

Mgr inż. Justyna KADZIŃSKA<sup>1</sup>  
Dr hab. inż. Monika JANOWICZ<sup>1</sup>  
Dr hab. inż. Stanisław KALISZ<sup>2</sup>  
Dr inż. Iwona SITKIEWICZ<sup>1</sup>  
Mgr inż. Monika MIKA

<sup>1</sup>Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji  
<sup>2</sup>Zakład Technologii Owoców i Warzyw, Katedra Technologii Żywności  
Wydział Nauk o Żywności, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## WPŁYW OBECNOŚCI POWŁOK JADALNYCH NA ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI OWOCÓW DYNI W CZASIE PRZECHOWYWANIA<sup>®</sup>

The influence of edible coatings on the change of the properties  
of pumpkin fruits during storage<sup>®</sup>

**Słowa kluczowe:** powłoka jadalna, dynia, właściwości fizykochemiczne, przechowywanie.

*Zastosowanie powłok jadalnych na bazie karboksymetylocelulozy oraz karboksymetylocelulozy i wosku pszczelego pozwala przedłużyć okres przechowywania owoców dyni olbrzymiej o cztery tygodnie w porównaniu do owoców niepowleczonych. Jednocześnie zachowana zostaje wysoka jakość przechowywanego surowca.*

**Key words:** edible coating, pumpkin, physicochemical properties, storage.

*The application of edible coatings based on carboxymethylcellulose and carboxymethylcellulose with beeswax enables to extend the shelf-life of pumpkin fruits for four weeks in comparison to uncoated fruits. At the same time, a high quality of the stored raw material is maintained.*

### WSTĘP

Owoce dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*) są źródłem wielu cennych składników odżywczych. Ceni się ją zarówno ze względu na właściwości żywieniowe, lecznicze jak i kosmetyczne [12]. Najważniejszymi związkami znajdującymi się w owocach dyni olbrzymiej są karotenoidy posiadające właściwości przeciwnowotworowe oraz przeciwutleniające [28]. Ich zawartość szacuje się na około 36 mg/100 g ś.m. W skład karotenoidów zawartych w dyni, w zależności od odmiany, wchodzi ich następujące frakcje: a-karoten 0,4-1,5 mg/100 g ś.m., b-karoten 0,2-17,2 mg/100g ś.m., jak również zeaksantyna, luteina, b-kryptoksantyna oraz śladowe ilości likopenu [16]. Owoce dyni zawierają również witaminy, np. C, E, prowitaminę A, witaminy z grupy B, a także składniki mineralne, np. magnez, fosfor, żelazo, potas, selen, ponadto mono- i disacharydy oraz pektyny, celulozę i ligniny wchodzące w skład włókna pokarmowego [12, 25, 28]. Dyniowate (*Cucurbitaceae*) charakteryzują się również nie kumulowaniem szkodliwych dla zdrowia metali ciężkich oraz azotanów [7].

Na jakość owoców dyni w trakcie przechowywania wpływ ma wiele czynników. Do najważniejszych zaliczyć można odmianę, warunki klimatyczne i uprawowe, fazę dojrzałości owoców (zbiorecza czy konsumpcyjna) oraz warunki

przechowalnicze [28]. Do podstawowych zabiegów mających na celu zwiększenie trwałości owoców dyni należy ich ostrożne zbieranie w celu uniknięcia uszkodzeń mechanicznych oraz odrzucenia owoców z objawami chorobowymi [6]. Najlepiej przechowywać owoce w pełni dojrzałe, o wysokiej zawartości suchej substancji oraz o twardej skórce. Jednym ze stosowanych sposobów przedłużania okresu przechowywania jest pozbiorowe przetrzymywanie dyń przez 7–10 dni, aby uzyskać pełną dojrzałość oraz zaschnięcie wszelkich uszkodzeń. Producenci stosują również zabiegi oparte na zaindukowaniu owoców dyni w gorącej wodzie lub roztworze podchlorynu sodu, w celu ich higienizacji. Pomimo wszystkich tych zabiegów dynie w dalszym ciągu postrzegane są jako surowiec sezonowy, który w przypadku jedynie niektórych odmian przechowywać można przez dłuższy czas (*Cucurbita maxima* odmiany: Melonowa Żółta – do marca następnego roku, Uchiki Kuri – do kwietnia następnego roku, *Cucurbita pepo* odmiana Jet F<sub>1</sub> – do 6 miesięcy) [13].

Obecnie obserwuje się wysokie, ciągłe rosnące, zainteresowanie branży spożywczej procesem powlekania żywności. Efektywnym sposobem na wydłużenie okresu przydatności do spożycia owoców dyni mogą być powłoki jadalne. Powlekanie zapewnia ochronę przed niekorzystnym działaniem czynników pochodzących ze środowiska zewnętrznego, wpływa na zmniejszanie transpiracji, utratę barwy,

**Adres do korespondencji – Corresponding author:** Justyna Kadzińska, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Wydział Nauk o Żywności, Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, ul. Nowoursynowska 159c, 02-776 Warszawa, e-mail: justyna\_kadzinska@sggw.pl

wyłużenie okresu zachowania wartości odżywczych, a także chroni przed powstawaniem niekorzystnej mikroflory na powierzchni. Zastosowanie filmów i powłok jadalnych nie wpływa na zmianę naturalnego stanu warzyw i owoców. Nie wykazano też negatywnego ich wpływu na organizm człowieka [9, 10].

**Celem artykułu jest przedstawienie wyników badań dotyczących obecności powłok jadalnych na bazie karboksymetylocelulozy oraz karboksymetylocelulozy z dodatkiem wosku pszczelego na zmiany właściwości fizykochemicznych owoców dyni olbrzymiej odmiany Ambar w czasie przechowywania. Zakres pracy obejmował oznaczenie zawartości i aktywności wody, barwy, zawartości karotenoidów, witaminy C i popiołu oraz analizę struktury materiału. Badania przechowalnicze prowadzono przez okres 13 tygodni dokonując pomiarów odpowiednio po 0, 4, 6, 7, 8, 9 i 13 tygodniu przechowywania.**

## MATERIAŁ I METODY

Materiał badany stanowiły owoce dyni olbrzymiej *Cucurbita maxima* odmiany *Ambar*. Dynia pochodziła z upraw Pola Doświadczalnego Katedry Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin w Wolicy należącego do Wydziału Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego. Podchloryn sodu (P.P.H. "STANLAB" Sp. J., Polska) stosowano jako środek dezynfekujący. W skład roztworów powłokotwórczych wchodziła karboksymetyloceluloza (CMC) (Agnex, Polska) jako składnik hydrofilowy oraz wosk pszczeli żółty (BW) jako składnik hydrofobowy. Glicerol (POCH S.A., Polska) został zastosowany jako plastyfikator, Tween80 (Sigma-Aldrich, Francja) dodano w celu zwiększenia przyczepności powłoki do surowca. W tabeli 1 przedstawiono receptury poszczególnych roztworów powłokotwórczych.

