

WPLYW OPRYSKIWANIA TYTANITEM I WAPNOVITEM NA PLON I ZDROWOTNOŚĆ KAPUSTY PEKIŃSKIEJ

EFFECT OF SPRAYING WITH TYTANIT AND WAPNOVIT ON THE YIELD AND HEALTHINESS OF CHINESE CABBAGE

Doniesienie naukowe

**Jan Borkowski, Waldemar Kowalczyk, Anna Felczyńska,
Wojciech Szczechura**

Instytut Ogrodnictwa
ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
waldemar.kowalczyk@inhort.pl

Abstract

Investigations were carried out in 2015 and 2016 on tipburn (physiological disorder) control on Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. var. *pekinensis* (Lour.) Olson). Chinese cabbage cv. 'Bilko F₁' was sown in glasshouse in April and then the seedlings were transplanted in May to containers and were grown in open air for 2 months until harvest. The plants were sprayed 5 times with biostimulant Tytanit (0.85% Ti) and with lime fertilizer Wapnovit. In one of the treatments Tytanit and Wapnovit were applied as a mixture. There was observed the influence of both chemicals on tipburn appearance, bacterial rotting of leaves, and head weight. The largest cabbage heads weight and lowest symptoms of tipburn were obtained, when the plants were sprayed at first with Tytanit and after 4 days with Wapnovit. The lowest head weight, largest tipburn symptoms and bacterial rotting were found in the control cultivation and Tytanit treatment.

Key words: Chinese cabbage, *Brassica rapa* L., tipburn, rotting, stress, calcium, titanium, foliar nutrition, *Pectobacterium carotovorum*

WSTĘP

Kapusta pekińska (*Brassica rapa* L. var. *pekinensis* (Lour.) Olson) pochodzi z Chin, a w ostatnich latach jest bardzo popularna w Polsce. Kapusta ta dobrze się przechowuje i jest spożywana prawie przez cały rok, głównie na surowo. Rośnie szybko – od wysiewu do zbioru upływają 3–4 miesiące. W tak krótkim czasie kapusta pekińska wytwarza dużą masę główki, jej plon może dochodzić nawet do 100 t·ha⁻¹ (Hill 1990; Yazgan 1989). Przy tak szybkim tempie wzrostu kapusta pekińska wymaga intensywnego nawożenia i dużej ilości wody. Charakteryzuje się słabym systemem korzeniowym i jest wrażliwa na suszę. Te cechy powodują dużą podatność na choroby fizjologiczne, z których najważniejszą jest brzegowe zamieranie wewnętrznych liści

zwijających główkę, czyli tipburn (Borkowski i Szwonek 1993, 1994; Poovaiah 1993; Saure 1998; Borkowski i Kowalczyk 2003; Olle i Bender 2009; Borkowski i Dyki 2014; Borkowski i in. 2006, 2016). Wystąpienie tego zaburzenia fizjologicznego na dużą skalę może istotnie wpłynąć na obniżenie plonu handlowego kapusty pekińskiej. Występowanie tipburn najczęściej jest spowodowane niedoborem wapnia i wody w roślinie lub przez wysoką temperaturę. Wapń jest pobierany z roztworu glebowego przez włosniki i transportowany przez ksylem do liści. Niewielka część wapnia jest transportowana przez rurki sitowe, biorą w tym udział specyficzne białka (Wińska-Krysiak 2006). Najmniej wapnia zawierają najmłodsze liście warzyw, a najwięcej najstarsze (Peck i in. 1983; Collier i Huntington 1983; Zhang i in. 1993; Borkowski, Kowalczyk 2003).

