

BARBARA CHILCZUK, IRENA PERUCKA, MAŁGORZATA MATERSKA,
HALINA BUCZKOWSKA

ZAWARTOŚĆ LUTEINY, ZEAKSANTYNY I β -KAROTENU W LIOFILIZOWANYCH OWOCACH WYBRANYCH ODMIAN *CUCURBITA MAXIMA D.*

Streszczenie

Luteina, zeaksantyna i β -karoten są związkami o właściwościach prozdrowotnych. Przedmiotem badań była ocena wybranych odmian dyni *Cucurbita maxima D.*: ‘Amazonki’, ‘Justynki’, ‘Ambar’ i ‘Otylii F1’ pod względem zawartości wymienionych karotenoidów w próbkach liofilizowanych. Zawartość karotenoidów analizowano z wykorzystaniem HPLC-DAD.

Stwierdzono, że liofilizowane owoce badanych odmian dyni są dobrym źródłem luteiny, zeaksantyny i β -karotenu. Dużą zawartość luteiny oznaczono w 1g liofilizatów otrzymanych z owoców odmiany ‘Justynka’ (0,186 mg) i ‘Amazonka’ (0,118 mg), podczas gdy najmniej luteiny było w liofilizatach z dyni odmiany ‘Ambar’, charakteryzujących się najwyższym poziomem β -karotenu (0,411 mg). Najmniejszą zawartością β -karotenu cechowały się liofilizaty otrzymane z owoców odmiany ‘Otylia F1’. Stwierdzono, że liofilizaty z owoców dyni *Cucurbita maxima D.* odmiany ‘Justynka’, ‘Amazonka’ i ‘Ambar’ są bogate w naturalne karotenoidy i mogą być szeroko wykorzystywane w przemyśle spożywczym jako źródło bioaktywnych prozdrowotnych związków fitochemicznych.

Słowa kluczowe: *Cucurbita maxima D.*, owoce liofilizowane, luteina, zeaksantyna, β -karoten

Wprowadzenie

W polskim przemyśle spożywczym obserwuje się wzrost zainteresowania dynią jako warzywem przydatnym do przetwórstwa [30]. Przyczyniło się do tego m.in. wyhodowanie odmian o mniejszej komorze nasiennej, o większym udziale suchej masy, o grubszym miąższu oraz zwiększonej zawartości substancji odżywczych [22].

*Mgr B. Chilczuk, prof. dr hab. I. Perucka, dr M. Materska, Katedra Chemii, Wydz. Nauk o Żywności i Biotechnologii Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, prof. dr hab. H. Buczkowska, Katedra Warzywnictwa i Roślin Leczniczych, Wydz. Ogrodnictwa i Architektury Krajo-
brazu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Leszczyńskiego 58, 20-068 Lublin.
Kontakt: irena.perucka@up.lublin.pl*

Skład chemiczny dyni zależy przede wszystkim od odmiany i warunków klimatycznych [12]. Miąższ dyni jest bogatym źródłem składników mineralnych (Mg, Ca, F, P, Fe, Se), pektyn [20, 25], witamin (E, C, B₆, B₁, B₂ i B₃) [13] oraz karotenoidów, takich jak: luteina, β -karoten, β -kryptoksantina, zeaksantina a w niektórych odmianach – likopenu [17, 18].

Karotenoidy należą do naturalnych barwników nadających żółty, pomarańczowy lub czerwony kolor produktom żywnościowym. Wiele z nich wykazuje działanie prozdrowotne. Przykładem jest luteina, która ma duże znaczenie żywieniowe [22] ze względu na właściwości przeciwutleniające, przeciwnowotworowe oraz zabezpieczające organizm przed chorobami układu krążenia [16]. Luteina i inne karotenoidy, stosowane jako suplementy diety bądź aplikowane bezpośrednio na skórę, zapobiegają przed zbyt wczesnym starzeniem i uszkodzeniami spowodowanymi promieniowaniem słonecznym i UV. Pełnią rolę substancji promieniochronnych, uniemożliwiając tym samym powstawanie stanów zapalnych indukowanych przez reaktywne formy tlenu [14]. Luteina wraz z zeaksantyną, dzięki ograniczeniu stresu oksydacyjnego, chronią wrażliwą tkankę oka przed chorobami związanymi ze zwyrodnieniem plamki żółtej (AMD) i barwnikowym zwyrodnieniem siatkówki oka, indukowanymi światłem oraz przed kataraktą [8, 16]. Zarówno luteina, jak i zeaksantina są selektywnie gromadzone w siatkówce i chronią ją przed związaną z wiekiem degeneracją, która może doprowadzić do utraty wzroku u osób powyżej 60. roku życia. Stwierdzono również, że stosunek zeaksantyny do luteiny zwiększa się w kierunku centrum żółtej plamki, co wskazuje, że zeaksantina odgrywa specjalną rolę w widzeniu [16].

