

EFEKTYWNOŚĆ NAWOŻENIA DOLISTNEGO DWÓCH ODMIAN BURAKA CUKROWEGO BOREM CZ. II. CECHY BIOMETRYCZNE ROŚLIN

ARKADIUSZ ARTYSZAK¹

*Katedra Agronomii, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,
ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa*

Synopsis. W latach 2005–2006 w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym SGGW w Żelaznej badano wpływ dokarmiania dolistnego borem ($1,89 \text{ kg B} \cdot \text{ha}^{-1}$) na cechy biometryczne roślin dwóch odmian buraka cukrowego (Esperanza, Henrike) w stosunku do obiektu kontrolnego ($0 \text{ B} \cdot \text{ha}^{-1}$). Burak cukrowy uprawiano po buraku cukrowym w płodozmianie: burak cukrowy – burak cukrowy – pszenica jara. Dokarmianie dolistne borem nie miało istotnego wpływu na cechy biometryczne roślin podczas zbioru. Zaobserwowano jednak tendencję do wytwarzania większej świeżej masy ogonków liściowych i udziału suchej masy ogonków w suchej masie rośliny pod wpływem dokarmiania dolistnego borem w stosunku do obiektu kontrolnego. Odmiana Henrike odznaczała się istotnie większą świeżą masą blaszek liściowych, powierzchnią liści oraz świeżą i suchą masą ogonków liściowych rośliny niż odmiana Esperanza. Na kombinacji z nawożeniem dolistnym borem plon technologiczny cukru był istotnie dodatnio skorelowany z udziałem suchej masy korzenia w suchej masie całej rośliny oraz ujemnie z udziałem suchej masy blaszek i ogonków liściowych. Na kombinacji kontrolnej plon technologiczny cukru był istotnie ujemnie skorelowany z udziałem suchej masy blaszek liściowych w suchej masie całej rośliny.

Słowa kluczowe: burak cukrowy, bor, cechy biometryczne

WSTĘP

W wielu gospodarstwach ze względu na opłacalność produkcji uprawia się coraz więcej buraka cukrowego i rzepaku ozimego, co powoduje, że gatunki te dominują w płodozmianie. Jednym z czynników ograniczających plonowanie buraka cukrowego w wielu gospodarstwach jest niedobór boru [Grzebisz i in. 2010]. Zdecydowana większość gleb w Polsce odznacza się niską zawartością tego mikroelementu [Wróbel i Obojski 1997]. Burak korzystnie reaguje na dokarmianie dolistne borem [Artyszak 2014, Draycott 2006, Draycott i Christenson 2003, Hřivna i in. 2012].

Cechy biometryczne roślin są wykorzystywane do tworzenia modeli plonowania buraka cukrowego [Jaradat i Rinke 2012]. Bergen [1967] stwierdził, że istnieje dodatnia zależność pomiędzy zawartością suchej masy w ogonkach liściowych a zawartością sacharozy w korzeniach oraz ujemna między zawartością suchej masy w ogonkach liściowych a masą korzenia. Wydaje się więc interesujące zbadanie wpływu dokarmiania dolistnego borem na cechy biometryczne roślin buraka cukrowego.

Celem badań była ocena wpływu dokarmiania dolistnego borem na cechy biometryczne roślin dwóch odmian buraka cukrowego.

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address:* arkadiusz_artyszak@sggw.pl

MATERIAŁ I METODY

Badania przeprowadzono w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym w Żelaznej (51°52' N, 20°08' E) w latach 2005–2006. Warunki glebowo-klimatyczne oraz założenia metodyczne przedstawiono w cz. I pracy [Artyszak 2014]. Tuż przed zbiorem z 2. rzędu na każdym poltku pobierano losowo kolejno 4 rośliny celem określenia ich cech biometrycznych. Zostały one oznaczone w laboratorium Katedry Agronomii SGGW. Dla każdej rośliny określono liczbę liści, świeżą masę blaszek liściowych, ogonków liściowych i korzenia, a także korzenia. Następnie z blaszek liściowych, ogonków liściowych i korzenia pobrano po 100 g świeżej masy celem określenia zawartości suchej masy metodą suszarkową, co posłużyło następnie do wyliczenia suchej masy blaszek, ogonków liściowych, korzenia i całej rośliny. Określono także powierzchnię liści pojedynczej rośliny metodą krążkową, czyli z blaszek liściowych każdej rośliny wycinano po 20 krążków o łącznej powierzchni 160,8 cm², a po ich wysuszeniu określano powierzchnię z zależności pomiędzy powierzchnią krążków, ich suchą masą a suchą masą blaszek całej rośliny. Wyliczono wskaźnik plonowania rolniczego HI (Harvest index) będący ilorazem, w którym dzielną stanowi liczba wyrażająca część biomasy zakumulowana w organach będących plonem rolniczym w stosunku do całej biomasy z danego gatunku [Nalborczyk i Gej 1975] i jest wyrażany w postaci dziesiętnej.