Roztwór powłokotwórczy o symbolu CMC otrzymano w wyniku rozpuszczenia karboksymetylocelulozy w wodzie

o temperaturze 50°C przy użyciu miksera Zelmer typ 371.5 (Zelmer S.A., Polska). Roztwór ogrzewano w temperaturze 80°C przez 30 minut przy użyciu mieszadła magnetycznego RCT basic IKAMAG (IKA – Werke GmnH&Co., Niemcy) obracającego się z prędkością 250 obr./min. Glicerol dodawano w ilości 50% w stosunku do dodanego hydrokoloidu. Roztwór o symbolu CMC\_BW przygotowano analogicznie do roztworu CMC. Następnie do uzyskanego roztworu dodawano wosk pszczeli oraz Tween80 i homogenizowano (IKA Yellowline DI25 basic, Niemcy) przez 2 minuty z prędkością 13500 obr./min. Tak przygotowane roztwory odgazowano przez 1 godzinę w myjce ultradźwiękowej (MKD UltraSonic, Polska) stosując częstotliwość 21 kHz oraz moc 300 W.

Umyte dynie dezynfekowano poprzez zanurzenie w 0,05% roztworze podchlorynu sodu w czasie 2 minut, po czym obmywano je wodą destylowaną. Następnie owoce pozostawiono do wyschnięcia na bibule filtracyjnej. Owoce powlekano poprzez zanurzenie całych dyń w zbiorniku z roztworem powłokotwórczym na czas 2 minut. Powleczony surowiec pozostawiono do wyschnięcia na bibule filtracyjnej w temperaturze pokojowej, a następnie przenoszono do komory chłodniczej w celu przeprowadzenia prób przechowalniczych. Próbkę przechowywano w komorze chłodniczej, bez dostępu światła, w temperaturze 3°C przy wilgotności względnej powietrza 85%, przez okres 13 tygodni (termin wynikał z możliwości przeprowadzenia założonych oznaczeń na owocach bez widocznych objawów zepsucia). Próbkę kontrolną stanowiły owoce dyni niepowlezione przechowywane w takich samych warunkach jak materiał powleczony. Poszczególne warianty próbek wraz z ich kodowaniem, rodzajem zastosowanego roztworu powłokotwórczego, warunkami przechowywania oraz okresem przechowywania zostały przedstawione w tabeli 2.

Zawartość suchej substancji oznaczono zgodnie z normą PN-90/A-75101/03 [20] w materiale niepowleczonym oraz powleczonym po każdym okresie przechowywania.

**Tabela 1. Skład recepturowy roztworów powłokotwórczych (na 100 g H<sub>2</sub>O)**

**Table 1. Formulations of coating-forming solutions (per 100 g H<sub>2</sub>O)**

Symbol/ Symbol	Zawartość [g/100 g H <sub>2</sub> O]/Content [g/100 g H <sub>2</sub> O]			
	Karboksymetyloceluloza (CMC)/ Carboxymethylcellulose (CMC)	Wosk pszczeli żółty (BW)/ Yellow beeswax (BW)	Glicerol/ Glycerol	Tween80/ Tween80
CMC	1,50	0,00	0,75	0,00
CMC_BW	1,50	0,45	0,75	0,19

**Źródło:** Opracowanie własne

**Source:** Own study

**Tabela 2. Rodzaje prób przechowalniczych**

**Table 2. Kinds of shelf-life trials**

Rodzaj roztworu powłokotwórczego/ Type of coating-forming solution	Symbol/ Symbol	Warunki przechowywania/ Storage conditions	Czas przechowywania/ Time of storage
Próbka kontrolna niepowleczona / Control sample uncoated	U	T = 3°C RH = 85%	t = 9 weeks
Powłoka CMC / Coating based on CMC	CMC	T = 3°C RH = 85%	t = 13 weeks
Powłoka CMC+BW / Coating based on CMC+BW	CMC_BW	T = 3°C RH = 85%	t = 13 weeks

**Źródło:** Opracowanie własne

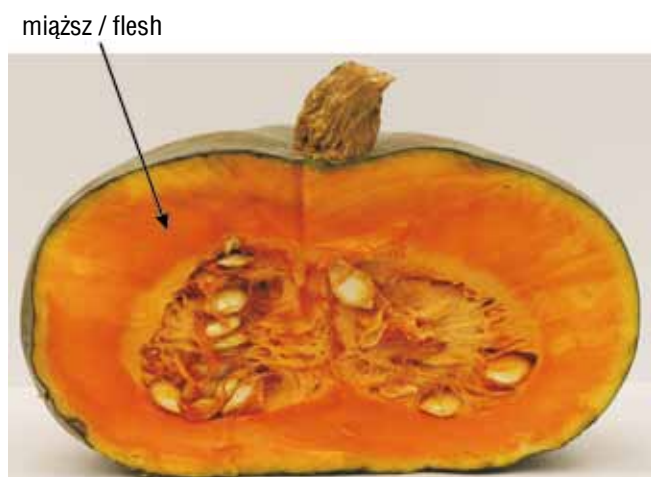
**Source:** Own study

Oznaczeń dokonywano w trzech powtórzeniach. Zawartość wody (1) w dyni obliczono ze wzoru [8]:

$$u = \frac{w}{100 - w} \quad [\text{g H}_2\text{O/g s.s.}] \quad (1)$$

gdzie:  $u$  – wilgotność właściwa materiału [g H<sub>2</sub>O/g s.s.],  
 $w$  – wilgotność próbek [%].

Pomiaru aktywności wody dokonywano w materiale niepowleczonym oraz powleczonym po każdym okresie przechowywania przy użyciu urządzenia AquaLab według instrukcji producenta. Analizę przeprowadzono temperaturze 25°C. Oznaczeń dokonywano w trzech powtórzeniach pobierając próbkę mięszu dyni (rys. 1).



Rys. 1. Miejsce poboru prób do pomiaru aktywności wody.

Fig. 1. Place of samples intake for water activity analysis.

