

Dr hab. inż. Hanna KOWALSKA, prof. SGGW

Mgr inż. Ewelina MASIARZ

Inż. Patryk CHMURZYŃSKI

Katedra Inżynierii Żywności i Organizacji Produkcji, Instytut Nauk o Żywności  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

## MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA SKÓREK Z OWOCÓW W TECHNOLOGII PRZEKĄSEK Z PIGWOWCA®

### Possibilities of using fruit skins in quince snack technology®

**Słowa kluczowe:** odwadnianie osmotyczne, suszenie hybrydowe, chipsy owocowe.

*W artykule przedstawiono możliwości wykorzystania odpadu, jakim są skórki pigwowca japońskiego, w celu wytworzenia przekąsek. Wykonano badania dotyczące zmian aktywności wody, masy i barwy przy zastosowaniu różnych metod suszenia, poprzedzonych odwadnianiem osmotycznym. Przeprowadzono również ocenę sensoryczną, którą przyjęto za wskaźnik atrakcyjności oraz jakości produktu. Wykazano, że rodzaj roztworu osmotycznego wpływa na barwę oraz smak końcowego produktu, zaś metoda suszenia wpływa na aktywność wody, twardość i wygląd zewnętrzny produktu. Poniższy artykuł stanowi praktyczne podejście dotyczące wykorzystania skórek jako pozostałości w procesie przetwarzania owoców w celu wytworzenia wartościowego produktu.*

**Key words:** osmotic dehydration, hybrid drying, fruit chips.

*The article presents the possibilities of using the waste as Japanese quince skins for the production of snacks. Changes in water activity, mass, colour using various drying methods preceded by osmotic dehydration were made in this study. A sensory evaluation was also carried out, which was adopted as an indicator of the attractiveness and quality of the product. The type of osmotic solution affects the colour and taste of the final product, while the method of drying affects the water activity, hardness and external appearance of the product. The following article is a practical approach regarding the use of skins as residues in the fruit processing process to produce a valuable product.*

### WSTĘP

Owoce należą do podstawowych elementów diety. Ich skład chemiczny jest bardzo zróżnicowany. Poprzez wysoką zawartość składników mineralnych, związków polifenolowych, witamin i błonnika przynoszą wiele korzyści zdrowotnych. Ważnym problemem w przetwórstwie owocowym jest zagospodarowanie produktów odpadowych. Jednym z głównych odpadów są skórki owocowe. W przetwórstwie dominują skórki owoców cytrusowych. Cechują się one wysoką aromatycznością oraz smakowitością, dlatego są stosowane do deserów, ale także dań mięsnych. Dążąc do uzyskania minimalnych ilości odpadów owocowych stosuje się różne techniki odzyskiwania składników bioaktywnych. Działania takie zakładają stosowanie zabiegów technologicznych, które zapewniają wzrost korzyści dla przedsiębiorstwa, konsumentów oraz środowiska. Skórki owoców pigwowca japońskiego są bardzo rzadko spotykane w jakichkolwiek produktach spożywczych, mimo tego, że posiadają wysokie walory smakowe i żywieniowe. Obecnie owoce pigwowca można częściej spotkać w składzie wielu kosmetyków. W Polsce owoce pigwowca są wciąż mało doceniane.

### CHARAKTERYSTYKA I METODY WYKORZYSTANIA OWOCÓW PIGWOWCA

Dojrzałe owoce są twarde, w smaku cierpkie, dlatego nie nadają się do bezpośredniego spożycia w stanie surowym. Z tego powodu poddawane są procesom technologicznym, pozwalającym na zmiękczenie oraz poprawę ich smakowitości. Wysoka wartość odżywcza i atrakcyjny aromat stwarzają możliwości ich wykorzystania. Jordan i wsp. [8] wykazali, że zapach i smak tych owoców wynika z szeregu lotnych związków alkoholi, ketonów, aldehydów oraz estrów. Owoce pigwowca zawierają znaczące ilości polifenoli, witaminy C, błonnika pokarmowego oraz składników mineralnych [23]. Błonnik pokarmowy w miąższu owoców stanowi ponad połowę całkowitej ilości błonnika wyizolowanego z rośliny. Thomas i wsp. [24] wykazali, że zawartość błonnika w owocach pigwowca, w zależności od odmiany, mieści się w zakresie 28–38 g/100 g s.s. Pektyny w owocach zlokalizowane są głównie w miąższu, a ich średnia zawartość wynosi około 11 g/100 g s.s. i 1,4 g/100 g świeżych owoców. Wśród składników mineralnych tych owoców wymienia się głównie żelazo, magnez, molibden oraz sód [16]. Ponadto

zawierają one znaczące ilości kwasów organicznych, szczególnie jabłkowego, bursztynowego oraz askorbinowego [9]. Skórka owoców zawiera związki lipidowe i białkowe [24].

Owoce pigwowca japońskiego są wykorzystywane w szerokim zakresie, m.in. w przemyśle kosmetycznym, farmaceutycznym oraz spożywczym. W przemyśle spożywczym owoce pigwowca japońskiego wykorzystywane są m.in. do produkcji dżemów, soków lub win. Sok z owoców pigwowca jest kwaśny, dlatego znajduje zastosowanie jako składnik zakwaszający. Ze względu na dużą zawartość pektyn owoce pigwowca japońskiego znalazły zastosowanie przy produkcji galaretek. Suszone owoce mogą być wykorzystywane przy produkcji herbat do wzmocnienia aromatu, smaku i zapachu a nasiona owoców do sporządzania naparów działających skutecznie na stany zapalne gardła lub na dolegliwości przewodu pokarmowego [17].

W przemyśle kosmetycznym zazwyczaj wykorzystuje się nasiona owoców pigwowca. Olej z nasion ma właściwości lecznicze i służy do produkcji kremów przeciwzmarszczkowych, nawilżających, łagodzących oraz balsamów do ciała [15, 18].

## METODY PRZETWARZANIA ODPADÓW OWOCOWYCH I WARZYWNYCH

Odpady w przemyśle owocowo – warzywnym są to części, które nie zostały wykorzystane w procesie technologicznym. Często ogromnym problemem dla przedsiębiorstwa jest ich zagospodarowanie lub utylizacja. W zależności od rodzaju produkcji (branży), gospodarowanie odpadami jest zróżnicowane [13]. W wielu branżach przemysłu rolno spożywczego odpady są wykorzystywane. Znaczna ich ilość kierowana jest na kompost lub pasze dla zwierząt. Stanowią surowiec do odzyskiwania aromatów, barwników lub olejków aromatycznych. Odpady z przemysłowego przetwarzania owoców i warzyw zawierają wiele wartościowych składników, takich jak sacharydy, błonnik, białka, substancje mineralne, substancje pektynowe, tłuszcze, barwniki, woski, substancje aromatyczne.

