

## Ocena wybranych cech jakości suszonych owoców kiwi wstępnie odwodnionych osmotycznie

### Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu odwadniania osmotycznego owoców suszonych, a także liofilizowanych. Plastry owoców kiwi zostały odwadniane osmotycznie w roztworze sacharozy o stężeniu 30% w czasie 90 minut. Proces był prowadzony przy zachowaniu proporcji masy surowca do roztworu 1:5. Następnie owoce kiwi poddano suszeniu konwekcyjnemu, a także sublimacyjnemu. Owoce przechowywano przez okres 90 dni. Co 30 dni sprawdzano właściwości fizykochemiczne, jak również mikrobiologiczne. Przeprowadzone badania dowiodły istotnego wpływu czasu przechowywania, rodzaju suszenia a także obróbki wstępnej na jakość suszu otrzymanego z owoców kiwi. Owoce, które zostały wstępnie odwodnione i liofilizowane cechowały się najmniejszą obecnością bakterii mezofilnych w stosunku do owoców suszonych konwekcyjnie.

**Słowa kluczowe:** kiwi, odwadnianie osmotyczne, liofilizacja, suszenie konwekcyjne, jakość

### Evaluation of selected quality traits of dried kiwi fruit preosmotically dehydrated

#### Summary

The aim of the study was to evaluate the effect of osmotic dehydration of dried and lyophilized fruits. Kiwi fruit slices were osmotically dehydrated in a 30% sucrose solution for 90 minutes. The process was carried out while maintaining the ratio of raw material mass to a 1: 5 solution. Then the kiwi fruit was subjected to convective drying as well as sublimation drying. The fruit was stored for 90 days. Every 30 days, physicochemical as well as microbiological properties were checked. The tests have proved a significant influence of the storage time, as well as the type of drying, as well as the pre-treatment for the quality of dried fruit that has been obtained from kiwi fruit. Fruits which were initially dehydrated and freeze-dried were characterized by the lowest content of mesophilic bacteria in relation to those dried convectionally.

**Key words:** kiwi, convection drying, freeze drying, osmotic dehydration, quality

#### Wykaz oznaczeń

<p><i>a</i> – objętość roztworu wodorotlenku sody użyta do zmiareczkowania roztworu [ml]  <i>n</i> – stężenie molowe roztworu wodorotlenku sodu 0,1 M  <i>c</i> – masa próbki poddanej oznaczeniu [g]  <i>K</i> – współczynnik przeliczeniowy kwasu cytrynowego 0,064  <i>K'</i> – zawartość witaminy C [mg/100g produktu]</p>	<p><i>V</i><sub>0</sub> – ilość zużytego barwnika do miareczkowania badanej próbki [ml]  <i>V</i><sub>1</sub> – objętość roztworu barwnika zużytego do miareczkowania roztworu w próbie ślepej [ml]  <i>m'</i> – miano barwnika, [ml/1 mg witaminy C]  <i>V</i><sub>2</sub> – objętość przesączu pobrana do miareczkowania, [ml]</p>
--	--

#### Wprowadzenie

Owoce suszone to produkty, które pozyskuje się z owoców świeżych, odpowiednio rozdrobnionych, a także obranych i poddanych procesom suszenia. Powszechnie stosowaną metodą w przetwórstwie owocowo – warzywnym jest suszenie konwekcyjne i sublimacyjne. Z racji na zachowanie wartości odżywczych, a także sensorycznych owoce są poddawane przed obróbką termiczną odwadnianiu osmotycznemu, które polega na usunięciu z nich wody przez błony półprzepuszczalne i zastąpieniu jej przez substancje osmoaktywne. Susze owocowe najczęściej wykorzystywane są do produkcji różnego rodzaju wyrobów spożywczych między innymi musli,

różnego typu mieszanek owocowych, a także kisieli i herbat (Rząca i in., 2009).

W celu suszenia owoców wykorzystuje się różnego rodzaju urządzenia. Najbardziej powszednie są suszarki konwekcyjne a także liofilizatory. Suszenie liofilizacyjne polega na wcześniejszym zamrożeniu owoców do temperatury poniżej -18°C i późniejszym ich suszeniu w odpowiednio dobranym zakresie temperaturowym. W skutek tego owoce zachowują wartości odżywcze, a także wygląd zbliżony do owoców świeżych (Piasecka i in., 2009).

#### Cel badań

Celem badań była ocena wpływu obróbki wstępnej, którą jest odwadnianie osmotyczne, na jakość owoców kiwi suszonych konwekcyjnie i sublimacyjnie.

### Materiał i metoda

Badania przeprowadzono na świeżych oraz suszonych owocach kiwi. Analizie jakościowej poddano owoce świeże, wstępnie odwodnione osmotycznie, a także owoce suszone dwiema metodami (konwekcyjnie i sublimacyjnie). Otrzymany susz poddawano ocenie w 30, 60 i 90 dniu przechowywania.