Źródło: Opracowanie własne  
Source: Own study

Pomiaru barwy dokonano przy użyciu kolorymetru firmy Konica-Minolta model CM-5 (Osaka, Japonia) w układzie barw CIE LAB (gdzie:  $L^*$ - jasność,  $a^*$  i  $b^*$ - współrzędne trójchromatyczności). Zastosowano następujące warunki pomiaru: światło odbite, przesłona 8 mm, iluminat D65, de: 8° (oświetlenie rozproszone, kąt pomiaru 8°), obserwator standardowy CIE 2°. Mierzono barwę mięszu i skórki w dyniach powleczonych i niepowleczonych po każdym okresie przechowywania. Oznaczeń dokonywano w 15 powtórzeniach. Oznaczone parametry barwy  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  posłużyły do obliczenia nasycenia barwy ( $C$ ) (2) oraz bezwzględnej różnicy barwy ( $\Delta E$ ) (3) zgodnie z poniższymi równaniami [4; 23; 26]:

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (2)$$

gdzie:  $C$  – nasycenie barwy,  $a^*$ (zielony-czerwony),  $b^*$ (niebieski-żółty) – parametry trójchromatyczności.

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L)^2 + (a^* - a)^2 + (b^* - b)^2} \quad (3)$$

gdzie:  $\Delta E$  – bezwzględna różnica barwy,  
 $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  – parametry barwy dla próbki,  
 $L$ ,  $a$ ,  $b$  – parametry barwy dla wzorca (próbka świeża).

Zawartość karotenoidów oznaczono zgodnie z normą PN-EN 12136:2000 [22]. Zasada oznaczenia polegała na ekstrakowaniu barwników z próbki za pomocą eteru naftowego oraz spektrofotometrycznym pomiarze absorbancji przy długości fali 450 nm (spektrofotometr heliosy Termo Electron Corporation, USA). Zawartość karotenoidów (4) (w przeliczeniu na  $\beta$ -karoten) obliczono zgodnie z poniższym równaniem:

$$TCC = \frac{A_{450} \cdot 4,0 \cdot V}{m} \quad [\text{mg/kg s.m.}] \quad (4)$$

gdzie:  $TCC$  – całkowita zawartość karotenoidów [mg/kg s.m.],

$A_{450}$  – absorbancja ekstraktu z eterem naftowym,  
4,00 – średni współczynnik przeliczeniowy ustalony na podstawie próby obrączkowej, uwzględniający średni współczynnik absorpcji  $\beta$ -karotenu w eterze naftowym oraz dokonane rozcieńczenie podczas analizy,

$V$  – objętość ekstraktu w eterze naftowym [ml],

$m$  – masa próbki [g].

Zawartość kwasu L-askorbinowego oznaczono metodą chromatografii cieczowej HPLC przy użyciu wysokociśnieniowego chromatografu cieczowego LC10AT firmy Shimadzu (Japonia) wyposażonego w detektor UV-VIS SPD-10A, piec CTO-10AS, autosampler SK-20A HT i pompę DEGASSEX Model DG-4400 (Phenomenex, USA), wykorzystując kolumnę Onyx Monolithic C18, 100 x 4,6 (Phenomenex, USA). Oznaczeń dokonano w 3 powtórzeniach w próbkach po 0, 4, 6, 7, 8, 9 i 13 tygodniach przechowywania. Jako eluat zastosowano 0,1% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. Rejestrację prowadzono przy  $\lambda = 254$  nm.

Oznaczenie zawartości związków mineralnych w postaci popiołu oraz jego alkaliczność wykonano metodą wagowo-miareczkową wg PN-90/A-75101/08 [21]. Metoda polegała na spopieleniu próbek w piecu muflowym w temperaturze 550°C i wagowym określeniu pozostałości. Zawartość popiołu w % wagowych (5) obliczono według wzoru:

$$AC = \frac{(m_1 - m) \cdot 100}{m_2} \quad (5)$$

gdzie:  $m$  – masa parownicy (tygła) [g],

$m_1$  – masa parownicy (tygła) z popiołem [g],

$m_2$  – masa próbki [g].

Wszystkie pomiary oraz oznaczenia wybranych parametrów (z wyjątkiem barwy) wykonywano w trzech powtórzeniach w próbkach po 0, 4, 6, 7, 8, 9 i 13 tygodniach przechowywania.

Analizę statystyczną przeprowadzono za pomocą pakietu Statistica 12.0. Jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA) wykonano testem post-hoc Tuckey'a na poziomie istotności  $p=0,05$ .

## OMÓWIENIE WYNIKÓW

Podczas przechowywania po zbiorze w surowcach owocowych oraz warzywnych w dalszym ciągu zachodzą procesy życiowe takie jak transpiracja, oddychanie, dojrzewanie i przejrzenie, które w normalnych warunkach składowania i przechowywania (temperatura, wilgotność odpowiadająca



porze roku) powodują ograniczenie ich trwałości od kilku do nawet kilkunastu dni. W wyniku transpiracji następuje oddawanie wody do środowiska, a co za tym idzie utrata turgoru i wędnięcie surowców przeznaczonych zarówno do bezpośredniej konsumpcji jak i na cele technologiczne [3]. Rozwiązanie tego problemu mogą stanowić powłoki jadalne. Nussinovitch i Kampf [17] dowiedli, że grzyby powleczone powłoką na bazie alginianu sodu charakteryzowały się mniejszą ususzką w porównaniu do grzybów niepowlanych. Barię w stosunku do wody mogą stanowić również powłoki woskowe, jednak należy kontrolować ich grubość, gdyż zbyt grube mogą w niekorzystny sposób wpłynąć na wymianę tlenu i ditlenku węgla stwarzając tym samym wokół

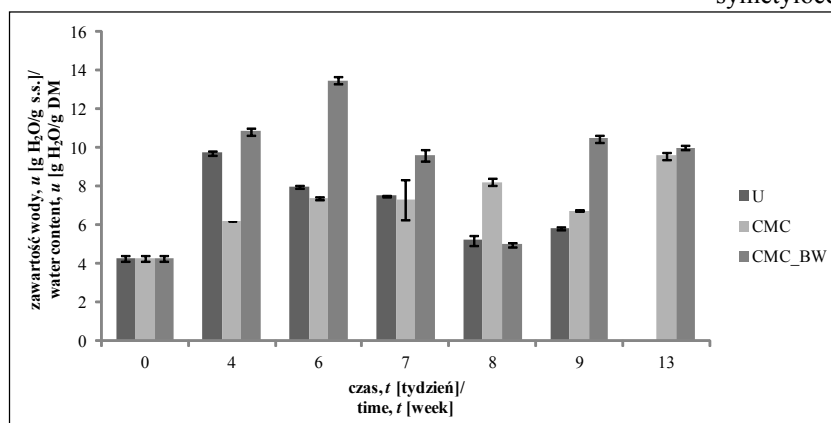
surowca atmosferę z niedoborem tlenu. Sytuacja ta doprowadzić może do nierównomiernego dojrzewania bądź powstania w wyniku fermentacji beztlenowej nieprzyjemnego zapachu [18].

