Zależność między występowaniem zamierania liści zwijających główkę (tipburn), a zawartością i rozmieszczeniem wapnia w liściach kapusty pekińskiej

JAN BORKOWSKI, WALDEMAR KOWALCZYK

Instytut Warzywnictwa, ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice

Institute of Vegetable Crops, Konstytucji 3 Maja 1/3 Street, 96-100 Skierniewice, Poland

Relation between tipburn appearance of Chinese cabbage and calcium content and location

(Otrzymano: 26.04.2002)

Summary

In 2000–2001 investigations were carried out on the dependence between the tipburn appearance on Chinese cabbage and the content of calcium and its distribution in leaves. It was found that the highest concentration of calcium (to 4.4%) occurred in outside leaves and the lowest was found in leaves inside the head (to 1.0 %). The marginal part in every outside leaf contained more calcium than midrib of leaf. This dependence weakly appeared in leaves wrapping the head and was absent inside the head, where often the calcium concentration was higher in the midrib part of leaf than in the margin part. Distinct differences in the calcium content in leaves of four cultivars of F_1 Chinese cabbage: 'Bilko', 'Parkin', 'Kasumi' and 'Yamiko' were not found. These cultivars differed clearly in the susceptibility to the tipburn incidence which appearance depended also on the temperature stress.

Key words: Chinese cabbage, calcium content, tipburn, stress

WSTĘP

Kapusta pekińska [*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis* (Lour.) Hanelt] jest warzywem uprawianym na całym świecie i popularność jego wzrasta. To warzywo już po 2 – 3 miesiącach uprawy polowej może dać plon wynoszący 100 t·ha⁻¹ lub więcej (Yazgan, 1989, Hill, 1990). Przy tak szybkim wzroście warzywo to jest bardzo wrażliwe na zamieranie liści zwijających główkę (tipburn). Jest to zaburzenie fizjologiczne wywołane niedoborem wapnia lub wody w roślinie, które może zniszczyć cały plon handlowy (Berkel, 1988, Borkowski, Szwoniek, 1994, Imai, 1990, Kobryń, 1987, Saure, 1998). Tipburn występuje u wszystkich warzyw liściowych

zwijających główki (Saure, 1998). Odmiany kapusty pekińskiej wyraźnie różnią się między sobą odpornością na tipburn (Larsen, 1989, Borkowski, Robak, 1998, Borkowski, 2000). W oparciu o otrzymane wcześniej wyniki postanowiono zbadać, czy różnice między odmianami w odporności na tipburn są wynikiem lepszego pobierania wapnia, czy też innymi czynnikami są wywoływane.

MATERIAŁ I METODY

Dwie odmiany kapusty pekińskiej odporne na tipburn 'Kasumi' F1 i 'Yamiko' F₁ oraz dwie odmiany wrażliwe 'Bilko' F1 i 'Parkin' F1 wysiewano w końcu marca w latach 2000 i 2001 do wielodoniczek w szklarni. W obu latach siewki w fazie 4 liści przesadzano do 5-litrowych wazonów w pierwszej połowie kwietnia. Rośliny rosły w 12 powtórzeniach w substracie torfowym nawożonym mieszanką nawozową Azofoska, kredą i popiołem z węgla brunatnego. Substrat zawiera 18–30% wapnia, magnezu i wszystkie mikroelementy (Borkowski, Bereśniewicz, 1989). Zasolenie substratu wynosiło 4,6g NaCl · dm⁻³, pH w H₂O - 6,0, a zawartość wapnia około 1900 mg. Co roku rośliny w wazonach podlewano dwa razy preparatem Nomolt 150 SC przeciwko śmietce kapuścianej i chowaczom. Kapusta pekińska rosła w wazonach przy południowej ścianie szklarni, gdzie była silna operacja słoneczna i temperatura dochodziła w południe do 33°C, co bardzo zwiększało możliwość występowania tipburn (Borkowski, Szwonek, 1994). Powodowało to także szybkie wysychanie podłoża, gdyż w tych warunkach wilgotność powietrza spadała nawet do 35%. Dotyczy to roku 2000, kiedy to maj był wyjątkowo słoneczny i suchy, a średnia temperatura dla tego miesiąca wynosiła 15,2°C przy średniej wieloletniej 13,5°C. Dzięki temu rośliny przeżywały silny stres cieplny i wodny, ponieważ jednocześnie wystąpiły silne przygruntowe przymrozki. W roku 2001 maj był chłodniejszy (średnia temperatura 14,4°C) i nie było tak dużych wahań między temperaturą dnia i nocy (brak przymrozków i upałów, zachmurzenie). Podczas wegetacji oceniono w skali 0 – 4 stopień porażenia młodych liści na roślinach przez tipburn, podobnie jak we wcześniejszych badaniach (Borkowski, Szwonek, 1994, Borkowski, 2000). Rośliny całkowicie zdrowe otrzymywały ocenę 0, a lekko porażone ocenę 0,5. Rośliny całkowicie zniszczone przez tipburn z widocznymi procesami gnilnymi otrzymywały ocenę 4. Zbiór części nadziemnej przeprowadzono w czerwcu. Zbiór przeprowadzano gdy rośliny osiągnęły masę ok. 1000g lub więcej. Nie dało się tego dokonać w roku 2000 u odmiany 'Yamiko', ponieważ liście zewnętrzne, które były brane do analiz, zaczęły żółknąć przed osiągnięciem odpowiedniej masy przez rośliny. Podczas zbioru, po zważeniu 9 największych roślin, liczono liście na każdej zebranej roślinie i część z nich brano do analiz wg określonego podziału:

