniach prowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa od wielu lat podejmowane są próby unowocześnienia przedzbiorczej ochrony kapusty głowiastej przed patogenami z wykorzystaniem środków przyjaznych środowisku i mogących korzystnie wpływać na zdrowotność główek w okresie przechowania. Związane jest to z obserwowanym od kilku lat stałym procesem uodparniania się agrofagów na stosowane substancje czynne fungicydów. W celu zapobiegania temu zjawisku należy podejmować próby wprowadzania do

ochrony środków o odmiennych mechanizmach działania na zwalczane patogeny (Zamojska i Malinowski 2012).

Dotychczasowe badania potwierdziły wysoką efektywność jedno- i dwuskładnikowych fungicydów z grup chemicznych – metoksyakrylany, chloronitryle, pirydynokarboksamidy i oksyminoacetaty: Amistar 250 SC, Amistar Opti 480 SC, Signum 33 WG, Zato 50 WG oraz środków pochodzenia naturalnego: Timorex Gold 24 EC, Grevit 200 SL i ekstraktu z truskawki, w ograniczaniu chorób powodowanych przez grzyby po okresie długotrwałego przechowania korzeni marchwi, selera, pietruszki, główek kapusty głowiastej i pekińskiej (Ostrowska i wsp. 2010a, b; Włodarek i wsp. 2013, 2015).

Przeprowadzone badania miały na celu określenie wpływu różnych środków stosowanych podczas wegetacji kapusty głowiastej na zdrowotność główek po okresie długotrwałego przechowywania. Założono, że środki te ograniczą nasilenie objawów szarej pleśni (*B. cinerea*), co wpłynie pozytywnie na jakość przechowywanych główek i zmniejszy straty plonu handlowego.

Materiały i metody / Materials and methods

Kapustę głowiastą do długotrwałego przechowania i oceny jej zdrowotności po 5-miesięcznym okresie przechowywania, uprawiano na polu doświadczalnym Instytutu Ogrodnictwa, w latach 2014 i 2015. W tym celu, rozsądę kapusty odmiany Jaguar F1 wysadzano na poletka o powierzchni 10 m² (EPPO PP/121(2) 2004) metodą losowanych bloków, w układzie jednoczynnikowym w czterech powtórzeniach. Rośliny wysadzano w rozstawie rzędów 50 cm i 50 cm w rzędzie (2 rośliny na metr bieżący rzędu), w fazie rozwojowej BBCH 13–14 (3–4 liście właściwe), w terminach: 6 czerwca 2014 i 3 czerwca 2015 roku. Do ochrony kapusty przed chwastami stosowano Devrinol 450 SC w dawce 2,5 l/ha, a w okresie wegetacji chwasty dodatkowo usuwano ręcznie. Wszystkie zabiegi ochrony i nawożenia roślin prowadzono zgodnie z zasadami agrotechnicznymi i dobrą praktyką ochrony roślin (Pruszyński i Wolny 2007). Przed sadzeniem rozsady wykonano analizę gleby pod kątem zawartości składników pokarmowych, a następnie nawożono pole według zaleceń nawozowych, stosując następujące nawożenie mineralne: 60 kg/ha N, 60 kg/ha P₂O₅ i 100 kg K₂O. Siedem tygodni po sadzeniu roślin wykonano nawożenie pogłównie nawozem azotowym (saletrzak) w dawce 60 kg/ha N. W obydwu latach wegetacji kapustę chroniono 2-krotnie przed szkodnikami insektycydami: Karate Zeon 050 SC w dawce 0,12 l/ha i Proteus 110 OD w dawce 0,75 l/ha.