Owoce kiwi obrano i pokrojono w plastry o grubości około 1 cm. Tak przygotowany surowiec poddano odwadnianiu osmotycznemu w 30% roztworze sacharozy w czasie 90 minut w temperaturze pokojowej. Stosunek masy owoców do roztworu hipertonicznego wynosił 1:5 w/w. Kiwi odwodnione i nieodwadnione suszono konwekcyjnie w temperaturze 70°C przez 24 godziny. Prędkość przepływu powietrza ustalono na 1,5 m·s<sup>-1</sup>. Dodatkowo badany materiał poddano suszeniu sublimacyjnemu, które prowadzono przez 24 godziny w temperaturze -18°C przy ciśnieniu 63 Pa. Masa owoców przed procesami suszenia w każdej z analizowanych kombinacji wynosiła 100 gram.

### Oznaczanie zawartości suchej substancji

Pomiar zawartości suchej masy, wykonano w wagosuszarce RADWAG MAC 50, w temperaturze 104°C. Po jej nagraniu ok. 3 g produktu umieszczono w jej komorze.

### Oznaczanie zawartości ekstraktu ogólnego

Rozdrobnione owoce po suszeniu, a także obróbce wstępnej nanoszono na przyzmat refraktometru odczytując wynik zawartości ekstraktu w oznaczanym materiale. Uzyskany wynik korygowano o 0,065 [%] na każdy 1°C w przypadku, gdy temperatura otoczenia była inna niż 20°C.

### Oznaczanie kwasowości ogólnej metodą miareczkowania

25 g badanego materiału zalewano 100 cm<sup>3</sup> wody destylowanej i doprowadzono do wrzenia. Po ochłodzeniu zawartość przelewano do kolby miarowej o objętości 250 cm<sup>3</sup> i uzupełniono wodą destylowaną do kreski. Po 15 minutach roztwór sączono. Następnie 10 cm<sup>3</sup> przesącza miareczkowano 0,1 M NaOH w obecności fenoloftaleiny do jasnorożowego zabarwienia (PN-90/A-75101/04). Badania przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Kwasowość ogólną obliczono według wzoru (1):

$$X = \frac{a \cdot n \cdot K}{c} \cdot 100 \quad (1)$$

### Oznaczanie zawartości cukrów redukujących metodą DNS

W celu oznaczenia cukrów redukujących odważono 5 g rozdrobnionych owoców, które przeniesiono do kolby miarowej o pojemności 10 ml i uzupełniono wodą destylowaną. Po uzyskaniu przesącza pobrano 50 µl roztworu, które dodano do 1,95 µl odczynnika DNS. Próby inkubowano w temperaturze 99°C w czasie 10 minut. Po tym czasie próby chłodzono do temperatury 20°C i ponownie dodawano do nich

900µl odczynnika DNS. Pomiaru absorbancji dokonano przy długości fali równej 540 nm (Derlacz i in. 2009).

### Oznaczania zawartości witaminy C metodą Tillmansa

Oznaczenie zawartości witaminy C w badanym materiale polegało na odważeniu 5 g owoców, które przeniesiono do kolby miarowej o pojemności 100 cm<sup>3</sup> i uzupełniono kwasem szczawiowym do kreski. Otrzymany roztwór inkubowano w temperaturze pokojowej bez obecności światła przez 10 minut. Następnie pobierano 10 cm<sup>3</sup> roztworu i miareczkowano odczynnikiem Tillmansa do uzyskania jasnorożowego zabarwienia (PN-A-04019:1998). Zawartość witaminy C obliczono ze wzoru (2):

$$K = \frac{(V_0 - V_1) \cdot d}{m' \cdot V_2 \cdot c} \cdot 100 \quad (2)$$

### Badanie zdolności rehydratacji

Określenie zdolności rehydratacyjnej uzyskanych suszy polegało na zalaniu 1 g badanego materiału 100 cm<sup>3</sup> wody destylowanej. Po upływie 0,5, 1, 2, 3 i 4 godzin dokonywano pomiaru masy próbki (Kowalska i in, 2012).