Na rysunku 2 przedstawiono zmiany zawartości wody w czasie przechowywania dyni odmiany *Ambar*. W przypadku owoców zarówno niepowlanych (U) jak i powlanych wybranymi rodzajami powłok (CMC i CMC\_BW) zaobserwowano początkowy wzrost zawartości wody. W owocach niepowlanych (U) zaobserwowano następnie stopniowy spadek zawartości wody w czasie przechowywania wynikający z procesu transpiracji. Owoce traciły turgor. W przypadku dyni powlanych powłoką na bazie karboksymetylocelulozy (CMC) zaobserwowano wzrost zawartości

wody po 4 tygodniu przechowywania od wartości  $4,27 \pm 0,16$  do wartości  $6,21 \pm 0,01$  g H<sub>2</sub>O/g s.s. (od wilgotności ~81 do 86%), który utrzymywał się na podobnym poziomie przez cały okres przechowywania. Potwierdza się w ten sposób wcześniejsze przypuszczenie, że część wchłoniętej wody pochodziła z roztworu powłokotwórczego a utrzymanie się stałego poziomu zawartości wody świadczy o ochronnym działaniu powłoki naniesionej na powierzchni owoców.

Analizując zmiany zawartości wody podczas przechowywania owoców powlanych powłoką na bazie CMC z dodatkiem wosku pszczelego zaobserwowano duże wahania jej wartości i brak wyraźnej tendencji. Zanotowano zmiany zawartości wody w bardzo szerokim zakresie od  $4,27 \pm 0,15$  do  $13,48 \pm 0,18$  g H<sub>2</sub>O/g s.s. (od wilgotności ~81 do 93%). Stwierdzono jednak, że od 7 tygodnia przechowywania zawartość wody utrzymywała się na względnie jednakowym poziomie poza tygodniem 8, kiedy odnotowano gwałtowny spadek, co wynikać mogło z faktu, że po każdym tygodniu przechowywania próbki do badań były pobierane z innych owoców mimo, że średni wynik pochodził z trzech niezależnych oznaczeń. Jednoczynnikowa analiza wariancji wykazała istotny wpływ rodzaju zastosowanej powłoki na czas przechowywania owoców dyni w aspekcie zmian zawartości wody.

Aktywność wody większości surowców pochodzenia roślinnego jest bliska jedności [19]. Leon-Zapata i wsp. [11] badali wpływ powłok na bazie wosku kandelila oraz wosku z dodatkiem ekstraktu tarbush na jakość i trwałość jabłek. Wykazano, że obecność powłok jadalnych umożliwiła zachowanie stałego poziomu aktywności wody w badanym surowcu. Rysunek 3 przedstawia zmiany aktywności wody w czasie przechowywania w miąższu dyni niepowlanej (U) i powlanych powłokami na bazie karboksymetylocelulozy (CMC) i karboksymetylocelulozy z dodatkiem wosku pszczelego (CMC\_BW). Obniżenie aktywności wody obserwowano jedynie w przypadku

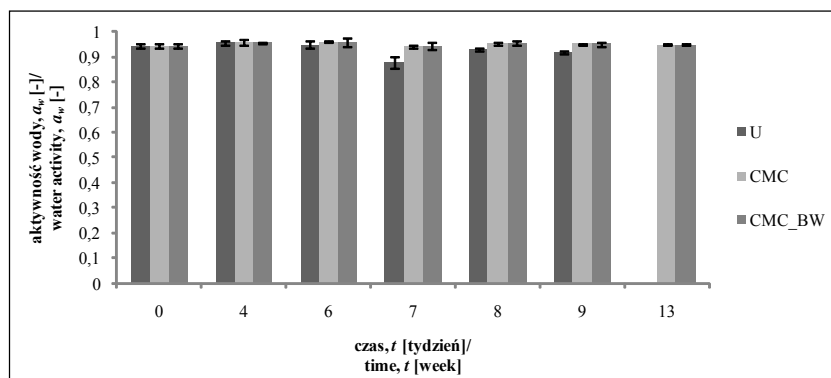


Rys. 2. Zawartość wody w owocach dyni odmiany *Ambar* w czasie przechowywania (U – próbka kontrolna, niepowlana, CMC – powłoka na bazie karboksymetylocelulozy, CMC\_BW – próbka na bazie karboksymetylocelulozy z dodatkiem wosku pszczelego).

Fig. 2. Water content in pumpkin fruits of species *Ambar* during storage (U – control sample, uncoated, CMC – carboxymethylcellulose-based coating, CMC\_BW - carboxymethylcellulose-based coating incorporated with beeswax).

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study



Rys. 3. Aktywność wody w owocach dyni odmiany *Ambar* w czasie przechowywania (U – próbka kontrolna, niepowlana, CMC – powłoka na bazie karboksymetylocelulozy, CMC\_BW – próbka na bazie karboksymetylocelulozy z dodatkiem wosku pszczelego).

Fig. 3. Water activity in pumpkin fruits of species *Ambar* during storage (U – control sample, uncoated, CMC – carboxymethylcellulose-based coating, CMC\_BW - carboxymethylcellulose-based coating incorporated with beeswax).

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

Tabela. 3. Barwa owoców dyni odmiany *Ambar* w czasie przechowywania (U – próbka kontrolna, niepowleczona, CMC – powłoka na bazie karboksymetylocelulozy, CMC\_BW – próbka na bazie karboksymetylocelulozy z dodatkiem wosku pszczelego)

Table. 3. Colour of pumpkin fruits of species *Ambar* during storage (U – control sample, uncoated, CMC – carboxymethylcellulose-based coating, CMC\_BW - carboxymethylcellulose-based coating incorporated with beeswax)