Spośród wszystkich karotenoidów β -karoten jest barwnikiem i prowitaminą A o największej aktywności. Właściwości prowitamins A wykazuje również α -karoten, γ -karoten i β -kryptoksantina [9, 10]. β -karoten przeciwdziała rozwojowi wielu chorób [11]. Witamina A zapobiega powstawaniu wolnych rodników [25]. Ponadto chroni przed niektórymi nowotworami i skutkami miażdżycy. Witamina A, podobnie jak luteina i zeaksantina, jest niezbędna do prawidłowego widzenia, rozwoju i wzrostu [24, 28]. U osób ze stwierdzonym zwyrodnieniem plamki żółtej, długotrwała suplementacja diety β -karotenem i witaminą C wraz z innymi składnikami dietetycznymi może wykazać pozytywne działanie oraz spowodować spowolnienie przebiegu choroby [27]. β -karoten chroni także przed zwyrodnieniem gruczoły łzowej, ślinianki oraz nabłonek wyścielający błony śluzowe przewodu pokarmowego. Poprzez ochronę dróg moczowych zapobiega tworzeniu się kamieni i złożeń piasku [3]. Ten związek i jego pochodne, dzięki właściwościom przeciwutleniającym i zdolności usuwania wolnych rodników, polecany jest w profilaktyce i terapii nowotworów m.in. czerniaka, jelita grubego, płuc i prostaty [23]. Dieta, która dostarcza odpowiednie do dziennego zapotrzebowania ilości β -karotenu, flawonoidów, kwasów tłuszczowych *n-3*, może także zapobiegać rozwojowi raka płuc. β -Karoten wpływa na funkcjonowanie układu odpor-

nościowego. Prowadzi do wzrostu poziomu monocytów i cząsteczek odpowiedzialnych za adhezję komórek. Wpływa także na ekspresję enzymu HMG-Co A reduktazy, który może być odpowiedzialny za hamowanie syntezy cholesterolu endogennego, transformacje i proliferację komórek [31].

W dostępnej literaturze niewiele jest prac poświęconych ocenie jakościowej owoców dyni pod względem poziomu luteiny i zeaksantyny po rozdzieleniu frakcji karotenoidowej [16]. W większości prac oznaczano jedynie zawartość β -karotenu i sumy karotenoidów [22, 33] lub β -karotenu i luteiny [7].

Celem badań była ocena jakości liofilizatów otrzymanych z miąższu wybranych odmian dyni olbrzymiej pod względem zawartości luteiny, zeaksantyny i β -karotenu z możliwością ich zastosowania do produkcji żywności funkcjonalnej.

Material i metody badań

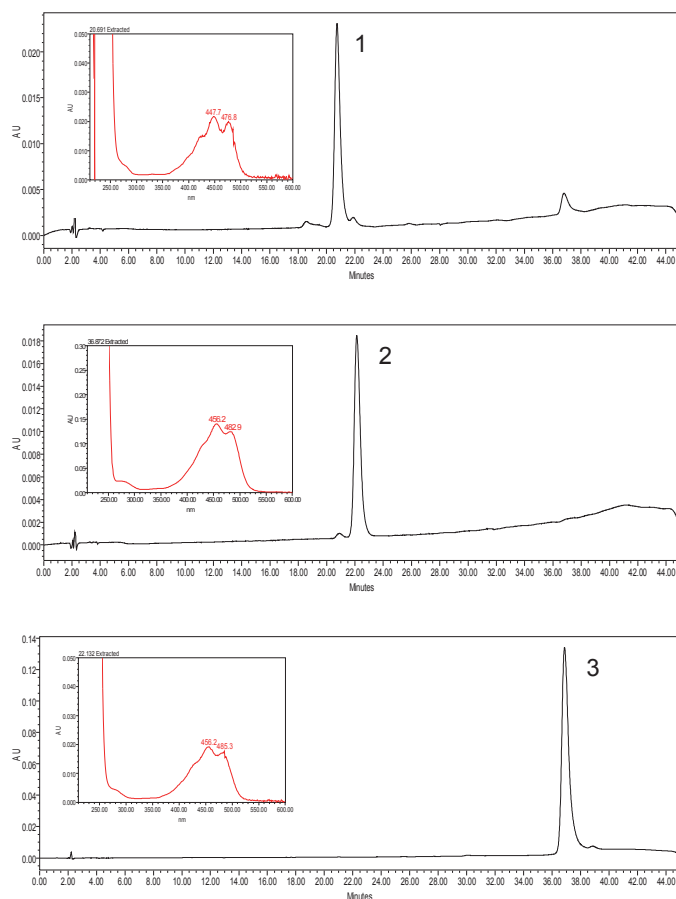
Przedmiotem badań były owoce czterech odmian dyni *Cucurbita maxima* D: 'Amazonki', 'Justynki', 'Ambar' i 'Otylii F1'. Nasiona dyni pochodziły z hodowli Katedry Genetyki, Hodowli i Biotechnologii SGGW w Warszawie. Dynia została wysiana w trzeciej dekadzie maja na poletkach doświadczalnych Katedry Warzywnictwa i Roślin Leczniczych Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie w latach 2010 i 2011. Owoce zbierano w połowie października, a następnie ważono i określano ich masę jednostkową. Po umyciu i usunięciu skórki oraz pestek dynię krojono w kostki o boku 5 mm. Część prób wykorzystano do bezpośredniego oznaczenia zawartości suchej masy, a pozostałą część zamrażano w temp. $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$. Następnie poddawano je procesowi liofilizacji w liofilizatorze firmy Labconco Freezone 12, w temp. $25 \div 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ i pod ciśnieniem 2,7 Pa. Tak przygotowane liofilizaty wykorzystano do dalszych badań.