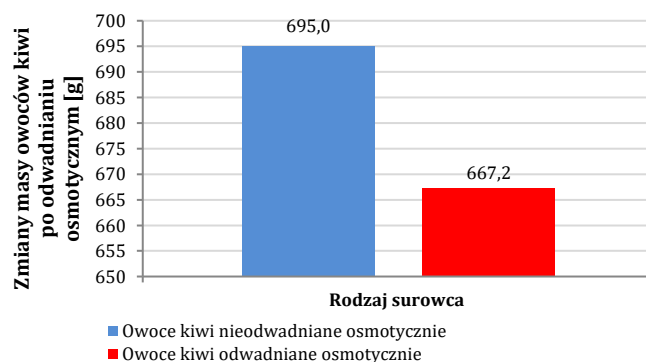
### Czystość mikrobiologiczna

Stan mikrobiologiczny owoców kiwi określono przez zalanie 3 g surowca 50 cm<sup>3</sup> wody destylowanej. Następnie 1 cm<sup>3</sup> przesącza przenoszono na płytkę Petriego i zalewano 15 cm<sup>3</sup> płynnej pożywki (Błażejka i Gientki, 2010). Próby inkubowano przez:

- 72 godziny w temperaturze 30°C przy oznaczeniu ogólnej liczby drobnoustrojów mezofilnych (rodzaj podłoża – agar odżywczy),
- 5 dni w temperaturze 6°C przy oznaczeniu ogólnej liczby bakterii psychrofilnych (rodzaj podłoża – agar odżywczy),
- od 3 do 5 dni w temperaturze 25°C przy określeniu liczby grzybów pleśniowych i drożdży (rodzaj podłoża – agar Sabourauda z chloramfenikolem).

### Wyniki badań i ich omówienie

Owadnianie osmotyczne jest procesem, który na skutek różnicy stężeń substancji osmotycznej pomiędzy sokiem komórkowym a roztworem immersyjnym prowadzi do utraty wody z odwadnianego materiału. Transport wody z surowca powoduje, że jego masa ulega redukcji (Kowalska, 2006). Podobną zależność zaobserwowano w badaniach własnych (rys. 1).



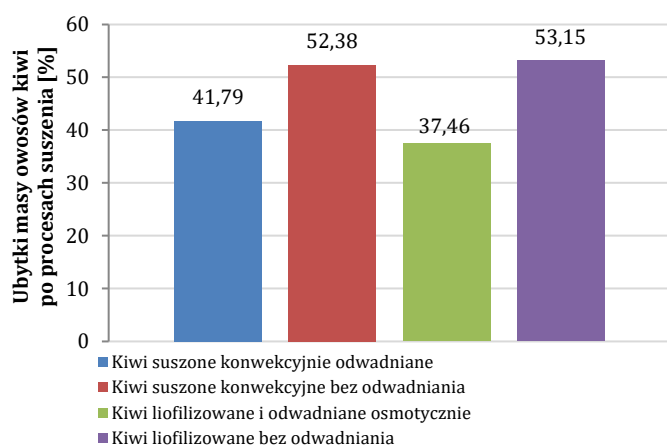
Rys. 1. Zmiany masy owoców kiwi po procesie odwadniania osmotycznego w roztworze sacharozy

Fig 1. Changes in kiwi fruit mass after the osmotic dehydration process in sucrose solution

Odwodnione osmotycznie owoce kiwi cechowały się spadkiem masy wynoszącym średnio 4%. Z badań przeprowadzonych przez Pękośławską-Garstkę i Lenarta (2010), wynika, że redukcja masy odwadnianych owoców obrazowana spadkiem zawartości wody zależy m.in. od czasu prowadzenia procesu i rodzaju substancji osmotycznej (Pękośławska – Garstka i Lenart, 2010).

Obniżenie wielkości masy odwadnianych owoców i warzyw powodowana jest ubytkiem wody z ich tkanek. Efektywność tego procesu zależy w znacznej mierze od półprzepuszczalności ścian komórkowych. Dobra ich przepuszczalność skutkuje szybszym usuwaniem wody. Aczkolwiek ściana komórkowa tkanek roślinnych wykazuje wysoki opór dla transportu wody i substancji osmotycznej. Skutkiem tych właściwości fizycznych ścian komórkowych jest spowolnienie całego procesu odwadniania osmotycznego (Szparaga i in. 2014).

Analiza wielkości ubytków masy w odniesieniu do owoców suszonych wykazała, że redukcja masy była determinowana przez sposób suszenia oraz obróbkę wstępną. Największe ubytki masy nastąpiły w surowcu, który nie odwadniano osmotycznie (rys. 2). Ubytki masy w owocach suszonych konwekcyjnie i w liofilizatach nieodwadnianych kształtowały się na podobnym poziomie i wynosiły odpowiednio 52,38% i 53,15%. Najmniejszą wartością redukcji masy (około 37,46%) cechował się materiał liofilizowany, wstępnie odwodniony. Zdaniem Cieurzyńskiej i Lenarta (2009) stopień zmian redukcji masy suszy owocowych zależy od rodzaju substancji osmotycznej. Autorzy wykazali, że wstępne odwadnianie w roztworze glukozy liofilizowanych truskawek w znaczny sposób obniżyło zawartość wody, a tym samym i masę surowca w stosunku do owoców nieodwadnianych osmotycznie (Cieurzyńska i Lenart, 2009).