W latach 2014 i 2015, w ochronie przed patogenami, w okresie wegetacji kapusty stosowano następujące preparaty: Viflo Cal S mający w składzie 6% wapnia w połączeniu z 25 ppm cząsteczkami nanosrebra, Fosfiron Mg za-

wierający 40% fosforu w formie P_2O_5 , 10% magnezu (Mg) i 0,5% wapnia (CaO), Viflo Chitosal Silver zawierający chitozan srebra oraz fungicydy konwencjonalne – Nativo 75 WG zawierający 50% tebukonazolu i 25% trifloksystrobiny oraz Signum 33 WG, mający w składzie mieszaninę boskalidu o zawartości 26,7% i piraklostrobiny o zawartości 6,7% w dawkach podanych w tabeli 1.

W okresie wegetacji kapusty, w latach 2014 i 2015, wykonano odpowiednio, 3 i 2 zabiegi badanymi środkami, w odstępach co 7–21 dni. Ostatnie zabiegi ochrony przed planowanym zbiorem i umieszczeniem główek kapusty w przechowalni dokonano: 8.10.2014 i 16.10.2015. Kontrolę stanowiły rośliny kapusty nawożone, ale niechronione w okresie wegetacji przy użyciu fungicydów. Technika opryskiwania była prowadzona zgodnie z normami EPPO PP 1/181(4) (2012). Kapustę zbierano w fazie dojrzałości zbiorczej w obydwu doświadczeniach 23 października, a podczas zbioru pobierano próby do przechowywania.

Zdrowe i nieuszkodzone główki kapusty transportowano do chłodni Instytutu Ogrodnictwa i składowano w drewnianych skrzyniopaletach, w których poszczególne kombinacje były oddzielone agrowłókniną. Doświadczenia w przechowalni założono w 3 powtórzeniach, każde po 20 główek.

Kapustę w obu sezonach (2014/2015 i 2015/2016) przechowywano przez okres 5 miesięcy, w temperaturze 0°C i wilgotności względnej 90–95%.

Po okresie przechowania określano nasilenie szarej pleśni szacując procent porażonej powierzchni główek kapusty w obiekcie według 8-stopniowej skali bonitacyjnej: 0° – brak objawów chorobowych, 1° – do 1% porażonej powierzchni, 2° – od 2 do 6% porażonej powierzchni, 3° – od 7 do 15% porażonej powierzchni, 4° – od 16 do 30% porażonej powierzchni, 5° – od 31 do 50% porażonej powierzchni, 6° – od 51 do 80% porażonej powierzchni, 7° – od 81 do 100% porażonej powierzchni (Sobolewski i Robak 2004). Główki kapusty sortowano na zdrowe główki handlowe i z objawami chorób. Masę kapusty handlowej określano po usunięciu liści zwiędłych, żółtych i zasiedlonych przez mikroorganizmy. Otrzymane wyniki opracowano statystycznie posługując się metodą analizy wariancji. Do oceny różnic między średnimi użyto testu Newmana-Keulsa, przyjmując poziom istotności 5%. Skuteczność badanych środków obliczono za pomocą wzoru Abbotta (Abbott 1925).

W celu weryfikacji sprawcy choroby, z porażonych główek kapusty pobrano skrawki liści wskazujące na obecność *B. cinerea*. Fragmenty wielkości 5 mm odkażano

Tabela 1. Ocena biologicznej skuteczności testowanych środków stosowanych w okresie wegetacji na zdrowotność główek kapusty głowiastej w sezonach przechowalniczych 2014/2015 i 2015/2016

Table 1. Evaluation of biological efficiency of tested products in pre-harvest protection of head cabbage on their health during storage seasons 2014/2015 and 2015/2016