1. liście zewnętrzne: 4 – 6
2. liście okrywające I: 8 – 10
3. liście okrywające II: 14 – 16
4. liście wewnętrzne: 20 – 22
5. liście w środku główki: 26 – 28

Badania te prowadzono wg zmodyfikowanej metodyki Colliera i Huntingtona (1983). Analizowany liść dzielono na część zewnętrzną A i część wewnętrzną B (ryc. 1). Liście na zawartość wapnia analizowano metodą uniwersalną

Ryc. 1

Podział liścia kapusty pekińskiej na części do analiz na zawartość Ca

Fig. 1

The division of the Chinese cabbage leaf prior to analysis for Ca content

Nowosielskiego (1972). Analizy wykonywano w 3 powtórzeniach, a w każdym powtórzeniu liście były pobierane z 3 roślin. Istotność różnic odnośnie zaburzeń fizjologicznych oceniano przy użyciu kryterium Chi kwadrat (χ^2). Ponadto plon główek oceniono testem Newmana-Keulsa przy poziomie istotności $\alpha^2 = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

W roku 2000 objawy tipburn wystąpiły znacznie intensywniej niż w roku 2001, kiedy maj był chłodniejszy i wahania temperatury były mniejsze. W obu latach badań największe główki wraz z liśćmi okrywającymi otrzymano u odmiany 'Kasumi', która dawała najwyższe plony (tab. 1 i 3). Także Vanparrys (2000) stwierdził, że odmiana ta wyróżnia się dużymi główkami. W roku 2000 wyjątkowo małe główki otrzymano z odmiany 'Yamiko', co mogło być wywołane dużym porażeniem przez śmietkę.

Najodporniejszą na tipburn okazała się w obu latach badań odmiana 'Yamiko', a najwrażliwszą 'Parkin'. Jednak w roku 2001 wrażliwa odmiana na tipburn 'Bilko' okazała się odporniejszą niż 'Kasumi' (tab. 3). Można to tłumaczyć tym, że liście

Tabela 1

Zamieranie liści zwijających główkę 4 odmian kapusty pekińskiej oraz masa jednej główki razem z liśćmi dolnymi w roku 2000

Table 1

Tipburn injures on 4 cultivars of Chinese cabbage and the weight of one head with basal leaves in 2000

Odmiany Cultivars F ₁	Stopień uszkodzeń tipburn w skali 0-4 Średnia z 12 powtórzeń Observations of tipburn injures (0-4 point scale) ¹⁾ Means for 12 replication				Masa 1 główki weight of one head [g]
	15.V May 15 th	25.V May 25 th	31.V May 31 th	6.VI June 6 th	
'Kasumi'	0,85	1,69	1,33	1,21	1296 a
'Yamiko'	0,15	0,92	1,54	1,29	667 c
'Bilko'	0,92	1,73 ^{xx}	2,37 ^{xx}	2,33 ^{xx}	824 b
'Parkin'	0,58	1,81 ^{xx}	2,54 ^{xx}	2,64 ^{xx}	864 b

1) 0 – zdrowe liście – healthy leaves

4 – liście całkowicie zniszczone przez zamieranie brzegów liści zwijających główkę
– leaves completely destroyed by tipburn.

xx Różnice istotne przy użyciu kryterium Chi kwadrat χ^2 przy $\alpha = 0,01$ w stosunku do obiektu podkreślonego.