Wyniki poddano analizie statystycznej wykorzystując analizę wariancji i porównania wielokrotne procedurą Tukeya, a do porównania średnich, przyjęto poziom istotności $\alpha = 0,05$. Obliczenia wykonano w programie SAS 9.1 przy użyciu procedury GLM. Ocenę współzależności między badanymi cechami wykonano na podstawie wartości współczynników korelacji prostej Pearsona. Istotność współzależności oceniano przy $p \leq 0,05$ oraz $p \leq 0,01$. Dla wybranych par cech wykonano analizę regresji prostej liniowej w celu określenia zależności przyczynowo-skutkowej między nimi. Obliczono również podstawowe parametry statystyczne badanych zmiennych tj. średnie, odchylenia standardowe, współczynniki zmienności oraz wartości minimalne i maksymalne.

WYNIKI BADAŃ

Rośliny odmiany Henrike odznaczały się istotnie większą świeżą masą blaszek liściowych i ich powierzchnią oraz suchą masą ogonków liściowych niż rośliny odmiany Esperanza (tab. 1). Dokarmianie dolistne borem nie miało istotnego wpływu na cechy biometryczne roślin buraka cukrowego. Zaobserwowano jednak tendencję do wytwarzania większej świeżej masy ogonków liściowych i udziału suchej masy ogonków w suchej masie rośliny pod wpływem dokarmiania dolistnego borem w stosunku do kontroli. Stwierdzone różnice nie były jednak istotne.

Na obiekcie z dokarmianiem dolistnym wszystkie cechy biometryczne charakteryzujące zarówno świeżą, jak i suchą masę, odznaczały się mniejszą zmiennością niż na obiekcie kontrolnym (tab. 2). Odwrotnie było w przypadku udziału suchej masy poszczególnych organów w suchej masie rośliny, powierzchni liści oraz wskaźnika plonowania rolniczego (HI).

Charakter zależności pomiędzy parami cech świeżej i suchej masy poszczególnych organów i całej rośliny a cechami plonu w wielu przypadkach był inny na obiekcie z dokarmianiem dolistnym borem w porównaniu z kombinacją kontrolną (tab. 3). Związek plonu korzeni ze świeżą masą ogonków liściowych, plonu korzeni ze świeżą masą korzenia oraz plonu korzeni ze świeżą masą rośliny był istotny i dodatni na obiekcie kontrolnym. W kombinacji z nawożeniem dolistnym borem zależności te były istotne dodatnio w przypadku plonu korzeni i świeżej masy

Tabela 1. Cechy biometryczne roślin podczas zbioru w zależności od odmiany i stosowania boru (średnie z lat 2005–2006)

Table 1. Biometric traits of plants at harvest depending on the variety and use of boron (means for the years 2005–2006)

Odmiana – Variety (A)	Bor – Boron (kg·ha ⁻¹) (B)		Średnia Mean
	0	1,89	
Świeża masa blaszek liściowych – Fresh matter of leave blades (g)			
Esperanza	146	182	164
Henrike	251	223	237
Średnia – Mean	199	202	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 54; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Świeża masa ogonków – Fresh matter of petioles (g)			
Esperanza	269	301	285
Henrike	456	475	465
Średnia – Mean	362	388	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 68; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Świeża masa korzenia – Fresh matter of root (g)			
Esperanza	670	792	731
Henrike	932	868	900
Średnia – Mean	800	830	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Świeża masa rośliny – Fresh matter of the plant (g)			
Esperanza	1085	1275	1180
Henrike	1638	1566	1602
Średnia – Mean	1361	1420	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Sucha masa blaszek liściowych – Dry matter of leave blades (g)			
Esperanza	26,5	30,7	28,6
Henrike	38,5	34,4	36,5
Średnia – Mean	32,5	32,6	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Sucha masa ogonków liściowych – Dry matter of petioles (g)			
Esperanza	29,1	29,5	29,3
Henrike	47,1	45,5	46,3
Średnia – Mean	38,1	37,5	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 6,4; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Sucha masa korzenia – Dry matter of root (g)			
Esperanza	147	178	163
Henrike	214	201	208
Średnia – Mean	181	190	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		

Tabela 1. cd.
Table 1. cont.

