

ADAM FLORKIEWICZ, EWA CIEŚLIK, AGNIESZKA FILIPIAK-FLORKIEWICZ

WPLYW ODMIANY I TERMINU ZBIORU NA SKŁAD CHEMICZNY BULW TOPINAMBURU (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.)

Streszczenie

Celem pracy było określenie wpływu odmiany i terminu zbioru na skład chemiczny bulw topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.).

Materiał badawczy stanowiły bulwy dwóch odmian: Albik i Rubik, uprawiane w latach 2000-2002 w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Bulwy zbierano dwukrotnie w ciągu roku tj. jesienią i wiosną po zimowym przechowywaniu w glebie. W materiale badawczym oznaczono zawartość, suchej masy, białka, związków mineralnych w postaci popiołu, glukozy, fruktozy, sacharozy, fruktanów, błonnika pokarmowego, witaminy C, związków fenolowych, azotanów (V) i (III).

Przeprowadzone badania wykazały istotne różnicowanie zawartości oznaczonych składników zależne zarówno od odmiany, jak i terminu zbioru bulw. Bulwy zbierane wiosną zawierały więcej glukozy, fruktozy, sacharozy, błonnika pokarmowego, związków fenolowych oraz azotanów(V). Wyższą zawartością fruktanów, witaminy C oraz azotanów(III) odznaczały się natomiast bulwy zbierane jesienią.

Słowa kluczowe: topinambur, inulina, fruktany, błonnik, skład chemiczny

Wprowadzenie

Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.) należy do rodziny złożonych *Compositae* (*Asteraceae*) i jest blisko spokrewniony ze słonecznikiem zwyczajnym (*Helianthus annuus* L.) [14]. Jest to roślina o wysokości od 2 do 4 m o łodygach wzniesionych, na przekroju prawie okrągłych o średnicy do 3 cm, mająca podziemne rozłogi, na końcach których tworzą się bulwy o wypukłych oczkach i bardzo różnym kształcie (owalne, maczugowate, wrzecionowate).

Obserwowane zainteresowanie topinamburem (źródło fruktanów) wynika z faktu, że fruktany wykazują właściwości hipoglikemiczne i hipocholesterolemiczne [10],

Dr inż. A. Florkiewicz, prof. dr hab. inż. E. Cieślík, dr inż. A. Filipiak-Florkiewicz, Małopolskie Centrum Monitoringu i Atestacji Żywności, Wydz. Technologii Żywności, Akademia Rolnicza, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

a także, stwierdzone w dořwiadczeniach żywniowych z udziałem zwierząt, stymulowanie biodostępności wapnia, magnezu i fosforu [11, 12].

Podstawowy skład chemiczny bulw topinamburu zależy od wielu czynników, tj. odmiany, warunków uprawy i terminu zbioru [14, 19].

Celem pracy było określenie zawartości wybranych składników w bulwach polskich odmian topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.) w zależności od odmiany i terminu zbioru.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły bulwy dwóch polskich odmian topinamburu (zarejestrowanych w 1998 r) : Rubik (bulwy małe, o nieregularnym kształcie, barwy fioletowej) i Albik (bulwy duże, o kształcie maczugowatym, barwy żółtej), pochodzące z upraw prowadzonych w latach 2000-2002 w IHAR w Radzikowie. W rejonie tym panuje klimat kontynentalny podlegający przejściowym wpływom morskim (średnia roczna temperatura: 8,0 - 8,2°C, średnie roczne opady 500–600 mm). Lata badań nie były zróżnicowane pod względem warunków termicznych i wilgotnościowych. Glebę, na której uprawiane były bulwy zakwalifikowano do czarnoziemu właściwego, wytworzonego z lessu. Przedplonem pod topinambur była kukurydza. Corocznie stosowano jednolite nawożenie. W przeliczeniu na hektar wynosiło ono 80 kg azotu, 50 kg P₂O₅ oraz 120 kg K₂O. Zbiór bulw przebiegał dwa razy w roku: jesienią (październik) oraz wiosną (marzec), po zimowym przechowywaniu w glebie.