	Symbol/ Symbol	Czas przechowywania, t [tydzień]/ Time of storage, t [week]	Jasność, L* / Lightness, L*	Bezwzględna różnica barwy, ΔE/ Total colour difference, ΔE	Nasylenie barwy, C/ Chroma, C
Miąższ/ Flesh	U	0	65,80±3,33 bcdef	wzorzec/standard	69,73 ± 3,70 bcde
		4	70,11±4,53 f	6,86 ± 1,41 abcde	72,03 ± 2,09 defg
		6	64,30±2,76 bcd	4,14 ± 2,31ab	70,15 ± 1,95 cde
		7	64,58±5,45 bcde	8,71 ± 5,62 def	65,52 ± 7,24 ab
		8	64,61±2,13 bcde	3,79 ± 1,16 a	71,60 ± 2,09 cdefg
		9	57,86±3,09 a	8,91 ± 4,23 ef	67,40 ± 3,88 bc
	CMC	0	65,80±3,33 bcdef	wzorzec/standard	69,73 ± 3,70 bcde
		4	63,16±1,24 bc	7,55 ± 1,23 cdef	74,76 ± 0,70 fg
		6	62,71±2,38 b	5,96 ± 1,75 abcde	71,04 ± 2,75 cdefg
		7	66,77±3,45 bcdef	5,64 ± 1,55 abcd	73,29 ± 0,74 efg
		8	67,29±2,62 cdef	6,39 ± 0,99 abcde	74,83 ± 2,02 f
		9	57,91±0,91 a	8,46 ± 1,22 def	67,70 ± 1,08 bcd
	CMC_BW	0	65,80±3,33 bcdef	wzorzec/standard	69,73 ± 3,70 bcde
		4	69,16±2,36 ef	4,01 ± 2,22 a	68,28 ± 1,07 bcd
		6	67,71±3,30 def	4,31 ± 2,92 abc	68,24 ± 3,26 bcd
		7	63,18±6,82 bc	10,39 ± 3,69 f	61,90 ± 2,91 a
		8	66,89±0,92 bcdef	4,61 ± 1,41 abc	73,66 ± 1,74 fg
		9	68,37±3,92 def	6,53 ± 1,62 abcde	67,45 ± 3,44 bc
Skórka/ Peel	U	0	46,62 ± 2,05 def	wzorzec/standard	11,72 ± 1,82 cdef
		4	45,16 ± 0,97 bcdef	2,84 ± 0,52 ab	10,73 ± 1,20 bcd
		6	39,11 ± 3,10 a	7,93 ± 3,03 fg	9,89 ± 1,04 bc
		7	48,69 ± 3,25 f	4,61 ± 1,16 bcde	11,47 ± 1,68 bcdef
		8	45,95 ± 3,40 cdef	3,61 ± 1,53 abc	10,95 ± 1,94 bcdef
		9	44,59 ± 2,76 bcde	4,47 ± 1,51 abcde	9,77 ± 1,55 bc
	CMC	0	46,62 ± 2,05 def	3,95 ± 1,20 abcd	11,72 ± 1,82 cdef
		4	45,63 ± 1,57 bcdef	3,61 ± 1,48 abc	10,82 ± 2,94 bcde
		6	43,13 ± 3,52 bcd	5,78 ± 1,22 de	9,13 ± 1,43 b
		7	47,01 ± 3,30 ef	3,48 ± 1,71 bcde	9,47 ± 0,71 bcdef
		8	42,91 ± 2,73 bc	4,93 ± 1,78 bcde	11,36 ± 2,12 bcdef
		9	47,75 ± 1,96 ef	3,93 ± 0,59 abcd	10,10 ± 1,11 bc
	CMC_BW	0	46,62 ± 2,05 def	3,19 ± 1,53 abc	11,72 ± 1,82 cdef
		4	42,05 ± 2,84 ab	2,45 ± 0,62 a	13,32 ± 4,04 fg
		6	44,80 ± 4,62 bcde	6,05 ± 2,40 def	14,78 ± 2,65 g
		7	44,26 ± 1,01 bcde	3,28 ± 0,52 abc	12,94 ± 0,55 defg
		8	42,73 ± 2,62 abc	5,02 ± 2,31 cde	13,24 ± 1,95 efg
		9	42,03 ± 4,02 ab	6,38 ± 2,58 ef	3,11 ± 0,39 a
	13	44,85 ± 3,65 bcde	4,58 ± 1,70 bcde	11,77 ± 1,17 cdef	

Wartości średnie oznaczone tymi samymi literami (a-g) w zakresie kolumny nie różnią się istotnie statystycznie (p<0,05)/  
Different superscripts letters (a-g) within the same column indicate significant differences between the films (p<0.05)

Źródło: Opracowanie własne

Source: Own study

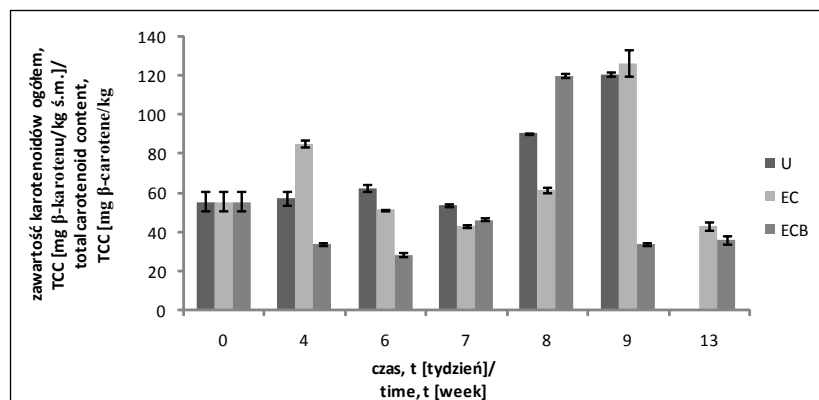
owoców niepowleczonych po 7 tygodniu przechowywania, które utrzymywało się na statystycznie nie istotnie zmienionym poziomie do końca okresu przechowywania.

Barwa surowców i produktów spożywczych odgrywa ważną rolę w ocenie ich jakości. Może wpływać zarówno w pozytywny, jak i w negatywny sposób na ich postrzeganie przez potencjalnych konsumentów. Ponadto może być źródłem informacji na temat składu chemicznego, jednocześnie wskazując na ich przydatność do przetwórstwa, prze-

chowywania lub transportu oraz spożycia [29]. Barwę owoców dyni odmiany *Ambar* interpretowano na podstawie następujących parametrów: jasność ( $L^*$ ), bezwzględna różnica ( $DE$ ) oraz nasycenie barwy ( $C$ ). Poszczególne parametry zostały wyznaczone zarówno dla miąższu owoców jak i ich skórki (tab. 3). Analiza statystyczna nie wykazała istotnych różnic w jasności miąższu badanych owoców niezależnie od zastosowanej powłoki oraz długości okresu przechowywania. Można więc przypuszczać, że powlekanii oraz przechowywaniu poddano owoce dojrzałe i charakteryzujące się zawartością karotenoidów świadcząca o wysokiej jakości konsumpcyjnej, co jednak zostało potwierdzone w wykonanych analizach zawartości karotenoidów. Nie stwierdzono wpływu obecności powłok na przebieg procesów degradacji barwy owoców dyni, co zaobserwowano w badaniach truskawek i owoców guawy. Riberio i wsp. [24] po powleczeniu truskawek powłokami jadalnymi na bazie skrobi, karragenu i chitozanu, zauważyli istotne opóźnienie procesów zmiany barwy w tych owocach w czasie przechowywania w stosunku do owoców niepowleczonych. Podobne obserwacje odnotowali również Aquino i wsp. [1] dla owoców guawy powlekanych powłokami na bazie chitozanu, skrobi i manioku. Oceniając barwę skórki owoców również nie zaobserwowano istotnych różnic zarówno zależnych od rodzaju powłoki jak i czasu przechowywania. Istniejące różnice można interpretować jako różny poziom wybarwienia skórki wynikający z charakterystyki odmianowej badanych owoców.