## BŁONNIK POKARMOWY W WYTŁOKACH OWOCOWO-WARZYWNYCH

Błonnik (włókno pokarmowe) znajdujący się w wytlókach owocowo-warzywnych może występować w postaci różnych frakcji, jak hemiceluloza, pektyna, celuloza i lignina [19]. Właściwości włókna pokarmowego zależą od źródła pochodzenia i wzajemnych proporcji frakcji. Błonnik jest czynnikiem powodującym uczucie sytości a ponadto poprawia perystaltykę jelit [20]. Przemysłowe wytlóki z owoców są źródłem pektyn, które są wykorzystywane jako substancje żelujące, stabilizujące oraz zagęszczające [3]. Związki pektynowe odzyskuje się głównie z wytlóków owoców cytrusowych i jabłkowych. Jedną z istotnych zalet hemiceluloz, pektyn i lignin jest hamowanie wchłaniania metali ciężkich i toksyn [1].

## ZASTOSOWANIE ODWADNIANIA OSMOTYCZNEGO I SUSZENIA

Opracowanie metod przetwarzania skórek owoców pigwowca jest nowym wyzwaniem w produkcji żywności. Odwadnianie osmotyczne w połączeniu z suszeniem może być przydatną techniką do opracowania atrakcyjnych produktów ze względu na interesujący skład chemiczny i łatwość nasycania dowolnym

związkiem o znaczeniu odżywczym lub sensorycznym. Chafer i wsp. [5] wykazali, że skórki owoców cytrusowych są doskonałą matrycą o porowatej strukturze do otrzymywania nowych produktów żywnościowych. Odwadnianie osmotyczne powoduje zahamowanie rozwoju drobnoustrojów poprzez obniżenie aktywności wody, ale nie zapewnia pełnej trwałości produktów. Owoce odwadniane osmotycznie muszą być dodatkowo utrwalone, np. poprzez zastosowanie suszenia lub mrożenia. Suszenie stało się szeroko stosowanym sposobem przetwarzania żywności, który umożliwia wydłużenie okresu przydatności do spożycia owoców i warzyw. Może też powodować nieodwracalne modyfikacje składników ścian komórkowych (np. polisacharydów, białek) zmieniając ich pierwotną strukturę [6]. Poszukuje się metod efektywnych i pozwalających uzyskać susze wysokiej jakości. Jedną z nowocześniejszych metod suszenia jest metoda konwekcyjno-mikrofalowo-próżniowa, zwana hybrydową lub puffingiem. Jakość tak otrzymanych produktów jak i czas suszenia zasługują na szersze zainteresowanie producentów. Połączenie kilku technik suszenia wpływa nie tylko na jakość suszonego produktu, ale też na oszczędność energii i skrócenie czasu trwania procesu. Suszenie hybrydowe składa się z dwóch etapów, w pierwszym następuje podsuszanie materiału w suszarce konwekcyjnej. Następnie w suszarce mikrofalowo-próżniowej wykorzystuje się mikrofałe nagrzewające materiał w całej objętości, a zastosowanie obniżonego ciśnienia pozwala ograniczyć skurcz materiału lub nawet zwiększać jego objętość (puffing) [7]. Ważnym czynnikiem wpływającym na kinetykę suszenia jest odpowiednio dobrana moc mikrofal [2]. Susze otrzymane tą metodą są zbliżone pod względem jakości do suszy otrzymanych na drodze liofilizacji [22].

**Celem artykułu jest prezentacja opracowania technologii wytwarzania przekąsek ze skórek owoców pigwowca japońskiego. Zakres pracy obejmował przedstawienie aktualnych możliwości i kierunków zagospodarowania wytlóków, w oparciu o dostępną literaturę oraz przeprowadzone badania z wykorzystaniem odwadniania osmotycznego i suszenia skórek z owoców pigwowca metodą hybrydową.**

## METODYKA BADAŃ

### Material badawczy

Materiałem do badań były skórki owoców pigwowca japońskiego (*Chaenomeles japonica*) zakupionego od producenta i przez około 3 tygodnie przechowywanego w temperaturze  $4\pm 1^{\circ}\text{C}$  i wilgotności względnej 85–90%. Z umytych wcześniej owoców odkrajano skórki z częścią miąższu w postaci plastrów o grubości do około 3 mm i średnicy 20 mm. Do sporządzenia roztworów osmotycznych wykorzystano sacharozę oraz koncentraty soków z aronii i jabłek.

### Metody technologiczne

Owadnianie osmotyczne prowadzono w roztworach wodnych o stężeniu odpowiadającym aktywności wody  $0,8\pm 0,2$ . Stosunek masy roztworu do masy owoców wynosił 4:1. Stosowano roztwory sacharozy o stężeniu 72,4%, koncentrat soku aroniowego o stężeniu 62,6%, koncentratu soku jabłkowego o stężeniu 70,6% oraz mieszaninę sacharozy i koncentratu soku aroniowego o stężeniu 74,4%. Koncentraty soków z owoców aronii i jabłek stanowiły naturalny dodatek

wzbogacający. Odwadnianie osmotyczne prowadzono w łaźni wodnej JW. ELECTRONIC typ T-OSM w stałej temperaturze 60°C przez 24 godziny.

Odwadniane osmotycznie skórki pigwowca poddano suszeniu dwoma sposobami:

1. Suszenie konwekcyjno–mikrofalowo–próżniowe (hybrydowe):

- wstępne suszenie konwekcyjne próbek w suszarce laboratoryjnej z wymuszonym przepływem powietrza o temperaturze 60°C i prędkości 1,5 m/s przez 1,5 h. Następnie próbki poddano suszeniu próżniowo–mikrofalowemu w temperaturze 60°C w suszarce PROMIS –  $\mu$ LAB przez około 10 min przy zastosowaniu mikrofal o mocy 280 W i obniżonym ciśnieniu 3,5 kPa.

