PROGRESS IN PLANT PROTECTION
61 (3): 195-200, 2021
eISSN 2084-4883

DOI: 10.14199/ppp-2021-021
Published online: 10.08.2021

Received: 26.05.2021 / Accepted: 08.07.2021

ARTYKUŁ ORYGINALNY

Wpływ aplikacji dolistnej nawozu zawierającego krzem i wapń na plonowanie oraz jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego

Effect of foliar application of a fertilizer containing silicon and calcium on the yield and technological quality of sugar beet roots

Arkadiusz Artyszak*

Streszczenie

W doświadczeniu przeprowadzonym w miejscowości Sahryń (50°40'42"N, 23°47'35"E) w latach 2019–2020 badano wpływ 3-krotnej aplikacji dolistnej nawozu zawierającego Si i Ca, 4-krotnej aplikacji fungicydów oraz połączenia obu tych kombinacji na plon i jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego w warunkach silnej presji infekcyjnej *Cercospora beticola* Sacc. Efekty porównywano z kombinacją kontrolną. Trzykrotna aplikacja dolistna nawozu miała korzystny wpływ na plon korzeni, biologiczny i technologiczny cukru. Plon biologiczny i technologiczny cukru zwiększały się w kierunku: kontrola; 3x aplikacja dolistna produktu z Si + Ca; 4x zabiegi fungicydowe; 3x aplikacja dolistna produktu z Si + Ca + 4x zabiegi fungicydowe. Aplikacja dolistna produktów zawierających krzem i wapń może pomóc we wdrażaniu strategii „od pola do stołu".

Słowa kluczowe: strategia „od pola do stołu", krzem, wapń, burak cukrowy, *Cercospora beticola* Sacc.

Abstract

In the experiment carried out in Sahryń village (50°40'42"N, 23°47'35"E) in 2019–2020, the impact of threefold foliar application of Si and Ca-containing fertilizer, fourfold application of fungicides and the combination of both of these combinations on the yield and technological quality of sugar beet roots in conditions of strong infection pressure of *Cercospora beticola* Sacc. The effects were compared to the control. Triple foliar application of the fertilizer had a beneficial effect on the root, biological and pure yield of sugar. The biological and pure yield of sugar increased in the following sequence: control; 3x foliar application of the product with Si + Ca; 4x fungicide treatments; 3x foliar application of the product with Si + Ca + 4x fungicide treatments. A foliar application of silicon and calcium products can help implement a "field to fork" strategy.

Key words: the "field to fork" strategy, silicon, calcium, sugar beet, *Cercospora beticola* Sacc.

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Nowoursynowska 159, 02-776 Warszawa
*corresponding author: arkadiusz_artyszak@sggw.edu.pl
ORCID: 0000-0002-0272-1536

Wstęp / Introduction

Strategia „od pola do stołu" zakłada do 2030 roku ograniczenie o połowę zużycia pestycydów, a nawozów mineralnych o 20% (Komisja Europejska 2020). Wycofywanie przez Komisję Europejską kolejnych substancji czynnych fungicydów i uodpornianie się *Cercospora beticola* Sacc. na część z nich powoduje, że ochrona buraka cukrowego będzie bardzo trudna (Kiniec i wsp. 2021). Konieczne jest więc poszukiwanie innowacyjnych technologii, które zapobiegną zmniejszaniu plonów. Jedną z nich może być aplikacja dolistna produktów zawierających krzem (Artyszak i wsp. 2016, 2021; Artyszak 2017; Hřivna i wsp. 2017; Urban i Pulkrábek 2018). Krzem zaliczany jest do pierwiastków korzystnych i ogranicza wpływ stresów powodowanych przez czynniki biotyczne i abiotyczne.

Celem doświadczenia była ocena wpływu aplikacji dolistnej nawozu zawierającego krzem i wapń na plonowanie oraz jakość technologiczną korzeni buraka cukrowego bez i z ochroną fungicydową.

