

OCENA ZAWARTOŚCI FRUKTOZY, GLUKOZY I SACHAROZY W WYBRANYCH ODMIANACH CEBULI UPRAWIANYCH W TRZECH GOSPODARSTWACH HODOWLANO-NASIENNYCH

Natalia Matłok, Józef Gorzelany, Maciej Bilek, Rafał Pieniążek,
Piotr Kuźniar, Janina Kaniuczak

Uniwersytet Rzeszowski

Streszczenie. Celem przeprowadzonych badań było określenie zawartości cukrów prostych i sacharozy w wybranych odmianach cebuli pochodzących z poletek doświadczalnych założonych w trzech gospodarstwach hodowlano-nasiennych. Oznaczenia poszczególnych cukrów przeprowadzono za pomocą chromatografii cieczowej HPLC z detekcją ELSD. Średnia zawartość sumy cukrów prostych i sacharozy w badanych odmianach cebuli była zróżnicowana i wynosiła od 3,01 do 4,71 g·100 g⁻¹ surowca. Najmniejszą średnią zawartością sumy oznaczanych cukrów odznaczała się odmiana Bila, największą zaś odmiana Majka.

Słowa kluczowe: cebula zwyczajna, chromatografia cieczowa HPLC, glukoza, fruktoza, sacharoza

WSTĘP

Cebula zwyczajna (*Allium cepa* L.) jest rośliną dwuletnią z rodziny cebulowatych (*Alliaceae*). uprawa cebuli praktykowana jest od 5000 lat, a sama cebula to jedna z najstarszych roślin uprawianych przez człowieka [Typek 2012]. Ze względu na walory smakowe cebula stała się istotnym składnikiem diety ludzi na całym świecie. Cenione są jej właściwości odżywcze i zdrowotne wynikające z wysokiej zawartości składników mineralnych (m.in. potas, fosfor, wapń, magnez, żelazo, cynk), witamin i substancji o właściwościach antyoksydacyjnych [Griffiths i in. 2002, Shrestha 2007, Strzelecka i Kowalski

2000, Kohlmünzer 2000, Lamer-Zarawska i in. 2007]. Cebula konsumowana jest najchętniej w krajach południowej Europy [Shrestha 2004], jednak także i w Polsce posiada ugruntowaną pozycję i korzystne warunki do uprawy, również metodami ekologicznymi [Felczyński i in. 2004, Zych 2005].

Szczegółowe wymagania dotyczące jakości, znakowania i dystrybucji cebuli zostały określone przez prawodawstwo Unii Europejskiej [Komisja WE 2003], a badania składu chemicznego są bardzo częste, a dotyczą m.in. zawartości substancji prozdrowotnych w cebuli, takich jak flawonoidy [Gennaro i in. 2002, Slimestad i in. 2007], kwercetyna [Lu i in. 2011], witamina C i antocyjany [Hallmann i Rembiałkowska 2007]. Badano także wpływ pozostałości wybranych środków ochrony roślin na wartości odżywcze cebuli [Sikorska i Wędzisz 2010], a także obróbki termicznej na zawartość wybranych składników pokarmowych i witamin [Biezanowska-Kopeć i in. 2011]. Oszacowano również optymalne parametry przechowywania wybranych odmian cebuli [Pudzianowska 2013].