W skład średniej próby laboratoryjnej wchodziło 3 - 5 kg bulw, które myto i osuszano w temp. 20 ± 2°C. Jedną połówkę każdej bulwy rozdrabniano mechanicznie, a materiał służył do oznaczania zawartości: suchej masy metodą suszarkową [23], azotanów(III) i (V) metodą kolorymetryczną [25], witaminy C metodą Tillmansa w modyfikacji Pijanowskiego [23] i sumy polifenoli metodą Ragazzi i Veronese [22].

Z drugiej połówki każdej bulwy sporządzano wiórki, które następnie liofilizowano w aparacie Christ Alpha 1-4. Tak utrwalony materiał służył do oznaczeń zawartości: błonnika pokarmowego metodą enzymatyczno-grawimetryczną, białka metodą Kiejdahla, związków mineralnych w postaci popiołu [1], glukozy, fruktozy, sacharozy metodą enzymatyczną test nr 716 260 [3], fruktanów wg testów nr 139 106 i 716 260 [3].

Wszystkie oznaczenia wykonano w 3 powtórzeniach. Otrzymane wyniki poddano analizie statystycznej, która obejmowała wyliczenie średniej arytmetycznej oraz przeprowadzenie analizy wariancji w układzie jedno- (rok uprawy) i dwuczynnikowym (termin zbioru, odmiana). W celu określenia istotności różnic posłużono się testem NIR przy założonym poziomie istotności p≤0,05. Mając na uwadze przejrzystość dyskusji, wyniki z trzech lat uprawy omówiono łącznie i tylko w przypadku stwierdzenia statystycznie istotnego zróżnicowania zawartości oznaczanych składników dane omówiono dodatkowo.

Wyniki i dyskusja

Zawartość suchej masy w bulwach badanych odmian wynosiła średnio 23,6 g/100 g (tab. 1). Statystycznie istotnie więcej suchej masy zawierały bulwy odmiany Rubik (25,6 g/100 g) w porównaniu z bulwami odmiany Albik (21,5 g/100 g). Nie stwierdzono istotnych różnic pod względem zawartości suchej masy w zależności od terminu zbioru bulw. Jak podają Gutmański i Pikulnik [15], bulwy topinamburu zawierają od 20,4 do 31,9% suchej masy. Średnia zawartość suchej masy w bulwach zbieranych jesienią i wiosną była porównywalna z ilościami stwierdzanymi przez Berghofera i Reiter [2] oraz zawierała się w zakresie podawanym przez Praznika i wsp. [20]. Zmniejszenie zawartości suchej masy w bulwach zebranych po zimowym przechowywaniu w glebie wykazali Berghofer i Reiter [2] oraz Praznik i wsp. [19]. Natomiast wzrost suchej substancji w bulwach z 22,7% (jesienią) do poziomu 31,7% (wiosną) stwierdził w swoich badaniach Tabin [24]. Większa zawartość suchej masy w bulwach topinamburu zbieranych jesienią w odniesieniu do bulw zebranych wiosną po zimowym przechowywaniu może być wynikiem intensywnej przemiany biochemicznych, w tym utleniania składników (głównie cukrów) w procesie oddychania.

Tabela 1

Zawartość suchej masy, fruktanów i błonnika pokarmowego w bulwach polskich odmian topinamburu uprawianych w latach 2000-2002.

Dry matter, fruktan and dietary fiber content in polish cultivars of Jerusalem artichoke tubers cultivated in 2000-2002.