Sucha masa rośliny – Dry matter of the plant (g)			
Esperanza	202	238	220
Henrike	300	281	291
Średnia – Mean	251	260	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Udział suchej masy blaszek liściowych w suchej masie rośliny (%) Share of dry matter of leave blades in total dry matter of the plant (%)			
Esperanza	13,4	14,7	14,0
Henrike	14,0	12,7	13,3
Średnia – Mean	13,7	13,7	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Udział suchej masy ogonków liściowych w suchej masie rośliny (%) Share of dry matter of petioles in total dry matter of the plant (%)			
Esperanza	14,6	14,6	14,6
Henrike	16,8	16,5	16,7
Średnia – Mean	15,7	15,5	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Udział suchej masy korzenia w suchej masie rośliny (%) Share of dry matter of root in total dry matter of the plant (%)			
Esperanza	72,0	70,7	71,3
Henrike	69,2	70,8	70,0
Średnia – Mean	70,6	70,7	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Liczba liści – Number of leaves			
Esperanza	30,6	30,2	30,4
Henrike	36,6	36,9	36,7
Średnia – Mean	33,6	33,5	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Powierzchnia blaszek liściowych – Area of leaves (m ²)			
Esperanza	0,44	0,47	0,46
Henrike	0,62	0,58	0,60
Średnia – Mean	0,53	0,53	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – 0,10.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		
Indeks zbioru – Harvest Index			
Esperanza	0,72	0,71	0,71
Henrike	0,69	0,71	0,70
Średnia – Mean	0,71	0,71	–
NIR _{0,05} – LSD _{0,05}	A – r.n.; B – r.n.; A/B – r.n.; B/A – r.n.		

r.n. – różnice nieistotne – no significant differences

Tabela 2. Statystyczna charakterystyka zmienności cech biometrycznych roślin buraka cukrowego w latach 2005–2006
 Table 2. Statistical characterization variability of sugar beet (means for two varieties) in years 2005–2006

Zmienne Variables	Świeża masa – Fresh matter (g)				Sucha masa – Dry matter (g)				Udział w suchej masie rośliny Share in dry matter of the plant (%)			Liczba liści Number of leaves	Powierzchnia liści Area of leaves (m ²)	HI
	Blaszki Leaves	Ogonki Petioles	Korzeń Root	Roślina Plant	Blaszki Leaves	Ogonki Petioles	Korzeń Root	Roślina Plant	Blaszki Leaves	Ogonki Petioles	Korzeń Root			
Średnia Mean	0 199	362	800	1361	32,5	38,1	180	251	13,7	15,7	70,6	33,6	0,53	0,71
	1 202	388	830	1420	32,6	37,5	190	260	13,7	15,6	70,7	33,5	0,53	0,71
Min.	0 106	216	494	879	19,9	22,3	99,8	150	9,6	11,0	62,7	27,0	0,34	0,63
	1 114	167	350	820	23,6	24,3	69,8	118	9,6	8,1	59,0	26,8	0,30	0,59
Max.	0 347	595	1945	2865	53,6	65,6	445	560	17,8	19,3	79,4	44,3	0,79	0,79
	1 286	529	1792	2375	49,3	57,0	413	503	20,1	20,9	82,1	40,3	0,65	0,82
SD	0 67,8	124	411	566	10,6	14,5	98,8	121	2,6	2,5	4,8	4,8	0,14	0,05
	1 50,8	115	387	455	8,0	11,3	96,5	110	3,9	4,1	7,6	4,7	0,12	0,08
Cv	0 34,1	34,2	51,3	41,6	32,8	38,0	54,8	48,1	19,0	16,0	6,8	14,3	26,8	6,8
	1 25,1	29,7	46,6	32,1	24,7	30,2	50,9	42,2	28,2	26,4	10,7	14,0	21,9	10,7