2. Liofilizacja:

- w pierwszym etapie próbki zamrażano w zamrażarce szokowej z nawiewem powietrza o temperaturze –40°C przez 2 h. Następnie umieszczano je w liofilizatorze ALPHA 1–4 LD plus. Suszenie prowadzono w temperaturze pótek 20°C przez 24 godziny przy ciśnieniu w komorze 63 Pa i ciśnieniu bezpieczeństwa 103 Pa.

Dodatkowo, w celu otrzymania prób kontrolnych, prowadzono suszenie za pomocą obu technik bez wstępnego odwadniania osmotycznego.

### Metody analityczne

Oznaczanie aktywności wody przeprowadzono w urządzeniu AQUA LAB CX-2 w temperaturze około 25°C, zgodnie z instrukcją producenta. Zawartość suchej substancji (PN-90/A-75101/03) prowadzono w suszarce komorowej w temperaturze 70°C  $\pm$  1°C przez 24 h.

Zmiany ubytku masy określono w wyniku zważenia każdej próbki na wadze technicznej z dokładnością 0,1 g przed i po procesie odwadniania osmotycznego oraz suszenia.

Pomiar barwy przeprowadzono chromametrem CR–300 firmy Konica Minolta.

Ocenę sensoryczną suszy przeprowadzono z udziałem 15 osób. Zespół został zapoznany z metodyką oceny poszczególnych wyróżników według normy (PN-ISO 5492:1997). Próbki ośmiu suszy poddano ocenie w skali 10-punktowej z wykorzystaniem metody skalowania (PN-ISO 4121:1998). Oceniano cechy takie jak: barwa, smak słodki, smak gorzki, kruchość, pożądalność oraz wygląd zewnętrzny.

### Metody statystyczne

Wpływ rodzaju roztworu osmotycznego i metody suszenia na wybrane wskaźniki wymiany masy i właściwości suszy określano za pomocą jedno– i wieloczynnikowej analizy wariancji w programie Statgraphics Plus 5.1. Wnioskowanie prowadzono przy uwzględnieniu istotności na poziomie  $\alpha = 0,05$ . Wyznaczono też grupy homogeniczne (test post-hoc Fishera).

## OMÓWIENIE I Dyskusja Wyników

### Zmiany aktywności wody odwadnianych osmotycznie i suszonych skórek pigwowca

Aktywność wody jest bardzo ważnym wskaźnikiem świadczącym o podatności żywności na rozwój drobnoustrojów, a tym samym określającym jej trwałość. W przypadku

skórek surowych aktywność wody wynosiła około 0,957 (tabela 1). Wstępne odwadnianie osmotyczne pozwoliło na częściowe obniżenie tego wskaźnika do poziomu, przy którym nie rozwijają się drobnoustroje chorobotwórcze (od 0,910 do 0,922). Nie wykazano istotnego wpływu rodzaju roztworu na aktywność wody próbek odwadnianych osmotycznie. W celu zapewnienia bezpieczeństwa odwadnianych skórek owoców konieczne było zastosowanie dalszych zabiegów technologicznych, tj. suszenia.

**Tabela 1. Aktywność wody odwadnianych osmotycznie i suszonych skórek pigwowca**

**Table 1. Water activity of osmotically dehydrated and dried quince skins**

Rodzaj roztworu	Wstępna obróbka osmotyczna	Liofilizacja	Suszenie hybrydowe
Surowiec	0,957	–	–
Sacharoza	0,922	0.432 <sup>aA</sup>	0.294 <sup>aB</sup>
Konc. aronii	0,913	0.365 <sup>aA</sup>	0.266 <sup>aB</sup>
Sach. – konc. aronii	0,910	0.377 <sup>aA</sup>	0.277 <sup>aB</sup>
Konc. jabłkowy	0,921	0.366 <sup>aA</sup>	0.298 <sup>aB</sup>

Oznaczenia – wartości oznaczone tymi samymi literami stanowią grupy homogeniczne przy  $\alpha=0,05$ ; a, b.. – wpływ rodzaju roztworu osmotycznego, A,B.. – wpływ metody suszenia

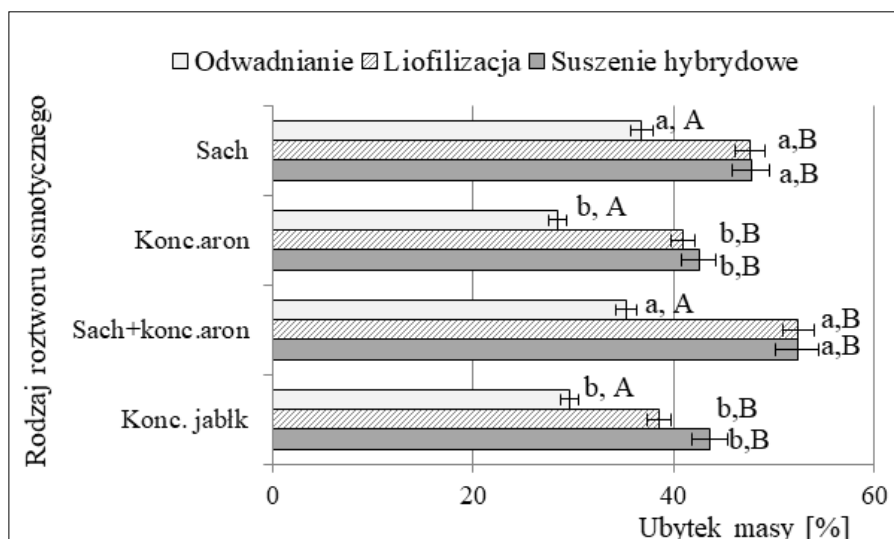
**Źródło:** Badania własne

**Source:** The own study

W przypadku suszenia konwekcyjno-mikrofalowo-próżniowego nastąpiło znaczące obniżenie aktywności wody skórek do wartości poniżej 0,3 (tabela 1), zaś w przypadku liofilizacji wartość ta była istotnie wyższa i wynosiła około 0,4. Wpływ suszenia na aktywność wody skórek pigwowca wiąże się ze spowolnieniem przemian enzymatycznych i zahamowaniem rozwoju drobnoustrojów. W badaniach Kowalskiej i wsp. [14] wykazano bardzo zbliżone zależności obniżenia aktywności wody dotyczące suszenia jabłek i truskawek tymi samymi metodami. Metoda hybrydowa pozwoliła uzyskać susz o podobnych właściwościach do suszu liofilizowanego. Dodatkowo w porównaniu z liofilizacją wykazano również nieznacznie większe obniżenie aktywności wody w przypadku suszenia metodą hybrydową.