Badane środki Treatments	Substancja czynna Active substance	Dawka środka Rate of product [l, kg/ha]	Szara pleśń – Grey mould <i>Botrytis cinerea</i>						Główki handlowe Marketable heads [%]		
			średni % porażonej powierzchni główek the average percentage of infected heads			skuteczność* effectiveness [%]			2014/ 2015 ¹	2015/ 2016 ²	średnia mean
			2014/ 2015 ¹	2015/ 2016 ²	średnia mean	2014/ 2015 ¹	2015/ 2016 ²	średnia mean			
Kontrola Check	–	–	23,2 a	14,4 a	18,8	–	–	–	52,3 a	57,9 a	55,1
Signum 33 WG	piraclostrobin + boskalid	1,0	2,5 d	4,0 c	3,25	89,2	97,2	93,2	78,2 a	51,9 a	65,1
Nativo 75 WG	trifloxystrobin + tebukonazol	0,36	6,6 c	3,7 c	5,15	71,6	74,3	72,95	61,7 a	54,2 a	58,0
Viflo Cal S	calcium + nanoparticles of silver	2,8	6,3 c	7,7 b	7,0	72,8	46,5	59,65	59,6 a	52,5 a	56,1
Viflo Chitosal Silver	silver chitosan	2,8	1,4 d	9,1 b	5,25	94,0	36,8	65,4	68,9 a	53,2 a	61,1
Fosfiron Mg	foliar fertilizer (P_2O_5 , Mg, CaO)	2,8	12,2 b	3,4 c	7,8	47,4	76,4	61,9	57,0 a	60,3 a	58,7

¹Okres przechowania: 23.10.2014–24.03.2015 – Storage period: 23.10.2014–24.03.2015

²Okres przechowania: 23.10.2015–31.03.2016 – Storage period: 23.10.2015–31.03.2016

Test Newmana-Keulsa dla $p = 0,05$ – Newman-Keul's test ($p = 0,05$)

Wartości liczbowe oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie przy $p = 0,05$ – Values in columns followed by the same letter are not significantly different ($p = 0,05$)

*Skuteczność obliczona według wzoru Abbotta – Efficacy of product calculated by Abbott's formula

w podchlorynie sodu i wykładano na szalki Petriego o średnicy 90 mm (po 20 sztuk) z pożywką ziemniaczano-glukozową (PDA – Potato Dextrose Agar). Po 72 godzinach hodowli w temperaturze 25°C, w ciemności, wyrastające fragmenty strzępek wokół wyłożonych części porażonych liści, przeszczepiano na skosy z PDA. Po 7 dniach inkubacji wybrano kultury reprezentacyjne, które następnie oznaczano do rodzaju i gatunku na podstawie ich cech morfologicznych (Kochman 1967; Marcinkowska 2003; Kryczyński i Weber 2011; Rataj-Guranowska i Pukacka 2012).

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Po 5-miesięcznym okresie przechowania, najwyższe nasilenie szarej pleśni, w obydwu doświadczeniach, odnotowano w obiektach kontrolnych (tab. 1), gdzie średni procent porażonej powierzchni główek wynosił 23,2% (po sezonie przechowalniczym 2014/2015) i 14,4% (po sezonie przechowalniczym 2015/2016). Niski procent porażenia uzyskano w kombinacjach, gdzie w okresie wegetacji stosowano środek zawierający piraklostrobinę i boskalid oraz preparat zawierający tebukonazol i trifloksystrobinę, odpowiednio 2,5 i 6,6% po okresie przechowania 2014/2015 oraz 4,0 i 3,7% po okresie przechowania 2015/2016. Środki te pozytywnie wpłynęły na plon handlowy główek po sezonie przechowalniczym 2014/2015. W kolejnym roku badań odnotowano jednak niższy procent główek handlowych niż w kombinacji kontrolnej w porównaniu do sezonu 2014/2015. Uzyskane wyniki są zbieżne z rezultatami badań Hauke i wsp. (2004) oraz Surviliené i wsp. (2010), którzy potwierdzili wysoką skuteczność piraklostrobiny i boskaliidu w zwalczaniu *B. cinerea* na kapuście białej głowiastej oraz owocach truskawki. Natomiast testowana mieszanina tebukonazolu i trifloksystrobiny nie była dotychczas dopuszczona do ochrony kapusty przed szarą pleśnią w Polsce. Tebukonazol skutecznie redukuje wzrost grzybni i znacząco hamuje kiełkowanie zarodników *B. cinerea* wyizolowanego z liści truskawek (Kim i wsp. 2016). Doniesienia Saha i wsp. (2018) wskazują na wysoki wpływ trifloksystrobiny i tebukonazolu na hamowanie wzrostu grzybni *Alternaria brassicae* w warunkach *in vitro*, jak również, ograniczanie patogena w uprawie polowej kapusty.