0 – kontrola – control (0 kg B·ha⁻¹); 1 – 1,89 kg B·ha⁻¹

SD – odchylenie standardowe – Standard deviation; Cv – współczynnik zmienności – variation coefficient

Tabela 3. Współczynniki korelacji między cechami biometrycznymi roślin a plonem buraka cukrowego w zależności od stosowania boru (średnie z lat 2005–2006); n = 12

Table 3. Coefficients of correlation between biometrics traits of plants and sugar beet yield depending on applying boron (means for years 2005–2006); n = 12

Zmienne Variables	Świeża masa Fresh matter			Sucha masa Dry matter			Udział w suchej masie rośliny Share in dry matter of the plant			Powierzchnia liści Area of leaves	Liczba liści Number of leaves	HI	
	Blaszki Leaves	Ogonki Petioles	Korzeń Root	Blaszki Leaves	Ogonki Petioles	Korzeń Root	Blaszki Leaves	Ogonki Petioles	Korzeń Root				
1	0,57	0,68*	0,77**	0,78**	0,82**	0,82**	0,84**	-0,64*	-0,28	0,50	0,71**	0,00	0,50
2	0,32	0,39	0,50	0,49	0,62*	0,58*	0,59*	-0,61*	-0,27	0,48	0,48	0,21	0,48
3	0,54	0,65*	0,76**	0,76**	0,81**	0,81**	0,83**	-0,67*	-0,30	0,52	0,69*	0,05	0,52
4	0,54	0,65*	0,75**	0,75**	0,81**	0,81**	0,82**	-0,67*	-0,29	0,52	0,69*	0,06	0,52
Kontrola – Control (0 kg B·ha ⁻¹)													
1,89 kg B·ha ⁻¹													
1	0,19	0,30	0,69*	0,69*	0,60*	0,73**	0,74**	-0,72**	-0,53	0,66*	0,29	0,14	0,66*
2	-0,10	0,07	0,57	0,49	0,49	0,68*	0,67*	-0,86**	-0,65*	0,79**	-0,08	0,28	0,79**
3	0,09	0,23	0,71**	0,68*	0,62*	0,78**	0,79**	-0,84**	-0,62*	0,76**	0,16	0,21	0,76**
4	0,08	0,24	0,72**	0,68*	0,63*	0,78**	0,79**	-0,85**	-0,61*	0,76**	0,16	0,21	0,76**

** – istotne współzależności przy p<0,01 i 0,05 – significant correlation at p<0,01 and 0,05

1 – plon korzeni – roots yield, 2 – zawartość sacharozy – sucrose content, 3 – plon biologiczny cukru – biological sugar yield, 4 – plon technologiczny cukru – technological sugar yield

korzenia oraz plonu korzeni i świeżej masy korzenia, ale były słabsze niż na kontroli. Związek plonu biologicznego cukru i świeżej masy korzenia miał podobny charakter na obu wariantach doświadczalnych. Natomiast współzależność plonu biologicznego cukru od świeżej masy rośliny oraz plonu technologicznego cukru od świeżej masy rośliny na kombinacji kontrolnej odznaczała się większą siłą niż po dokarmianiu borem. Na kombinacji kontrolnej stwierdzono także istotny dodatni związek pomiędzy plonem biologicznym cukru a świeżą masą ogonków liściowych oraz plonem technologicznym cukru a świeżą masą ogonków liściowych.

Na poletkach kontrolnych plon korzeni był istotnie dodatnio skorelowany zarówno z suchą masą poszczególnych organów, jak i całej rośliny. W obiekcie z dokarmianiem dolistnym borem wystąpiły podobne zależności, z tym że w przypadku plonu korzeni i świeżej masy blaszek liściowych były nieistotne, a plonu korzeni i suchej masy ogonków słabsze niż na kontroli. Zbliżony charakter miał także związek, zarówno biologicznego, jak i technologicznego plonu cukru z suchą masą blaszek, ogonków liściowych, korzenia oraz całej rośliny.