Badania Borkowskiego i Kowalczyka (2003) wykazały, że zarówno odmiany kapusty pekińskiej wrażliwe na tipburn, jak i odporne, w optymalnych warunkach zawierają podobne stężenie wapnia w liściach. Różnica w ich wrażliwości na tipburn polega na zróżnicowanej odporności na stresy, co podkreśla Saure (1998). Przy wysokiej temperaturze wzrost liści jest szybszy niż pobieranie wapnia, co sprzyja występowaniu tipburn. Wysoka temperatura przyspiesza transpirację wody z liści starszych i lepiej zaopatrzonych w wapń, a przez to brakuje go dla młodych liści tworzących główkę.

Na tipburn najbardziej narażone są uprawy późnowiosenne i letnie. W uprawie kapusty pekińskiej na jesienny zbiór i do przechowania na okres zimowy główki wiążą się w temperaturze poniżej 20 °C i wówczas zagrożenie tipburn jest nieznaczne. Jego występowaniu podczas cieplej, słonecznej pogody zapobiegają częste opryskiwania roślin nawozami dolistnymi zawierającymi wapń, do których należą m.in. saletra wapniowa oraz Wapnovit (zawiera 26% CaO, 15% N-NO₃, Mg, Cu, B, Mo, Zn). Wyniki badań przeprowadzonych w Instytucie Ogrodnictwa (Borkowski i in. 2016) sugerują, że nawozów wapniowych nie można mieszać z Tytanitem – biostymulatorem i nawozem dolistnym zawierającym tytan (0,85% Ti). Jest to pierwiastek zwiększający odporność na choroby, stresy i przyspieszający wzrost roślin oraz kiełkowanie pyłku na znamionach kwiatów, co ma znaczenie w uprawach nasiennych, gdyż prowadzi do zwiększania plonu nasion (Borkowski 1997; Borkowski i Dyki 2000; Borkowski i in. 2006; Kuzel i in. 2009). Wcześniej stwierdzono, że opryskiwanie kapusty pekińskiej saletrą wapniową i Tytanitem słabiej hamuje rozwój tipburn niż opryskiwanie samą saletrą wapniową (Borkowski i in. 2007). Jeszcze wyraźniej brak współdziałania, a nawet antagonizm między nawozami wapniowymi a Tytanitem wykazały ostatnie badania Borkowskiego i innych (2016).

Celem przeprowadzonych badań była ocena oddziaływania Tytanitu i Wapnovitu (nawóz wapniowy wzbogacony w magnez i mikropierwiastki) na plon i zdrowotność kapusty pekińskiej.

MATERIAŁ I METODY

Nasiona kapusty pekińskiej odm. 'Bilko F₁', odpornej na kiłę kapusty i wrażliwej na tipburn (Borkowski, 2000) wysiano w szklarni do wielodoniczek z substratem torfowym 20 kwietnia 2015 roku. Po 4 tygodniach, 15 maja rozsadę wysadzono pojedynczo do kontenerów o pojemności 7 dm³ z substratem torfowym, w którym rok wcześniej uprawiano pomidory. Zawierało on w 1 dm³ 99 mg N-NO₃, 129 mg P, 556 mg K, 253 mg Mg i 1370 mg Ca. Zasolenie wynosiło 1,8 g NaCl·dm⁻³, a pH 7,4. W oparciu o tę analizę substratu dodano do niego 6 kg kredy w przeliczeniu na 1 m³. Przed wysadzeniem rośliny były podlane w wielodoniczkach preparatem Grot 250 EC (0,1%) zabezpieczającym rośliny przed śmietką kapuścianą.

W celu stworzenia warunków sprzyjających występowaniu tipburn pojemniki z roślinami (po jednej roślinie w kontenerze) ustawiono na otwartym terenie, w miejscu silnie nasłonecznionym i osłoniętym od wiatru. Rośliny podlewano indywidualnie w każdym pojemniku. W trakcie uprawy stosowano opryskiwanie płynnym nawozem wapniowym (Wapnovit: 10% N, 26% CaO +Mg + mikroelementy) i biostymulatorem zwiększającym odporność roślin na stresy (Tytanit – 0,85% Ti).