### Ubytek masy skórek pigwowca japońskiego odwadnianych osmotycznie i suszonych

W wyniku odwadniania osmotycznego i suszenia nastąpił ubytek masy skórek owoców pigwowca japońskiego (rys. 1). Uwzględniając masy próbek przed i po odwadnianiu oraz suszeniu wartości te były znaczące, ale nie przekraczały, odpowiednio, 37 i 53%. Zaobserwowano wpływ rodzaju roztworu osmotycznego na wartość tego wskaźnika. W przypadku próbek odwadnianych osmotycznie większy ubytek masy wystąpił w próbkach odwadnianych w roztworze sacharozy oraz złożonym z sacharozy i koncentratu soku aronii i mieścił się w zakresie 35,3–36,8%. Najmniejszy ubytek masy nastąpił w przypadku zastosowania roztworu koncentratu soku z aronii (28,4–29,7%).

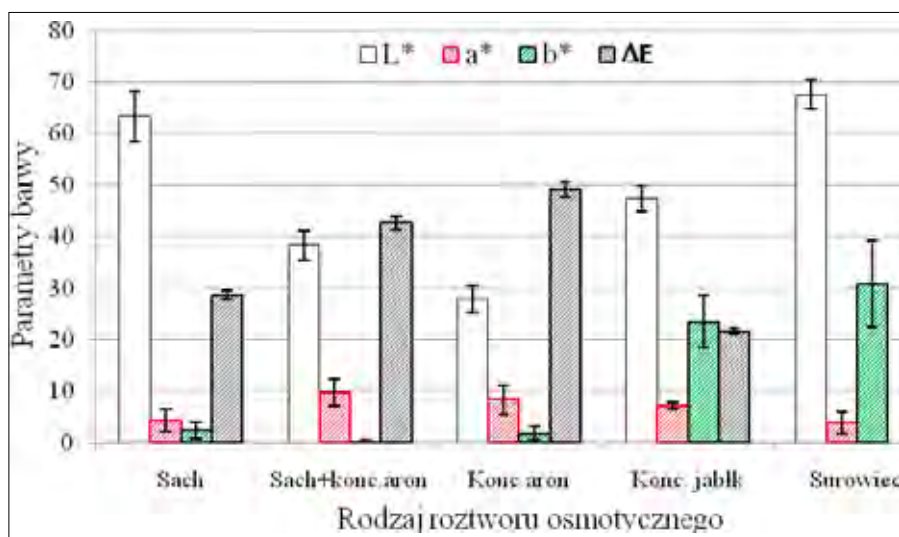


Rys. 1. Ubytek masy skórek pigwowca japońskiego odwadnianych osmotycznie w roztworach sacharozy (Sach), koncentratu soku z aronii (Konc. aronia), mieszaniny tych składników (Sach+konc.aronii) oraz koncentratu soku z jabłek (Konc. jabłk) i suszonych.

Fig. 1. Mass loss of Japanese quince skins osmotically dehydrated in solutions of sucrose (Sach), chokeberry juice concentrate (Aronia konc.), a mixture of these ingredients (Sach + aronia konc.) and apple juice concentrate (Konc. apple) and dried.

Źródło: Badania własne

Source: The own study



Rys. 2. Parametry barwy skórek pigwowca japońskiego odwadnianych osmotycznie w roztworach sacharozy (Sach), koncentratu soku z aronii (Konc. aronia), mieszaniny tych składników (Sach+konc.aronii) oraz koncentratu soku z jabłek (Konc. jabłk) i suszonych.

Fig. 2. Colour parameters of Japanese quince skins osmotically dehydrated in solutions of sucrose (Sach), chokeberry juice concentrate (Aronia konc.), a mixture of these ingredients (Sach + aronia konc.) and apple juice concentrate (Konc. apple) and dried.

Źródło: Badania własne

Source: The own study

Konopacka i wsp. [11] wykazali, że użycie koncentratu soku jabłkowego zwiększało efektywność odwadniania jabłek w porównaniu z zastosowaniem innych roztworów. Jest to związane z masą cząsteczkową składników roztworów. Kowalska i Lenart [12] dowiedli, że odwadnianie osmotyczne surowców roślinnych w roztworach cukrów o mniejszej masie cząsteczkowej prowadzi do otrzymania znacząco wyższych zawartości suchej substancji. Badania przeprowadzone przez Stawarską i wsp. [21] wykazały, że sok jabłkowy zawiera wysoką zawartość cukrów prostych w szczególności glukozy oraz fruktozy. Taki skład chemiczny przyczynia się do efektywnego wnikania suchej substancji do odwadnianych próbek. Owoce aronii oraz sok aroniowy są bogatym źródłem polifenoli oraz cukrów redukujących [4]. Stwierdzono, że zastosowany do odwadniania osmotycznego koncentrat soku aroniowego był bardziej mętny i gęsty od pozostałych roztworów. Wysoka lepkość obu koncentratów, w pewnym stopniu utrudnia przepływ substancji podczas odwadniania, stąd ubytek masy mógł być mało przewidywalny. Dodatkowo zróżnicowane wartości tego wskaźnika w próbkach pigwowca mogły wynikać z innej podatności miąższu i skórki owoców, o niejednorodnym ich udziale, na działanie ciśnienia osmotycznego badanych roztworów. Do tej pory nie pojawiły się w literaturze badania dotyczące odwadniania próbek, których powierzchnia w przewodzie stanowiła skórkę owocu. Skórka jest naturalnym czynnikiem chroniącym owoc (warzywo) i spełniającym inne funkcje, m.in. skutecznie ogranicza wymianę masy z otoczeniem, w tym ze środowiskiem roztworu osmotycznego.

Wykazano statystycznie istotny wpływ rodzaju roztworu osmotycznego na ubytek masy suszy ze skórek pigwowca. Nie stwierdzono natomiast wpływu metody suszenia na wartości tego wskaźnika (rys. 1). W porównaniu z suszeniem hybrydowym nieznacznie mniejszymi ubytkami masy charakteryzowały się susze liofilizowane, odwadniane w koncentracie aroniowym i jabłkowym, zaś większymi susze otrzymane obiema technikami po wstępnym odwadnianiu w roztworze mieszaniny sacharozy i koncentratu soku z aronii. Ubytek masy w tych suszach stanowił około 52,5%.