Analizując współzależność udziału suchej masy poszczególnych organów w suchej masie rośliny na kombinacji kontrolnej należy stwierdzić, że jedynie udział suchej masy blaszek liściowych miał istotny (ujemny) związek z plonem korzeni, zawartością sacharozy w korzeniach, biologicznym i technologicznym plonem cukru. Zbliżone zależności pomiędzy ww. parami cechy wystąpiły także na obiekcie z dokarmianiem dolistnym borem, ale były silniejsze. Na tym obiekcie zaobserwowano istotny (ujemny) związek udziału suchej masy ogonków liściowych z zawartością sacharozy w korzeniach oraz biologicznym i technologicznym plonem cukru, a także istotny, ale dodatni udział suchej masy korzenia a plonem korzeni, zawartością sacharozy w korzeniach, biologicznym i technologicznym plonem cukru.

Zależność wskaźnika plonowania rolniczego (HI) była istotna (dodatnia) z plonem korzeni, zawartością sacharozy w korzeniach, biologicznym i technologicznym plonem cukru w kombinacji z dokarmianiem borem. Natomiast związek powierzchni liści był istotny dodatnio z plonem korzeni, biologicznym i technologicznym plonem cukru w kombinacji kontrolnej.

Plon korzeni był silniej determinowany przez suchą masę blaszek liściowych ($R^2 = 0,54$), suchą masę ogonków liściowych ($R^2 = 0,69$), suchą masę korzenia ($R^2 = 0,68$) i suchą masę rośliny ($R^2 = 0,70$) w kombinacji kontrolnej niż na obiekcie z dokarmianiem dolistnym borem (odpowiednio $R^2 = 0,29$; $0,36$; $0,53$ i $0,55$) (tab. 4.). Natomiast zależność plonu korzeni od udziału suchej masy blaszek liściowych ($R^2 = 0,52$), suchej masy ogonków liściowych ($R^2 = 0,29$) i udziału suchej masy korzenia ($R^2 = 0,49$) w suchej masie rośliny była silniejsza w wariantcie z dokarmianiem borem niż na obiekcie kontrolnym ($R^2 = 0,41$; $0,08$; $0,25$).

Plon technologiczny cukru był silniej determinowany przez suchą masę blaszek liściowych ($R^2 = 0,53$) i suchą masę ogonków liściowych ($R^2 = 0,66$) na kombinacji kontrolnej niż na obiekcie ze stosowaniem boru ($R^2 = 0,25$; $0,40$). Natomiast zależność plonu technologicznego cukru od udziału suchej masy poszczególnych organów w suchej masie rośliny była silniejsza na kombinacji z nawożeniem dolistnym borem niż na obiekcie kontrolnym.

Tabela 4. Równania regresji prostej liniowej prezentujące zależność pomiędzy plonem korzeni oraz plonem technologicznym cukru a suchą masą poszczególnych organów oraz ich udziałem w suchej masie rośliny (n = 12)

Table 4. Simple linear regression equation showing the relationships between root yield and technological sugar yield and dry matter of individual organs and their share in total plant dry matter (n = 12)

y	x	Kontrola – Control		1,89 kg B·ha ⁻¹	
		Równanie regresji The regression equation	R ²	Równanie regresji The regression equation	R ²
Plon korzeni Roots yield	Sucha masa – Dry matter				
	Błaszki liściowe Leave blades	$y = 1,0059x + 26,291$	0,54	$y = 0,7957x + 47,854$	0,29
	Ogonki liściowe Petioles	$y = 0,8199x + 27,753$	0,69	$y = 0,6289x + 50,192$	0,36
	Korzeń Root	$y = 0,1212x + 37,124$	0,68	$y = 0,0893 + 56,851$	0,53
	Sucha masa rośliny Dry matter of the plant	$y = 0,1007x + 33,715$	0,70	$y = 0,0801x + 52,964$	0,55
	Udział – Share				
	Błaszki liściowe Leave blades	$y = -3,5922x + 108,11$	0,41	$y = -2,2127x + 104,9$	0,52
	Ogonki liściowe Petioles	$y = -1,622x + 84,499$	0,08	$y = -1,5441x + 97,803$	0,29
	Korzeń Root	$y = 1,5049x - 47,251$	0,25	$y = 1,0239x + 1,3445$	0,43
	Plon technologiczny cukru Technological sugar yield	Sucha masa – Dry matter			
Błaszki liściowe Leave blades		$y = 0,1774x + 2,9268$	0,53	$y = 0,1519x + 5,5483$	0,25
Ogonki liściowe Petioles		$y = 0,1458x + 3,141$	0,66	$y = 0,1383x + 5,3105$	0,40
Korzeń Root		$y = 0,0212x + 4,8669$	0,65	$y = 0,0201x + 6,689$	0,62
Sucha masa rośliny Dry matter of the plant		$y = 0,0177x + 4,2594$	0,68	$y = 0,0179x + 5,861$	0,63
Udział – Share					
Błaszki liściowe Leave blades		$y = -0,6654x + 17,794$	0,44	$y = -0,5406x + 17,903$	0,72
Ogonki liściowe Petioles		$y = -0,3021x + 13,446$	0,09	$y = -0,3693x + 16,244$	0,38
Korzeń Root		$y = 0,2792x - 11,018$	0,27	$y = 0,2478x - 7,0344$	0,58