Często badana jest zawartość cukrów prostych i sacharozy w cebuli. W pracy, porównującej uprawę ekologiczną i konwencjonalną, określono zawartość cukrów metodą miareczkową Luffa-Schoorla. Odnotowano zawartości cukrów redukujących w zakresie od 0,21 do 0,61% i cukrów ogółem od 1,34 do 4,56% w zależności od sposobu uprawy [Hallmann i Rembiałkowska 2007]. Z kolei w pracach opierających się na metodzie obliczeniowej określono łączną zawartość węglowodanów (przyjmowanych za sumę glukozy, fruktozy, sacharozy, fruktanów i błonnika) na poziomie od 6,44 do 11,67 g·100 g⁻¹ produktu w zależności od badanej odmiany (przy średniej dla ośmiu odmian 9,14 g·100 g⁻¹ [Biezanowska-Kopeć i in. 2011]). W literaturze odnaleźć można także informacje na temat badania zawartości cukrów w cebuli z użyciem zaawansowanych technik instrumentalnych, w tym technik chromatograficznych [Revanna i in. 2013]. Technika HPLC-ELSD stosowana była do tej pory wyłącznie do oceny zawartości cukrów w suchej masie cebuli [Davis i in. 2007]. W badaniach z zastosowaniem zestawu HPLC-ELSD w suchej masie cebuli nie odnotowano zawartości galaktozy, laktozy, maltozy i rafinozy. Wykryto natomiast glukozę, sacharozę i fruktozę [Shanmugavelan i in. 2013]. W owocach świeżych, m.in. pomidorach, chromatograficznie cukry analizowano z użyciem detekcji refraktometrycznej [Georgelis i in. 2004, Georgelis 2002, Smoleń i in. 2011].

Celem niniejszej pracy była ocena zawartości cukrów prostych i sacharozy w cebuli uprawianej w trzech gospodarstwach hodowlano-nasiennych i dostarczenie informacji na temat zawartości tych cukrów w ośmiu obecnie uprawianych w Polsce odmianach cebuli.

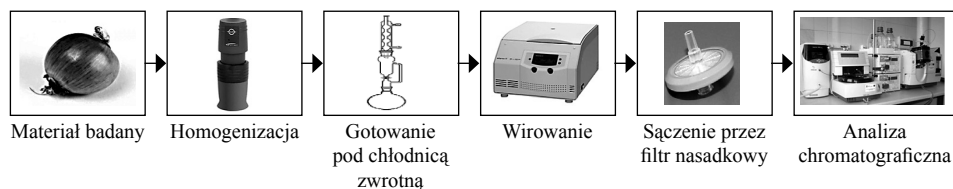
MATERIAŁY I METODY

Badany materiał stanowiły główki ośmiu odmian cebuli pozyskane z trzech gospodarstw zajmujących się hodowlą i nasiennictwem ogrodniczym: Plantico Zielonki Sp. z o.o. (dalej A), Polan Sp. z o.o. (dalej B), Spółnia „Hodowla i nasiennictwo ogrodnicze” Sp. z o.o. (dalej C). Z każdego gospodarstwa pobrano te same odmiany cebuli: Wola, Bila, Ławica, Petra, Błońska, Wama, Majka oraz Polana. Charakterystykę plantacji, nawożenia oraz ochrony chemicznej badanych odmian cebuli w poszczególnych gospodarstwach przedstawia tabela 1.

Tabela 1. Wybrane informacje dotyczące uprawy cebuli w trzech gospodarstwach hodowlano-nasiennych
Table 1. Selected information regarding the cultivation of onions in three farms