Zmiany zawartości karotenoidów w czasie przechowywania owoców dyni przedstawiono na rysunku 4. W przypadku owoców niepowleczonych zaobserwowano jedynie niewielkie wahania zawartości karotenoidów w czasie przechowywania (w zakresie od  $53,92 \pm 0,82$  do  $62,76 \pm 1,53$  mg  $\beta$ -karotenu/kg s.m.) aż do 7 tygodnia testu. Po tym okresie nastąpił wzrost ich zawartości do  $90,66 \pm 0,33$  mg  $\beta$ -karotenu/kg s.m. w 8 tygodniu, a następnie do  $120,8 \pm 10$  mg  $\beta$ -karotenu/kg s.m. w 9 tygodniu. W dyni powleczonej zarówno powłoką powstałą na bazie karboksymetylocelulozy (CMC) jak i karboksymetylocelulozy z dodatkiem wosku pszczelego (CMC\_BW) zauważono wyraźne wahania zawartości karotenoidów w czasie przechowywania. Wartości zmieniały się w zakresie od  $28,59 \pm 1,04$  do  $126,44 \pm 6,73$  mg/kg.

Wzrost zawartości karotenoidów widoczny między tygodniem 8-9 dla dyni niepowleczonej i powleczonej powłoką na bazie karboksymetylocelulozy oraz między 7-8 do wartości dla dyni powleczonej powłoką na bazie wosku pszczelego może być spowodowany dojrzewaniem zbiorowym owoców dyni i biosyntezą karotenoidów. Wojdyła i wsp. [28] zaobserwowali wzrost zawartości karotenoidów po sześciotygodniowym czasie przechowywania dyni makaronowej w komorze chłodniczej w temperaturze  $10^\circ\text{C}$

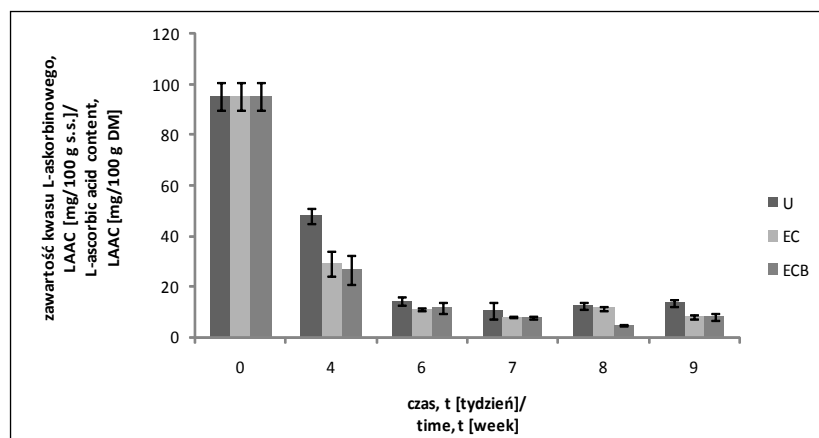


**Rys. 4.** Zawartość karotenoidów ogółem w przeliczeniu na  $\beta$ -karoten w owocach dyni odmiany *Ambar* w czasie przechowywania (U – próbka kontrolna, niepowleczona, CMC – powłoka na bazie karboksymetylocelulozy, CMC\_BW – próbka na bazie karboksymetylocelulozy z dodatkiem wosku pszczelego).

**Fig. 4.** Total carotenoid content expressed as  $\beta$ -carotene in pumpkin fruits of species *Ambar* during storage (U – control sample, uncoated, CMC – carboxymethylcellulose-based coating, CMC\_BW – carboxymethylcellulose-based coating incorporated with beeswax).

**Źródło:** Opracowanie własne

**Source:** Own study



**Rys. 5.** Zawartość kwasu L-askorbinowego w owocach dyni odmiany *Ambar* w czasie przechowywania (U – próbka kontrolna, niepowleczona, CMC – powłoka na bazie karboksymetylocelulozy, CMC\_BW – próbka na bazie karboksymetylocelulozy z dodatkiem wosku pszczelego).

**Fig. 5.** L-ascorbic acid content in pumpkin fruits of species *Ambar* during storage (U – control sample, uncoated, CMC – carboxymethylcellulose-based coating, CMC\_BW – carboxymethylcellulose-based coating incorporated with beeswax).

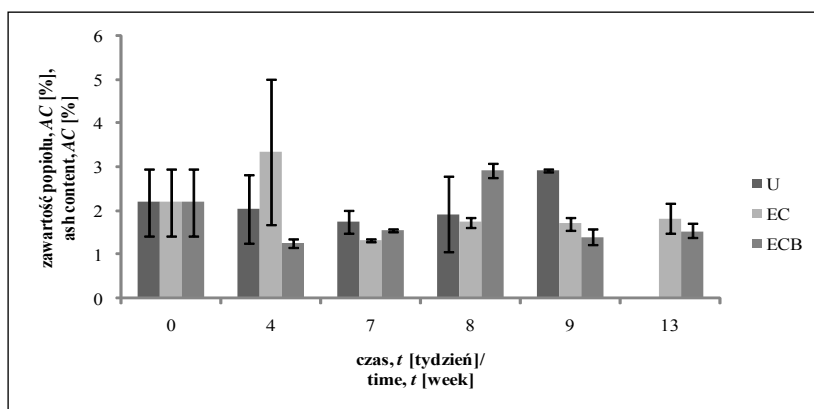
**Źródło:** Opracowanie własne

**Source:** Own study

o wilgotności względnej powietrza 85%. Niewczas i Mitek [14] badając wpływ przechowywania na wybrane parametry składu chemicznego nowych odmian dyni olbrzymiej również zaobserwowały wahania zawartości karotenoidów w badanych odmianach (*Justynka*, 958, *Bambino*) w czasie przechowywania. Zmniejszenie zawartości karotenoidów pod koniec okresu przechowywania w owocach dyni powleczonych (do wartości  $43,33 \pm 2,17$  mg  $\beta$ -karotenu/kg ś.m. dla CMC oraz do  $36,33 \pm 2,16$  mg  $\beta$ -karotenu/kg ś.m. dla CMC\_BW) mogło być spowodowane izomeryzacją części barwników karotenoidowych polegającą na zmianie konfiguracji przestrzennej i przejściu od formy trans do cis. Przemiany takie wiążą się z pojaśnieniem barwy. Proces ten indukowany jest czynnikami takimi jak światło czy wysoka temperatura [27].