Odmiana Cultivar	Sucha masa Dry matter [g/100 g]				Fruktany [g/100 g s.m] Fructan [g/100 g d.m]				Błonnik pokarmowy [g/100 g s.m] Dietary fiber [g/100 g d.m.]			
	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD
	Jesień Autumn	Wiosna Spring			Jesień Autumn	Wiosna Spring			Jesień Autumn	Wiosna Spring		
Albik	21,1	22,0	21,5	0,12	50,5	44,4	47,4	sn	15,2	17,6	16,4	sn
Rubik	26,3	24,9	25,6		51,0	41,4	45,8		14,8	17,9	16,3	
Wartość średnia Mean value	23,7	23,5	23,6		50,3	42,9	46,6		15,0	17,8	16,4	
NIR LSD	sn		sn		1,21		sn		0,19		sn	

sn – statystycznie nieistotne / statistically negligible

Głównym składnikiem suchej masy bulw były węglowodany, a największą ich część stanowiły fruktany. Poziom tych związków w badanych bulwach topinamburu wahał się w granicach 41,4–50,5 g/100 g s.m. (tab. 1). Jeszcze wyższe wartości oznaczyli Patkai i Barta [18] oraz Berghofer i Reiter [2]. Istotnie więcej tego składnika zawierały bulwy zbierane jesienią (średnio 50,3 g/100 g) w porównaniu z bulwami zbieranymi po zimowym przechowywaniu w glebie – średnio 42,9 g/100 g. Przeprowadzona analiza statystyczna potwierdziła istotne zróżnicowanie zawartości fruktanów w zależności od terminu zbioru. Podobny kierunek zmian zawartości fruktanów w trakcie przechowywania bulw stwierdził Tabin [24] i inni autorzy [13]. Ma to duże znaczenie z uwagi na zastosowania tej rośliny w przemyśle spożywczym, zwłaszcza cukierniczym. Ponadto, jak wykazał John [16], im późniejszy jest zbiór bulw, tym mniejsza masa molekularna cząsteczek fruktanów. Stopień polimeryzacji fruktanów w bulwach zbieranych jesienią wynosił średnio DP = 19, a w bulwach przechowywanych w glebie tylko DP = 9 [21]. W trakcie zimowania bulw następuje dodatkowo wytwarzanie średniołańcuchowych fruktanów i sacharozy potrzebnej do regulacji ciśnienia osmotycznego w komórce. Synteza i depolimeryzacja fruktanów odbywa się przy współdziałaniu trzech enzymów: fruktozylotransferazy sacharozy (SST) i fruktanów (FFT) oraz egzohydrolazy fruktanów (FEH), których aktywność zmienia się wraz z dojrzewaniem roślin oraz w trakcie przechowywania bulw. Depolimeryzacja fruktanów zachodząca pod wpływem niskiej temperatury, jaka panuje podczas przechowywania zimą bulw w glebie, jest analogiczna do indukowanej „zimnem” konwersji skrobi do sacharozy w czasie przechowywania ziemniaków.

W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono istotnych różnic zawartości tych składników w zależności od odmiany topinamburu.

Obok fruktanów, głównym składnikiem błonnika w bulwach topinamburu są nierozpuszczalne celulozy i ligniny oraz rozpuszczalne hemicelulozy i związki pektynowe. Zawartość błonnika pokarmowego w bulwach topinamburu była wysoka i wynosiła średnio 16,4 g/100 g s.m. (tab. 1). Uzyskane wyniki są wyższe od cytowanych przez Berghofera i Reitera [2]. Zawierają się natomiast w zakresie podawanym przez Praznika i wsp. [19]. Jak podaje Góral [14], poziom błonnika pokarmowego zależy głównie od odmiany. W przeprowadzonych badaniach nie stwierdzono jednak statystycznie istotnych różnic zawartości tego składnika w bulwach w zależności od odmiany, natomiast termin zbioru miał istotny wpływ na zawartość włókna pokarmowego. Bulwy zbierane po zimowym przechowywaniu w glebie zawierały około 20% więcej błonnika niż bulwy zbierane jesienią. Podobny kierunek zmian wykazali Praznik i wsp. [19] oraz Cieřlik i wsp. [9]. Wyższy poziom błonnika pokarmowego w bulwach zimujących w glebie spowodowany był prawdopodobnie wzrostem aktywności oddechowej bulw i produkcją substancji ścian komórkowych oraz związków polifenolowych, jako wynik stresu temperaturowego.

Tabela 2

Zawartość glukozy, fruktozy, sacharozy w bulwach polskich odmian topinamburu uprawianych w latach 2000-2002.