Gospodarstwo Farm	Lokalizacja Location	Rodzaj, typ gleby Soil type	Nawożenie – Fertilization		Ochrona chemiczna Chemical protection
			przedsewne pre-fertilization	ogólne capitation	
(A) Plantico Zielonki Sp. z o.o.	województwo mazowieckie	klasa gleby/class of soil: III			Stomp 330 EC (5 l·ha ⁻¹) Galigan 240EC (0,5 l·ha ⁻¹) Amistar 250 SC (0,8 l·ha ⁻¹) Karate Zeon 050 CS (0,12 l·ha ⁻¹) Acrobat MZ 69 WG (0,5 kg·ha ⁻¹) Curzate M 72,5 WP (0,5 kg·ha ⁻¹)
		pH: 6,6–7,0 przedplon/forecrop: pszenica ozima/ /winter wheat	Polimag S (500 kg·ha ⁻¹)	Saletra amonowa 34% (100 kg (N)·ha ⁻¹)	
(B) Polan Sp. z o.o.	województwo małopolskie	klasa gleby/class of soil: I			Panida (4 l·ha ⁻¹) Roundap 360 SL (1,5 l·ha ⁻¹) Galigan 240 EC (0,25 l·ha ⁻¹) Lontrol (0,3 l·ha ⁻¹) Ridomil Gold (2,5 kg·ha ⁻¹) Acrobat MZ 600 WG(1,5 kg·ha ⁻¹) + Bravo 500SC (1,5 l·ha ⁻¹) Amistar (0,8 l·ha ⁻¹) +Karate Zeon 050 CS (0,12 l·ha ⁻¹) Rovral Flo 255 SC (2 l·ha ⁻¹)
		pH: 6,7–7,3 przedplon/forecrop: czosnek ozimy/ /winter garlic	Polifoska (400 kg·ha ⁻¹)	Saletra amonowa (200 kg·ha ⁻¹) Agrolaf Total (dwie dawki po 3 kg·ha ⁻¹) Agrolaf K (1 l·ha ⁻¹)	
(C) “Spójnia” Ho- dowla i Nasiennictwo Ogrodnicze Sp. z o.o.	województwo wielkopolskie	klasa gleby/class of soil: III b			Pendigan 330 EC (4,5 l·ha ⁻¹) Roundup 360 SL (1,5 l·ha ⁻¹) Lentagan 45 WP (1,66 kg·ha ⁻¹) Sumi-Alpha 050EC (0,2 l·ha ⁻¹) + Amistar 250 SC (0,8 l·ha ⁻¹) Ridomil Gold MZ 67,8 WG (2,5 kg·ha ⁻¹) + Karate Zeon 050 CS (0,12 l·ha ⁻¹) Dithane Neo Tec 75 WG (2,5 kg·ha ⁻¹) + + Sumi-Alpha 050 EC (0,2 l·ha ⁻¹) Signum 33 WG (1 kg·ha ⁻¹)
		pH: 6,8 przedplon/forecrop: pszenica jara/wheat	Bontar (NPK – 3; 9; 15) (500 kg·ha ⁻¹) Saletra amonowa (100 kg·ha ⁻¹)	Saletra amonowa (100 kg·ha ⁻¹)	

Próbki przygotowano w sposób opracowany doświadczalnie. Z każdej partii cebul, pochodzącej z trzech różnych gospodarstw, pobierano po trzy sztuki. Cebule te homogenizowano osobno w młynku laboratoryjnym IKA A 11, a następnie odważano 10 g materiału i przenoszono do kolby okrągłodennej. Dodawano 30 ml 96% etanolu i 10 ml wody destylowanej. Próbkę taką była gotowana w łaźni wodnej w temperaturze 100°C pod chłodnicą zwrotną przez 30 minut i odwirowywana w wirówce (4500 obrotów, 30 minut). Roztwór nad osadem zlewano do kolby miarowej i uzupełniano wodą dejonizowaną do objętości 50 ml. Dla opisanego sposobu przygotowywania próbek skontrolowano odzysk, uzyskując w trzech pełnych cyklach przygotowania próbki i analizy chromatograficznej wyniki 79, 82,5 oraz 86% (rys. 1).



Rys. 1. Schemat obrazujący etapy postępowania analitycznego wykorzystywanego w trakcie badań

Fig. 1. Diagram illustrating the analytical procedure used in the tests

Analizę chromatograficzną poprzedzało przesączenie próbek przez filtry strzykawkowe MCE o średnicy porów 0,45 μm , dostarczone przez firmę AlfaChem. Wzorce cukrów pochodziły z firmy Sigma Aldrich, acetonitryl o czystości HPLC oraz etanol z firmy POCH.

Do określenia zawartości cukrów w cebuli zastosowano wysokosprawny chromatograf cieczerwowy firmy Varian, sterowany za pomocą programu Varian Workstation wersja 6.9.1, składający się z dwóch pomp Varian LC 212, automatycznego podajnika próbek VarianProStar 410, ewaporacyjnego detektora promieniowania rozproszonego Varian ELSD 385 LC oraz modułu integrującego Varian Star 800. Do rozdzielania chromatograficznego użyto kolumny chromatograficznej CosmosilSugar-D (4,6 \times 250 mm). Częstotliwość szczytowania danych ustalono na 5.0 Hz. Chromatogramy opracowywano za pomocą programu Varian Workstation wersja 6.9.1.