Zawartość suchej masy oznaczano przez suszenie próbek świeżego miąższu dyni w suszarce (Pol-Eko, Polska) etapowo, początkowo w temp. $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, a następnie w $100 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, z wentylacją 100-procentową, do stałej masy. W ten sam sposób oznaczano suchą masę w liofolizatach, z tym, że I etap ogrzewania był prowadzony w temp. $80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Izolację karotenoidów i oznaczenie ilościowe wykonywano za pomocą wysoko-sprawnej chromatografii cieczowej HPLC (Waters, USA) w próbach zliofilizowanego miąższu owoców dyni zmodyfikowaną metodą bez stosowania saponifikacji, którą proponowali Murillo i wsp. [16] lub zmydlania – co postulowali De Rosso i Mercadante [7].

Ekstrakty karotenoidów otrzymywano z liofilizatów (0,4 mg), które ucierano z mieszaniną acetonu i eteru naftowego (1 : 1). Następnie, po oddzieleniu tkanki roślinnej, z ekstraktu usuwano aceton i frakcję hydrofilową przez wymycie wodą. W wyniku tego otrzymywano ekstrakt eterowy z mieszaniną barwników karotenoido-

wych według wcześniej publikowanej metody własnej dotyczącej otrzymywania karotenoidów z owoców papryki [26].



Objaśnienia: / Explanatory notes: 1 – luteina / lutein; 2 – zeaksantyna / zeaxanthin; 3 – β -karoten / β -carotene.

Rys. 1. Chromatogramy i widma absorpcji wzorców w fazie mobilnej, otrzymane za pomocą HPLC-DAD.

Fig. 1. Chromatograms and absorption spectra of standards in mobile phase, obtained by HPLC-DAD.

Tak przygotowany ekstrakt zatężano w wyparce próżniowej w temp. 35 °C do uzyskania oleistej pozostałości, następnie roztwarzano w 2 ml metanolu (Merck) i poddawano analizie chromatograficznej.

Luteinę, zeaksantynę i β -karoten, oznaczano za pomocą wysokosprawnej chromatografii ciekowej HPLC z detektorem PAD 2998 firmy Waters z pompą 600E i za-

strzykiwaczem reodynowym 7725i. oraz kolumną RP-18 Atlantis T3 3 μm , 4,6 \times 150 mm według modyfikacji metody podanej przez Mou [15] oraz Caldwell i Britz [4].

Elucję wykonywano z użyciem rozpuszczalnika A – 80 % acetonitrylu z 0,05 % trietyloaminą i B – octanu etylu. Zastosowano gradient do 65 % A : 35 % B w 35. min, a następnie zachowywano tę proporcję w układzie izokratycznym przez kolejne 5 min przy przepływie 1,2 ml/min. Podczas analizy roztwory były odgazowywane w urządzeniu firmy Waters. Rejestrację prowadzono przy długości fali $\lambda = 450 \text{ nm}$. Związki identyfikowano na podstawie widm w zakresie od 200 do 600 nm oraz czasów retencji porównywanych z wzorcami.

Wyniki badań opracowano statystycznie z użyciem programu Statgraphic Centurion XVI. Do wykazania istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi zastosowano dwuczynnikową analizę wariancji – test Tukeya przy $p \leq 0,05$.