Z dostępnej literatury wiadomo, że zastosowany w badaniach nawóz zawierający fosforyny – Fosfiron Mg, może z jednej strony dostarczać składników pokarmowych (np. magnezu, wapnia), z drugiej przyczyniać się do ograniczenia presji chorób powodowanych przez grzyby, co ma istotne znaczenie w integrowanej ochronie. Thao i Yamakawa (2009) podają, że fosforyny działają jak elicytory, które pomagają chronić rośliny poprzez stymulację szlaku kwasu szikimowego, podczas którego rośliny produkują i gromadzą w swoich tkankach fitoaleksyny umożliwiające im ochronę przed atakiem patogenów. W przypadku niniejszych badań

Fosfiron Mg okazał się skuteczny w ograniczaniu szarej pleśni w porównaniu do kontroli. Po sezonie 2014/2015, na przechowywanych główkach, gdzie w okresie wegetacji kapusty aplikowano nawóz, obserwowano symptomy powodowane przez sprawcę szarej pleśni na poziomie 12,2%. Z kolei po okresie przechowalniczym 2015/2016 odnotowano znacznie niższe porażenie (3,4%). Stwierdzono pozytywny wpływ nawozu Fosfiron Mg na wzrost udziału główek handlowych, który po obydwu badanych sezonach był istotnie wyższy niż w kontroli (tab. 1). Skuteczność działania fosforynów potwierdzili również Wild i wsp. (1998), którzy aplikowali fosforyny na uszkodzone i zainfekowane przez *B. cinerea* owoce jabłoni i zaobserwowali, że efektywnie redukują one objawy szarej pleśni.

Z informacji podanych przez producenta nawozu wzbogaconego wapniem i cząsteczkami srebra – Viflo Cal S, dowiadujemy się, że preparat ten wzmacnia odporność roślin na choroby przechowalnicze. W literaturze można również znaleźć wiele informacji o pozytywnym działaniu środków opartych na chitozanie, cząsteczkach srebra i wapnia w ochronie roślin. Zastosowane w przeprowadzonych badaniach preparaty zawierające cząsteczki srebra: Viflo Cal S i Viflo Chitozal Silver charakteryzowały się zróżnicowaną skutecznością ograniczania nasilenia szarej pleśni po obydwu sezonach przechowalniczych (tab. 1). Po 5-miesięcznym okresie przechowania w sezonie 2014/2015, odnotowano niższe porażenie główek przez *B. cinerea* (odpowiednio 6,3 i 1,4%) oraz wyższy udział główek handlowych (odpowiednio 59,6 i 68,9%) niż po kolejnym sezonie przechowalniczym (2015/2016), gdzie wielkość infekcji była na poziomie 7,7% (Viflo Cal S) i 9,1% (Viflo Chitozal Silver), a procentowy udział materiału handlowego był niższy niż w kombinacji kontrolnej. Skuteczność Viflo Chitozal Silver po okresie przechowania 2014/2015, była porównywalna do środka referencyjnego Signum 33 WG, ale wyniki te nie powtórzyły się w kolejnym roku badań. Z kolei skuteczność Viflo Cal S, po sezonie przechowalniczym 2014/2015, w zasadzie nie różniła się od fungicydu Nativo 75 WG i była niższa od środków Viflo Chitozal Silver i Signum 33 WG. Natomiast po okresie przechowywania 2015/2016, skuteczność Viflo Cal S była porównywalna do Viflo Chitozal Silver i wynosiła poniżej 50%.