Doświadczalnie ustalono optymalne parametry analizy chromatograficznej. Przepływ izokratyczny; skład fazy ruchomej: acetonitryl : woda (80 : 20 v/v); natężenie przepływu strumienia fazy ruchomej: 1 ml·min⁻¹; objętość dozowanych próbek: 25 μl ; temperatura kolumny: 35°C; temperatura tacy automatycznego podajnika próbek: 4°C. Zastosowano następujące parametry detektora ELSD: natężenie przepływu strumienia gazu – 1,2 l·min⁻¹, temperatura rozpylacza – 80°C, temperatura parownika – 80°C.

Oszacowano podstawowe parametry walidacyjne zastosowanej metody analitycznej. Specyficzność metody została potwierdzona poprzez porównanie czasów retencji pików uzyskanych dla badanych próbek z czasami retencji wzorców: fruktozy, glukozy i sach-

rozy oraz ich mieszaniny. Dla trzech wymienionych cukrów określona została również liniowość odpowiedzi detektora na zadane stężenia roztworów wzorcowych w zakresie od 0,5 do 20 mg·ml⁻¹. Precyzję opisanej metody analitycznej potwierdzano poprzez trzykrotne powtarzanie nastrzyku zestawu wzorców i każdej z próbek. Pełna kalibracja powtarzana była co 30 nastrzyków (co 10 godzin), a pięciopunktowe krzywe kalibracyjne tworzone, wyciągając średnie z dwóch wartości uzyskanych dla każdego poziomu kalibracyjnego w odstępach dziesięciogodzinnych.

Na podstawie tabeli 1 w analizowanych gospodarstwach zastosowane zostały różne rodzaje i dawki nawozów oraz środków ochrony roślin (wynikające z nasilenia chorób i szkodników na poszczególnych plantacjach).

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica 10, którym wykonano analizę wariancji i test istotności NIR.

WYNIKI BADAŃ

Określając średnią zawartość cukrów prostych i sacharozy w badanych odmianach cebuli uprawianych w wytypowanych trzech gospodarstwach hodowlano-nasiennych (tab. 2), stwierdzono zróżnicowane zawartości oznaczanych cukrów. Największe zróżnicowanie zawartości fruktozy, glukozy, sacharozy i sumy oznaczanych cukrów pomiędzy gospodarstwami odnotowano dla odmian Majka i Petra. Istotne zróżnicowanie było również w przypadku zawartości sacharozy dla odmian Błońska i Ławica. Największą zawartością sumy oznaczanych cukrów cechowała się odmiana Majka w gospodarstwie A i wynosiła ona 5,701 g·100 g⁻¹ surowca. Najmniejszą sumę cukrów (glukoza, fruktoza i sacharoza), wynoszącą 2,722 g·100 g⁻¹ surowca, odnotowano natomiast w gospodarstwie C u odmiany Bila. Największą zawartość fruktozy i glukozy stwierdzono dla odmiany Majka, wynosiły one odpowiednio: 1,629 i 2,103 g·100 g⁻¹ surowca. Odmiana ta cechowała się z kolei najmniejszą zawartością sacharozy wśród badanych odmian cebuli (0,980 g·100 g⁻¹ surowca). Najmniejszą zawartością fruktozy, wynoszącą 0,561 g·100 g⁻¹ surowca, i glukozy, wynoszącą 1,270 g·100 g⁻¹ surowca, odznaczała się odmiana Bila.