Materiały i metody / Materials and methods

Warunki glebowo-klimatyczne / Soil and climatic conditions

Doświadczenie polowe przeprowadzono w miejscowości Sahryń (50°40′42″N, 23°47′35″E) w latach 2019–2020. Buraka cukrowego uprawiano na glebie należącej do rzędu gleby czarnoziemne (CZ), typu czarnoziem (CZ), kategorii agronomicznej ciężka (IV), klasy bonitacyjnej IIIa, zaliczonej do kompleksu pszennego dobrego. Charakterystykę warunków glebowych przed założeniem doświadczenia przedstawiono w tabeli 1. Największe potrzeby wodne burak cukrowy wykazuje w okresie od czerwca do sierpnia. W 2019 roku w stosunku do potrzeb wodnych określonych przez Górskiego (1983) deficyt opadów w czerwcu wyniósł 41 mm, w lipcu 85 mm, a w sierpniu 33 mm (tab. 2). Natomiast rok później w czerwcu nadmiar o 24 mm, a w lipcu i sierpniu niedobór odpowiednio o 58 i 89 mm. Przebieg warunków pogodowych sprzyjał także porażeniu roślin przez *C. beticola* (tab. 2).

Metodyka / Methodology

Buraka cukrowego uprawiano w zmianowaniu: burak cukrowy – pszenica ozima – rzepak ozimy w systemie bezorkowym. Uprawę pożniwną i przedzimową wykonano broną talerzową, a doprawienie roli przed siewem agregatem przedsiewnym. Nawożenie obejmowało stosowanie jesienią nawozu Polifoska 6 (500 kg/ha), a wiosną przed siewem nawozu Saletrzak 27 standard z borem (500 kg/ha). Łącznie w doświadczeniu zastosowano doglebowo (na 1 ha): 165 kg N, 44 kg P, 125 kg K, 14 kg S, 7 kg Ca, 12 kg Mg i 1 kg B. Siew buraka cukrowego odmiany Jaromir (KHBC) wykonano w 2019 roku 30 marca, a rok później 4 kwietnia. Odległości w rzędzie wynosiły 18 cm, rozstawa rzędów 45 cm, głębokość siewu 2,5 cm. Dokarmianie dolistne buraka cukrowego borem przeprowadzono dwukrotnie w okresie od końca maja do połowy czerwca stosując łącznie 0,63 kg B/ha. Zwalczanie chwastów i chorób prowadzono zgodnie z Zaleceniami Ochrony Roślin Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego w Poznaniu. Nie było konieczności zwalczania szkodników. Zbiór buraka cukrowego przeprowadzono ręcznie 26 września 2019 r. i 24 września 2020 r.

Doświadczenie założono metodą losowanych bloków, w którym stosowano 4 kombinacje doświadczalne (tab. 3). Użyty w doświadczeniu nawóz dolistny Barrier Si-Ca zawiera 336 g SiO_2 i 207 g Ca w 1 l (pH 9,5–11). W każdym zabiegu stosowano 250 l/ha wody. Zabiegi wykonywano opryskiwaczem przyczepianym Apollo (Krukowiak). Liczba powtórzeń wynosiła 4. Każde poletko obejmowało 6 rzędów. Wymiary pojedynczego poletka: długość 16 m, szerokość 2,7 m (43,2 m^2), z czego do zbioru 21,6 m^2 (3 środkowe rzędy). Podczas zbioru ręcznie ogłowiono rośliny i zważono liście. Korzenie policzono, wykopano i zważono. Z każdego poletka pobrano reprezentatywne próbki korzeni celem określenia zawartości cukru, azotu α-aminowego, potasu i sodu. W Stacji Hodowli Roślin Kutnowskiej Hodowli Buraka Cukrowego w Śmiłowie próby korzeni przerobiono na miazgę, która została poddana badaniom jakości technologicznej na automatycznej linii Venema w Straszkowie. W doświadczeniu oceniano: obsadę roślin podczas zbioru (tys. szt./ha); plon korzeni (t/ha); plon liści (t/ha); świeżą masę korzenia (kg) jako iloraz plonu ko-

Tabela 1. Warunki glebowe po zbiorze przedplonu pod burak cukrowy (2018–2019)
Table 1. Soil conditions after harvesting the forecrop for sugar beet (2018–2019)

Lata Years	Zawartość węgla organicznego Organic carbon content [%]	pH_{KCl}	[mg/kg]									
			$N\text{-}NO_3$	$N\text{-}NH_4$	P	K	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
2018	2,76	7,3	18,4	3,11	91	133	99	5,6	8,8	630	157	8,0
2019	1,37	7,2	52,4	3,33	44	116	60	2,3	6,9	735	192	6,4