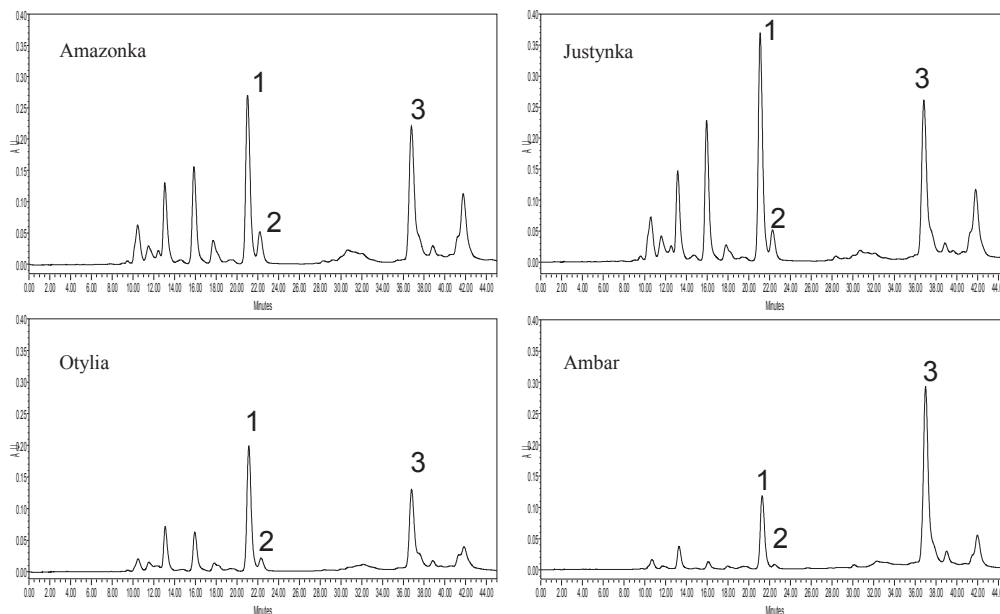
Wyniki i dyskusja

Zastosowana procedura rozdziału karotenoidów za pomocą HPLC–DAD może być stosowana do oceny jakościowej liofilizatów otrzymanych z owoców różnych odmian dyni pod względem zawartości luteiny, zeaksantyny i β -karotenu (rys. 1 i 2). Porównanie czasów retencji rozdzielanych karotenoidów w ekstraktach wykazało nieznaczne zróżnicowanie z czasami retencji wzorców, świadczące o właściwym doborze parametrów rozdziału (rys. 1 i 2). Maksimum absorpcji luteiny określono przy długości fali odpowiednio: $\lambda = 447,7$ i $476,8$, zeaksantyny – $\lambda = 456,2$ i $482,9$, a β -karotenu – $\lambda = 456,2$ i $485,3$ (rys. 1). Azevedo-Meleiro i Rodriguez-Amaya [1] uzyskali nieznacznie niższe długości fal, w przypadku luteiny – $\lambda = 447$ i 475 , zeaksantyny – $\lambda = 454$ i 480 nm , a β -karotenu – $\lambda = 454$ i 480 nm . Różnice mogą być spowodowane innym składem fazy ruchomej w zastosowanej procedurze rozdziału.

Wyniki zawartości suchej masy, luteiny, zeaksantyny i β -karotenu w liofilizatach owoców wybranych odmian dyni przedstawiono w tab. 1. W liofilizowanych owocach odmiany ‘Amazonka’, ‘Justynka’ i ‘Ambar’ zawartość suchej masy wynosiła $97,04 \div 96,72 \%$. Wartości te nie różniły się pod względem statystycznym ($p \leq 0,05$) zarówno w obrębie odmian, jak i lat prowadzonych badań. Najmniejszą zawartość suchej masy ($92,66 \%$) oznaczono w liofilizatach owoców odmiany ‘Otylia F1’ (tab. 1).

Owoce dyni są cennym źródłem luteiny. Murillo i wsp.[16] wykazały, że owoce dyni *Cucurbita maxima* charakteryzowały się największą zawartością luteiny spośród badanych warzyw, takich jak: marchew, żółta i pomarańczowa papryka czy pomidory. Jej poziom w owocach odmiany *Cucurbita maxima* wynosił $81,7 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ św.m., co stanowiło $47,2 \%$ ogólnej zawartości karotenoidów. W badaniach własnych stwierdzono, że poszczególne odmiany dyni istotnie ($p \leq 0,05$) różniły się pod względem zawartości tego karotenoidu (tab. 1). Najwięcej luteiny w przeliczeniu na 1 g liofilizatu było w owocach odmiany ‘Justynka’ ($0,1863 \text{ mg}$) i ‘Amazonka’ ($0,1184 \text{ mg}$), co stanowiło

odpowiednio: około 34 i 23 % sumy oznaczonych karotenoidów. Najmniej luteiny zawierały owoce odmiany ‘Ambar’ (0,0588 mg) (tab. 1).



Rys. 2. Chromatogramy RP-HPLC-DAD frakcji karotenoidów owoców wybranych odmian dyni *Cucurbita maxima* D. przy $\lambda = 450$ nm.

Fig. 2. Chromatograms by RP-HPLC-DAD of carotenoid fractions of selected cultivars of *Cucurbita maxima* D. at $\lambda = 450$ nm.

Innym, ważnym pod względem zdrowotnym karotenoidem jest zeaksantyna. Jej największą zawartość stwierdzono w liofilizatach owoców odmiany ‘Amazonka’ ($0,0488 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) i ‘Justynka’ ($0,0448 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$) – była około 3-krotnie większa niż w liofilizatach z odmiany ‘Otylia F1’. W owocach odmiany ‘Ambar’ zeaksantyna występowała w ilościach śladowych ($0,0011 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$). Nie wykazano statystycznie istotnych ($p \leq 0,05$) różnic pod względem zawartości luteiny i zeaksantyny w liofilizatach owoców dyni odmiany ‘Justynka’ i ‘Ambar’ uprawianych w latach 2010 i 2011. W liofilizatach owoców pozostałych odmian wartości średnie zależne od okresu uprawy różniły się od 12 do 20 %.