Doświadczenie obejmowało 6 kombinacji:

A1 – kontrola – opryskiwanie roślin wodą,

A2 – opryskiwanie 1,5% Wapnovitem,

A3 – opryskiwanie 0,03% Tytanitem,

A4 – opryskiwanie roztworem: 0,03% Tytanit + 1,5% Wapnovit,

A5 – opryskiwanie 0,03% Tytanitem, a po 6 godzinach 1,5% Wapnovitem,

A6 – opryskiwanie 0,03% Tytanitem, a po 4 dniach 1,5% Wapnovitem.

Zabiegi przeprowadzono 5-krotnie, co 7 dni, w okresie 1–29 VI, między godziną 8.00 a 9.30, w dni słoneczne (z wyjątkiem kombinacji A5). Stosowano 20 cm³ roztworu na roślinę. Ponieważ obfite nawożenie sprzyja występowaniu tipburn, w czasie wegetacji kapusta pekińska była dokarmiana Azofoską (po 5 g na roślinę) w 2, 4 i 6 tygodniu uprawy. W czasie uprawy prowadzono obserwacje występowania tipburn. Nasilenie objawów oceniano w skali 5-stopniowej: 0 – wszystkie liście zdrowe; 1 – nieznaczne objawy na 1–2 liściach; 2 – wyraźne objawy na 2–3 liściach; 3 – wyraźne objawy tipburn na 4–6 liściach, 4 – objawy na co najmniej 7 liściach, 5 – tipburn występuje masowo i towarzyszą mu procesy gnilne wewnątrz główek. Dodatkowo przeprowadzono obserwacje występowania zgnilizny bakteryjnej. Gnicie liści zewnętrznych nie wpływało na ocenę występowania tipburn. Kapustę zebrano 9 lipca, zważono każdą główkę osobno, łącznie z liśćmi zewnętrznymi.

Doświadczenie powtórzono w roku 2016 z tą samą odmianą kapusty pekińskiej przy takim samym układzie kombinacji i podobnym nawożeniu Azofoską (pierwsze dokarmianie miesiąc po wysadzeniu kapusty pekińskiej

do kontenerów). Substrat w kontenerach uprawowych miał pH 6,8, zasolenie wynosiło 2,52 g NaCl·dm⁻³; w 1 dm³ zawierał: 465 mg N-NO₃, 178 mg P, 475 mg K, 360 mg Mg i 3960 mg Ca.

W każdym roku badań było 11 powtórzeń w każdej kombinacji, co jest istotne w analizie istotności różnic w ocenie występowania tipburn testem Chi-kwadrat ($p = 0,05$ oraz $0,01$). Istotność różnic w masie główek kapusty pekińskiej oceniano testem Newman-Keulsa przy $p = 0,05$. Do obliczeń statystycznych plonu wybierano 8 powtórzeń, odrzucając rośliny zgniłe lub niewyrośnięte.

WYNIKI I DYSKUSJA

W roku 2015 największą masę główek kapusty pekińskiej i najmniej objawów tipburn oraz gnicia wywołanego przez bakterię *Pectobacterium carotovorum* uzyskano w kombinacji A6, w której rośliny opryskiwano przemienne Tytanitem i Wapnovitem (tab. 1). Równie niskie porażenie tipburn stwierdzono u kapusty pekińskiej traktowanej mieszaniną Tytanitu i Wapnovitu (A4), aczkolwiek masa główki w tej kombinacji była istotnie niższa w porównaniu z kombinacją (A6), w której Tytanit i Wapnovit stosowano przemienne. Intensywność objawów tipburn w kombinacji A5, gdzie Wapnovit stosowano po upływie 6 godzin od aplikacji Tytanitem (tego samego dnia), była nieistotnie niższa od kontroli i jednocześnie wyższa niż w kombinacji A6. Największe porażenie tipburn i gnicie bakteryjne wystąpiło w kontroli (A1). Traktowanie samym Tytanitem lub Wapnovitem nie wpłynęło na zwiększenie masy główki w stosunku do kontroli, lecz sam Wapnovit obniżał nieznacznie występowanie tipburn i zagniwanie główek.