Tabela 2. Warunki pogodowe w okresie wegetacji buraka cukrowego (2019–2020)
Table 2. Weather conditions during the growing season of sugar beet (2019–2020)

Miesiąc Month	2019			2020			Średnia z wielolecia Multiyear average*		
	opady precipitation [mm]	średnia temperatura average temperature [°C]	współczynnik hydrotermiczny hydrotermical coefficient	opady precipitation [mm]	średnia temperatura average temperature [°C]	współczynnik hydrotermiczny hydrotermical coefficient	opady precipitation [mm]	średnia temperatura average temperature [°C]	współczynnik hydrotermiczny hydrotermical coefficient
Kwiecień April	19	9,5	0,67	10	8,0	0,42	40	9,7	1,37
Maj May	118	14,1	2,70	111	11,0	3,26	77	14,9	1,67
Czerwiec June	59	21,8	0,90	124	18,5	2,23	77	18,7	1,37
Lipiec July	45	18,2	0,80	72	18,7	1,24	102	20,7	1,59
Sierpień August	137	19,9	2,22	81	19,7	1,33	64	20,0	1,03
Wrzesień September	24	13,7	0,58	142	14,9	3,18	40	14,6	0,91
Suma Sum	402	–	–	540	–	–	400	–	–

Opady: 1991–2020 – Precipitation: 1991–2020
Temperatura: 2002–2020 – Temperature: 2002–2020
Źródło: obliczenia własne na podstawie danych IMGW-PIB oraz Cukrowni Strzyżów
Source: own study based on data from Institute IMGW-PIB, Strzyżów Sugar Factory

Tabela 3. Schemat doświadczenia (2019–2020)
Table 3. Scheme of the experiment (2019–2020)

Wariant Variant	Zastosowane produkty i ich dawki – Products used and their doses	Daty aplikacji Application dates	
0		2019	2020
1	Barrier Si-Ca – 1 l/ha Barrier Si-Ca – 1 l/ha Barrier Si-Ca – 1 l/ha	14.06. 24.06. 10.07.	26.06. 30.06. 20.07.
2	Amistar Gold Max (azoksystrobina – azoxystrobin – 125 g/l, difenokonazol – difenoconazole – 125 g/l) – 1 l/ha	24.06.	30.06.
	Yamato 303 SE (tiofanat metylu – methyl thiophanate – 233 g/l, tetrakonazol – tetraconazole – 70 g/l) – 1,5 l/ha	10.07.	20.07.
	Spyrale 475 EC (fenpropidyna – fenpropidin – 375 g/l, difenokonazol – difenoconazole – 100 g/l) – 1 l/ha	22.07.	11.08.
	Eminent 125 ME (tetrakonazol – tetraconazole – 125 g/l) – 0,8 l/ha	08.08.	25.08.
3	Barrier Si-Ca – 1 l/ha	14.06.	26.06.
	Amistar Gold Max (azoksystrobina – azoxystrobin – 125 g/l, difenokonazol – difenoconazole – 125 g/l) – 1 l/ha	24.06.	30.06.
	Barrier Si-Ca – 1 l/ha	24.06.	30.06.
	Yamato 303 SE (tiofanat metylu – methyl thiophanate – 233 g/l, tetrakonazol – tetraconazole – 70 g/l) – 1,5 l/ha	10.07.	20.07.
	Barrier Si-Ca – 1 l/ha	10.07.	20.07.
	Spyrale 475 EC (fenpropidyna – fenpropidin – 375 g/l, difenokonazol – difenoconazole – 100 g/l) – 1 l/ha	22.07.	11.08.
	Eminent 125 ME (tetrakonazol – tetraconazole – 125 g/l) – 0,8 l/ha	08.08.	25.08.