Differences significant in comparison to underlined data and calculated with criterion χ^2 (Chi²) at $\alpha = 0,01$.

Tabela 2

Zawartość wapnia w gramach Ca/kg suchej masy liści 4 odmian kapusty pekińskiej w roku 2000. Średnie z 3 powtórzeń

Table 2

Calcium content in g Ca/kg of dry matter in leaves of 4 cultivars of Chinese cabbage in 2000
Means for 3 replications

Liście Leaves	Odmiany F ₁ Cultivars F ₁							
	tolerancyjne-tipburn tolerant				wrażliwe-tipburn susceptible			
	'Kasumi'		'Yamiko'		'Parkin' ⁽¹⁾		'Bilko'	
	A	B	A	B	A	B	A	B
dolne basal	44,12 a	34,94 b	44,68 a	29,93 b	37,91	31,69	40,55 a	32,24 b
okrywające I wrapper I	35,78 b	26,68 c	30,85 b	22,62 c	31,26	27,51	32,38 b	25,18 c
okrywające II wrapper II	20,82 d	17,13 d	20,67cd	18,11de	18,99	17,69	15,38 d	14,83 d
wewnętrzne inside	12,20 e	11,25 e	14,88ef	13,95efg	9,64	12,24	8,68 de	8,82 de
w środku główki inside of the head	7,14 e	8,88 e	10,86fg	9,95 g	8,71	10,16	8,17 de	7,72 e

A – część brzeżna liścia – margin part of leaf

B – część środkowa przy nerwie głównym – midrib

1) Różnice w zawartości wapnia między częścią brzeżną liścia, a częścią środkową przy nerwie głównym są nieistotne i nie występuje między nimi współdziałanie.

Differences in the calcium content between the margin part of leaf and midrib are not significant and the interaction was not present.

zewewnętrzne i okrywające I odmiany 'Bilko' zawierały więcej wapnia (o 1–9 g Ca/kg s.m.) niż liście innych odmian (tab. 4). Odmiana 'Kasumi' prawdopodobnie nie wyróżnia się dużą odpornością na tipburn w warunkach bezstresowych, które bardzo rzadko występują w uprawie polowej i być może dlatego stwierdzono różnice we wrażliwości tej odmiany na te zaburzenia fizjologiczne w stosunku do innych w latach 2000 i 2001 (tab.1 i 3). Odmiana 'Yamiko' najodporniejsza na tipburn zawie-

Tabela 3

Zamieranie liści zwijających główkę 4 odmian kapusty pekińskiej oraz masa jednej główki razem z liśćmi dolnymi w roku 2001

Table 3

Tipburn injures on 4 cultivars of Chinese cabbage and the weight of one head with basal leaves in 2001

Odmiany Cultivars F ₁	Stopień uszkodzeń tipburn w skali 0-4 Średnia z 12 powtórzeń Degree of tipburn injures (0-4 points scale) Means for 12 replications			Masa 1 główki Weight of one head [g]
	1.VI June 1 st	4.VI. June 4 th	6.VI. June 6 th	
'Kasumi'	0.25 ^x	0.75 ^{xx}	0.9 ^x	1580 a
'Yamiko'	0.0	0.1	0.2	1511 ab
'Bilko'	0.0	0.1	0.4	1319 c
'Parkin'	0.6 ^{xx}	1.5 ^{xx}	1.8 ^{xx}	1418 bc

Objaśnienia takie same jak przy tabeli 1

Explanations are the same as by table 1

Tabela 4

Zawartość wapnia w gramach Ca/kg suchej masy liści 4 odmian kapusty pekińskiej w roku 2001. Średnie z 3 powtórzeń

Table 4

Calcium content in g Ca/kg of dry matter in leaves of 4 cultivars of Chinese cabbage in 2001. Means for 3 replications

Liście Leaves	Odmiany F ₁ Cultivars F ₁							
	tolerancyjne-tipburn tolerant				wrażliwe-tipburn susceptible			
	'Kasumi'		'Yamiko'		'Parkin'		'Bilko'	
	A	B	A	B	A	B	A	B
dolne basal	34,65	26,60	33,33	30,10	33,06	32,49	42,92	34,15
okrywające I wrapper I	23,20	18,54	24,33	18,75	21,63	20,58	25,45	26,30
okrywające II wrapper II	5,19	5,50	8,44	7,36	13,95	12,50	5,54	7,19
wewnętrzne inside	3,03	4,60	3,18	4,27	3,46	5,47	3,29	4,85
w środku główki inside of the head	2,79	3,92	3,27	4,97	3,93	4,92	3,37	5,02