We wcześniejszych badaniach Borkowskiego i in. (2016) wykazano, że Tytanit i nawozy wapniowe zastosowane łącznie nie podwyższają plonu główek kapusty i nie zmniejszają występowanie tipburn. Brak synergicznego działania Tytanitu i Wapnovitu na wysokość plonu może wynikać z faktu, że jony tytanu zwiększają aktywność różnych enzymów (Carvajal i in. 1994) oraz stymulują wzrost roślin (Pais 1983; Czekalski i in. 1990; Frutos i in. 1996). Natomiast duża ilość jonów wapnia obniża intensywność wielu fizjologicznych procesów i przyspiesza proces starzenia się liści. W doświadczeniach Oskierey i innych (2016) bakterie *Pectobacterium carotovorum* subsp. *odoriferum* i *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum* bardzo intensywnie atakowały rośliny kontrolne porażone tipburn, co wynika z ich szybkiego rozmnażania się w temperaturze 25–30 °C (Rimmer i in. 2007). We wcześniejszych badaniach Borkowskiego i in. (2016) bakterie te występowały co roku w różnym natężeniu, a w zbiorach niektórych kombinacji wykonanych na początku lipca porażały nawet do 100% roślin z objawami tipburn. Analizując wyniki badań można stwierdzić, że Wapnovit częściowo

ograniczał występowanie gnicia wywołanego przez *Pectobacterium carotovorum*, co może wynikać z obecności miedzi w tym preparacie, która hamuje rozwój bakterii.

Tabela 1. Wpływ opryskiwania Wapnovitem i Tytanitem na zdrowotność i masę główki kapusty pekińskiej w roku 2015

Table 1. Effect of spraying with Wapnovit and Tytanit on plant health and head weight of Chinese cabbage in 2015

Obiekt Treatment	Objawy tipburn (skala 0–5) ¹ Tipburn symptoms (scale 0–5) ¹				Udział roślin gniących w populacji The share of rotting plants in the population (%)	Masa główki ² Head weight ² (kg)
	15 VI	22 VI	29 VI	6 VII	9 VI	
A1 Kontrola Control	1,36	1,86	1,91	2,55	73	1,40 c
A2 Wapnovit	0,50**	1,00**	1,32	1,82	36	1,42 c
A3 Tytanit	1,32	2,00	1,96	2,14	55	1,41 c
A4 Tytanit + Wapnovit	0,86	0,96**	0,86**	1,00**	9	1,60 b
A5 Tytanit + Wapnovit po 6 h; after 6 h	0,68*	1,18	1,27	1,45	36	1,58 b
A6 Tytanit + Wapnovit po 4 dniach; after 4 days	0,64*	0,98**	0,82**	1,00**	9	1,78 a

¹⁾ skala oceny tipburn; scale of tipburn symptoms:

0 – wszystkie liście są zdrowe; all leaves are healthy

1 – nieznaczne objawy na 1–2 liściach; slight signs on 1–2 leaves

2 – wyraźne objawy na 2–3 liściach; distinct signs on 2–3 leaves

3 – wyraźne objawy na 4–6 liściach; distinct signs on 4–6 leaves

4 – wyraźne objawy na co najmniej 7 liściach; distinct signs on 7 or more leaves

5 – tipburn występuje na wielu liściach i towarzyszy temu gniciu główek; tipburn appearance and heads rotting on many leaves

²⁾ analiza wariancji przy użyciu testu Newmana-Keulsa; średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się istotnie; analysis of variance using Newman-Keuls test, the means designated by the same letters are not significantly different

* różnice istotne w stosunku do kontroli, ocena przy użyciu testu Chi-kwadrat ($p = 0,05$); significant differences in comparison with control calculated with test Chi-square ($p = 0.05$)