Grzegorzewska i Kowalska (2013) badały nanokoloidy srebra i stwierdziły, że ograniczały one wzrost *Sclerotinia sclerotiorum* na plastrach marchwi w temperaturze 25°C, ale nie miały wpływu na wzrost grzybni *B. cinerea* na fragmentach liści kapusty głowiastej i łuskach mięsistych cebuli. Nie jest to zgodne z wynikami zawartymi w niniejszej pracy, gdzie stwierdzono, że środki zawierające nanocząsteczki srebra korzystnie wpływały na zdrowotność główek kapusty po 5-miesięcznym okresie przechowania. Przyczyną tego, może być fakt, że w ich składzie znajdują się także wapń i chitozan. W literaturze światowej znane są przykłady pozytywnego wpływu wapnia na hamowanie wzrostu *B. cine-*

rea w warunkach laboratoryjnych oraz w uprawie hydroponicznej papryki (Yoon i wsp. 2010), a Chardonnet i wsp. (2000) zaobserwowali, że traktowanie jabłek wapniem ograniczało ich gnicie powodowane przez 3 izolaty *B. cinerea*. Praca Ahmeda (2017) potwierdza z kolei hamujące właściwości nanocząsteczek chitozanu i nanocząsteczek srebra w ograniczaniu *Botrytis fabae*. W testach laboratoryjnych autor zaobserwował, że liczba zarodników oraz masa grzybni patogena obniżała się wraz ze wzrostem stężenia badanych nanocząsteczek. Podobne wyniki autor uzyskał również w badaniach szklarniowych. Salem i wsp. (2019) wykazali pozytywny wpływ nanocząsteczek srebra na ograniczenie *B. cinerea* i polepszenie jędrności przechowywanych owoców pomidora.

Analiza mykologiczna porażonych główek kapusty po okresie długotrwałego przechowywania potwierdziła obecność *B. cinerea*.

Doskonalenie systemu integrowanej ochrony kapusty główkastej przed chorobami wymaga ciągłych badań,

w tym poszukiwania środków o różnych substancjach czynnych i odmiennych mechanizmach działania, które zabezpieczą rośliny przed patogenami zarówno w okresie wegetacji, jak i w okresie długotrwałego przechowania, a jednocześnie będą przyjazne środowisku i zdrowiu człowieka.

Wnioski / Conclusions

1. Zastosowane w okresie wegetacji kapusty główkastej konwencjonalne środki chemiczne Signum 33 WG i Nativo 75 WG oraz Viflo Cal S, Viflo Chitosal Silver i Fosfiron Mg istotnie ograniczały porażenie główek przez *B. cinerea* po 5-miesięcznym okresie przechowywania w obydwu sezonach przechowalniczych.
2. Środki Viflo Cal S, Viflo Chitosal Silver i Fosfiron Mg mogą być zalecane do wspomagania ochrony kapusty w okresie wegetacji w celu ograniczenia nasilenia szarej pleśni.