Analiza zawartości kwasu L-askorbinowego w czasie przechowywania dyni wykazała istotne jej zmniejszenie podczas przechowywania we wszystkich próbkach dyni, zarówno powleczonych jak i niepowleczonych. Można zauważyć jednakże, że najwyższą zawartością kwasu L-askorbinowego charakteryzowały się próbki materiału niepowlezonego, w których wartości zmieniły się od  $95,21 \pm 5,53$  do  $13,48 \pm 1,23$  mg/100 g s.s.. Natomiast w dyniach powleczonych obydwoma rodzajami powłok, zawartość kwasu L-askorbinowego wahała się w zakresie od  $95,21 \pm 5,53$  do  $7,98 \pm 0,6$  mg/100 g s.s. dla dyni powleczonych powłoką na bazie karboksymetylocelulozy oraz od  $95,21 \pm 5,53$  do  $8,05 \pm 1,45$  mg/100 g s.s. na koniec okresu przechowywania dla owoców powleczonych powłoką powstałą na bazie karboksymetylocelulozy z dodatkiem wosku pszczelego. Obecność powłok nie miała zatem istotnego wpływu na retencję kwasu L-askorbinowego w badanych owocach w czasie przechowywania. Badania przeprowadzone przez Gol i wsp. [5], którzy powlekali truskawki powłokami na bazie karboksymetylocelulozy, hydroksypropylometylocelulozy i kompozytów z chitozaniem wykazały, że obecność powłok spowolniła proces rozkładu witaminy C. Podobne obserwacje odnotowali Ayranci i Tunc [2] dla moreli i zielonej papryki, które powlekane były powłokami na bazie metylocelulozy, a także metylocelulozy z dodatkiem kwasów stearynowego, cytrynowego i askorbinowego. Ponadto stopień degradacji witaminy C był najmniejszy w przypadku zastosowania powłok z dodatkami, szczególnie z kwasem askorbinowym. Według Niewczas i wsp. [16] zawartość witaminy C w owocach dyni olbrzymiej jest zależna od zawartości suchej substancji - im jest ona wyższa, tym wyższa może być też zawartość witaminy C. Mniejsza zawartość kwasu L-askorbinowego w dyniach powleczonych w stosunku do niepowleczonych w niniejszej pracy może być związana z wyższą zawartością wody, co było niewątpliwie efektem stosowania powłoki.

Zmiany zawartości związków mineralnych w postaci popiołu w czasie przechowywania dyni niepowlezonej i powlezonej dwoma rodzajami powłok (CMC oraz CMC\_BW) przedstawiono na rysunku 6. Zaobserwowano, że zawartość popiołu pozostawała na podobnym poziomie w zakresie od  $1,33 \pm 0,03$  do  $3,35 \pm 1,66\%$  w czasie całego okresu



**Rys. 6.** Zawartość popiołu w owocach dyni odmiany *Ambar* w czasie przechowywania (U – próbka kontrolna, niepowleczona, CMC – powłoka na bazie karboksymetylocelulozy, CMC\_BW – próbka na bazie karboksymetylocelulozy z dodatkiem wosku pszczelego).

**Fig. 6.** Ash content in pumpkin fruits of species *Ambar* during storage (U – control sample, uncoated, CMC – carboxymethylcellulose-based coating, CMC\_BW - carboxymethylcellulose-based coating incorporated with beeswax).

**Źródło:** Opracowanie własne

**Source:** Own study

przechowywania próbek (13 tygodni). Analiza wariancji nie wykazała istotnych statystycznie różnic. Wykazano zatem, że czas przechowywania i zastosowane powłoki nie miały istotnego wpływu na zmiany zawartości związków mineralnych w owocach dyni. Podobne wyniki uzyskały Niewczas i Mitek [15] w odmianach *Justynka*, *Karowita* oraz *Bambino* w czasie przechowywania dyni w tunelu foliowym o temperaturze 10°C.

## PODSUMOWANIE

Powlekanie owoców i warzyw umożliwia wydłużenie okresu ich przydatności do spożycia przy jednoczesnym zachowaniu odpowiedniej jakości. Dynia odmiany *Ambar* powleczona powłokami na bazie karboksymetylocelulozy i woskiem pszczelim mogła być przechowywana o 4 tygodnie dłużej w stosunku do dyni niepowlezonej. Pierwsze niekorzystne zmiany w wyglądzie dyni niepowlezonej zauważono już po 4-tym tygodniu przechowywania, natomiast owoce powlezione zachowały swój pierwotny wygląd aż do 13 tygodnia testu.

Na podstawie otrzymanych wyników i przeprowadzonej analizy statystycznej wyciągnięto następujące wnioski:

1. Czas przechowywania i rodzaj zastosowanej powłoki wpłynęły istotnie na zawartość wody w owocach dyni. W surowcu niepowleczonym zawartość ta stopniowo zmniejszała się w trakcie przechowywania oraz następowała widoczna utrata turgoru owoców. W owocach powleczonych po początkowym wzroście zawartości wody zaobserwowano stosunkowo stałe jej wartości w trakcie przechowywania aż do 13 tygodnia, co świadczy o ochronnej funkcji zastosowanych powłok jadalnych.
2. Aktywność wody zarówno w owocach powleczonych jak i niepowleczonych wahała się w przedziale od 0,88 do 0,96, przy czym obecność powłok jadalnych istotnie



zahamowała zmniejszenie wartości tego parametru w czasie przechowywania.

3. Nie stwierdzono istotnego wpływu obecności powłok jak danyh na zmiany barwy zarówno miąższu jak i skórki owoców dyni w czasie przechowywania. Obserwowane nieistotne wahania parametrów barwy wynikają z niejednorodności wybarwienia poszczególnych owoców dyni.
4. Zawartość karotenoidów w owocach dyni zarówno powleczonej jak i niepowleczonej wahała się w trakcie przechowywania, co mogło być spowodowane ich przemianami.
5. Wraz z upływem czasu przechowywania zmniejszała się zawartość kwasu L-askorbinowego we wszystkich rodzajach próbek. Zastosowanie obu badanych powłok nie spowodowało degradacji kwasu L-askorbinowego.
6. Wykazano brak istotnych różnic w zawartości związków mineralnych w trakcie przechowywania zarówno w owocach powleczonych jak i niepowleczonych.

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że powłoki jadalne na bazie karboskymetylocelulozy oraz karboksymetylocelulozy z dodatkiem wosku pszczelego mogą istotnie wpłynąć na wydłużenie okresu przechowywania owoców dyni olbrzymiej odmiany *Ambar*. Możliwe jest to głównie dzięki ograniczeniu utraty wody z surowca w wyniku transpiracji, zachowaniu cech fizycznych (jędrność, barwa) oraz zapobieganiu zmianom mikrobiologicznym.