rzeni (kg) i obsady roślin podczas zbioru na poletku (szt.); świeżą masę liści pojedynczej rośliny (kg) jako iloraz plonu liści (kg) i obsady roślin podczas zbioru na poletku (szt.); Harvest Index jako udział plonu korzeni w łącznym plonie korzeni i liści; współczynnik ulistnienia jako stosunek plonu liści do plonu korzeni; plon biologiczny cukru (t/ha) = plon korzeni (t/ha) × zawartość sacharozy w korzeniach (%); straty wydajności cukru (%) = standardowe straty melasy (%) + 0,6 (%); standardowe straty melasy (%) = 0,012 × (K + Na) + 0,024 (N α-aminowy) + 0,48 (zawartość K, Na i N α-aminowego podawane są w mmol/kg miazgi); plon technologiczny cukru (t/ha) = plon korzeni (t/ha) × [zawartość sacharozy (%) – straty wydajności cukru (%)] (Buchholz i wsp. 1995); zawartość cukru oczyszczonego (%) = zawartość sacharozy (%) – straty wydajności cukru (%); wydajność cukru (%) = zawartość cukru oczyszczonego (%)/zawartość sacharozy (%) × 100 oraz współczynnik alkaliczności = [zawartość K (mmol/kg) + zawartość Na (mmol/kg)]/zawartość N α-aminowego (mmol/kg) (Trzebiński 1991). Uzyskane wyniki opracowano statystycznie wykorzystując analizę wariancji i porównania wielokrotne procedurą Tukeya. Do porównania średnich przyjęto poziom istotności α = 0,05. Obliczenia wykonano w programie SAS 9.1 przy użyciu procedury GLM.

Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Obsada roślin podczas zbioru wynosiła od 92,0 do 102,4 tys. szt./ha (tab. 4). To optymalna liczba roślin warunkująca wysokie plony korzeni i cukru buraka cukrowego.

Korzystny wpływ aplikacji dolistnej kalcytu morskiego zawierającego m.in. krzem i wapń na plon korzeni stwierdzili Artyszak i wsp. (2016). Natomiast Artyszak (2017) nie obserwował istotnych zmian w plonie korzeni. Wzrost plonów korzeni po aplikacji produktów zawierających mieszaninę kwasu orto- i polikrzemowego, a także kwasu ortokrzemowego stabilizowanego choliną uzyskał Artyszak (2017), krzemianu potasu Artyszak i wsp. (2021), a nanocząsteczek krzemionki Hřivna i wsp. (2017). Natomiast Urban i Pulkrábek (2018) nie stwierdzili istotnego wzrostu plonu korzeni po aplikacji dolistnej nanocząsteczek krzemionki. W latach 2019–2020 wariant nr 1 spowodował wzrost plonu korzeni o 16,9%, wariant nr 2 o 13,7%, a wariant nr 3 o 22,8% w porównaniu z wariantem nr 0. Trawczyński (2013) stosując dolistnie kalcyt morski uzyskał wzrost plonu ogólnego bulw ziemniaka o 9%, a plonu handlowego o 11%. Stwierdził też większy o 2% udział bulw o średnicy 50–60 mm i o 4% udział bulw o średnicy powyżej 60 mm w porównaniu z kontrolą. W innych badaniach tego autora (Trawczyński 2018) aplikacja dolistna produktu zawierającego kwas ortokrzemowy i mikroelementy wywołała wzrost plonu bulw o 10,8% oraz nie miała istotnego wpływu na strukturę plonu bulw. Natomiast w badaniach Trawczyńskiego (2021) aplikacja dolistna tego samego produktu spowodowała przyrost plonu bulw o 12,9% w porównaniu z obiektem kontrolnym. Autor stwierdził również tendencję zwiększenia w strukturze plonu udziału bulw o średnicy powyżej 60 mm. Stosowanie dolistne kwasu ortokrzemowego stabilizowanego choliną z dodatkiem wapnia nie miało istotnego wpływu na plon ogólny bulw ziemniaka, ale istotnie oddziaływało na redukcję frakcji bulw najdrobniejszych

Tabela 4. Plonowanie buraka cukrowego w doświadczeniu (2019–2020)
Table 4. Yielding of sugar beet in the experiment (2019–2020)