Glucose, fructose, saccharose content in polish cultivars of Jerusalem artichoke tubers cultivated in 2000-2002.

Odmiana Cultivar	Glukoza [g/100 g s.m] Glucose [g/100 g d.m.]				Fruktoza [g/100 g s.m] Fructose [g/100 g d.m.]				Sacharoza, [g/100 g s.m] Saccharose [g/100 g d.m.]			
	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD
	Jesień Autumn	Wiosna Spring			Jesień Autumn	Wiosna Spring			Jesień Autumn	Wiosna Spring		
Albik	0,41	0,84	0,65	0,121	1,02	1,14	1,08	0,303	12,4	14,5	13,4	0,64
Rubik	0,22	0,72	0,47		1,55	2,12	1,83		13,9	15,1	14,5	
Wartość średnia Mean value	0,31	0,78	0,56		1,28	1,63	1,45		13,1	14,8	14,0	
NIR LSD	0,183			0,234	0,125			0,512	0,33			0,82

Zawartość glukozy w bulwach badanych odmian wynosiła średnio 0,56 g/100 g s.m. (tab. 2). Wyższą zawartością tego cukru odznaczały się bulwy odmiany Albik – średnio 0,65 g/100 g w porównaniu z bulwami odmiany Rubik – średnio 0,47 g/100 g. Na podstawie przeprowadzonej analizy statystycznej stwierdzono istotne zróżnicowanie poziomu glukozy w zależności od odmiany i terminu zbioru bulw. Topinambur zebrany wiosną charakteryzował się wyższą zawartością tego składnika w suchej masie bulw (0,78 g/100 g) niż materiał zbierany jesienią (0,31 g/100 g). Zawartość fruktozy wahała się w granicach 1,02 - 2,12 g/100 g suchej masy i była istotnie zróżnicowana w zależności od odmiany i terminu zbioru (tab. 2). Sucha masa bulw topinamburu odmiany Rubik zawierała istotnie więcej fruktozy (1,83 g/100 g) w porównaniu z bulwami odmiany Albik (1,08 g/100 g). Średnia zawartość fruktozy oznaczana w bulwach zbieranych jesienią była niższa od poziomu tego cukru w bulwach zebranych wiosną. Obok cukrów prostych w bulwach określono również poziom sacharozy. Zawartość tego cukru wynosiła w badanym okresie średnio 14,0 g/100 g s.m. (tab. 2). Wykazano statystycznie istotne zróżnicowanie zawartości sacharozy zarówno w zależności od odmiany, jak i terminu zbioru bulw. Bulwy odmiany Albik odznaczały się niższym poziomem tego cukru (13,4 g/100 g) w porównaniu z bulwami odmiany Rubik (14,5 g/100 g). W trakcie zimowania bulw w glebie stwierdzono blisko 12% wzrost zawar-

tości sacharozy w odniesieniu do bulw wykopanych jesienią. Wzrost poziomu glukozy, fruktozy i sacharozy w bulwach zbieranych wiosną stwierdził także Praznik i wsp. [19].

Wśród białek roślinnych, białko topinamburu odznacza się wysoką wartością biologiczną. Zawiera wszystkie aminokwasy egzogenne, w tym także metioninę [7]. Zawartość białka w badanych bulwach wynosiła średnio 7,1 g/100 g s.m. bulw (tab. 3). Wartości te są wyższe od danych tabelarycznych dotyczących ziemniaków i innych warzyw korzeniowych (marchew, rzodkiewka, seler) [17]. W suchej masie bulw odmiany Albik i Rubik stwierdzono zbliżoną zawartość tego składnika. Bulwy zbierane jesienią zawierały średnio 7,3 g/100 g s.m. białka. Nieco mniejsze ilości badanego składnika oznaczono w bulwach zbieranych po zimowym przechowywaniu w glebie (7,0 g/100 g s.m.), jednak różnice te nie były statystycznie istotne. Zmniejszenie się zawartości tego składnika w bulwach wykopanych wiosną stwierdził również Praznik i wsp. [19]. Odwrotną tendencję wykazały badania Tabina [24] oraz Berghofera i Reiter [2]. Rozbieżności te wynikają najprawdopodobniej z różnic w warunkach wegetacji oraz innymi odmianami stosowanymi w cytowanych badaniach.