DYSKUSJA

Wyniki badań własnych potwierdzają, że trudno jest za pomocą zabiegów agrotechnicznych zmienić badane cechy biometryczne roślin buraka cukrowego. Dokarmianie dolistne nawozem Florogama B ($3 \text{ dcm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) oraz insektycydu Decis ($0,25 \text{ dcm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) oraz fungicydu Dithane ($2 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) wywoływało jedynie tendencję do tworzenia większej biomasy korzeni w badaniach Kwiatkowskiego [2003]. Artyszak [1998] badał wpływ stosowania $80 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ przedsięwzięcia i $40 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$ azotu dolistnie w formie 6% wodnego roztworu mocznika, w pięciu terminach co 7-10 dni (w 2., 3. i 4. oprysku roztwór mocznika połączono z Insolem 4 – 3,96% Mg, 0,5% B, 0,35% Zn, 0,65% Mn, 0,1% Cu, 0,005 Mo i 0,35% Fe w łącznej dawce $3,5 \text{ dcm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) w stosunku do jednorazowej dawki azotu ($120 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1}$) rozsianej przed uprawą przedsięwzięcia na cechy biometryczne roślin dwóch odmian buraka cukrowego (PN Mono, Jamira) w stanowisku po zbożach. Autor ten nie uzyskał istotnych różnic pod względem suchej masy blaszek, ogonków liściowych i korzenia, udziału suchej masy poszczególnych organów w suchej masie całej rośliny, liczby liści i powierzchni blaszek liściowych. W tym doświadczeniu istotnie mniejszą suchą masę blaszek liściowych i liczbą liści podczas zbioru charakteryzowały się rośliny dokarmiane dolistnie jedynie w 1993 r., który odznaczał się największym deficytem opadów w okresie wegetacji (181 mm) w stosunku do opadów optymalnych. Również badania własne przebiegały w latach odznaczających się znacznym niedoborem opadów w okresie wegetacji (124 mm w 2005 r. i 73 mm w 2006 r.). W doświadczeniu Chołuj i in. [2004] w warunkach suszy ponad 80% suchej masy roślin było akumulowane w korzeniu. Kalinowska-Zdun [1976] stwierdziła wzrost suchej masy roślin po dokarmianiu dolistnym nawozem Wuxal w stosunku do kontroli w warunkach suszy, a jej obniżenie przy zwiększonej ilości opadów. W badaniach własnych sucha masa rośliny była o 3,5% większa po dokarmianiu dolistnym borem w porównaniu do kontroli. Gąsiorowska i in. [1997] uzyskali ograniczenie zawartości suchej masy zarówno w korzeniach, jak i w liściach pod wpływem dokarmiania dolistnego nawozem Ekolist w stosunku do kontroli.

Gawrońska-Kulesza i in. [1999] informują o wzroście suchej masy roślin oraz ich organów po nawożeniu mineralnym (NPK) nie tylko w stosunku do kontroli (bez nawożenia NPK), ale także stosowania obornika oraz obornika z nawozami mineralnymi. Wzrost suchej masy rośliny po jedno- i dwukrotnym oprysku nawozem dolistnym zawierającym bor zauważyli Amin i in. [2013].

W badaniach Kalinowskiej [1976] pod wpływem dokarmiania dolistnego nawozem Wuxal w latach o małej ilości opadów następowało zwiększenie udziału suchej masy blaszek liściowych i korzenia, a zmniejszenie udziału suchej masy korzenia w suchej masie rośliny w stosunku do obiektu kontrolnego. W badaniach własnych dokarmianie dolistne borem powodowało jedynie tendencję do wzrostu udziału suchej ogonków w porównaniu do wariantu bez dokarmiania.