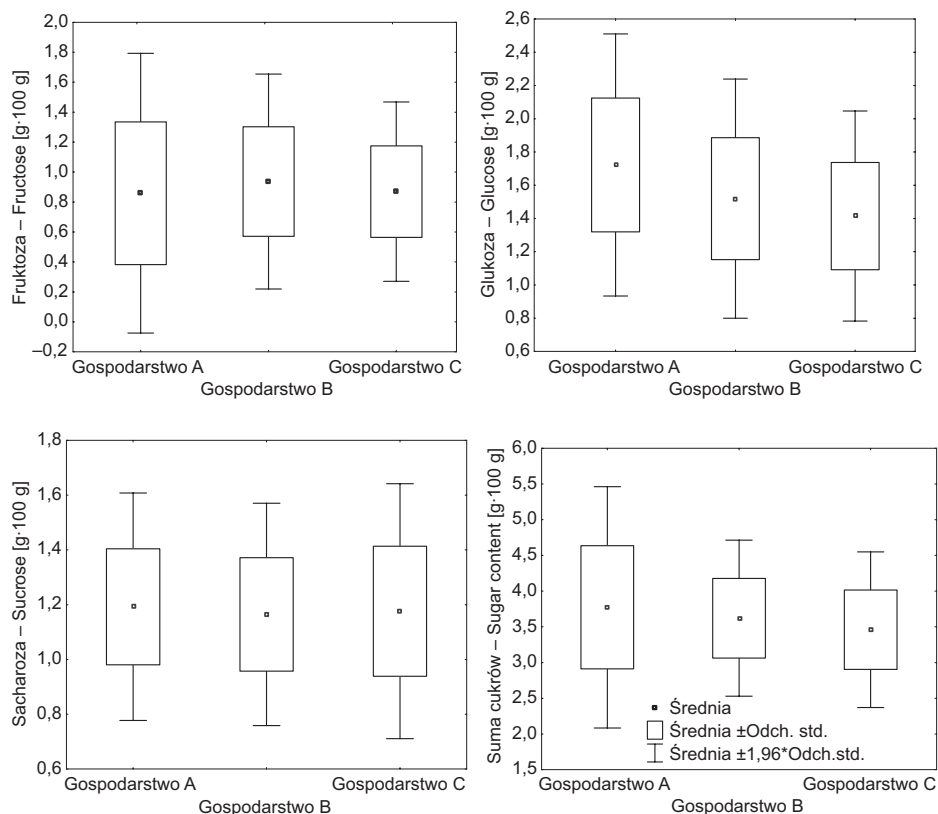
Największą średnią zawartość glukozy (1,722 g·100 g⁻¹), sacharozy (1,193 g·100 g⁻¹) i sumy cukrów (3,773 g·100 g⁻¹) uzyskano w gospodarstwie A, a fruktozy (0,937 g·100 g⁻¹) w gospodarstwie B. Z kolei najmniejszą zawartość glukozy (1,415 g·100 g⁻¹) i sumy cukrów (3,46 g·100 g⁻¹ surowca) w gospodarstwie C, fruktozy (0,859 g·100 g⁻¹) w gospodarstwie A, a sacharozy (1,165 g·100 g⁻¹) w gospodarstwie B. Przeprowadzona analiza wariancji wykazała, że warunki uprawy w gospodarstwach hodowlano-nasiennych miały wpływ jedynie na zawartość glukozy w cebuli. Ze względu na ilość tego cukru istotnie różniło się gospodarstwo A od gospodarstwa C (rys. 2).

Tabela 2. Średnia zawartość [g·100 g⁻¹ surowca] fruktozy, glukozy i sacharozy oraz sumy cukrów w badanych odmianach cebul uprawianych w trzech gospodarstwach hodowlano-nasiennych

Table 2. The average content [g·100 g⁻¹ material] of fructose, glucose and sucrose and sugar content in the tested onion varieties