Tabela 3

Zawartość białka, popiołu i witaminy C w bulwach polskich odmian topinamburu uprawianych w latach 2000-2002.

Protein, ash, vitamin C content in polish cultivars of Jerusalem artichoke tubers cultivated in 2000-2002.

Odmiana Cultivar	Białko [g/100 g s.m.] Protein [g/100 g d.m.]				Popiół [g/100 g s.m.] Ash [g/100 g d.m.]				Witamina C [mg/100 g] Vitamin C [mg/100 g]			
	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD
	Jesień Autumn	Wiosna Spring			Jesień Autumn	Wiosna Spring			Jesień Autumn	Wiosna Spring		
Albik	7,0	7,3	7,2	sn	4,3	4,7	4,5	0,51	10,5	5,7	8,1	0,74
Rubik	7,7	6,7	7,1		5,8	5,4	5,6		10,0	4,3	7,1	
Wartość średnia Mean value	7,3	7,0	7,1		5,0	5,1	5,0		10,2	5,0	7,6	
NIR LSD	sn		sn		sn		sn		1,23		1,45	

sn – statystycznie nieistotne / statistically negligible

Średnia zawartość związków mineralnych oznaczonych w postaci popiołu w badanym materiale wynosiła 5,0 g/100 g s.m. (tab. 3) i była znacznie wyższa od danych dotyczących innych warzyw np. ziemniaków, kapusty, buraków ćwikłowych czy marchwi [17]. Według Cieślik i Baranowskiego [6] zawartość popiołu całkowitego w bulwach wynosi 1,1 g w 100 g świeżej masy, co w przeliczeniu na suchą masę wynosiło 4,4 g/100 g. Tak wysoki poziom popiołu świadczy o wysokiej zawartości składników mineralnych. Uzyskane wartości były zbliżone do stwierdzanych przez innych autorów [18, 24], a niższe od opisanych przez Berghofera i Reiter [2]. W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono statystycznie istotne zróżnicowanie zawartości popiołu jedynie w zależności od odmiany bulw. Zasobniejsze w popioł były małe bulwy odmiany Rubik (5,6 g/100 g s.m.) w porównaniu z dużymi bulwami odmiany Albik (4,5 g/100 g s.m.). Istotne zróżnicowanie zawartości popiołu w bulwach różnych odmian topinamburu wykazała także Cieślik [8]. Porównywalne ilości popiołu stwierdzono w bulwach topinamburu zbieranych jesienią (5,0 g/100 g s.m.) i wiosną (5,1 g/100 g s.m.).

Średnia zawartość witaminy C w badanych bulwach wynosiła 7,6 mg/100 g (tab. 3). Istotne różnice poziomu tej witaminy zaobserwowano w zależności od odmiany i terminu zbioru. W 100 g bulw odmiany Albik oznaczono średnio 8,1 mg kwasu askorbinowego, a odmiany Rubik 7,1 mg. Niezależnie od odmiany bulwy zbierane jesienią zawierały dwukrotnie więcej witaminy C (10,2 mg/100 g) w porównaniu z bulwami zbieranymi wiosną. Frese [13] wykazał ilości tej witaminy przekraczające 13 mg/100 g świeżej masy.

Związki fenolowe są składnikami, które w ostatnich latach budzą szczególne zainteresowanie ze względu na ich właściwości przeciwutleniające. Zawartość związków fenolowych w bulwach badanych odmian była wysoka i wynosiła średnio 221,0 mg/100 g (tab. 4).