Kalinowska-Zdun [1976] uzyskała zmniejszenie liczby liści i ich powierzchni pod wpływem stosowania nawozu dolistnego Wuxal w warunkach niedoboru wody. W badaniach własnych rośliny nie różniły się tymi cechami istotnie w zależności od nawożenia borem. Także Wróbel i Domaradzki [2006] nie stwierdzili szkodliwego działania łącznego stosowania dolistnego boru lub manganu z herbicydem.

Oceniane w badaniach własnych odmiany buraka cukrowego reprezentowały różne typy użytkowe; Esperanza – typ normalno-plenny (N-P) a Henrike – typ cukrowy (C), choć obie są diploidalne [Siódmiak i Heimann 2003, 2004]. Istotne zróżnicowanie odmian Jamira i PN Mono 1 pod względem świeżej i suchej masy organów i całych roślin, liczby liści oraz powierzchni blaszek liściowych uzyskał Artyszak [1998]. Było to spowodowane zróżnicowaną ploidalnością obu odmian; Jamira to odmiana triploidalna, a PN Mono 1 - diploidalna (obie nale-

żały do typu normalnego – N). O istotnym zróżnicowaniu zawartości suchej masy w korzeniach oraz w liściach w zależności od odmiany informują Gąsiorowska i in. [1997].

W badaniach własnych kombinacja z dokarmianiem dolistnym borem odznaczała się większym plonem korzeni, obsadą roślin podczas zbioru, świeżą masą ogonków i udziałem udziału suchej masy ogonków w suchej masie rośliny niż wariant kontrolny. Wydaje się, że były to przyczyny zróżnicowania zależności pomiędzy analizowanymi parami cech biometrycznych roślin a plonem korzeni, zawartością sacharozy w korzeniach oraz biologicznym i technologicznym plonem cukru.

WNIOSKI

1. Dokarmianie dolistne borem buraka cukrowego w stanowisku po buraku cukrowym w dawce 1,89 kg B·ha⁻¹ nie miało istotnego wpływu na oceniane cechy biometryczne roślin podczas zbioru. Zaobserwowano jednak tendencję do wytwarzania większej świeżej masy ogonków liściowych i udziału suchej masy ogonków w suchej masie rośliny pod wpływem dokarmiania dolistnego borem w stosunku do kontroli.
2. Odmiana Henrike odznaczała się istotnie większą świeżą masą blaszek liściowych, powierzchnią liści oraz świeżą i suchą masą ogonków liściowych rośliny niż odmiana Esperanza.
3. Na kombinacji z nawożeniem dolistnym borem plon technologiczny cukru był istotnie dodatnio skorelowany z udziałem suchej masy korzenia w suchej masie całej rośliny oraz ujemnie z udziałem suchej masy blaszek i ogonków liściowych. Na kombinacji kontrolnej plon technologiczny cukru był istotnie ujemnie skorelowany z udziałem suchej masy blaszek liściowych w suchej masie całej rośliny.

PIŚMIENNICTWO

- Amin G.A., Badr E.A., Afifi M.H.M. 2013. Root yield and quality of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) in response to biofertilizer and foliar application with micronutrients. *World Appl. Sci. J.* 27: 1385–1389.
- Artyszak 2014. Efektywność nawożenia dolistnego dwóch odmian buraka cukrowego borem. Cz. I. Płonowanie i jakość technologiczna korzeni. *Fragm. Agron.* 31(3): 7–18.
- Artyszak A. 1998. Wzrost i rozwój oraz plonowanie buraka cukrowego w zależności od jakości nasion i nawożenia azotem. Praca doktorska SGGW Warszawa (maszynopis).
- Bergen P. 1967. Dry matter of the petiole as an index for the selection of sugarbeet plants. *J. Am. Soc. Sugar Beet Technol.* 14: 396–399.
- Choluj D., Karwowska R., Jasińska M., Haber G. 2004. Growth and dry matter partitioning of sugar beet plants (*Beta vulgaris* L.) under moderate drought. *Plant Soil Environ.* 50: 265–272.
- Draycott A.P. (ed.). 2006. Sugar beet. Blackwell Publishing Ltd. Oxford.
- Draycott A.P., Christenson D.R. 2003. Nutrients for sugar beet production: soil-plant relationships. Oxford University Press.
- Gawrońska-Kulesza A., Lenart S., Suwara I. 1999. Biomasa oraz jej skład chemiczny i równowaga jonowa w wybranych fazach wzrostu buraka cukrowego. Cz. I. Biomasa i skład chemiczny. *Rocz. Nauk. Rol., Ser. A* 114(1–2): 55–68.
- Gąsiorowska G., Zarzecka K., Ceglarek F. 1997. Wpływ nawożenia dolistnego Ekolistem na plonowanie i wartość technologiczną buraka cukrowego. *Biul. IHAR* 202: 139–143.
- Grzebisz W., Przygocka-Cyna K., Łukowiak R., Biber M. 2010. An evaluation of macronutrient nutritional status of sugar beets in critical stages of growth in response to foliar application of multi-micronutrient fertilizers. *J. Elementol.* 15: 493–507.