## LITERATURA

- [1] **AQUINO A. B., A. F. BLANK, L. C. L. AQUINO SANTANA. 2015.** „Impact of edible chitosan–cassava starch coatings enriched with *Lippia gracilis* Schauer genotype mixtures on the shelf life of guavas (*Psidium guajava* L.) during storage at room temperature“. *Food Chemistry* 171: 108-116.
- [2] **AYRANCI E., S. TUNC. 2004.** „The effect of edible coatings on water and vitamin C loss of apricots (*Armeniaca vulgaris* Lam.) and green peppers (*Capsicum annuum* L.)“. *Food Chemistry* 87: 339-342.
- [3] **BIJOK B., F. BIJOK. 1988.** Magazynowanie surowców roślinnych i zwierzęcych. W: Surowce i technologia żywności. Część 1. WSiP, Warszawa: 219-247.
- [4] **CLYDESDALE F.M. 1976.** „Instrumental techniques for color measurement of foods“. *Food Technology* 30 (10): 52-59.
- [5] **GOLN. B., P. R. PATEL, T. V. RAMANARAO. 2013.** „Improvement of quality and shelf-life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan“. *Postharvest Biology and Technology* 85: 185-195.
- [6] **HARVEY W., D. GRANT, J. LAMMERINK. 1997.** „Physical and sensory changes during development and storage of buttercup squash“. *Journal of Crop and Horticultural Science* 2: 341–351.
- [7] **KORZENIEWSKA A., J. SZTANGRET, A. SEROCZYŃSKA, K. NIEMIROWICZ-SZCZYTT. 2004.** „Zawartość związków karotenoidowych w owocach dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima* L.)“. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 497: 339–345.
- [8] **KRZYSZTOFIK B., B. ŁAPCZYŃSKA-KORDON. 2008.** „Wpływ sposobów i czasu przechowywania na wybrane cechy sensoryczne jabłek“. *Inżynieria Rolnicza* 1 (126): 115-121.
- [9] **LENART A., J. KADZIŃSKA. 2012.** „Przyszłość powłok jadalnych w przemyśle spożywczym cz. 1“. *Bezpieczeństwo i Higiena Żywności* 6: 62-64.
- [10] **LENART A., KADZIŃSKA J. 2013.** „Przyszłość powłok jadalnych w przemyśle spożywczym cz. 2“. *Bezpieczeństwo i Higiena Żywności* 1: 46-49.
- [11] **LEON-ZAPATA M.A., A. SAENZ-GALINDO, R. ROJAS-MOLINA, R. RODRIGUEZ-HERRERA, D. JASSO-CANTU, C. N. AGUILAR. 2015.** „Edible candelilla wax coating with fermented extract of tarbush improves the shelf life and quality of apples“. *Food Packaging and Shelf Life* 3: 70-75.
- [12] **NAWIRSKA A., A. SOKÓŁ-ŁĘTOWSKA, A. Z. KUCHARSKA, A. BIESIADA, M. BEDNAREK. 2008.** „Porównanie zawartości frakcji włókna pokarmowego w odmianach dyni z gatunku *Cucurbita Maxima* i *Cucurbita Pepo*“. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 1 (56): 65-73.
- [13] **NAWIRSKA-OLSZAŃSKA A. 2011.** Przydatność owoców dyni jako surowca do przetwórstwa spożywczego. Wrocław: Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.
- [14] **NIIEWCZAS J., M. MITEK. 2007.** „Wpływ przechowywania nowych odmian dyni olbrzymiej (*Cucurbita Maxima*) na wybrane parametry składu chemicznego“. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5 (54): 155-164.
- [15] **NIIEWCZAS J., M. MITEK. 2010.** „Zawartość składników mineralnych w owocach pięciu odmian dyni olbrzymiej (*Cucurbita Maxima*)“. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 5 (72): 77-84.
- [16] **NIIEWCZAS J., D. SZWEDA, M. MITEK. 2005.** „Zawartość wybranych składników prozdrowotnych w owocach dyni olbrzymiej (*Cucurbita Maxima*)“. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 2 (43) Supl.: 147-155.
- [17] **NUSSINOVITCH A., N. KAMPF. 1993.** „Shelf life extension and conserved texture of alginate-coated mushrooms (*Agaricus bisporus*)“. *LWT - Journal of Food Science and Technology* 26 (5): 469-475.
- [18] **OGONEK A., A. LENART 2002.** „Błony i powłoki jadalne w żywności – znaczenie i przyszłość“. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 11 (1): 31-35.



- [19] **PAŁACHA Z. 2008.** „Aktywność wody ważny parametr trwałości żywności“. *Przemysł Spożywczy* 62 (4): 22-26.
- [20] **PN-90/A- 75101/03.** Przetwory i soki owocowe. Oznaczenie zawartości suchej substancji metodą wagową.
- [21] **PN-90/A-75101/08.** Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczenie zawartości popiołu ogólnego i jego alkaliczności.
- [22] **PN-EN 12136:2000.** Soki owocowe i warzywne. Oznaczenie całkowitej zawartości karotenoidów oraz ich poszczególnych frakcji.
- [23] **PRONOTO Y., V.M. ALOKHE, S.K. RAKSHIT. 2005.** „Physical and antibacterial properties of alginate-based edible film incorporated with garlic oil“. *Food Research International* 38 (3): 267-272.
- [24] **RIBEIRO C., A. A. VICENTE, J. A. TEIXEIRA, C. MIRANDA. 2007.** „Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence“. *Postharvest Biology and Technology* 44: 63-70.
- [25] **ŚLASKA-GRZYWNA B., D. ANDREJKO, I. KUNA-BRONIOWSKA, A. SAGAN, A. Blicharz-KANIA. 2013.** „Kształtowanie wybranych właściwości teksturalnych dyni optymalizowaną obróbką cieplną“. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4 (89): 195-209.
- [26] **TRYZNO E., M. ŚLEDŹ, M. HANKUS, K. KRÓLIKOWSKI, D. WITROWA-RAJCHERT. 2013.** „Zastosowanie przyspieszonych testów przechowalniczych do oceny trwałości suszu buraka, marchwi i bazylii“. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 573: 51-59.
- [27] **WILSKA-JESZKA J. 2002.** Barwniki. W: *Chemia Żywności* (red. Z. E. Sikorski). Wydawnictwa Naukowo Techniczne, Warszawa: 401-426.
- [28] **WOJDYŁA T., D. WICHROWSKA, R. ROLBIECKI, S. ROLBIECKI, B. WIELTROSKA-MIEDZIŃSKA. 2007.** „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* 3 (52): 82-89.
- [29] **ZAPOTOCZNY P., M. ZIELIŃSKA. 2005.** „Rozważania nad metodyką instrumentalnego pomiaru barwy marchwi“. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 42 (1): 121-132.