Wyniki te są zdecydowanie wyższe od wartości oznaczonych w bulwach ziemniaka [6]. Jak podają Wieczer i Gonczarik [26], zawartość kwasu chlorogenowego w ziemniakach waha się od 26,6 do 123 mg/100 g s.m. W dostępnej literaturze brak jest danych dotyczących zawartości tego składnika w bulwach topinamburu. Wyższym poziomem tych składników odznaczały się bulwy odmiany Rubik (225,9 mg/100 g) w porównaniu z bulwami odmiany Albik (218,0 g/100 g). Różnice te nie były jednak statystycznie istotne. Przeprowadzona analiza wariancji wykazała natomiast istotne zróżnicowanie zawartości związków fenolowych w zależności od terminu zbioru bulw. W bulwach zbieranych wiosną oznaczono więcej tych związków (237,0 mg/100 g) w porównaniu z bulwami zbieranymi jesienią (206,5 mg/100 g). Wzrost poziomu związków fenolowych był prawdopodobnie wywołany niską temperaturą przechowywania bulw i zwiększoną syntezą substancji polifenolowych.

Tabela 4

Zawartość związków fenolowych ogółem, azotanów(V) i azotanów(III) w bulwach polskich odmian topinamburu uprawianych w latach 2000-2002

Polyphenols, nitrate(V) and (III) content in polish cultivars of Jerusalem artichoke tubers cultivated in 2000-2002

Odmiana Cultivar	Związki fenolowe ogółem [mg/100 g] Total polyphenols [mg/100 g]*			Azotany(V) [mg NaNO ₃ /kg] Nitrate(V) [mg NaNO ₃ /kg]			Azotany(III) [mg NaNO ₃ /kg] Nitrate(III) [mg NaNO ₂ /kg]					
	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD	Termin zbioru Harvesting time		Wartość średnia Mean value	NIR LSD
	Jesień Autumn	Wiosna Spring			Jesień Autumn	Wiosna Spring			Jesień Autumn	Wiosna Spring		
Albik	196,0	239,7	218,0	sn	57,8	24,4	41,1	sn	1,4	2,5	2,0	sn
Rubik	217,0	234,9	225,9		55,3	17,7	36,5		1,4	2,3	1,9	
Wartość średnia Mean value	206,5	237,0	221,0		56,6	21,0	38,8		1,4	2,4	1,9	
NIR LSD	2,11		sn		15,83		sn		0,08		sn	

sn – statystycznie nieistotne / statistically negligible,

* - zawartość związków fenolowych podano w przeliczeniu na kwas chlorogenowy / content of total polyphenols calculated per chlorogenic acid.

Oprócz składników odżywczych topinambur może zawierać związki szkodliwe dla zdrowia. Do tych ostatnich zaliczamy azotany(V) i azotany(III). Gromadzenie się azotanów w roślinach jest procesem złożonym i zależy od wielu czynników. Wśród nich wymieniana się najczęściej gatunek i odmianę, nawożenie, warunki klimatyczno-glebowe oraz termin zbioru. Zawartość azotanów(V) w bulwach topinamburu była niska i wahała się w zakresie 17,7–57,8 mg/kg (tab. 4). W odniesieniu do bulw ziemniaka ilości te były zdecydowanie niższe. Jak stwierdziła Cieřlik [4] średnia zawartość azotanów(V) w przebadanych przez nią ziemniakach wynosiła 320 mg/kg. Większą ilość tych związków oznaczono w bulwach odmiany Albik (średnio 41,1 mg/kg), ale różnice odmianowe nie były statystycznie istotne. Badane bulwy topinamburu zbierane jesienią, niezależnie od odmiany, zawierały znacznie więcej azotanów(V) – 56,6 mg/kg w odniesieniu do bulw zbieranych po zimowym przechowywaniu w glebie – 21,0 mg/kg. Jak wykazała przeprowadzona analiza wariancji różnice te były statystycznie istotne. Analizując otrzymane

wyniki stwierdzono także istotne zróżnicowanie tych składników w zależności od roku uprawy bulw. Podobny wpływ wymienionych czynników zaobserwowała Cieślik [4]. Istotny był fakt obniżenia się poziomu azotanów(V) w bulwach zbieranych na wiosnę. Według danych literaturowych znaczący wpływ na poziom azotanów(V) i (III) ma stadium i okres wegetacji warzywa. Redukcja azotanów(V) zachodzi przy współdziałaniu reduktazy azotanowej, której powstawanie jest stymulowane przez jony azotanowe. Być może niski poziom tych związków oznaczony jesienią miał istotny wpływ na ilość i aktywność produkowanego w komórkach enzymu.