Rys. 2. Zmiany ubytków masy owoców kiwi po procesach suszenia konwekcyjnego i sublimacyjnego

Fig 2. Changes in kiwi fruit weight loss after convection and sublimation drying processes

W tabeli 1 przedstawiono zmiany zawartości wody w suarach w okresie przechowywania. Zaobserwowano, że zawartość wody w badanym materiale ulegała redukcji wraz z wydłużeniem okresu przechowywania, niezależnie od sposobu suszenia i obróbki wstępnej. Proces ten spowodowany mógł być ubytkiem wody w wyniku jej parowania w czasie przechowywania. Największą średnią zawartością wody po 90 dniach przechowywania charakteryzowały się owoce kiwi liofilizowane nieodwadniane. Z kolei najmniejszą zawartością wody cechował się surowiec suszony konwekcyjnie bez obróbki wstępnej.

Tab. 1. Zawartość wody [%] w czasie przechowywania owoców kiwi suszonych konwekcyjnie i sublimacyjnie

Tab. 1. Water content [%] during storage of convection- and sublimation-dried kiwi fruit

Zmiany zawartości wody w czasie przechowywania [%]				
Owoce kiwi	Czas przechowywania [dni]			Średnia
	30	60	90	
Owoce suszone konwekcyjnie odwadniane	7,57	5,69	3,50	<b>5,59</b>
Owoce suszone konwekcyjnie nieodwadniane	7,17	5,48	3,14	<b>5,26</b>
Owoce liofilizowane odwodnione	7,79	6,85	5,00	<b>6,55</b>
Owoce liofilizowane nieodwadniane	7,79	6,79	5,50	<b>6,69</b>
Średnia	<b>7,58</b>	<b>6,20</b>	<b>4,29</b>	
NIR (1) rodzaj obróbki				1,039
NIR (2) rodzaj suszenia				0,914
NIR (3) czas przechowywania				1,578

W analizowanym materiale określono także zawartość ekstraktu (tabela 2). Odnotowano spadek ekstraktu w owocach kiwi w czasie okresu przechowywania. Ponadto owoce, które wcześniej odwadniano osmotycznie charakteryzowały się mniejszą wartością tego wskaźnika w odniesieniu do suszy nieodwadnianych. Największa redukcja ekstraktu ogólnego wynosząca około 28% nastąpiła w owocach nieodwadnianych, suszonych konwekcyjnie. Z kolei najmniejszy spadek (9,52%) odnotowano w odwodnionych osmotycznie liofilizatach. W czasie odwadniania surowców roślinnych wraz z wodą może następować transport niskocząsteczkowych substancji. Być może wymywanie tych składników z owoców kiwi przyczyniło się do uzyskania mniejszych zawartości ekstraktu w porównaniu do surowca nieodwadnianego. Odmienny wynik zawartości ekstraktu ogólnego uzyskała w swych badaniach Rząca (2009). Autorka stwierdziła, iż zawartość ekstraktu

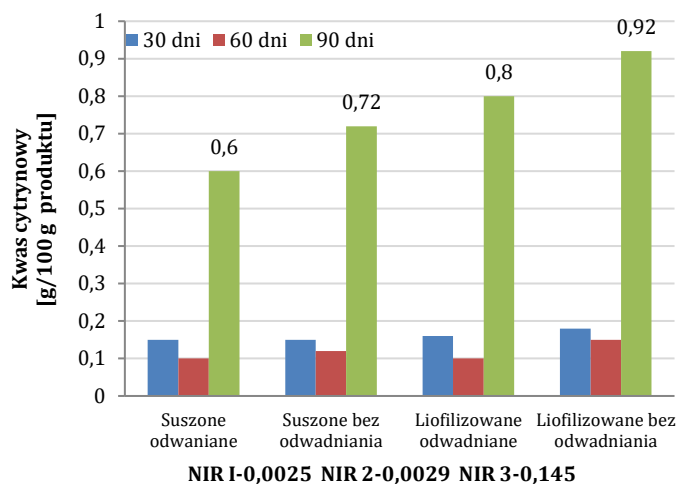
w owocach kiwi rosła wraz z czasem odwadniania. Istotnym czynnikiem, który miał wpływ na zawartość ekstraktu była temperatura roztworu osmotycznego, a także procesu suszenia (Rząca i in, 2009).