Dynia jest też cennym źródłem β -karotenu. Wśród badanych związków był dominującym składnikiem frakcji karotenoidowej. Zawartość tego związku w zależności od

Tabela 1. Zawartość suchej masy, luteiny zeaksantyny, β -karotenu i sumy karotenoidów w liofilizowanych owocach dyni *Cucurbita maxima* D.
Table 1. Content of dry matter, lutein, zeaxanthin, β -carotene, and total carotenoids in lyophilized fruits of *Cucurbita maxima* D.

Odmiana Cultivar	Rok Year	Sucha masa Dry matter [%]	Luteina Lutein [mg·g ⁻¹]	Zeaksantyna Zeaxanthin [mg·g ⁻¹]	β -karoten β -Carotene [mg·g ⁻¹]	Suma karotenoidów Total of carotenoids [mg·g ⁻¹]
'Amazonka'	2010	97,20 ^A ± 0,1261	0,1095 ^A ± 0,0025	0,0447 ^A ± 0,0120	0,2488 ^A ± 0,0183	0,4030
'Amazonka'	2011	96,88 ^A ± 0,2997	0,1273 ^B ± 0,0006	0,0529 ^B ± 0,0005	0,4434 ^B ± 0,0167	0,6236
'Amazonka'	\bar{x}	97,04 ^A ± 0,1598	0,1184 ^A ± 0,009	0,0488 ^A ± 0,0091	0,3460 ^{A, B} ± 0,099	0,5132
'Justynka'	2010	97,79 ^A ± 1,0566	0,1821 ^C ± 0,0003	0,0435 ^A ± 0,0019	0,3223 ^C ± 0,0251	0,5479
'Justynka'	2011	97,78 ^A ± 1,1419	0,1905 ^C ± 0,0203	0,0462 ^A ± 0,0032	0,3111 ^C ± 0,0047	0,5478
'Justynka'	\bar{x}	97,78 ^A ± 0,0047	0,1863 ^B ± 0,015	0,0448 ^A ± 0,0010	0,3167 ^{A, C} ± 0,022	0,5478
'Ambar'	2010	96,36 ^B ± 1,2975	0,0574 ^D ± 0,0021	0,0017 ^C ± 0,0002	0,4642 ^B ± 0,0001	0,5233
'Ambar'	2011	96,72 ^B ± 1,2563	0,0603 ^D ± 0,0008	0,0005 ^C ± 0,0001	0,3584 ^C ± 0,0001	0,4192
'Ambar'	\bar{x}	96,64 ^A ± 0,1810	0,0588 ^C ± 0,002	0,0011 ^B ± 0,001	0,4113 ^B ± 0,053	0,4712
'Otylia FI'	2010	93,10 ^C ± 0,1796	0,0936 ^F ± 0,0009	0,0192 ^E ± 0,0002	0,2402 ^A ± 0,0379	0,3530
'Otylia FI'	2011	92,23 ^D ± 0,1205	0,0780 ^F ± 0,0007	0,0143 ^F ± 0,0028	0,2910 ^C ± 0,0162	0,3833
'Otylia FI'	\bar{x}	92,66 ^B ± 0,4370	0,0858 ^D ± 0,008	0,0167 ^C ± 0,003	0,2656 ^C ± 0,039	0,3681

Objaśnienia: / Explanatory notes:

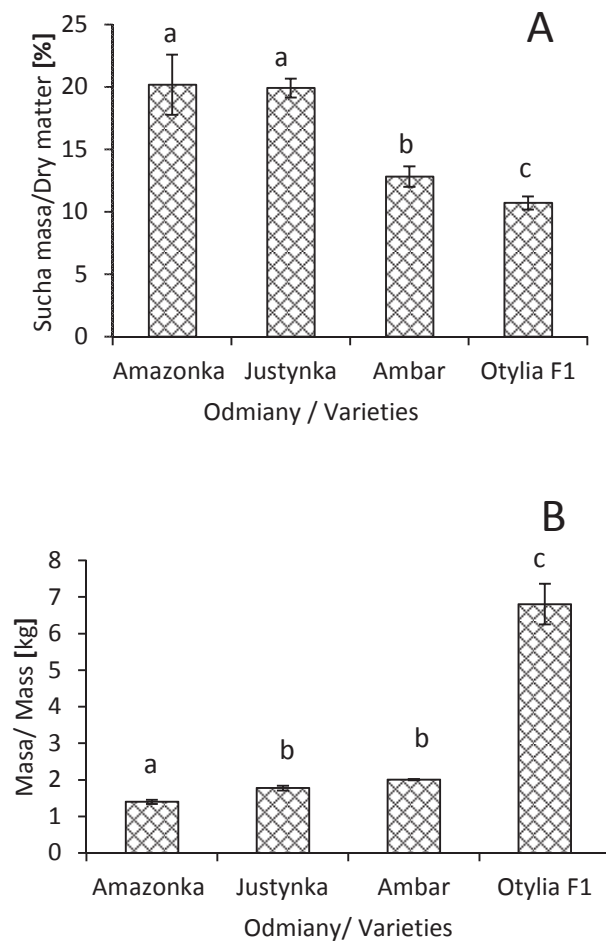
podano wartości średnie (\bar{x}) z dwóch lat ± odchylenie standardowe / there are shown mean values (\bar{x}) from two years ± standard deviation; n = 2
a - d, A - F - te same litery w kolumnach oznaczają brak statystycznie istotnych różnic między wartościami średnimi na poziomie istotności $p \leq 0,05$ /
the same letters in columns denote no statistically differences among mean values at $p \leq 0,05$