Literatura / References

- Abbott W.S. 1925. A method for computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology* 18 (2): 265–267. DOI: 10.1093/jee/18.2.265a
- Adamicki F., Czerko Z. 2002. Czynniki wpływające na trwałość przechowalniczą warzyw. s. 44–56. W: *Przechowalnictwo warzyw i ziemniaka* (F. Adamicki, Z. Czerko Z., red.). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Poznań, 324 ss. ISBN 83-09-01766-9.
- Adamicki F., Dobrzański A., Felczyński K., Robak J., Szwejdka J. 2005. *Metodyka integrowanej produkcji marchwi*. Państwowa Inspekcja Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa, 34 ss.
- Agblor S., Waterer D. 2001. Cabbage – post-harvest handling and storage. Canada-Saskatchewan Irrigation Diversification Centre.
- Ahmed A.I.S. 2017. Chitosan and silver nanoparticles as control agents of some faba bean spot diseases. *Journal of Plant Pathology & Microbiology* 8: 9. DOI: 10.4172/2157-7471.1000421
- Chardonnet C.O., Sams C.E., Trigiano R.N., Conway W.S. 2000. Variability of three isolates of *Botrytis cinerea*. Affects the inhibitory effects of calcium on this fungus. *Postharvest Pathology and Mycotoxins* 90 (7): 769–774. DOI: 10.1094/PHYTO.2000.90.7.769
- EPPO PP 1/121(2) 2004. Efficacy evaluation of plant protection products. Fungicides and bacteriocides. Efficacy evaluation of fungicides. Leafspots of vegetables. EPPO Standards PP1 2nd ed.: 134–139.
- EPPO PP 1/181(4) 2012. Efficacy evaluation of plant protection products. Conduct and reporting of efficacy evaluation trials, including good experimental practice. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 42 (3): 382–393. DOI: 10.1111/epp.2611
- Geeson J.D., Browne K.M. 1980. Controlled atmosphere storage of white winter cabbage. *Annals of Applied Biology* 95 (2): 267–272. DOI: 10.1111/j.1744-7348.1980.tb04746.x
- Grzegorzewska M., Kowalska B. 2013. Wpływ nanokolloidów srebra i miedzi oraz nadtlenu wodoru na niektóre patogeny grzybowe warzyw. [The influence of nano-silver, nano-copper and hydrogen peroxide on vegetable pathogens]. *Zeszyty Naukowe Instytutu Ogrodnictwa* 21: 15–23.
- Hauke K., Creemers P., Brugmans W., Van Laer S. 2004. Signum, a new fungicide with interesting properties in resistance management of fungal diseases in strawberries. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 69 (4): 743–755. http://www.agr.gc.ca/resources/prod/doc/pfra-arap/csidc-crdd/pdf/cabbage-chou_eng.pdf [dostęp: 17.02.2020].
- Kim J.-O., Shin J.-H., Gumilang A., Chung K., Choi K.Y., Kim K.S. 2016. Effectiveness of different classes of fungicides on *Botrytis cinerea* causing gray mold on fruit and vegetables. *The Plant Pathology Journal* 32 (6): 570–574. DOI: 10.5423/PPJ.NT.05.2016.0114
- Kochman J. 1967. *Fitopatologia*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, 686 ss.
- Kryczyński S., Weber Z. 2011. *Fitopatologia. Choroby roślin uprawnych*. Tom 2. Powszechnie Wydawnictwo Rolnicze i Leśne Sp. z o.o., Poznań, 464 ss.
- Lipa J., Pruszyński S. 2010. Stan wykorzystania metod biologicznych w ochronie roślin w Polsce i na świecie. [Scale of use of biological methods in plant protection in Poland and in the world]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50 (3): 1033–1043.
- Marcinkowska J. 2003. *Oznaczanie rodzajów grzybów ważnych w patologii roślin*. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa, 328 ss.
- Osher Y., Chalupowicz D., Maurer D., Ovadia-Sadeh A., Lurie S., Fallik E., Kenigsbuch D. 2018. Summer storage of cabbage. *Postharvest Biology and Technology* 145: 144–150. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2018.07.006
- Ostrowska A., Badełek E., Robak J. 2010a. Wpływ zrównoważonej ochrony przedzbiornej kapusty główkastej i pekińskiej przed chorobami na ich zdolność przechowalniczą. *Ogólnopolska Naukowa Konferencja Warzywnicza – Postęp w integrowanej produkcji warzyw kapustowatych*. Skierniewice, 21.10.2010: 51–52.
- Ostrowska A., Robak J., Gidelska A. 2010b. Nowe możliwości przedzbiornej ochrony warzyw kapustowatych z zastosowaniem nowoczesnych środków na ich zdolność przechowalniczą. [New possibilities preharvest protection of brassica vegetables using new products on their influence on long-term storage]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50 (2): 555–559.
- Pruszyński S., Wolny S. 2007. *Przewodnik dobrej praktyki ochrony roślin*. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, 80 ss.