Średnia zawartość azotanów(III) w bulwach topinamburu wynosiła 1,9 mg/kg (tab. 4). Podobną zawartość stwierdziła Cieślik [4] w bulwach ziemniaka. Analiza statystyczna nie wykazała istotnego zróżnicowania poziomu tych związków w zależności od odmiany. Istotny natomiast okazał się termin zbioru bulw. Bulwy topinamburu zbierane w okresie jesiennym zawierały mniej azotanów(III) – 1,4 mg/kg w porównaniu z bulwami zbieranymi po zimowym przechowywaniu w glebie – 2,4 mg/kg. Topinambur uprawiany w 2002 roku zawierał statystycznie istotnie więcej azotanów(III) w porównaniu z innymi latami.

Wnioski

1. Bulwy topinamburu charakteryzowały się wysoką zawartością fruktanów, błonnika pokarmowego, białka, związków mineralnych w postaci popiołu oraz związków fenolowych.
2. Stwierdzono istotne zróżnicowanie poziomu suchej masy, glukozy, fruktozy, sacharozy, popiołu i witaminy C w zależności od odmiany bulw.
3. Termin zbioru istotnie wpływał na zawartość cukrów, błonnika pokarmowego, witaminy C, związków fenolowych, azotanów(III) i (V).
4. Znacznie większą zawartością fruktanów i witaminy C odznaczały się bulwy zbierane jesienią. Natomiast poziom cukrów rozpuszczalnych, błonnika pokarmowego i związków fenolowych wyższy był w bulwach zbieranych po zimowym przechowywaniu w glebie.
1. Z uwagi na wysoką zawartość fruktanów bulwy pochodzące ze zbiorów jesiennych stanowiłyby cenniejszy surowiec do produkcji żywności funkcjonalnej.

Literatura

- [1] AOAC.: Official Methods of Analysis. JAOAC, 73, 1997, 1105-1106.
- [2] Berghofer E., Reiter E.: Production and functional properties of Jerusalem artichoke powder. Carbohydrates as organic raw materials. IV WUV Universitätserlag, 1997, pp. 153-161.
- [3] Boehringer – Mannheim. Methoden der biochemischen Analytik und Lebensmitteltechnik, 1989.
- [4] Cieślik E.: Zawartość związków azotowych w bulwach ziemniaka w aspekcie żywieniowym i toksykologicznym. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 1995, Seria rozprawy nr 203.