** różnice istotne w stosunku do kontroli, ocena przy użyciu testu Chi-kwadrat ($p = 0,01$); significant differences in comparison with control calculated with test Chi-square ($p = 0.01$)

Tabela 2. Wpływ opryskiwania Wapnovitem i Tytanitem na zdrowotność i masę główki kapusty pekińskiej w roku 2016

Table 2. Effect of spraying with Wapnovit and Tytanit on plant health and head weight of Chinese cabbage in 2016

Obiekt Treatment	Objawy tipburn (skala 0–5) ¹ Tipburn symptoms (scale 0–5) ¹				Udział roślin gniących w populacji The share of rotting plants in the population (%)	Masa główki ² Head weight ² (kg)
	27 VI	2 VII	6 VII	11 VII	11 VII	
A1 Kontrola Control	1,14	1,27	1,45	2,00	18	1,64 b
A2 Wapnovit	0,77	0,92	1,05	1,41	0	1,63 b
A3 Tytanit	0,82	2,05	2,36*	2,86*	73	1,78 ab
A4 Tytanit + Wapnovit	0,50	0,91	1,32	1,86	46	1,97 a
A5 Tytanit + Wapnovit po 6 h; after 6 h	1,05	1,32	1,36	1,54	9	1,73 ab
A6 Tytanit +Wapnovit po 4 dniach; after 4 days	0,77	1,14	1,50	1,64	9	1,80 ab

Objaśnienia jak w tabeli 1; see description in Table 1.

W roku 2016 największą masę główki stwierdzono w kombinacji A4, gdzie stosowano mieszanę Tytanitu z Wapnovitem. Jednocześnie rośliny miały bardziej intensywne, zielone zabarwienie. Masa główki łącznie z liśćmi okrywającymi w tej kombinacji była o 20% wyższa niż w kontroli, a objawy gnienia bakteryjnego występowały aż u 46% roślin (tab. 2). U roślin traktowanych tylko Tytanitem masowo wystąpił tipburn, a porażenie było istotnie wyższe w porównaniu z pozostałymi kombinacjami i kontrolą. Objawy zagniwania główek w tej kombinacji wystąpiły aż u 73% roślin. Najlepszą zdrowotnością cechowała się kapusta pekińska w kombinacji opryskiwanej tylko Wapnovitem, ale średnia masa główki była taka sama jak w kontroli. Jednocześnie w doświadczeniu w 2016 roku nie stwierdzono istotnych różnic w intensywności występowania tipburn między kontrolą a kombinacjami, w których traktowano kapustę Tytanitem i Wapnovitem przemiennie lub w mieszaninie. Także we wcześniejszych badaniach (Borkowski i in. 2016) rośliny opryskiwane Wapnovitem wyróżniały się dobrą zdrowotnością, natomiast nie stwierdzono w badaniach, by opryskiwanie Tytanitem ją pogarszało (Borkowski i in. 2006, 2007, 2016; Borkowski i Dyki 2014). Piszczek (2001), Marjańska-Cichoń i Sapieha-Waszkiewicz (2010) oraz Kalinowski (2015)

stwierdzili, że rezultaty stosowania Tytanitu są uzależnione od pogody. Prawdopodobne jest więc, że i w omawianym doświadczeniu istotny wpływ miał nietypowy przebieg pogody w czerwcu 2016 r. Druga dekada tego miesiąca była stosunkowo chłodna, natomiast od 21 do 26 VI wystąpiły upały z temperaturą ponad 33 °C, co sprzyjało masowemu wystąpieniu tipburn, zwłaszcza że odmiana 'Bilko F₁' jest wrażliwa na tę chorobę fizjologiczną (Borkowski 2000). W upalne dni, w temperaturze powyżej 30 °C i przy wilgotności powietrza poniżej 45%, opryskiwanie kapusty pekińskiej nawozem wapniowym przeciwko tipburn zwykle jest mało skuteczne. W doświadczeniach Borkowskiego i in. (2007) wykazano jednak, że skuteczność tych zabiegów podwyższała się, gdy do cieczy roboczej dodawano 2,5% chitozanu (Biochikol 020 PC).