Tab. 2. Zawartość ekstraktu ogólnego [%] w owocach kiwi suszonych konwekcyjnie i sublimacyjnie

Tab. 2. The content of total extract [%] in kiwi fruit convection and freeze-dried

Zawartość ekstraktu ogólnego [%]				
Owoce kiwi	Czas przechowywania [dni]			Średnia
	30	60	90	
Suszone odwadniane	11,00	10,00	9,00	<b>10,00</b>
Suszone bez odwadniania	12,50	9,50	9,00	<b>10,33</b>
Liofilizowane odwadniane	10,50	9,50	9,50	<b>9,83</b>
Liofilizowane bez odwadniania	11,50	9,00	8,50	<b>9,67</b>
Średnia	<b>11,38</b>	<b>9,50</b>	<b>9,00</b>	
NIR (1) rodzaj obróbki			0,54	
NIR (2) rodzaj suszenia			0,048	
NIR (3) czas przechowywania			1,023	

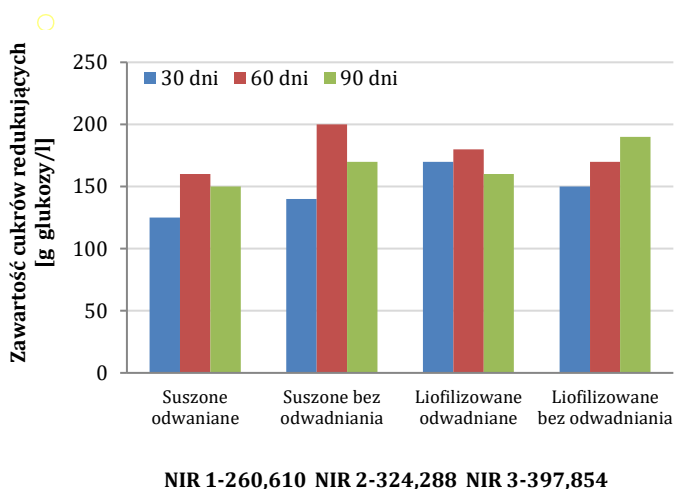
Odwadnianie osmotyczne, metoda suszenia oraz czas przechowywania w istotny sposób wpłynęły na kwasowość ogólną (w przeliczeniu na kwas cytrynowy) w analizowanych owocach (rys. 3). Zaobserwowano, iż wraz z czasem przechowywania następował wzrost kwasowości ogólnej. Najwyższą kwasowością charakteryzowały się owoce liofilizowane bez wcześniejszego odwadniania, po 90 dniach przechowywania. Jednak najniższą kwasowością cechowały się owoce suszone konwekcyjnie odwadniane. Pobereźny (2013) także przeprowadził badania kwasowości owoców suszonych. W swojej pracy zaobserwował, iż kwasowość ogólna stanowiła maksymalnie 2 g·kg<sup>-1</sup>. Kwasowość jest cechą dzięki której można dokonać oceny świeżości owoców. Podczas przechowywania mogą zajść niekorzystne zmiany chemiczne, a także mikrobiologiczne w owocach, w związku z czym kwasowość produktów wzrasta (Pobereźny, 2013).



Rys. 3 Poziom kwasowości ogólnej owoców kiwi w przeliczeniu na kwas cytrynowy

Fig. 3. The level of total acidity of kiwi fruit calculated as citric acid

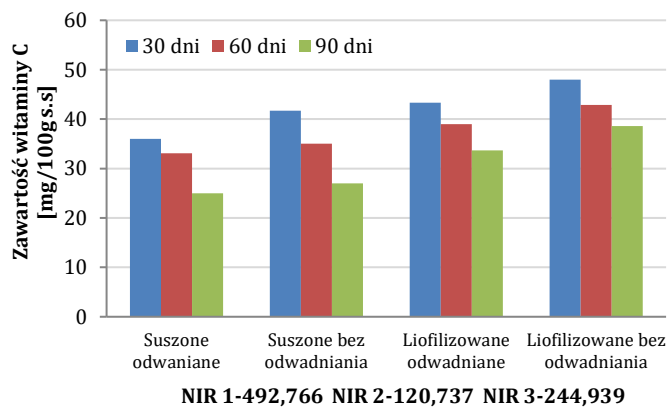
W badanych owocach kiwi oznaczono, także zawartości cukrów redukujących. Zaobserwowano istotny wpływ obróbki wstępnej, rodzaju suszenia, a także długość przechowywania na zawartość cukrów redukujących. Z analizy graficznej wyników, która przedstawiona została na rysunku 4 zaobserwować można, iż największą ilością cukrów redukujących charakteryzowały się owoce kiwi suszone bez odwadniania, zaś najniższą zawartością cechowały się owoce kiwi suszone odwadniane osmotycznie.



Rys. 4. Zawartość cukrów redukujących w owocach kiwi po procesie suszenia i liofilizacji

Fig. 4. The content of reducing sugars in kiwi fruit after the drying and lyophilization process



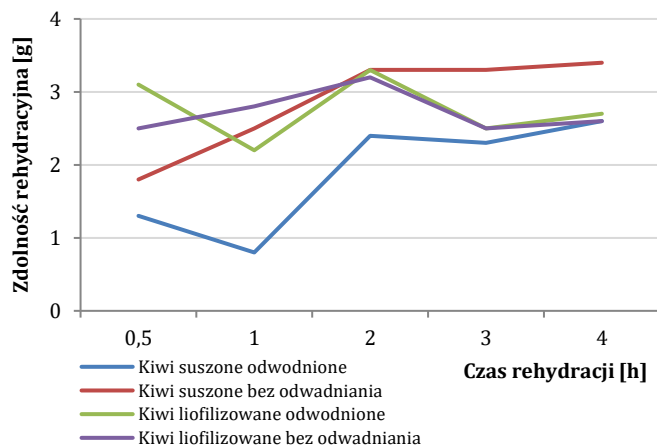


Rys. 5. Zawartość witaminy C w owocach kiwi po procesach termicznego utrwalaania.