odmiany wahała się od 0,266 do 0,411 mg w 1 g liofilizatu i była największa w liofilizatach owoców dyni odmiany 'Ambar' (0,411 mg) (tab. 2). Owoce odmiany 'Amazonka' i 'Justynka', które charakteryzowały się wysokimi poziomami luteiny i zeaksantyny zawierały mniej β -karotenu, odpowiednio o ponad 16 i 23 % w porównaniu z odmianą 'Ambar'. Otrzymane wyniki potwierdzają dane literaturowe [2, 6, 21, 31]. Sztangret i wsp. [31] podają, że zawartość β -karotenu w owocach odmiany 'Amazonka' wynosiła $0,440 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ s.m., była więc na podobnym poziomie, jaki uzyskano w badaniach własnych (tab. 1). Z kolei Niewczas i Mitek [21] oznaczyły w owocach dyni 'Justynka' o ponad 40 % mniej tego karotenu niż w badaniach przeprowadzonych przez autorów niniejszej pracy, natomiast suma karotenoidów była na podobnym poziomie (tab. 1). Przyczyn różnicy przypuszczalnie należy upatrywać w różnych technikach oznaczania. Jak podają Danilcenko i wsp. [6], zawartość β -karotenu może wahać się od 0,15 mg do 0,35 mg w 1 g s.m. w zależności od odmiany. Biesiada [2] wykazał natomiast, że poziom β -karotenu waha się od 0,02 do 0,1 mg i może osiągać 0,22 mg w 1 g św.m. Ilościowe i jakościowe zróżnicowanie składu karotenoidów w owocach *Cucurbita maxima* i *Cucurbita pepo* wykazały Azevedo-Meleiro i Rodriguez-Amaya [1], wskazując na czynnik genetyczny tego zróżnicowania. Autorki [1] podały, że odmiana 'Expsicao' *C. maxima* zawierała $14,9 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ św.m. β -karotenu, natomiast odmiana 'Mangango' *C. pepo* około 3 razy mniej ($5,4 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ św. m). Są to wartości odpowiadające zawartości β -karotenu w 1 g liofilizatu otrzymanego z miąższu owoców odmiany 'Otylia F1' w przeliczeniu na 1 g św.m. Inni autorzy wykazali, że skład chemiczny dyni zależy nie tylko od odmiany, ale też bardzo ważną rolę odgrywają warunki pogodowe w kolejnych latach badań [12]. Istotny wpływ na skład chemiczny ma także stopień nasłonecznienia, a szczególnie rozkład temperatury wewnątrz owoców w fazie dojrzewania [21]. W badaniach własnych stwierdzono, że najbardziej odporna na zmianę warunków pogodowych była odmiana 'Justynka'. Zawartość luteiny, zeaksantyny i β -karotenu w liofilizatach owoców tej odmiany nie różniły się statystycznie ($p \leq 0,05$) w kolejnych latach badań (tab. 1).

Jedną z głównych i podstawowych cech określających przydatność technologiczną produktów roślinnych jest zawartość suchej masy w świeżym surowcu. Największą zawartością suchej masy charakteryzowały się owoce dyni 'Amazonka' (20,18 %) i 'Justynka' (19,91 %), natomiast w owocach dyni 'Ambar' i 'Otylia F1' było jej mniej, odpowiednio: 12,83 i 10,71 % (rys. 3). Dane literaturowe dowodzą dużych różnic zawartości suchej masy w owocach dyni, w zależności od odmiany [19, 29, 32].

Odnosząc zawartość suchej masy do masy jednostkowej stwierdzono, że owoce odmiany 'Amazonka', 'Justynka' i 'Ambar' o mniejszych owocach charakteryzowały się większą zawartością suchej masy niż odmiana 'Otylia F1'. Masa jednostkowa owoców odmiany 'Otylia F1' była o ponad 3,5-krotnie większa w porównaniu z masą jednostkową owoców odmiany 'Justynka' i 'Ambar' i ponad 5-krotnie – w porównaniu

z odmianą ‘Amazonka’. Dodatkowo zaobserwowano, że liofilizaty owoców odmiany ‘Otylia F1’ zawierały najmniej badanych karotenoidów.



Objaśnienia: / Explanatory notes:

a - c – grupy jednorodne wartości średnich z lat 2010/2011 w analizie wariancji dla $p \leq 0,05$ / homogeneous groups in analysis of variance as regards mean values from year 2010/2011 at $p \leq 0,05$.

Rys. 3. Charakterystyka owoców dyni *Curcubita maxima* D. pod względem zawartości suchej masy (A) i masy jednostkowej (B).