A – część brzeżna liścia – margin part of leaf

B – część środkowa przy nerwie głównym – midrib

rała w liściach podobny procent wapnia jak 'Parkin' – odmiana najwrażliwsza na to zaburzenie fizjologiczne. Jest to dowód na to że, o występowaniu tipburn nie decyduje tylko zawartość wapnia i jego rozmieszczenie w liściach, ale także m.in. poziom endogennych regulatorów wzrostu (Aloni i in., 1986), odporność na zmiany wilgotności i intensywności transpiracji (stresy), która u poszczególnych odmian może być bardzo różna (Saure, 1998, Everaarts i Blom-Zandstra, 2001). Na występowanie tipburn może też wpływać poziom azotanów, który podnosi się w miarę wzrostu temperatury (Borkowski i Szwonek 1994). W obu latach badań stwierdzono, że najwięcej wapnia zawierały stare liście zewnętrzne, a najmniej młode liście wewnętrzne główki (tab. 2 i 4). W roku 2001 okazało się, że nie ma istotnych różnic w zawartości wapnia w obrębie jednej partii liści, to jest między częścią A i B wszystkich odmian (tab. 4). W obu latach badań stwierdzono natomiast wysoką istotność różnic w zawartości wapnia między liśćmi zewnętrznymi i wewnątrz główki (tab. 5). Fakt, że najwięcej wapnia jest w starych liściach roślin, a najmniej w najmłodszych, stwierdzili wcześniej Maynard i in. (1965), Peck i in. (1983) u kapusty głowiastej białej, Collier i Huntington (1983) u sałaty, a Zhang i in. (1995) u kapusty pekińskiej.

Tabela 5

Różnice w zawartości wapnia w gramach Ca/kg suchej masy w całych liściach 4 odmian kapusty pekińskiej. Średnie z 3 powtórzeń

Table 5

Differences in the calcium content in g Ca/kg of dry matter in whole leaves of Chinese cabbage, 4 cultivars. Averages for 3 replications

Liście Leaves	Odmiany F ₁ Cultivars F ₁							
	tolerancyjne-tipburn tolerant				wrażliwe-tipburn susceptible			
	'Kasumi'		'Yamiko'		'Parkin'		'Bilko'	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
dolne basal	39,53a	30,62a	37,30a	31,89a	34,80a	32,94a	36,40a	38,53a
okrywające I wrapper I	31,23b	20,91b	26,74b	22,04b	29,39b	21,15b	28,95b	25,88b
okrywające II wrapper II	18,97c	5,43c	19,39c	7,92c	18,34c	13,23c	15,26c	6,36c
wewnętrzne inside	11,72d	3,84c	14,42d	3,71d	10,94d	4,45d	8,15d	4,07c
w środku główki inside of the head	8,01e	3,36c	10,40e	4,12d	9,43d	4,42d	7,95d	4,19c

Sformułowano następujące wnioski:

Na podstawie dwuletnich badań zawartości wapnia w liściach 4 odmian kapusty pekińskiej F₁: 'Kasumi', 'Yamiko', 'Bilko', 'Parkin' o różnej wrażliwości na tipburn stwierdzono, że nie ma ścisłej zależności między tą cechą a wrażliwością danej odmiany na to zaburzenie fizjologiczne. Stare liście zewnętrzne zawierały kilka razy więcej wapnia niż najmłodsze liście w środku główki.

Zawartość wapnia w brzeżnej części blaszki liściowej liści zewnętrznych była zawsze większa niż w części blaszki wzdłuż nerwu głównego. Natomiast w liściach

wewnętrznych zawartość wapnia w brzeżnej części blaszki liściowej była często niższa niż w części liścia wzdłuż nerwu głównego.

Na występowanie zamierania liści zwijających główkę istotny wpływ mógł mieć stres cieplny i wodny wywołany warunkami atmosferycznymi w 2000 roku. Jego wpływ na tipburn może być w pewnych przypadkach równie silny jak wpływ wapnia lub nawet silniejszy.