## Wpływ rodzaju roztworu osmotycznego na barwę suszonych skórek pigwowca

Barwa jest jednym z ważniejszych wskaźników oceny jakości żywności. W zdecydowany sposób wpływa na pozytywny bądź negatywny jej odbiór przez konsumenta. Pomiar barwy znajduje zastosowanie także do oceny procesów technologicznych, m.in. suszenia [25]. Pod wpływem odwadniania osmotycznego oraz suszenia zachodzą zmiany fizykochemiczne powodujące zmiany barwy. Intensywność zmian zależy m.in. od czasu trwania procesu, temperatury, rodzaju i stężenia substancji osmotycznej. Odwadnianie osmotyczne wpłynęło znacząco na zmianę barwy próbek pigwowca (rys. 2). Najbardziej widoczne różnice barwy próbek wystąpiły w przypadku zastosowania koncentratu soku z aronii. Było to skutkiem przenikania barwników koncentratu do tkanki surowca.

Skórki owoców pigwowca odwadniane osmotycznie w roztworze sacharozy charakteryzowały się największą jasnością barwy  $L^*$  (około 63,3) zbliżoną do surowca, zaś odwadniane w koncentracie soku aronii z lub bez sacharozy, były najciemniejsze ( $L^*$  na poziomie 28–38) (rys. 2). We wszystkich przypadkach zaobserwowano udział barwy czerwonej ze szczególnym nasileniem w przypadku zastosowania roztworów zawierających koncentrat soku aronii. Wartość parametru  $a^*$  tych suszy była wyższa i mieściła się w zakresie 8,4–9,8. Dla skórek odwadnianych w roztworze sacharozy wynik był najniższy i wynosił około 4,3. Wyższa wartość parametru  $a^*$  w przypadku próbek odwadnianych w mieszaninie roztworu sacharozy i koncentratu soku z aronii, w porównaniu z koncentratem bez udziału sacharozy, wiązała się z dużą zawartością składników wpływających na intensywne czerwono-czarne zabarwienie próbek (tabela 2). Bezwzględna różnica barwy próbek odwadnianych osmotycznie w odniesieniu do surowca była znacząca i dostrzegalna gołym okiem. Najmniejsze różnice stwierdzono w próbkach odwadnianych w koncentracie soku jabłkowego.

Wykazano wpływ metody suszenia na barwę uzyskanych suszy. Jednak różnice wiązały się głównie z jasnością barwy; liofilizaty odznaczały się wyższymi (do około 25%) wartościami jasności barwy  $L^*$ , w porównaniu z suszami wytwarzanymi metodą hybrydową. Jasność barwy liofilizatów była porównywalna do barwy surowca lub nieznacznie wyższa.

## Ocena sensoryczna suszy skórek pigwowca japońskiego

Do określenia preferencji suszy ze skórek pigwowca japońskiego (tabela 2) przeprowadzono ocenę sensoryczną metodą skalowania (rys. 3). W ocenie barwy najwyższą ocenę uzyskały skórki odwadniane w roztworze sacharozy (9,5–10 pkt.), poddane następnie suszeniu metodą hybrydową lub liofilizacji (rys. 3a,b). Najniższa ocena przypadła obu suszom skórek odwadnianych wstępnie w roztworze mieszaniny sacharozy i koncentratu soku z aronii (4–5 pkt.). Ze względu na bardzo duże zróżnicowanie próbek suszy pod względem smaku wyodrębniono dwa rodzaje tego wyróżnika, słodki i cierpki. Znaczące różnice w smaku próbek spowodowane były użyciem koncentratu soku z aronii, który nadał smak cierpki oraz sacharozy, o smaku słodkim. Smak słodki najbardziej odczuwany był w przypadku skórek odwadnianych osmotycznie w roztworze sacharozy i suszonych za pomocą obu metod (9,5–10 pkt.), a cierpki odwadnianych w koncentracie soku z aronii (9,5–10 pkt), również w przypadku mieszaniny tego koncentratu z sacharozą (8,5–9 pkt.). Nieznacznie niżej

(8–8,5 pkt.) oceniono smak słodki suszy po wstępnych odwadnianiu w koncentracie soku z jabłek. Susze odwadniane osmotycznie w mieszaninie sacharozy i koncentratu soku z aronii charakteryzowały się tylko nieznacznie większym odczuciem smaku słodkiego, dominował smak cierpki. Wysokie oceny smaku świadczą o akceptacji suszy.

W przypadku chrupkości oceniono, że wszystkie susze otrzymane metodą puffingu były twarde i kruche (8,5–9,5 pkt.) (rys. 3b). Ich kruchość została porównana do kruchości płatków śniadaniowych, zaś susze liofilizowane były raczej miękkie i gumiate (2–3 pkt.). Prawdopodobnie próbki liofilizowane mogły być niedosuszone lub ulec nawilżeniu.

**Tabela 2. Zdjęcia suszy skórek uzyskanych poprzez wstępne odwadnianie osmotyczne i suszonych metodą puffingu i liofilizacji**

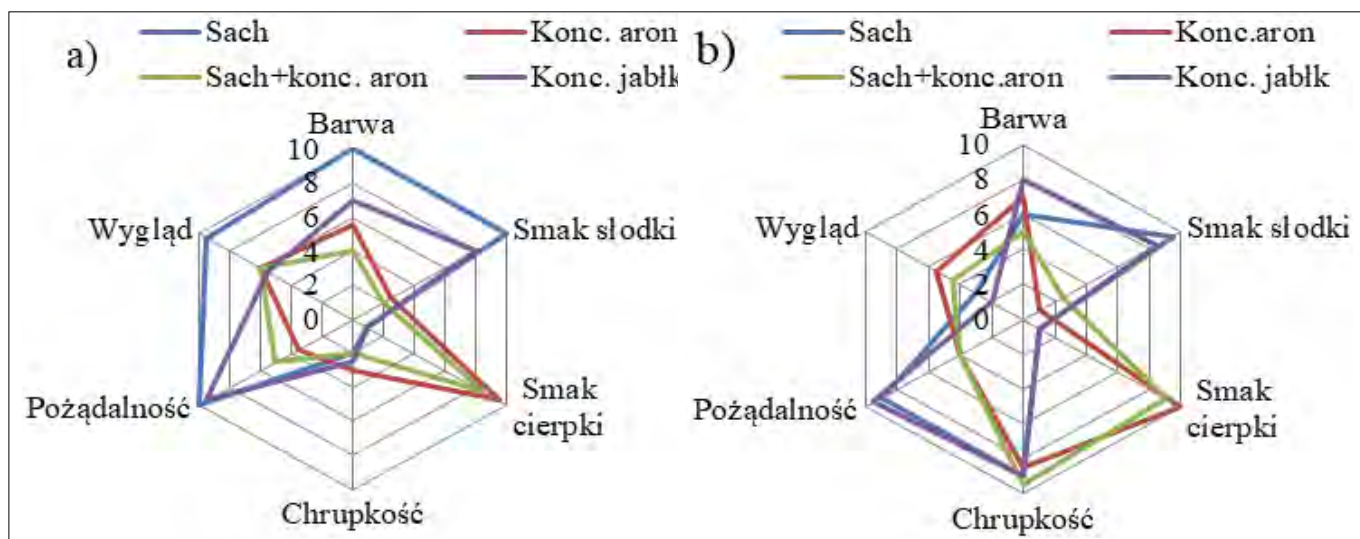
**Table 2. Pictures of dried skins obtained by initial osmotic dehydration and dried by puffing and freeze-drying**