Fig. 5. The content of vitamin C in kiwi fruit after thermal fixation processes.

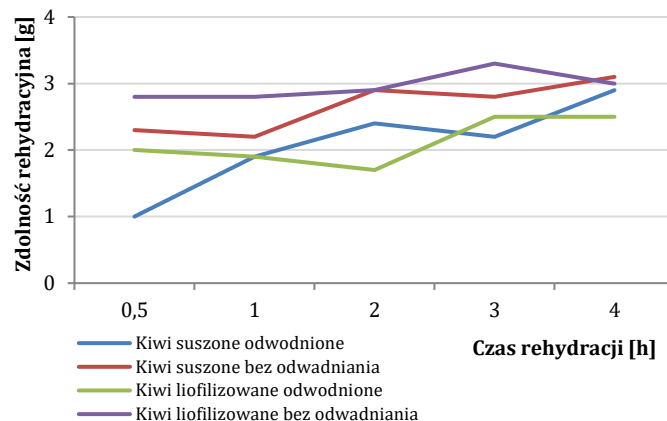
Zawartość kwasu askorbinowego w suszach kształtowała się na różnym poziomie w zależności od zastosowanej metody suszenia i obróbki wstępnej. Niższymi wartościami witaminy C cechowały się owoce suszone konwekcyjnie (rys. 5). Prawdopodobnie spowodowane było to działaniem wysokiej temperatury w czasie trwania procesu, która przyczyniła się do degradacji tego związku. Wraz z okresem przechowywania zawartość kwasu askorbinowego ulegała redukcji. Po 90 dniach przechowywania największą redukcję witaminy C, wynoszącą ponad 35% w stosunku do suszy przechowywanych przez 30 dni, odnotowano w owocach suszonych konwekcyjnie, nieodwadnianych. Z kolei najmniejszym spadkiem parametru witaminy C (ok. 19,58%) charakteryzował się surowiec liofilizowany nieodwadniony.

Przebieg zdolności rehydracyjnej suszonych kiwi był różny w zależności od czasu ich przechowywania, metody suszenia i obróbki wstępnej. Po pierwszych 30 dniach przechowywania największą zdolnością absorpcji wody cechowały się owoce suszone konwekcyjnie, nieodwadniane. Natomiast w najmniejszym stopniu woda absorbowana była przez susz wstępnie odwodniony i suszony konwekcyjnie (rys. 5). Różnica między omawianymi kombinacjami wynosiła średnio 30%. Po 2 oraz 3 miesiącach przechowywania najmniejszą wartością tej cechy odznaczał się susz liofilizowany, osmotycznie odwodniony (rys. 6 i 7).



Rys. 5. Rehydracja suszonych konwekcyjnie i liofilizowanych owoców kiwi w zależności od obróbki wstępnej po 30 dniach przechowywania

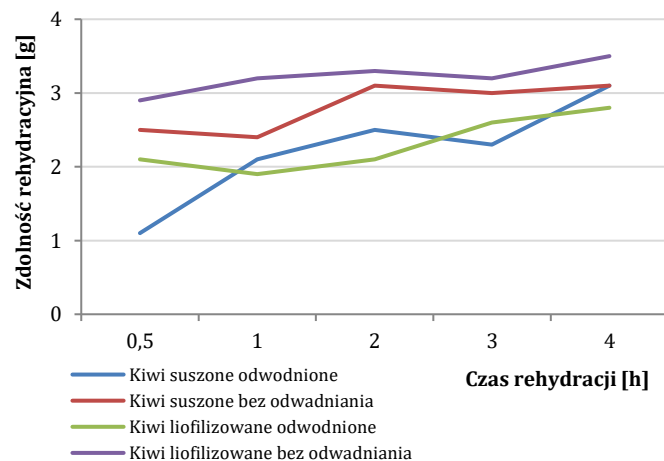
Fig. 5. Rehydration of dried convection and lyophilized kiwifruit depending on pre-treatment after the 30 days of storage



Rys. 6. Rehydratacja suszonych konwekcyjnie i liofilizowanych owoców kiwi w zależności od obróbki wstępnej po drugim miesiącu przechowywania

Fig. 6. Rehydration of dried convection and lyophilized kiwi fruit depending on pre-treatment after the second month of storage