Odmiana Variety	Gospodarstwo Farm	Stwierdzona zawartość – Declared content [g·100 g ⁻¹]			Suma cukrów Sugar content [g·100 g ⁻¹]
		fruktozy fructose	glukozy glucose	sacharozy sucrose	
Bila	A	0,533 ±0,062	1,424 ±0,262	1,132 ±0,239	3,089 ±0,540
	B	0,614 ±0,111	1,358 ±0,236	1,264 ±0,190	3,236 ±0,061
	C	0,535 ±0,024	1,030 ±0,286	1,158 ±0,299	2,722 ±0,516
	średnia average	0,561 ±0,076 ^a	1,270 ±0,291 ^a	1,185 ±0,222 ^b	3,016 ±0,439 ^a
Błońska	A	0,648 ±0,051	1,674 ±0,099	0,923 ±0,052 I	3,244 ±0,084
	B	0,944 ±0,113	1,442 ±0,126	1,303 ±0,104 II	3,689 ±0,341
	C	0,840 ±0,102	1,323 ±0,195	1,273 ±0,107 II	3,436 ±0,042
	średnia average	0,811 ±0,153 ^{bc}	1,479 ±0,199 ^{ab}	1,167 ±0,199 ^{ab}	3,457 ±0,262 ^{abc}
Ławica	A	0,711 ±0,296	1,471 ±0,051	1,469 ±0,194 II	3,652 ±0,439
	B	0,731 ±0,106	1,406 ±0,555	0,988 ±0,081 I	3,125 ±0,727
	C	0,866 ±0,180	1,303 ±0,057	1,340 ±0,364 II	3,508 ±0,578
	średnia average	0,769 ±0,195 ^{abc}	1,393 ±0,290 ^a	1,266 ±0,301 ^b	3,428 ±0,565 ^{abc}
Majka	A	2,030 ±0,112 II	2,565 ±0,229 II	1,106 ±0,227	5,701 ±0,501 II
	B	1,413 ±0,302 I	1,912 ±0,171 I	0,972 ±0,110	4,297 ±0,462 I
	C	1,443 ±0,402 I	1,832 ±0,291 I	0,861 ±0,030	4,136 ±0,677 II
	średnia average	1,629 ±0,396 ^d	2,103 ±0,404 ^c	0,980 ±0,165 ^a	7,411 ±0,887 ^d
Petra	A	0,867 ±0,034 I	1,914 ±0,195 II	1,307 ±0,259	4,088 ±0,422 II
	B	1,380 ±0,472 II	1,139 ±0,438 I	1,057 ±0,126	3,576 ±0,286 I II
	C	0,675 ±0,040 I	1,482 ±0,183 I	1,077 ±0,090	3,234 ±0,108 I
	średnia average	0,794 ±0,395 ^c	1,511 ±0,423 ^{ab}	1,147 ±0,193 ^{ab}	3,633 ±0,454 ^{bc}
Polana	A	0,792 ±0,149	1,760 ±0,142	1,159 ±0,150	3,712 ±0,210
	B	0,967 ±0,394	1,678 ±0,486	1,217 ±0,215	3,862 ±0,800
	C	1,059 ±0,159	1,847 ±0,179	1,080 ±0,093	3,986 ±0,419
	średnia average	0,940 ±0,254 ^c	1,762 ±0,278 ^b	1,152 ±0,151 ^{ab}	3,853 ±0,479 ^c
Wama	A	0,720 ±0,061	1,478 ±0,342	1,256 ±0,072	3,453 ±0,344
	B	0,757 ±0,087	1,618 ±0,330	1,438 ±0,254	3,813 ±0,671
	C	0,802 ±0,110	1,214 ±0,159	1,253 ±0,228	3,270 ±0,489
	średnia average	0,760 ±0,084 ^{abc}	1,437 ±0,307 ^a	1,316 ±0,197 ^b	3,512 ±0,509 ^{bc}
Wola	A	0,570 ±0,045	1,490 ±0,155	1,188 ±0,073	3,248 ±0,186
	B	0,690 ±0,174	1,604 ±0,157	1,078 ±0,100	3,373 ±0,127
	C	0,731 ±0,141	1,287 ±0,095	1,370 ±0,219	3,387 ±0,059
	średnia average	0,664 ±0,135 ^{ab}	1,461 ±0,184 ^a	1,212 ±0,179 ^b	3,336 ±0,134 ^b
Średnia – Average		0,889 ±0,385	1,552 ±0,382	1,178 ±0,216	3,618 ±0,677

Wartości średnie dla odmian oznaczone tą samą literą w kolumnie oraz wartości dla odmian uprawianych w trzech gospodarstwach oznaczone tą samą cyfrą rzymską w kolumnie nie różnią się istotnie statystycznie przy $\alpha = 0,05$.