Skórki liofilizowane	Skórki suszone metodą puffingu
	
Sacharoza	Sacharoza
	
Koncentrat soku z aronii	Koncentrat soku z aronii
	
Sacharoza + Koncentrat soku z aronii	Sacharoza + Koncentrat soku z aronii
	
Koncentrat soku z jabłek	Koncentrat soku z jabłek

**Źródło:** Badania własne

**Source:** The own study

Za ogólną akceptowalność produktów przyjęto wyznacznik pożądalności. Najwyższe oceny uzyskały susze poddane wstępnie odwadnianiu osmotycznemu w roztworze sacharozy lub koncentratu soku z jabłek i suszone obiema metodami.



**Rys. 3. Ocena sensoryczna suszy wstępnie odwadnianych w roztworze sacharozy (Sach), koncentracie z aronii (Konc. aron), mieszance sacharozy i aronii (Sach + Konc. aron), koncentracie soku z jabłka (Konc. jablk) i suszenia metodą: a) liofilizacji, b) puffingu.**

**Fig. 3. Sensory evaluation of samples with pre-osmotic dehydration in a sucrose solution (Sach), chokeberry concentrate (Konc. aron), a mixture of sucrose and chokeberry (Sach+konc. aronia), apple juice concentrate (Konc. jablk) and drying by: a) freeze-drying, b) puffing.**

**Źródło:** Badania własne

**Source:** The own study

Najniżej oceniono skórki odwadniane osmotycznie w koncentracie soku z aronii (3,5–4 pkt.), niezależnie od metody suszenia (rys. 3). Pod względem wyglądu susze odwadniane osmotycznie w roztworze sacharozy i liofilizowane otrzymały najwyższą notę (9,5 pkt.), ale wysoko oceniono również próbki odwadniane w koncentracie soku z aronii (5,5–6 pkt.), niezależnie od metody suszenia. W ocenie ogólnej (pożądalność) najwyżej oceniono próbki suszy otrzymane w wyniku odwadniania osmotycznego w roztworze sacharozy lub koncentratu soku z jabłek i liofilizacji (9,5–10 pkt.) lub suszenia hybrydowego (9–9,5 pkt.). Według oceniających charakteryzowały się najbardziej atrakcyjną barwą, były słodkie i pomimo braku chrupkości, susze liofilizowane były nieznacznie bardziej pożądane niż susze hybrydowe. Pomijając susze, które wstępnie odwadniano w koncentracie soku z aronii, pozostałe oceniono bardzo wysoko.

Analizując inne prace badawcze, w których z pozytywnym efektem zastosowano wstępne odwadnianie owoców, ale z mniejszym udziałem koncentratu soku z aronii [14], możliwe jest wytworzenie atrakcyjnej przekąski ze skórek pigwowca wzbogaconych w składniki soku aronii bądź innych owoców. Potrzeba spożywania pełnowartościowej żywności, do której można zaliczyć przekąski owoców i warzyw to wciąż aktualne wyzwania dla wytwórców suszy, które, ze względu na swoje prozdrowotne właściwości, należą do żywności funkcjonalnej [10].

## PODSUMOWANIE

1. Suszenie metodą liofilizacji i hybrydową wstępnie odwadnianych osmotycznie próbek pigwowca wpłynęło na znaczące obniżenie aktywności wody suszu do poziomu  $<0,5$ .
2. Zastosowanie „barwnych” koncentratów soków owocowych jako roztworów osmotycznych dało porównywalne

rezultaty do powszechnie stosowanej sacharozy. Istotnie większy ubytek masy wystąpił w próbkach odwadnianych i suszonych w roztworach zawierających sacharozę, a najmniejszy w przypadku zastosowania koncentratem soku z aronii. Nie stwierdzono natomiast wpływu metody suszenia na wartości tego wskaźnika.

3. Wykazano istotny wpływ rodzaju roztworu osmotycznego i metody suszenia na barwy próbek owoców pigwowca. Największe różnice wystąpiły w przypadku zastosowania koncentratu soku z aronii do wstępnego odwadniania osmotycznego. Było to skutkiem przenikania barwników koncentratu do tkanki surowca.
4. Ocena sensoryczna pozwoliła określić preferencje konsumentów odnośnie otrzymanych suszy. Skórki poddane odwadnianiu osmotycznemu i suszone liofilizacyjnie lub hybrydowo były w większości akceptowane. Suszenie hybrydowe pozwoliło uzyskać bardziej atrakcyjny susz ze względu na chrupkość. Zbyt duży udział składników pochodzących z koncentratu z aronii powodował brak akceptacji cierpkiego smaku suszy.

Wykorzystanie skórek owoców pigwowca do wytwarzania suszy w postaci przekąsek może znaleźć szersze zainteresowanie wśród przetwórców owoców jak i konsumentów. Jakość tego typu produktów jest wysoka ze względu na zawartość naturalnych składników, występujących w owocach pigwowca oraz pochodzących z koncentratów soków wykorzystanych do wstępnego odwadniania osmotycznego. Na uwagę zasługuje również możliwość wykorzystania suszenia hybrydowego, które pozwala uzyskać susze o jakości porównywalnej a nawet wyższej niż susze uzyskane za pomocą metody liofilizacji.