Przeprowadzone badania czystości mikrobiologicznej suszy pod względem obecności bakterii mezofilnych wykazały mniejszą ich obecność na owocach liofilizowanych niż na kiwi suszonym konwekcyjnie (tab. 3). Ponadto zaobserwowano większą liczbę tych bakterii na surowcu, który wstępnie odwodniono w stosunku do suszy nieodwadnianych. Najwyższą liczbę drobnoustrojów (około 3,54 log jtk/g), po 30 dniach przechowywania, charakteryzowało się kiwi suszone konwekcyjnie, osmotycznie odwodnione. Z kolei najmniejszą obecność bakterii mezofilnych (ok. 2 log jtk/g) odnotowano na owocach liofilizowanych, nieodwadnionych. Podczas przechowywania suszonych owoców kiwi zaobserwowano redukcję komórek bakterii mezofilnych.



Rys. 7. Rehydratacja suszonych konwekcyjnie i liofilizowanych owoców kiwi w zależności od obróbki wstępnej po trzecim miesiącu przechowywania

Fig. 7. Rehydration of dried convection and lyophilized kiwi fruit depending on the pre-treatment after the third month of storage

Tab. 3. Ogólna liczba bakterii mezofilnych w owocach kiwi po procesie suszenia

Tab. 3. The number of mesophilic bacteria in kiwi fruit after the drying process

RODZAJ OBRÓBK OWOCÓW	Bakterie mezofilne [log jtk/g]			Kiw suszone odwodn ione	30	60	90	
	Czas przechowywania [dni]				Kiw suszone nieodwodn ione	1,11	brak wzrostu	brak wzrostu
	30	60	90			0,90	brak wzrostu	brak wzrostu
Kiwi suszone nieodwodnione	2,94	1,98	brak wzrostu	Kiwi liofilizowane nieodwodnione	0,95	brak wzrostu	brak wzrostu	
Kiwi suszone odwodnione	3,54	1,60	brak wzrostu	Kiwi liofilizowane odwodnione	0,90	brak wzrostu	brak wzrostu	
Kiwi liofilizowane nieodwodnione	1,81	1,48	brak wzrostu					
Kiwi liofilizowane odwodnione	1,83	1,23	brak wzrostu					

Obecność bakterii psychrofilnych na badanych suszach była różna w zależności od metody suszenia i obróbki wstępnej. Najmniejszą liczbę tych mikroorganizmów stwierdzono na owocach liofilizowanych, nieodwodnionych oraz na kiwi suszonym konwekcyjnie, odwodnionym osmotycznie. Wartości te wynosiły odpowiednio 0,48 i 0,60 log jtk/g (tab. 4). Po 3 miesiącach przechowywania nie stwierdzono obecności bakterii psychrofilnych w żadnej z ocenianych kombinacji.

Obecność grzybów na otrzymanych suszach, stwierdzono jedynie po 30 dniach ich przechowywania. Największą ich liczebnością odznaczały się owoce suszone konwekcyjnie nieodwadniane (średnio 1,11 log jtk/g). W przypadku pozostałych kombinacji uzyskane wartości były do siebie zbliżone i nie przekraczały 0,96 log jtk/g (tab. 5).

Tab. 4. Ogólna liczba bakterii psychrofilnych w suszonych owocach kiwi podczas procesu przechowywania

Tab. 4. Number of psychrophilic bacteria in dried kiwi fruit during the storage process

RODZAJ OBRÓBK OWOCÓW	Bakterie psychrofilne [log jtk/g]		
	Czas przechowywania [dni]		
	30	60	90
Kiwi suszone nieodwodnione	1,00	brak wzrostu	brak wzrostu
Kiwi suszone odwodnione	0,60	1,74	brak wzrostu
Kiwi liofilizowane nieodwodnione	0,48	1,70	brak wzrostu
Kiwi liofilizowane odwodnione	1,15	1,84	brak wzrostu

Tab. 5. Całkowita liczba grzybów w suszonych owocach kiwi w czasie przechowywania

Tab. 5. Total number of fungi in dried kiwi fruit during storage

RODZAJ OBRÓBK OWOCÓW	Grzyby [log jtk/g]		
	Czas przechowywania [dni]		

Stwierdzona w trakcie badań owoców kiwi redukcja liczebności komórek drobnoustrojów (zarówno bakterii, jak i grzybów) podczas przechowywania mogła być spowodowana spadkiem zawartości wody w suszach (tab. 1). Beales (2004) wykazał, że owoce, w których zawartość wody została zredukowana charakteryzowały się większą czystością mikrobiologiczną, czyli ilością wody występującej w suszach determinuje możliwość przeżycia drobnoustrojów (Beales, 2004). W dostępnej literaturze zaznacza się, że jakość mikrobiologiczna suszy owocowych i przeżywalność mikroorganizmów zależą od bardzo dużej liczby czynników a mechanizm ich oddziaływania nie jest do końca poznany.