Rys. 2. Średnia zawartość oznaczanych cukrów w ośmiu badanych odmianach cebuli uprawianych w trzech gospodarstwach hodowlano-nasiennych

Fig. 2. The average content of sugar determined in the eight varieties of onion

WNIOSKI

1. Badane odmiany cebuli charakteryzowały się zróżnicowaną zawartością cukrów prostych i sacharozy. Sumy oznaczonych cukrów mieściły się w zakresie od 3,016 g·100 g⁻¹ surowca dla odmiany Biła do 4,711 g·100 g⁻¹ surowca dla odmiany Majka.

2. Największe zróżnicowanie zawartości fruktozy, glukozy, sacharozy i sumy cukrów pomiędzy gospodarstwami odnotowano dla odmian Majka i Petra. Istotne zróżnicowanie było również w przypadku zawartości sacharozy w odmianach Błońska i Ławica.

3. Największe średnie zawartości glukozy i sumy cukrów były w gospodarstwie A (1,722 i 3,773 g·100 g⁻¹ surowca), najmniejsze natomiast w gospodarstwie C (1,415 i 3,459 g·100 g⁻¹ surowca).

LITERATURA

- Bieżanowska-Kopeć R., Galas K., Leszczyńska T., 2011. Wpływ obróbki termicznej na podstawowy skład chemiczny cebuli (*Allium cepa* L.). Żywność projektowana Designed food. Część III. Polskie Towarzystwo Technologów Żywności, Kraków, 7–15.
- Davis F., Terry L., Chope G., Faul Ch., 2007. Effect of extraction procedure on measured sugar concentrations in onion (*Allium cepa* L.) bulbs. J. Agric. Food Chem. 55(11), 4299–4306.
- Felczyński K., Adamicki F., Dobrzański A., Robak J., Szwejda J., 2004. Ekologiczne metody uprawy cebuli. Instytut Warzywnictwa w Skierniewicach, Radom.
- Gennaro L., Leonardi Ch., Esposito F., Salucci M., Maiani G., Quaglia G., Fogliano V., 2002. Flavonoid and carbohydrate contents in tropea red onions: Effect of homelike peeling and storage. J. Agric. Food Chem. 50, 1904–1910.
- Georgelis N., 2002. High fruit sugar characterization, inheritance and linkage of molecular markers in tomato. University of Florida, 16–18.
- Georgelis N., Scott J.W., Baldwin E.A., 2004. Relationship of tomato fruit sugar concentration with physical and chemical traits and linkage of RAPD markers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 129(6), 839–845.
- Griffiths G., Trueman L., Crowther T., Thomas B., Smith B., 2002. Onions – a global benefit to health. Phytother. Reser. 16, 603–615.
- Hallmann E., Rembialkowska E., 2007. Zawartość wybranych składników odżywczych w czerwonych odmianach cebuli z uprawy ekologicznej i konwencjonalnej. Żywność Nauka Technologia Jakość 2(51), 105–111.
- Kohlmünzer St., 2000. Farmakognozja. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 511.
- Komisja Wspólnot Europejskich, 2003. Cebula. Standardy jakości handlowej owoców i warzyw. 2003. Rozporządzenia Komisji (WE) nr 1508/2001 z dnia 24 lipca 2001 r., Warszawa.
- Lamer-Zarawska E., Kowal-Gierczak B., Niedworok J., 2007: Fitoterapia i leki roślinne. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 243, 427.
- Lu X., Ross C., Powers J., Rasco B., 2011. Determination of quercetins in onion (*Allium cepa*) using infrared spectroscopy. J. Agric. Food Chem. 59(12), 6376–6382.
- Pudzianowska M., 2013. Wpływ faz rozwojowych oraz metod przechowywania na jakość szalotki (*Alliumascalonicum* L.) uprawianej z rozsady. Autoreferat pracy doktorskiej, SGGW, Warszawa.
- Revanna R., Turnbull M., Shaw M., Wright K., Butler R., Jameson P., McCallum J., 2013. Measurement of the distribution of non-structural carbohydrate of non-structural carbohydrate composition in onion populations by a high-throughput micro plate enzymatic assay. J. Sci. Food Agric. 93, 2470–2477.
- Shanmugavelan P., Yeon Kim S., Bong Kim J., Woong Kim H., Muk Cho S., Na Kim S., Young Kim S., Sook Cho Y., Ran Kim H., 2013. Evaluation of sugar content and composition in commonly consumed Korean vegetables, fruits, cereals, seed plants, and leaves by HPLC-ELSD. Carbohydrate Research 380, 112–117.
- Shrestha H., 2007. A plant monograph on onion (*Allium cepa* L.). The School of Pharmaceutical and Biomedical Sciences Pokhara University, Simalchaur, Pokhara, 7–8, 33–57.
- Sikorska K., Wędzisz A., 2010. Wpływ pozostałości spinosadu na wartość odżywczą warzyw. Bromat. Chem. Toksykol. XLIII, 1, 101–107.
- Slimestad R., Fossen T., Vigen I., 2007. Onions: a source of unique dietary flavonoids. J. Agric. Food Chem. 55(25), 10067–10080.
- Smoleń S., Wierzbńska J., Liszka-Skoczylas M., Rakoczy R., 2011. Wpływ formy jodu na plonowanie oraz jakość owoców pomidora uprawianego w systemie hydroponicznym CKP. Ochr. Środ. Zas. Nat. 48, 59–66.