## LITERATURA

- [1] **ANDERSEN O., J.B. NIELSEN, G.F. NORDBERG. 2004.** „Nutritional interactions in intestinal cadmium uptake – Possibilities for risk reduction”. *BioMetals* 17(5): 543–547.
- [2] **ANDRES A., K. BILBAO, P. FITO 2004.** „Drying kinetics of apple cylinders under combined hot air microwave dehydration”. *Journal of Food Engineering* 63: 71–78.
- [3] **BARANOWSKI K., E. BACA, A. SALAMON, D. MICHAŁOWSKA, D. MELLER, M. KARAS. 2009.** „Możliwość odzyskiwania i praktycznego wykorzystania związków fenolowych z produktów odpadowych: z wyłoków czarnej porzeczki i aronii oraz z chmielin”. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość* 4(65): 100–109.
- [4] **BIALEK M., J. RUTKOWSKA, E. HALLMANN. 2012.** „Aronia Czarnoowocowa (*Aronia Melanocarpa*) jako potencjalny składnik żywności funkcjonalnej”. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 6(85): 21–30.
- [5] **CHAFER M., C. GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, A. CHIRALT, P. FITO. 2003.** „Microstructure and vacuum impregnation response of citrus peels”. *Food Research International* 36: 35–41.
- [6] **FEMENIA A., G. SASTRE-SERRANO, S. SIMAL, M. C. GARAU, V. S. EIM, C. ROSSELLÓ. 2009.** „Effects of air drying temperature on the cell walls of kiwifruit processed at different stages of ripening”. *LWT – Food Science and Technology* 42: 106–112.
- [7] **FIGIEL A., M. SZARYCZ, B. ŚWIERK. 2006.** „Suszenie jabłek metodą mikrofalową w warunkach obniżonego ciśnienia”. *Inżynieria Rolnicza* 10: 293–298.
- [8] **JORDAN M. J., R. VILA, P. HELLIN, J. LAENCINA, K. RUMPUNEN, J. M. ROS. 2003.** „Volatile compounds associated with the fragrance and flavour of *Chaenomeles* juice”. In: *Japanese quince – Potential fruit crop for Northern Europe* (ed. K. Rumpunen). Department of Crop Science, Balsgård.
- [9] **FRONC A, J. OSZMIĄŃSKI. 1994.** „Pigwowiec i aronia – surowce do produkcji herbat owocowych”. *Wiadomości Zielarskie* 1: 19–20.
- [10] **JANOWICZ M., H. KOWALSKA, A. LENART. 2012.** „Przyszłość przekąsek owocowych i warzywnych”. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 56(2): 9–11.
- [11] **KONOPACKA D., K. JESIONKOWSKA, M. MIESZCZAKOWSKA, W. PŁOCHARSKI. 2008.** „The usefulness of natural concentrated fruit juices as osmotic agents for osmo-dehydrated dried fruit production”. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 16: 275–284.
- [12] **KOWALSKA H., A. LENART. 2001.** „Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables”. *Journal of Food Engineering* 49: 137–140.

## LITERATURA

- [1] **ANDERSEN O., J.B. NIELSEN, G.F. NORDBERG. 2004.** „Nutritional interactions in intestinal cadmium uptake – Possibilities for risk reduction”. *BioMetals* 17(5): 543–547.
- [2] **ANDRES A., K. BILBAO, P. FITO 2004.** „Drying kinetics of apple cylinders under combined hot air microwave dehydration”. *Journal of Food Engineering* 63: 71–78.
- [3] **BARANOWSKI K., E. BACA, A. SALAMON, D. MICHAŁOWSKA, D. MELLER, M. KARAS. 2009.** „Mozliwość odzyskiwania i praktycznego wykorzystania związków fenolowych z produktów odpadowych: z wyłoków czarnej porzeczki i aronii oraz z chmielin”. *Zywnosc, Nauka, Technologia, Jakosc* 4(65): 100–109.
- [4] **BIALEK M., J. RUTKOWSKA, E. HALLMANN. 2012.** „Aronia Czarnoowocowa (*Aronia Melanocarpa*) jako potencjalny składnik żywności funkcjonalnej”. *zywnosc. Nauka. Technologia. Jakosc* 6(85): 21–30.
- [5] **CHAFER M., C. GONZALEZ-MARTINEZ, A. CHIRALT, P. FITO. 2003.** „Microstructure and vacuum impregnation response of citrus peels”. *Food Research International* 36: 35–41.
- [6] **FEMENIA A., G. SASTRE-SERRANO, S. SIMAL, M. C. GARAU, V. S. EIM, C. ROSSELLO. 2009.** „Effects of air drying temperature on the cell walls of kiwifruit processed at different stages of ripening”. *LWT – Food Science and Technology* 42: 106–112.
- [7] **FIGIEL A., M. SZARYCZ, B. SWIERK. 2006.** „Suszenie jabłek metoda mikrofalowa w warunkach obniżonego ciśnienia”. *Inżynieria Rolnicza* 10: 293–298.
- [8] **JORDAN M. J., R. VILA, P. HELLIN, J. LAENCINA, K. RUMPUNEN, J. M. ROS. 2003.** „Volatile compounds associated with the fragrance and flavour of *Chaenomeles* juice”. In: *Japanese quince – Potential fruit crop for Northern Europe* (ed. K. Rumpunen). Department of Crop Science, Balsgård.
- [9] **FRONC A, J. OSZMIANSKI. 1994.** „Pigwowiec i aronia – surowce do produkcji herbat owocowych”. *Wiadomosci Zielarskie* 1: 19–20.
- [10] **JANOWICZ M., H. KOWALSKA, A. LENART. 2012.** „Przyszłość przekąsek owocowych i warzywnych”. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 56(2): 9–11.
- [11] **KONOPACKA D., K. JESIONKOWSKA, M. MIESZCZAKOWSKA, W. PLOCHARSKI. 2008.** „The usefulness of natural concentrated fruit juices as osmotic agents for osmo-dehydrated dried fruit production”. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 16: 275–284.
- [12] **KOWALSKA H., A. LENART. 2001.** „Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables”. *Journal of Food Engineering* 49: 137–140.