## Wnioski

Wielkość ubytku masy po procesach suszenia w znacznym stopniu zależała od przeprowadzonej obróbki wstępnej. Owoce, które odwodniono osmotycznie i suszono liofilizacyjnie odznaczały się najmniejszą 37,46% redukcją masy.

Wraz z czasem przechowywania suszonych owoców kiwi zawartość witaminy C ulegała spadkowi. Największą redukcję kwasu askorbinowego (ponad 35%) odnotowano po 90 dniach przechowywania w owocach suszonych konwekcyjnie nieodwadnianych.

Kwasowość ogólna wzrastała wraz z wydłużeniem okresu przechowywania. Największą kwasowością ogólną wynoszącą ok. 0,92 g kwasu cytrynowego/100 g produktu po 90 dniach przechowywania cechowały się nieodwodnione owoce suszone liofilizacyjnie.

Wyższą przeciętną zawartością ekstraktu ogólnego cechowały się owoce suszone konwekcyjnie. W przypadku liofilizatów odwadnianie osmotyczne skutkowało większą zawartością ekstraktu (9,83%) w stosunku do owoców nieodwadnianych (9,67%).

Odwadnianie osmotyczne, jako obróbka wstępna przed procesem liofilizacji spowodowało, że uzyskany susz cechował się najniższą zdolnością rehydracyjną w stosunku do pozostałych analizowanych kombinacji.

Podczas przechowywania suszonych owoców kiwi nastąpiła redukcja drobnoustrojów bakteryjnych i grzybowych. Wyższą czystością mikrobiologiczną odznaczały się owoce liofilizowane w odniesieniu do kiwi suszonego konwekcyjnie.

## Bibliografia

- Beales, N. (2004). Adaptation of microorganisms to cold temperatures, weak acid preservatives, low pH, and osmotic stress: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 3, 1-20.
- Błazejka, S., Gientki, I. (2010). *Wybrane zagadnienia z mikrobiologii żywności*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 978-83-7583-190-0.
- Ciurzyńska, A., Lenart, A. (2009). Wpływ odwadniania osmotycznego na skład chemiczny liofilizowanych truskawek. *Inżynieria Żywności*, 1, 9-13.
- Ciurzyńska, A., Lenart, A., (2009), Wpływ zamrażania oraz odwadniania osmotycznego surowca w różnych roztworach na wybrane właściwości liofilizowanych truskawek. *Acta Agrophysica*, 14(3), 577-590.
- Derlacz, R., Girstun, A., Kowalska-Loth, B., Kozłowski, P., Piekiełko-Witkowska, A., Szakiel, A., Trzcińska - Danielewicz, J. (2009). *Podstawy biochemii dla ochrony środowiska*. Uniwersytet Warszawski, Warszawa, 978-83-233-4524-4.
- Kowalska, H. (2006). Kinetyka odwadniania osmotycznego dyni. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 13(2), 135-142.
- Kowalska, H., Marzec, A., Omen, K. (2012). Wpływ wstępnego odwadniania osmotycznego na wybrane właściwości rehydracyjne suszonych jabłek. *Acta Agrophysica*, 19(1), 65-76.
- Pękośławska-Garstka, A., Lenart, A. (2010). Wybrane właściwości fizyczne miąższu dyni odwadnianej osmotycznie w roztworach cukrów. *Acta Agrophysica*, 16(2), 413-422.
- Piasecka, E., Uczciwek, M., Klewicki, R. (2009). Odwadnianie osmotyczne owoców w roztworach zawierających fruktooligosacharydy. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 16(2), 138-153.
- PN-90/A-75101/04. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie kwasowości ogólnej
- PN-A-04019:1998. Produkty spożywcze. Oznaczanie zawartości witaminy C
- Pobereźny, J., Wszelaczyńska, E. (2013). Wpływ metod konserwacji na wybrane cechy jakościowe owoców i warzyw znajdujących się w handlu detalicznym. *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 2, 92-94.
- Rząca, M., Witrowa-Rajchert, D., Tylewicz, U., Dalla, R.M. (2009). Wymiana masy w procesie odwadniania osmotycznego owoców kiwi. *Żywność, Nauki, Technologia, Jakość*, 16(6), 140-149.
- Szparaga, A., Dymkowska-Malesa, M., Wesołowski, A. (2014). Odwadnianie osmotyczne w technologii utrwalania owoców i warzyw. *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, 1, 97-101.

**Patryk Hara**

Politechnika Koszalińska

Wydział Mechaniczny

Zakład Agrobiotechnologii,

ul. Raclawicka 15-17, 75-620 Koszalin

e-mail: [patryk.hara@gmail.com](mailto:patryk.hara@gmail.com)