Fig. 3. Profile of *Curcubita maxima* D. pumpkin fruit as regards content of dry matter (A) and unit mass (B).

Wnioski

1. Liofilizowane owoce dyni *Cucurbita maxima* D. stanowią cenne źródło luteiny, zeaksantyny i β -karotenu.
2. Największą zawartością zeaksantyny oraz luteiny charakteryzowały się liofilizaty owoców dyni odmiany 'Amazonka' i 'Justynka', natomiast najmniejszą - 'Ambar', które z kolei zawierały najwięcej β -karotenu.
3. Spośród badanych odmian dyni najmniej karotenoidów ogółem zawierały liofilizaty owoców 'Otylii F1'. Świeże owoce tej odmiany miały też najmniej suchej masy, były natomiast największe pod względem masy jednostkowej.
4. Do przetwórstwa spożywczego zaleca się owoce dyni odmian: 'Amazonka', 'Justynka' i 'Ambar' z uwagi na dużą zawartość luteiny, zeaksantyny oraz β -karotenu w liofilizatach, które mogą być cennym półproduktem do otrzymania żywności funkcjonalnej.

Literatura

- [1] Azevedo-Meleiro H.C., Rodriguez-Amaya B.D.: Qualitative and quantitative differences in carotenoid composition among *Cucurbita moschata*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo*. J. Agric. Food Chem., 2007, **55**, 4027-4033.
- [2] Biesiada A., Kucharska A., Sokół-Lętowska A.: Plonowanie i wartość odżywcza wybranych odmian użytkowych *Cucurbita pepo* L. oraz *Cucurbita maxima* Duch. Folia Hort., 2006, **1** Supl., 66-69.
- [3] Bołonowska O., Pietrosiuk A., Sykłowska-Baranek K.: Roślinne związki barwne i ich właściwości biologiczne oraz możliwości wytwarzania w kulturach *in vitro*. Biul. Wydz. Farm. WUM, 2011, **1**, 1-27.
- [4] Caldwell R.Ch., Britz J.S.: Effect of supplemental ultraviolet radiation on the carotenoid and chlorophyll composition of green house- grown leaf lettuce (*Lactuca sativa* L) cultivars. J. Food Compos. Anal., 2006, **19**, 637-644.
- [5] Chiste R.C., Mercadante A.Z.: Identification and quantification, by HPLC- PDA-MS/MS, of carotenoids and phenolic compounds from the Amazonian fruit *Caryocar villosum*. J. Agric. Food Chem., 2012, **60** (23), 5884-5892.
- [6] Danilcenko H., Jariene E., Paulauskiene A., Kulajtiene J., Viskelis P.: Wpływ nawożenia na jakość i skład chemiczny dyni. Ann. UMCS, Sectio E, 2004, **59** (4), 1949-1956.
- [7] De Rosso V., Mercadante A.Z.: HPLC-PDA-MS/MS of anthocyanins and carotenoids from Dovyalis and Tamarillo fruits. J. Agric. Food Chem., 2007, **55**, 9135-9141.
- [8] Hamułka J., Slifierska A.: Ocena spożycia luteiny wśród wybranej grupy studentów. Żyw. Czł. Met., XXXII, 2007 (1/2).
- [9] Handelman G.: The evolving role of carotenoids in human biochemistry. Nutrition., 2001, **17** (10), 818-822.
- [10] Jabłońska-Ryś E., Zalewska-Korona M.: Ocena barwy oraz zawartości barwników karotenoidowych w owocach pomidora nowych linii hodowlanych. Bromatol. Chem. Toksykol. 2009, XLII (3), 926-931.
- [11] Kalisz O., Wolski T., Gerkowicz M., Smorawski M.: Reaktywne formy tlenu (RTF) oraz ich rola w patogenezie niektórych chorób. Ann. Uniw. M. Curie-Skłodowska, Lublin - Polonia, 2007, **LXII** (1), 87-99.