Wariant Variant	Obsada roślin podczas zbioru [tys. szt./ha] Plant density at harvest [thousand pcs/ha]	Plon korzeni Root yield [t/ha]	Plon liści Yield of leaves [t/ha]	Harvest Index	Współczynnik ulistnienia Foliage index	Plon biologiczny cukru Biological sugar yield [t/ha]	Plon technologiczny cukru Pure sugar yield [t/ha]	Świeża masa korzenia Fresh weight of root [g]	Świeża masa liści rośliny Fresh weight of leaves per plant [g]
2019									
0[1]	97,22 a[2]	70,90 a	37,50 a	0,65 a	0,53 ab	13,11 a	11,68 a	739 a	391 a
1	99,31 a	85,73 b	48,01 b	0,64 a	0,56 b	15,99 b	14,30 b	864 b	483 b
2	92,01 a	87,28 b	46,36 b	0,65 a	0,53 ab	16,79 b	15,08 b	951 b	505 b
3	97,22 a	93,47 b	43,55 ab	0,68 b	0,46 a	17,69 b	15,83 b	964 b	447 ab
2020									
0	92,01 a	68,24 a	16,66 a	0,80 c	0,24 a	10,67 a	8,98 a	744 a	181 a
1	102,43 a	76,97 a	44,64 b	0,64 a	0,58 c	11,40 ab	9,47 ab	751 a	435 b
2	95,83 a	70,93 a	24,73 a	0,74 b	0,35 b	11,12 ab	9,42 ab	740 a	259 a
3	99,65 a	77,41 a	41,17 b	0,65 a	0,53 c	12,04 b	10,13 b	778 a	414 b

[1]patrz tabela 3. – see Table 3
[2]w każdej kolumnie średnie związane z różnymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,05$ zgodnie z testem Tukeya – within each column, means associated with different letters are significantly different at $p < 0.05$ according to Tukey's test

w plonie oraz wzrost udziału bulw największych (powyżej 60 mm) w badaniach Wróbla (2012). Autor ten wykazywał tendencję do ograniczania udziału bulw z objawami mokrej zgnilizny przy jednoczesnym wzroście liczby bulw ze sklerocjami.

Brak istotnego wzrostu plonu liści po aplikacji różnych form krzemu w stosunku do kontroli z ochroną fungicydową odnotowała część autorów (Urban i Pulkrábek 2018; Artyszak i wsp. 2021), gdy inni zaś stwierdzili istotny przyrost (Artyszak i wsp. 2016; Artyszak 2017; Hřivna i wsp. 2017). W badaniach własnych kombinacja nr 1 charakteryzowała się plonem liści większym o 71,1%, nr 2 o 31,2%, a nr 3 o 56,4% w stosunku do kombinacji nr 0. Artyszak i wsp. (2021) stwierdzili istotny wzrost wartości Harvest Index pod wpływem zastosowania dolistnego produktu zawierającego krzem i potas, a Artyszak (2017) brak istotnych różnic na skutek aplikacji dolistnych różnych form krzemu. W latach 2019–2020 wartość Harvest Index w obiektach nr 1–3 była istotnie mniejsza niż w obiekcie nr 0. W badaniach Artyszaka i wsp. (2021) współczynnik ulistnienia uległ istotnemu zmniejszeniu pod wpływem stosowania dolistnego produktu zawierającego krzemian potasu. Natomiast w doświadczeniach Artyszaka (2017) współczynnik ten przybierał podobne wartości, niezależnie od zastosowanych kombinacji doświadczalnych. W badaniach własnych współczynnik ulistnienia przyjmował w wariancie nr 1 i 3 istotnie większe wartości niż w wariancie nr 0.

Prezentowane w literaturze wyniki badań z wpływem aplikacji dolistnej różnych form krzemu na plon biologiczny i technologiczny cukru mają podobny wpływ jak na plon korzeni (Artyszak i wsp. 2016, 2021; Artyszak 2017; Hřivna i wsp. 2017; Urban i Pulkrábek 2018). Za lata 2019–2020 plon biologiczny cukru wzrósł w wariancie nr 1 o 15,1%, nr 2 o 17,3%, a nr 3 o 25,0% w porównaniu do wariantu nr 0, natomiast plon technologiczny cukru odpowiednio o 15,0%, 18,6% i 25,7%.

Przy zbliżonej i równomiernej obsadzie roślin przed zbiorem o plonie korzeni decyduje świeża masa korzenia. W przypadku niektórych kombinacji z aplikacją dolistną badanych przez Artyszaka (2017) oraz Artyszaka i wsp. (2021) stwierdzono istotny przyrost świeżej masy korzeni i świeżej masy liści pojedynczej rośliny. W latach 2019–2020 korzenie z kombinacji nr 1 odznaczały się średnio świeżą masą większą o 8,9%, nr 2 o 14,2%, a nr 3 o 17,5% w stosunku do kombinacji nr 0. Natomiast świeża masa liści pojedynczej rośliny w porównaniu z obiektem nr 0 była większa w obiekcie nr 1 średnio o 60,5%, nr 2 o 33,6%, a nr 3 o 50,3%.