- Strzelecka H, Kowalski J. (red.), 2000. Encyklopedia zielarstwa i ziołolecznictwa. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 82.
- Typek J., 2012. Dar starożytnych. Bez Recepty 2, 38–39.
- Zych A., 2005. Metodyka integrowanej produkcji cebuli na podstawie art. 5 ust. 3 pkt 2 ustawy z dnia 18 grudnia 2003 r. o ochronie roślin (Dz.U. z 2004 r. Nr 11, poz. 94 z późn. zmianami). Główny Inspektor Ochrony Roślin i Nasiennictwa, Warszawa.

SUGAR CONTENT IN SELECTED VARIETIES OF ONION COLLECTED FROM THE THREE PLANT BREEDING AND SEED PRODUCTION FARMS

Summary. The aim of this study was to determine the content of glucose, fructose and sucrose in the selected varieties of onion. The samples of eight varieties of onion were collected from the three plant breeding and seed production farms: Plantico Zielonki LLC, Polan LLC, Spółnia „Hodowla i nasiennictwo ogrodnicze” LLC. Following varieties were collected from each farm: Wola var., Bila var., Ławica var., Petra var., Błońska var., Wama var., Majka var. as well as Polana var.

High-performance liquid chromatography system controlled with the Varian Workstation software version 6.9.1, consisting of two high pressure Varian LC 212 pumps, an autosampler Varian ProStar 410, an evaporative light scattering detector Varian ELSD 385 LC and an integrating module Varian Star 800, was used for analysing the content of sugars in the onions. The Cosmosil Sugar-D, 4.6 × 250 mm chromatographic column was used for chromatographic separation.

Differences in the average sugar content have been identified. The average content of three sugars ranged between 3.01 and 4.71 g·100 g⁻¹ raw material. The lowest average concentration of three sugars was detected in the Bila var., and the highest in the Majka var. The biggest differences in the content of fructose, glucose, sucrose as well as total sugars, determined between three farms, were found for varieties Majka and Petra. Significant differences were also found in the case of sucrose content in Błońska var. and Ławica var. The highest average glucose and total sugars content were found in the Plantico Zielonki farm (1.722 and 3.773 g of the raw material · 100 g⁻¹ of raw material), while the lowest in the Spółnia farm (1.415 and 3,459 g of raw material · 100 g⁻¹ material).

Key words: onion, liquid chromatography HPLC, glucose, fructose, sucrose