PODSUMOWANIE

Najlepsze efekty w ograniczaniu występowania tipburn u kapusty pekińskiej w 2015 roku uzyskano traktując rośliny naprzemiennie Tytanitem i Wapnovitem lub stosując mieszankę tych preparatów. W doświadczeniu w roku 2016 najlepsze efekty w tym względzie uzyskano po zastosowaniu samego Wapnovitu.

W okresie letnim intensywnemu występowaniu tipburn towarzyszy zwykle gnicie główek kapusty wywołane przez bakterie *Pectobacterium carotovorum*. W obu latach badań najmniej intensywne objawy zagniwania główek stwierdzono, gdy kapustę pekińską traktowano najpierw Tytanitem, a następnie – po 4 dniach Wapnovitem.

Największe główki kapusty pekińskiej w uprawie w roku 2015 uzyskano stosując opryskiwanie najpierw Tytanitem, a po 4 dniach Wapnovitem, natomiast w roku 2016 największe główki otrzymano stosując mieszankę Tytanitu z Wapnovitem.

Literatura

- Borkowski J., Szwoń E. 1993. Zaburzenia fizjologiczne u kapusty pekińskiej. *Nowości Warzywnicze* 24: 77–81.
- Borkowski J., Szwoń E. 1994. The effect of temperature on Chinese cabbage tipburn and its control by calcium nitrate or citric acid. *Acta Horticulturae* 371: 363–370. DOI: 10.17660/actahortic.1994.371.49.
- Borkowski J. 1997. Mikroelementy w rolnictwie. Refleksje z sympozjum. *Nowości Warzywnicze* 31:53–56.
- Borkowski J. 2000. Wrażliwość odmian kapusty pekińskiej na kiłę kapusty i „tipburn” (zamieranie liści zwijających główkę). *Ochrona Roślin* 44(3): 45–46.
- Borkowski J., Dyki B. 2000. Wpływ tytanu na rośliny, a w szczególności na kiełkowanie pyłku i plon nasion. *Postępy Nauk Rolniczych* 47(6): 17–25.

- Borkowski J., Kowalczyk W. 2003. Zależność między występowaniem zamierania liści zwijających główkę (tipburn), a zawartością i rozmieszczeniem wapnia w liściach kapusty pekińskiej. *Acta Agrobotanica* 56(1–2): 53–60. DOI: 10.5586/aa.2003.006.
- Borkowski J., Felczyńska A., Stępowski J., Niekraszewicz A. 2006. Effect of different compounds Biochikol 020 PC, calcium nitrate, Tytanit and Pomonit on the healthiness and the yield of Chinese cabbage. *Progress on Chemistry and Application of Chitin and its Derivatives* 11: 201–207.
- Borkowski J., Felczyńska A., Dyki B. 2007. Effect of calcium nitrate, Biochikol 020 PC and Tytanit on the healthiness of Chinese cabbage, the yield, the content of phenolic compounds and calcium. *Progress on Chemistry and Application of Chitin and its Derivatives* 12: 225–229.
- Borkowski J., Dyki B. 2014. Kapusta pekińska – tipburn. *Hasło Ogrodnicze* 4: 103–104.
- Borkowski J., Dyki B., Oskiera M., Machlańska A., Felczyńska A. 2016. The prevention of tipburn on Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. var. *pekinensis* (Lour.) Olson) with foliar fertilizers and biostimulators. *Journal of Horticultural Research* 24(1): 47–56. DOI: 10.1515/johr-2016-0006.
- Carvajal M., Martinez-Sanchez F., Alcaraz C.F. 1994. Effect of titanium (IV) application on some enzymatic activities in several developing stages of red pepper plants. *Journal of Plant Nutrition* 17: 243–253. DOI: 10.1080/01904169409364724.
- Collier G.F., Huntington V.C. 1983. The relationship between leaf growth, calcium accumulation and distribution, and tipburn development in field-grown butterhead lettuce. *Scientia Horticulturae* 21: 123–128. DOI: 10.1016/0304-4238(83)90157-7.
- Czekalski A., Dryjańska M., Urbański M. 1990. Wpływ tytanu na plonowanie niektórych roślin uprawnych. *Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych* 69: 75–82.
- Frutos M.J., Pastor J.J., Martínez-Sánchez F., Alcaraz C.F. 1996. Improvement of the nitrogen uptake induced by titanium (IV) leaf supply in nitrogen-stressed pepper seedlings. *Journal of Plant Nutrition* 19(5): 771–783. DOI: 10.1080/01904169609365159.
- Hill T.R. 1990. Effect of plant spacing and nitrogenous fertiliser on the yield and plant conformation of Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*). *Australian Journal of Experimental Agriculture* 30(3): 437–439. DOI: 10.1071/ea9900437.
- Kalinowski K. 2015. Efekty stosowania stymulatora wzrostu Tytanit w uprawie ziemniaka na wczesny zbiór. *Rozprawa doktorska, Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach*, 82 s.
- Kuzel S., Vydra J., Triska J., Vrchatova N., Hruby M., Cigler P. 2009. Elicitation of pharmacologically active substances in an intact medical plant. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(17): 7907–7911. DOI: 10.1021/jf9011246.