- [13] KOWALSKA H., K. CZAJKOWSKA, J. CI-CHOWSKA, A. LENART. 2017. „What’s new in biopotential of fruit and vegetable by-products applied in the food processing industry”. Trends in Food Science & Technology 67: 150–159.
- [14] KOWALSKA H., A. MARZEC, J. KOWALSKA, A. CIURZYŃSKA, K. SAMBORSKA, A. LE-NART. 2018. „Rehydration properties of hybrid method dried fruit and enriched by natural component. International”. Agrophysics 32(2): 175–182.
- [15] LAMER-ZARAWSKA E., C. CHWAŁA, A. GWARDYS. 2012. „Rośliny w kosmetyce i kos-metologii przeciwstarzeniowej,„. Warszawa: PZWŁ, 126.
- [16] LESIŃSKA E. 1985. „Zawartość składników mi-neralnych w owocach pigwowca”. Zeszyt Nauk AR w Krakowie, Rolnictwo 25(192): 175–83.
- [17] LESIŃSKA E. 1986. „Charakterystyka składu che-micznego owoców pigwowca i ocena ich technolo-gicznej przydatności dla przetwórstwa owocowo-warzywnego”. Zeszyt Nauk AR w Krakowie. Rozprawa habilitacyjna, nr 100.
- [18] NAHORSKA A., M. DZWONIARSKA, B. THIEM. 2014. „Owoce pigwowca japońskiego (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach) źródłem substancji biologicznie aktywnych”. Postępy Fitoterapii 4: 239–246.
- [19] NAWIRSKA A., M. KWAŚNIEWSKA. 2004. „Frakcje błonnika w wytlokach z owoców”. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria 3(1): 13–20.
- [20] NOWAK W., H. KRUCZYŃSKA, S. GROCHOW-SKA. 2003. „The effect of fibrolytic enzymes on dry matter, ADF and NAF ruminal disappearance and in-terestinal digestibility”. Czech Journal of Animal Scien-ce 48: 191–196.
- [21] STAWARSKA A., D. DĘBOWSKA, A. TOKARZ. 2016. „Analiza zawartości wybranych cukrów w so-kach owocowych i nektarach”. Bromatologia i Che-mia Toksykologiczna 3: 412–416.
- [22] SZARYCZ M., K. JAŁOSZYŃSKI, A. PELKA, M. OSTROWSKA, B. ŚWIERK. 2006. „Wpływ parametrów mikrofalowo-próżniowego suszenia tru-skawek na przebieg procesu i skurcz suszarniczy”. Inżynieria Rolnicza 4(79): 229–237.
- [23] TARKO T., A. DUDA-CHODAK, A. BEBAK. 2012. „Aktywność biologiczna wybranych wytloków owocowych oraz warzywnych”. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 19(4): 55–65.
- [24] THOMAS M, J. F. THIBAUT. 2002. „Cell wall polysaccharides in the fruits of Japanese quince (*Chae-nomeles japonica*): extraction and preliminary charac-terisation”. Carbohydrate Polymers 49: 345–55.
- [25] ZAPOCHNY P., M. ZIELIŃSKA. 2005. „Rozważania nad metodyką instrumentalnego pomiaru bar-wy marchwi”. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 1(42): 121–132.
- [13] KOWALSKA H., K. CZAJKOWSKA, J. CI-CHOWSKA, A. LENART. 2017. „What’s new in biopotential of fruit and vegetable by-products ap-plied in the food processing industry”. Trends in Food Science & Technology 67: 150–159.
- [14] KOWALSKA H., A. MARZEC, J. KOWALSKA, A. CIURZYŃSKA, K. SAMBORSKA, A. LE-NART. 2018. „Rehydration properties of hybrid method dried fruit and enriched by natural compo-nent. International”. Agrophysics 32(2): 175–182.
- [15] LAMER-ZARAWSKA E., C. CHWAŁA, A. GWARDYS. 2012. „Rosliny w kosmetyce i kos-metologii przeciwstarzeniowej,„. Warszawa: PZWŁ, 126.
- [16] LESINSKA E. 1985. „Zawartosc skladników mi-neralnych w owocach pigwowca”. Zeszyt Nauk AR w Krakowie, Rolnictwo 25(192): 175–83.
- [17] LESINSKA E. 1986. „Charakterystyka składu che-micznego owocow pigwowca i ocena ich technolo-gicznej przydatnosci dla przetworstwa owocowo-warzywnego”. Zeszyt Nauk AR w Krakowie. Rozprawa habilitacyjna, nr 100.
- [18] NAHORSKA A., M. DZWONIARSKA, B. THIEM. 2014. „Owoce pigwowca japonskiego (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach) zrodlem substancji biologicznie aktywnych”. Postepy Fitoterapii 4: 239–246.
- [19] NAWIRSKA A., M. KWASNIEWSKA. 2004. „Frakcje blonnika w wytlokach z owocow”. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria 3(1): 13–20.
- [20] NOWAK W., H. KRUCZYNSKA, S. GROCHOW-SKA. 2003. „The effect of fibrolytic enzymes on dry matter, ADF and NAF ruminal disappearance and in-terestinal digestibility”. Czech Journal of Animal Scien-ce 48: 191–196.
- [21] STAWARSKA A., D. DEBOWSKA, A. TOKARZ. 2016. „Analiza zawartosci wybranych cukrow w so-kach owocowych i nektarach”. Bromatologia i Che-mia Toksykologiczna 3: 412–416.
- [22] SZARYCZ M., K. JALOSZYNSKI, A. PELKA, M. OSTROWSKA, B. SWIERK. 2006. „Wplyw parametrow mikrofalowo-prozniowego suszenia tru-skawek na przebieg procesu i skurcz suszarniczy”. Inzynieria Rolnicza 4(79): 229–237.
- [23] TARKO T., A. DUDA-CHODAK, A. BEBAK. 2012. „Aktywnosc biologiczna wybranych wytlokow owocowych oraz warzywnych”. Zywznosc. Nauka. Technologia. Jakosc 19(4): 55–65.
- [24] THOMAS M, J. F. THIBAUT. 2002. „Cell wall polysaccharides in the fruits of Japanese quince (*Chae-nomeles japonica*): extraction and preliminary charac-terisation”. Carbohydrate Polymers 49: 345–55.
- [25] ZAPOCHNY P., M. ZIELINSKA. 2005. „Rozwa-zania nad metodyka instrumentalnego pomiaru bar-wy marchwi”. Zywznosc. Nauka. Technologia. Jakosc 1(42): 121–132.