Za lata 2019–2020 wariant nr 1 spowodował istotny spadek, a wariant nr 2 istotny wzrost zawartości cukru i cukru oczyszczonego w korzeniach w porównaniu z wariantem nr 0 (tab. 5). Korzenie ze wszystkich wariantów charakteryzowały się zbliżoną zawartością azotu α-aminowego i potasu oraz wartością współczynnika alkaliczności. W przypadku sodu zaobserwowano istotne obniżenie jego zawartości w wariantach nr 2 i nr 3 w stosunku do wariantu nr 0. Wariant nr 2 charakteryzował się również istotnie większą wydajnością cukru niż wariant nr 0. Prezentowane wyniki dowodzą, że aplikacja dolistna krzemu i wapnia w połączeniu z ochroną fungicydową nie ma większego wpływu na jakość technologiczną korzeni w porównaniu z kombinacją obejmującą wyłącznie stosowanie fungicydów. Co ważne

Tabela 5. Jakość technologiczna korzeni buraka cukrowego w doświadczeniu (2019–2020)
Table 5. Technological quality of sugar beet roots in the experiment (2019–2020)

Wariant Variant	Zawartość cukru Sugar content [%]	Zawartość – Content [mmol/kg]			Zawartość cukru oczyszczonego Refined sugar content [%]	Wydajność cukru Productivity of sugar [%]	Współczynnik alkaliczności Alkalinity factor
		N α-aminowy α-amino nitrogen	potas potassium	sód sodium			
2019							
0[1]	18,50 a[2]	18,60 a	36,35 a	4,15 b	16,48 a	89,12 a	2,18 b
1	18,65 ab	19,50 a	33,18 a	2,20 a	16,68 ab	89,43 ab	1,83 a
2	19,26 c	19,45 a	32,15 a	2,55 a	17,29 c	89,81 b	1,79 a
3	18,93 bc	19,70 a	33,20 a	3,20 ab	16,94 bc	89,49 ab	1,86 a
2020							
0	15,66 b	35,85 a	41,28 a	3,28 a	13,18 b	84,18 b	1,24 a
1	14,82 a	35,88 a	42,68 a	4,33 b	12,32 a	83,10 a	1,32 a
2	15,70 b	32,68 a	41,28 a	3,08 a	13,30 b	84,73 b	1,38 a
3	15,56 b	34,13 a	44,70 a	2,58 a	13,09 b	84,15 b	1,41 a

[1]patrz tabela 3. – see Table 3
[2]w każdej kolumnie średnie związane z różnymi literami różnią się istotnie przy $p < 0,05$ zgodnie z testem Tukeya – within each column, means associated with different letters are significantly different at $p < 0.05$ according to Tukey's test

nie obniża jej. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy (Artyszak i wsp. 2016; Artyszak 2017; Urban i Pulkrábek 2018). Hřivna i wsp. (2017) stosując nanocząsteczki krzemionki uzyskali istotny wzrost cukru w korzeniach w stosunku do obiektu kontrolnego.

Stosowanie dolistne kalcytu morskiego nie miało wpływu na zawartość suchej masy, skrobi i azotanów w bulwach ziemniaka w badaniach Trawczyńskiego (2013). Trawczyński (2018) stwierdził istotnie większą zawartość skrobi i witaminy C oraz obniżenie poziomu azotanów w bulwach ziemniaka na skutek zastosowania kwasu ortokrzemowego z mikroelementami. W innych badaniach z tym samym produktem, Trawczyński (2021) wykazał korzystne oddziaływanie na zawartość suchej masy, skrobi i witaminy C w bulwach ziemniaka.

Wnioski / Conclusions

1. Trzykrotna aplikacja dolistna produktu zawierającego wapń i krzem ma korzystny wpływ na plon korzeni, plon biologiczny i technologiczny cukru buraka cukrowego uprawianego w rejonie silnego zagrożenia *C. beticola*.
2. Plon biologiczny i plon technologiczny cukru zwiększa się w kierunku: brak aplikacji dolistnej produktu z Si + Ca; 3x aplikacja dolistna produktu z Si + Ca; 4x zabiegi fungicydowe; 3x aplikacja dolistna produktu z Si + Ca + 4x zabiegi fungicydowe.
3. Aplikacja dolistna produktów zawierających krzem i wapń może pomóc we wdrażaniu strategii „od pola do stołu".