LITERATURA

- Aloni B., Pashkarr T., Libel R., 1986. The possible involvement of gibberellins and calcium in tipburn of Chinese cabbage: Study of intact plants and detached leaves. *Plant Growth Regulation* 4:3–11.
- Berkel N., van. 1988. Preventing tipburn in Chinese cabbage by high relative humidity during the night. *Netherlands J. of Agri. Sci.* 36: 301–308.
- Borkowski J., 2000. Wrażliwość odmian kapusty pekińskiej na kilę kapusty i „tipburn” (zamieranie liści zwijających główkę). *Ochrona roślin* 3: 45–46.
- Borkowski J., Beresiewicz A., 1989. Brown coal ash as a multicomponent fertilizer for protected tomato cultivation. *Biul. Warzyw. – supl.*: 107–112. Skierniewice.
- Borkowski J., Szwonck E., 1994. The effect of temperature on Chinese cabbage tipburn and its control by calcium nitrate on citric acid. *Acta Horticulturae* 371: 363–370.
- Borkowski J., Robak J., 1998. Zapobieganie zaburzeniom fizjologicznym u kapusty pekińskiej. *Integrowana ochrona warzyw kapustnych*. Instytut Warzywnictwa, Skierniewice: 29–30.
- Collier G.F., Huntington V.C., 1983. Relationship between leaf growth, calcium accumulation and distribution, and tipburn development in field-grown butterhead lettuce. *Scientia Horticulturae* 21: 123–128.
- Everaarts A.P., Blom-Zandstra M., 2001. Review Article. Internal tipburn of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*). *J. Hort. Sci. Biotech.* 76 (5): 515–521.
- Hill T.R., 1990. Effect of plant spacing and nitrogenous fertilizer on the yield and plant conformation of Chinese cabbage (*Brassica campestris* ssp. *pekinensis*) *Austral. J. of Exp. Agric.* 30 (3): 437–439.
- Imai H., 1990. Alleviation of occurrence of tipburn and internal rot in tropical Chinese cabbage. *Trop. Res. Series* 23: 203–217.
- Kobryń I., 1987. Effect of sowing date, cultivars and spacing on the yield and quality of Chinese cabbage in autumn-winter greenhouse production. *Zesz. Nauk. Akad. Rol. w Krakowie, Ogródnictwo* 211 (16): 87–107.
- Larsen J., 1989. Preliminary results from varietal trials with Chinese cabbage in 1997. *Gartner Tedende* 104 (14): 366–367.
- Maynard D.N., Gersten B., Vernell H.F., 1965. The distribution of calcium as related to internal tipburn, variety and calcium nutrition of cabbage. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 86: 392–396.
- Nowosielski O., 1972. Zasady opracowywania zaleceń nawozowych w ogrodnictwie. PWRiL, Warszawa.
- Peck N.H., Dickinson M.H., MacDonald G.E., 1983. Tipburn susceptibility in semi-isogenic inbred lines of cabbage as influenced by nitrogen. *HortScience* 18: 726–728.

- Saure M.C., 1998. Causes of the tipburn disorder in leaves of vegetables. *Scientia Hort.* 76: 131–147.
- Vanparys L., 2000. Zomerteelt van Chinese kool: welke rassen zijn aan te bevelen? *Proeftuinnieuws* 10 (1): 42–43.
- Yazgan A., 1989. Possibilities in marketing and trends in consumer demands for vegetables in particular Chinese cabbage in Turkey. *Acta Horticulturae* 242: 71–75.
- Zhang Z.H., Zhao D.W., Liang S.H., 1993. Study on law of absorption and distribution of mineral elements in Chinese cabbage. *Acta Horticulturae Sinica*. 20 (2): 150–154.

Streszczenie

W latach 2000–2001 prowadzono badania zależności między występowaniem tipburn (zamieranie liści zwijających główkę) u kapusty pekińskiej, a zawartością i rozmieszczeniem w liściach wapnia. Stwierdzono, że najwięcej wapnia (do 4,4%) zawierają liście zewnętrzne, a najmniej liście wewnętrzne w środku główki (do 1,0%). W każdym liściu zewnętrznym brzeżna część liścia zawierała więcej wapnia niż część wewnętrzna położona wzdłuż nerwu głównego. Powyższa zależność była słabo widoczna w liściach okrywających główkę, a w ogóle nie występowała wewnątrz główki, gdzie często więcej wapnia było w wewnętrznej części liścia niż w części brzeżnej. Nie stwierdzono wyraźnych różnic w zawartości wapnia w liściach poszczególnych odmian kapusty pekińskiej F₁: 'Bilko', 'Parkin', 'Kasumi', 'Yamiko', które różniły się między sobą wrażliwością na tipburn, którego pojawienie się zależy także od stresu wywołanego temperaturą wysoką i niską.