- Marjańska-Cichoń B., Sapięha-Waszkięwicz A. 2010. Wpływ preparatów Asahi SL i Tytanit na wzrost i plonowanie truskawki odmiany Salut. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 50(1): 383–388.
- Olle M., Bender I. 2009. Causes and control of calcium deficiency disorders in vegetables: a review. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 84(6): 577–584. DOI: 10.1080/14620316.2009.11512568.
- Oskiera M., Kałużna M., Kowalska B., Smolińska U. 2017. *Pectobacterium carotovorum subsp. odoriferum* on cabbage and Chinese cabbage: identification, characterization and taxonomic relatedness of bacterial soft rot casual agents. *Journal of Plant Pathology* 99(1): 149–160. DOI: 10.4454/jpp.v99i1.3831.
- Pais I. 1983. The biological importance of titanium. *Journal of Plant Nutrition* 6: 3–131. DOI: 10.1080/01904168309363075.
- Peck N.H., Dickson M.H., MacDonald G.E. 1983. Tipburn susceptibility in semi-isogenic inbred lines of cabbage as influenced by nitrogen. *HortScience* 18: 726–728.
- Piszczek J. 2001. Wpływ dokarmiania dolistnego preparatami Borvit i Tytanit na zdrowotność i jakość buraka cukrowego. *Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin* 41(1): 306–311.
- Poovaiah B.W. 1993. Biochemical and molecular aspects of calcium action. *Acta Horticulturae* 326: 139–147. DOI: 10.17660/actahortic.1993.326.14.
- Rimmer S.R., Shattuck V.I., Buchwaldt L. 2007. *Compendium of Brassica diseases*. APS Press, 117 s.
- Saure M.C. 1998. Causes of the tipburn disorder in leaves of vegetables. *Scientia Horticulturae* 76: 131–147. DOI: 10.1016/s0304-4238(98)00153-8.
- Wińska-Krysiak M. 2006. Białka transportujące wapń w roślinie. *Acta Agrophysica* 7(3), 134: 751–762.
- Yazgan A. 1989. Possibilities of marketing and trends in consumer demands for vegetables, in particular Chinese cabbage, in Turkey. *Acta Horticulturae* 242: 71–75. DOI: 10.17660/actahortic.1989.242.8.
- Zhang Z.X., Zhao D.W., Liang S.H. 1993. Study on law of absorption and distribution of mineral nutrient elements in Chinese cabbage. *Acta Horticulturae Sinica* 20(2): 150–154.