Podziękowanie / Acknowledgements

Podziękowanie dla Pana Witolda Ferensa oraz Kutnowskiej Hodowli Buraka Cukrowego Sp. z o.o. za wsparcie techniczne badań.

Literatura / References

Artyszak A. 2017. Możliwości wykorzystania krzemu do dokarmiania dolistnego buraka cukrowego. Wieś Jutra, Warszawa, 128 ss.

Artyszak A., Gozdowski D., Kucińska K. 2016. The effect of calcium and silicon foliar fertilization in sugar beet. Sugar Tech 18 (1): 109–114. DOI: 10.1007/s12355-015-0371-4

Artyszak A., Gozdowski D., Siuda A. 2021. Effect of the application date of fertilizer containing silicon and potassium on the yield and technological quality of sugar beet roots. Plants 10 (2): 370. DOI: 10.3390/plants10020370

Buchholz K., Märländer B., Puke H., Glattkowski H., Thielecke K. 1995. Neubewertung des technischen Wertes von Zuckerrüben. Zuckerindustrie 120: 113–121.

Górski T. 1983. Agroklimat. s. 141–149. W: Agroekologiczne podstawy uprawy roślin (A. Listowski, red.). Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 319 ss.

Hřivna L., Hernandez Kong J., Machálková L., Burešová I., Sapáková E., Kučerová J., Šottníková V. 2017. Vliv mimokořenové výživy draslíkem a křemíkem na výnos a kvalitu cukrovky v nestandardních povětrnostních podmínkách roku 2014 a 2015. [Effect of foliar nutrition of potassium and silicon on yield and quality of sugar beet in unusual windy conditions in 2014 and 2015]. Listy Cukrovarnické a Řepařské 133 (5–6): 182–187.

Kiniec A., Pieczul K., Świerczyńska I., Górski D. 2021. Perspektywy chemicznego zwalczania chwościka buraka (*Cercospora beticola* Sacc.) na podstawie badań laboratoryjnych. [Perspectives of chemical controlling Cercospora leaf spot (*Cercospora beticola* Sacc.) based on laboratory tests]. Progress in Plant Protection 61 (2): 113–120. DOI: 10.14199/ppp-2021-012

Komisja Europejska 2020. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Strategia „od pola do stołu" na rzecz sprawiedliwego, zdrowego i przyjaznego dla środowiska systemu żywnościowego, s. 23.

Trawczyński C. 2013. Wpływ dolistnego nawożenia preparatem Herbagreen na plonowanie ziemniaków. Ziemniak Polski 2: 29–33.

Trawczyński C. 2018. The effect of foliar preparation with silicon on the yield and quality of potato tubers in compared to selected biostymulators. [Wpływ dolistnego preparatu krzemowego na plon i jakość bulw ziemniaka w porównaniu do wybranych biostymulatorów]. Fragmenta Agronomica 35 (4): 113–122. DOI: 10.26374/fa.2018.35.47

Trawczyński C. 2021. Ocena plonowania i jakości bulw po aplikacji dolistnej krzemu i mikroelementów. Agronomy Science 76 (1): 9–20. DOI: 10.24326/as.2021.1.1

Trzebiński J. 1991. Ocena wydajności cukru z korzeni. s. 591–597. W: Produkcja buraka cukrowego (I. Gutmański, red.). Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Oddział w Poznaniu.

Urban J., Pulkrábek J. 2018. Navýšení výnosu a jakosti cukrové řepy pomocí listové výživy a biologicky aktivních látek. [Increased yield and quality of sugar beet by means of foliar nutrition and biologically active substances]. Listy Cukrovarnické a Řepařské 134 (5–6): 188–194.

Wróbel S. 2012. Wpływ nawożenia ziemniaka odmiany Jelly dolistnymi preparatami YaraVita Ziemniak oraz Actisil na plon i cechy jego jakości. [Effects of fertilization of potato cultivar Jelly with foliar fertilizers YaraVita Ziemniak and Actisil]. Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 266: 295–306.