- [5] Cieřlik E.: Wpływ poziomu kwasów organicznych na wybrane cechy konsumpcyjne bulw ziemniaka. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 1997, **324, 9**, 15-20.
- [6] Cieřlik E., Baranowski M.: Zawartość składników mineralnych i ołowiu w bulwach nowych odmian topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.). Brom. Chem. Toksykol., 1997, **30**, 66-67.
- [7] Cieřlik E.: Amino acid content of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) tubers before and after storage in soil Proceedings of Seventh Seminar on Inulin, Louvain, Belgium, 1998, pp. 86-87.
- [8] Cieřlik E.: Zawartość składników mineralnych w bulwach nowych odmian topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.). Zesz. Nauk. AR w Krakowie, 1998, **342, 10**, 23-30.
- [9] Cieřlik E., Filipiak-Florkiewicz A., Prostak A.: Zawartość składników odżywczych w bulwach nowych odmian topinamburu (*Helianthus tuberosus* L.). Mat. XXXI Sesji Naukowej KTiChŻ PAN, Poznań 2000, s. 346.
- [10] Cieřlik E., Kopeć A., Praznik W.: Functional properties of fructan. Proc. of the Ninth Seminar on Inulin, Hungary, Budapest 2002, p. 27.
- [11] Cieřlik E., Topolska K.: Wpływ fruktanów na biodostępność wybranych składników mineralnych. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2002, **3 (32)**, 5-16.
- [12] Cieřlik E., Topolska K.: Wpływ fruktanów na biodostępność wapnia w organizmie szczurów laboratoryjnych. Pediaatria Współczesna, Gastroenterologia, Hepatologia i Żywnienie Dziecka, 2002, **1, 4**, 92.
- [13] Frese L.: Production and utylization of inulin. Part 1. Cultivation and breeding of fructan producing crops. Sci. Technol. Fructans, 1993, 303-317.
- [14] Góral S.: Zmienność morfologiczna i plonowanie wybranych klonów słonecznika bulwiastego – topinambur (*Helianthus tuberosus* L.). Hodowla Roślin i Nasiennictwo, 1998, **2**, 6-11.
- [15] Gutmański J., Pikulik R.: Porównanie wartości użytkowej kilku biotypów topinamburu. Biuletyn IHAR, 1994, **189**, 138-139.
- [16] John P.: Control of fructan metabolism in the Compositae. Proc. of the International Compositae Conference, Kijów 1994, pp. 111-119.
- [17] Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K.: Tabele wartości odżywczej produktów spożywczych. IŻŻ, Warszawa 2005, s. 434-406.
- [18] Patkai Gy., Barta J.: Technological value of some Jerusalem artichoke varieties. Proc. of the Seventh Seminar on Inulin, Belgium, Leuven 1998, pp. 15-160.
- [19] Praznik W., Cieřlik E., Filipiak A.: The influence of harvest time on the content of nutritional components in tubers of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). Proc. of the Seventh Seminar on Inulin, Belgium, Leuven 1998, pp. 154-157.
- [20] Praznik W., Kocsisova L., Cieřlik E.: Fructans – soluble fibre and vegetables. Ann. Nutr. Metab., 2001, **45 (Sup 1)**, 77.
- [21] Praznik W., Cieřlik E.: Structure and properties of fructan and their application in food. Starch/Stärke, 2003, **55, 9**, 428.
- [22] Ragazzi E., Veronese G.: Quantitative analysis of phenolic compounds after thinlayer chromatographic separation. J. Chromatogr., 1979, **77**, 369-375.
- [23] Rutkowska U.: Wybrane metody badania składu i wartości odżywczej żywności. PZWŁ, Warszawa 1981, s. 294-297.
- [24] Tabin S.: Plony i zawartość składników pokarmowych w bulwie (*Helianthus tuberosus* L.) w zależności od terminów jej zbiorów. Roczn. Nauk Roln., 1961, **82**, 975-1001.
- [25] Tyszkiewicz I.: Modyfikacje metody oznaczania azotanów w peklowanych przetworach mięsnych. Gosp. Mięś. 1985, **37 (1)**, 20.
- [26] Wieczer A., Gonczarik M.: Fizjologia i biochemia ziemniaków. PWRiL, Warszawa 1977.

THE CULTIVAR AND HARVESTING TIME INFLUENCE ON THE CHEMICAL COMPOSITION IN TUBERS OF JERUZALEM ARTICHOKE (*HELIANTHUS TUBEROSUS* L.)**S u m m a r y**

The aim of this study was to investigate the influence of cultivar and harvesting time on the chemical composition in tubers of Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.). The tubers of two cultivars (Albik and Rubik) come from cultivation carried out between 2000-2002 in Plant Breeding and Acclimatization Institute in Radzików (Poland). They were collected two times per year, in autumn and spring after winter storage in soil. Content of dry matter, protein, ash, glucose, fructose, saccharose, fructan, dietary fiber, vitamin C, polyphenols, nitrate(V) and (III) in tubers was determined. As a result it was found that the chemical composition depends on cultivar and harvest term. In tubers collected in spring the significant increase in glucose, fructose, saccharose, dietary fiber, polyphenols and nitrate(V) content was notified. Fructan, vitamin C and nitrate (III) content was higher in tubers collected in autumn.

Key words: Jerusalem artichoke, inulin, fructan, dietary fiber, chemical composition ☒