- [12] Korzeniewska A., Sztangret J., Seroczyńska A., Niemirowicz-Szczytt K.: Zawartość związków karotenoidowych w owocach dyni olbrzymiej (*Cucurbita Maxima L.*). Zesz. Probl. Nauk Roln., 2004, **497**, 339-345.
- [13] Kowalska H.: Kinetyka osmotycznego odwadniania dyni. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, **2** (47) Supl., 135-142.
- [14] Morganti P., Sousa Martins D., Morganti G.: Aktywność luteiny w skórce. J. Soc. Cosm. Chemis., 2008, **1**, 13-19.
- [15] Mou B.: Genetic variation of beta-carotene and lutein contents in lettuce. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 2005, **130** (6), 870-876.
- [16] Murillo E., Melendez-Martinez J.A., Portugal F.: Screening of vegetables and fruits from Panama for rich sources of lutein and zeaxanthin. Food Chem., 2010, **122**, 167-172.
- [17] Murkovic M., Gams K., Draxl S., Pfannhanser W.: Development of Austrian carotenoid databases. J. Food Compos. Anal., 2000, (13), 435-440.
- [18] Murkovic M., Mulleder U., Neunteufl H.: Carotenoid content in different varieties of pumpkins. J. Food Compos. Anal., 2002, **15**, 633-638.
- [19] Nawirska A., Sokół-Lętowska A., Kucharska A., Biesiada A., Bednarek M.: Porównanie zawartości frakcji włókna pokarmowego w odmianach dyni z gatunku *Cucurbita maxima* i *Cucurbita pepo*. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **1** (56), 65-73.
- [20] Nawirska-Olszańska A., Kucharska A., Sokół-Lętowska A., Biesiada A.: Ocena jakości dżemów z dyni wzbogaconych pigwowcem, dereniem i truskawkami. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, **1** (68), 40-48.
- [21] Niewczas J., Mitek M.: Wpływ przechowywania nowych odmian dyni olbrzymiej na wybrane parametry składu chemicznego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2007, **5** (54), 155-164.
- [22] Niewczas J., Szweda D., Mitek M.: Zawartość wybranych składników prozdrowotnych w owocach dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*). Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2005, **2** (43) Supl., 147-155.
- [23] Pasko P., Bednarczyk M.: Szarłat (*Amaranthus sp.*) – możliwości wykorzystania w medycynie. Bromatol. Chem. Toksykol., 2007, XL (2), 217-222.
- [24] Pękośławska A., Lenart A.: Wpływ stężenia i temperatury syropu skrobiowego na przebieg odwadniania osmotycznego dyni. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2008, **5** (60), 116-125.
- [25] Pękośławska-Garstka A., Lenart A.: Wybrane właściwości fizyczne miąższu dyni odwadnianej osmotycznie w roztworach cukrów. Acta Agrophysica, 2010, **2** (16), 413-422.
- [26] Perucka I., Materska M., Jachacz L.: Ocena jakości preparatów otrzymanych z wysuszonych owoców papryki. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, **1** (68), 30-39.
- [27] Piotrowicz J., Zagrodzki P.: Żywieniowe aspekty zwyrodnienia plamki związane z wiekiem AMD. Bromatol. Chem. Toksykol., 2009, XLII (3), 1057-1062.
- [28] Seo J.S., Burri B.J., Quan Z., Neidlinger T.R.: Extraction and chromatography of carotenoids from pumpkin. J. Chromatogr., 2005, **1073**, 371-375.
- [29] Seroczyńska A., Korzeniowska A., Sztangret J., Niemirowicz-Szczytt K., Gajewski M.: Relationship between carotenoids content and flower or fruit flesh colour of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch). Folia Hort., 2006, **18** (1), 51-61.
- [30] Sojak M., Głowacki Sz.: Analysis of giant pumpkin (*Cucurbita maxima*) drying kinetics in various technologies of convective drying. J. Food Eng., 2010, (99), 323-329.
- [31] Stanaszek K., Goździcka-Józefiak A.: Wpływ β -karotenu i retinoidów na proliferację i transformację nowotworową komórek. Biotechnologia, 2008, **82** (3), 28-45.
- [32] Sztangret J., Korzeniewska A., Niemirowicz-Szczytt K.: Ocena plonowania oraz zawartości suchej masy i związków karotenoidowych w nowych mieszańcach dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima* Duch.). Folia Hort., 2001, (13/1A) Supl., 437-443.

- [33] Wojdyła T., Wichrowska D., Rolbiecki R., Rolbiecki S., Weltrowska-Mendzińska B.: Zawartość wybranych składników chemicznych w dyni makaronowej świeżej po zbiorach i po przechowywaniu oraz konserwowanej – w zależności od nawadniania i odmiany. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2007, **3** (52), 82-89.

CONTENT OF LUTEIN, ZEAXANTHIN, AND β -CAROTENE IN LYOPHILIZED FRUITS OF SELECTED CULTIVARS OF *CUCURBITA MAXIMA* D

S u m m a r y

Lutein, zeaxanthin and β -carotene are compounds showing health-promoting properties. The objective of the research study was to assess the selected cultivars of *Cucurbita maxima* D: 'Amazonka', 'Justynka', 'Amber', and 'Otylia F1' from the point of view of the content of the above named compounds in the lyophilized samples. The content of those carotenoids was determined using HPLC-DAD.

It was found that the lyophilized fruits of the pumpkin cultivars analyzed were a valuable source of lutein, zeaxanthin, and β -carotene. Large amounts of lutein were determined in 1 g of dried fruits of the 'Justynka' cv. (0.186 mg) and 'Amazonka' cv. (0.118 mg), whereas the smallest amounts of lutein were determined in the lyophilized fruits of 'Amber' cultivar, which were characterized by the highest level of β -carotene (0.411 mg). The lyophilized fruits of 'Otylia F1' cultivar were characterized by the smallest amount of β -carotene. Furthermore, it was reported that the lyophilized fruits of 'Justynka', 'Amazonka' and 'Ambar' cultivars were rich in natural carotenoids and might be widely used in food industry as a source of bioactive, health promoting phytochemical compounds.

Key words: *Cucurbita maxima*, lyophilized fruits, lutein, zeaxanthin, β -carotene ☒