- Rataj-Guranowska M., Pukacka A. 2012. Kompendium symptomów chorób roślin i morfologii ich sprawców. Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Bank Patogenów Roślin i Badania ich Bioróżnorodności. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 178 ss.
- Robak J., Ostrowska A., Adamicki F. 2007. Nowe możliwości przed i pozbiorczej ochrony warzyw przed chorobami. [Effect of pre- and postharvest treatments on diseases control during storage of vegetables]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 47 (2): 299–305.
- Saha S., Hingmire S., Shabeer T.P.A., Banerjee K., Ashtekar N., Patil A., Rai A.B. 2018. Assessment of trifloxystrobin 25% + tebuconazole 50%-75 WG. Bioefficacy, safety and residue dynamics against leaf spot of cabbage. *Chemical Science Review and Letters* 7 (28): 867–874.
- Salem E.A., Nawito M.A.S., A.E.-R.A.E.-R. Ahmed 2019. Effect of silver nano-particles on gray mold of tomato fruits. *Journal of Nanotechnology Research* 1 (2): 108–118. DOI: 10.26502/jnr.2688-8521009
- Sobolewski J., Robak J. 2004. Możliwości kompleksowej ochrony pomidora z wykorzystaniem nowych fungicydów i środków pochodzenia organicznego. [New products used for complex disease control on tomato growing in open field]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 44 (2): 1105–1107.
- Survilienė E., Valiuškaitė A., Duchovskienė L., Kavaliauskaitė D. 2010. Influence of fungicide treatment on grey mould of cabbage. *Vegetable Crops Research Bulletin* 73: 133–142. DOI: 10.2478/v10032-010-0025-8
- Thao H.T.B., Yamakawa T. 2009. Phosphite (phosphorous acid): fungicide, fertilizer or bio-stimulator? *Soil Science and Plant Nutrition* 55 (2): 228–234. DOI: 10.1111/j.1747-0765.2009.00365.x
- Wild B.L., Wilson C.L., Winley E.L. 1998. Apple host defence reactions as affected by cycloheximide, phosphonate and citrus green mould, *Penicillium digitatum*. s. 155–161. W: *Disease Resistance in Fruit. Proceedings of an International Workshop held at Chiang Mai, Thailand, 18–21 May 1997* (G.I. Johnson, E. Highley, D.C. Joyce, red.). Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, No. 80, 233 ss. ISBN 1 863202145.
- Włodarek A., Badełek E., Robak J. 2013. Wpływ nowych środków ochrony roślin stosowanych w czasie wegetacji na trwałość przechowalniczą warzyw korzeniowych. [The influence of new products used during growing season on storage potential of root vegetables]. *Zeszyty Naukowe Instytutu Ogrodnictwa* 21: 127–137.
- Włodarek A., Badełek E., Robak J. 2015. Wpływ różnych środków stosowanych w okresie wegetacji selera na objawy miękkiej zgnilizny korzeni spichrzowych. [The influence of various products applied during the celeriac vegetation period on soft root rot]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 55 (4): 386–390. DOI: 10.14199/ppp-2015-065
- Yoon C.S., Yeoung Y.R., Kim B.S. 2010. The suppressive effects of calcium compounds against *Botrytis cinerea* in paprika. *Korean Journal of Horticulture Science & Technology* 28 (6): 1072–1077.
- Zamojska J., Malinowski H. 2012. Integrowana metoda ochrony roślin a odporność agrofagów na pestycydy w Polsce. [Integrated plant protection and pest resistance to pesticides in Poland]. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 52 (4): 1222–1226. DOI: 10.14199/ppp-2012-210