- Hřivná L., Chodurová M., Burešová I. 2012. Dynamika růstu a změny kvality cukrovky po mimokořenové výživě. *Listy Cukrov. Řepář.* 128: 184–192.
- Jaradat A.A., Rinke J. 2012. Modeling sugar content of farmer-managed sugar beets (*Beta vulgaris* L.). *Commun. Biom. Crop Sci.* 7(1): 23–34.
- Kalinowska-Zdun M. 1976. Wpływ dokarmiania dolistnego na dynamikę narastania masy i skład chemiczny roślin buraków cukrowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 184: 23–38.
- Kwiatkowski C. 2003. Wpływ częstości wykonywania mechanicznych zabiegów pielęgnacyjnych oraz poziomu agrotechniki na cechy biometryczne korzeni buraka cukrowego. *Ann. UMCS, Sec. E Agricultura* 58: 257–263.
- Nalborczyk E., Gej B. 1975. Comparative investigations on the photosynthetic productivity of different varieties of spring wheat. *Pol. Ecol. Stud.* 1: 71–80.
- Siódmiak J., Heimann H. 2003. Rośliny okopowe. Burak cukrowy. W: Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze. Zbożowe, okopowe, strączkowe, oleiste. COBORU Słupia Wielka: 162–175.
- Siódmiak J., Heimann H. 2004. Rośliny okopowe. Burak cukrowy. W: Lista opisowa odmian. Rośliny rolnicze. Cz. 2. Okopowe, strączkowe. COBORU Słupia Wielka: 43–56.
- Wróbel S., Domaradzki K. 2006. Działanie boru i manganu w łącznej aplikacji dolistnej z herbicydem na plonowanie i skład chemiczny buraka cukrowego. *Pam. Puł.* 142: 587–593.
- Wróbel S., Obojski J. 1997. Zawartość boru w glebach i roślinach buraka cukrowego z pól o wysokiej produktywności. *Biul. IHAR* 202: 197–199.

A. ARTYSZAK

**THE EFFICIENCY OF FOLIAR BORON FERTILIZATION OF TWO SUGAR BEET VARIETIES
PART II. BIOMETRIC TRAITS OF PLANTS**

Summary

In 2005–2006, at the Agricultural Experiment Station of Warsaw of University of Life Sciences in Żelazna investigated the effect of foliar boron ($1.89 \text{ kg B} \cdot \text{ha}^{-1}$) on biometric traits of plants of two sugar beet varieties (Esperanza, Henrike) compared to control ($0 \text{ B} \cdot \text{ha}^{-1}$). Sugar beet cultivated after sugar beet in crop rotation: sugar beet - sugar beet - spring wheat. Boron foliar fertilization had no significant effect on plant biometric traits at harvest. However, there was a stronger tendency to produce fresh matter and petiole dry stalks share of the dry matter of the plant under the influence of boron foliar compared to control. Henrike variety was characterized by significantly higher fresh matter of leaves, leaf area, and fresh and dry matter petioles variety of plants than Esperanza. Technological sugar yield was significantly positively correlated with the dry matter share of the root of the plant and negatively correlated with the dry matter share of the leave blades and petioles on the combination with foliar boron fertilization. Technological sugar yield was significantly negatively correlated with the dry matter share of leaves blades of the dry matter of the plant on the control.

Key words: sugar beet, boron, biometrics traits

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 3.02.2014

Do cytowania – *For citation*:

Artyszak A. 2014. Efektywność nawożenia dolistnego dwóch odmian buraka cukrowego borem. Cz. II. Cechy biometryczne roślin. *Fragm. Agron.* 31(3): 19–29.