

**Grażyna Pierzynowska – Korniak, Ryszard Żywica, Joanna Wójcik*

**Katedra Przetwórstwa i Chemii Surowców Roślinnych,
Katedra Podstaw Techniki, Technologii i Gospodarki Energią
Uniwersytet Warmińsko – Mazurski w Olsztynie*

Przewodnictwo elektryczne wybranych przetworów owocowych

Streszczenie

Celem badań było określenie właściwości przewodnościowych wybranych przetworów owocowych oraz ustalenie wpływu rodzaju surowca i technologii otrzymywania na zmiany właściwości elektrycznych.

Materiał do badań stanowiły moszcze i przeciery owocowe otrzymane metodą laboratoryjną.

Wykazano, że moszcze z owoców jagodowych, ziarnkowych i pestkowych charakteryzowała niższa wartość impedancji w porównaniu z przecierami uzyskanymi z tych samych owoców.

Przeciery i moszcze otrzymane z poszczególnych owoców (poza nielicznymi przypadkami) różniły się statystycznie istotnie pod względem wartości impedancji.

Słowa kluczowe: moszcze owocowe, przeciery owocowe, impedancja

Oznaczenia

$Z_{100\text{ Hz}}$ – impedancja, przy częstotliwości pomiarowej 100 Hz, Ω

P – przecier

M – moszcz

Wprowadzenie

Właściwości elektryczne produktów owocowych, takich jak przeciery, moszcze czy soki, zależą od ich składu chemicznego, parametrów prądu pomiarowego oraz warunków prowadzenia doświadczenia. W ściśle określonych warunkach doświadczenia, przy stałych parametrach prądu pomiarowego, właściwości elektryczne będą zależały głównie od składu chemicznego i stopnia dysocjacji elektrolitów badanego materiału biologicznego [Beier 1968, Jankowski 1989].

Przewodnictwo przecierów i moszczy można scharakteryzować za pomocą takich parametrów jak: impedancja, rezystancja, admitancja, konduktancja i reaktancja pojemnościowa. Najczęściej stosowana w pomiarach właściwości elektrycznych jest impedancja (oporność zespolona), która składa się z rezystancji (oporności czynnej) i reaktancji (oporności biernej). Pomiar właściwości elektrycznych zyskuje na znaczeniu przy określaniu jakości tkanek roślinnych, w tym owoców, w celu stwierdzenia zmian powstających w wyniku procesów dojrzewania i uszkodzeń wywołanych warunkami chłodniczego przechowywania, można je również stosować jako wskaźnik świeżości [Harker i in. 1994, Satoyama i in. 1998, Bauchot i in. 2000]. Prowadzone są również badania nad wykorzystaniem zmian impedancji do oceny jakości mięsa drobiowego [Krala 1992], wołowego [Byrne i in. 2000]

oraz zmian jakości mleka surowego w czasie przechowywania [Żywica, Budny 2000]. Duże znaczenie mają pomiary oporności elektrycznej w określaniu stanu zakażeń mikrobiologicznych żywności [Bolliger i in. 1994, 1997, Orsi i in. 1997].

Cel badań

Celem badań było określenie właściwości przewodnościowych wybranych przetworów owocowych oraz ustalenie wpływu rodzaju surowca i technologii otrzymywania na zmiany właściwości elektrycznych.

Cel zrealizowano poprzez:

- oznaczenie impedancji przecierów i moszczy owocowych,
- określenie wybranych cech fizyko – chemicznych badanych produktów owocowych,
- porównanie przewodnictwa elektrycznego poszczególnych przetworów owocowych.

Materiał i metodyka badań

Materiał doświadczalny stanowiły przeciery i moszcze z owoców śliwki, wiśni, jabłka, gruszki, czarnej i czerwonej porzeczki, maliny, rokitnika, agrestu, truskawki, aronii, żurawiny, czarnej jagody.

Wykonano następujące oznaczenia i pomiary.

Oznaczenia:

- ekstraktu, metodą refraktometryczną,
- kwasowości, metodą miareczkową,
- zawartości związków mineralnych, metodą spopielenia według Polskiej Normy PN 90/A – 75101.

Pomiary:

- wartości pH – pH-metrem Piccolo firmy HANNA
- wielkości elektrycznych: impedancji, admitancji, rezystancji i konduktancji.

Pomiary wielkości elektrycznych wykonano miernikiem typu HP 4263B przy stałym napięciu pomiarowym 200 mV i częstotliwości w zakresie od 100 Hz do 100 kHz. Badano próbki o objętości 200 cm³ i temperaturze ok. 20 °C.

Wyniki pomiarów wielkości elektrycznych omówiono na podstawie impedancji przy częstotliwości 100 Hz ($Z_{100\text{Hz}}$), którą uznano za optymalną.

Uzyskane wyniki poddano analizie matematycznej z wykorzystaniem jednoczynnikowej analizy wariancji, dla $\alpha= 0,01$.

Omówienie i dyskusja wyników

Ocenę jakości wykonano na podstawie wybranych wyróżników fizyko – chemicznych, które są powszechnie stosowane, jak zawartość ekstraktui kwasowość ogólna oraz takie, które dostarczają dodatkowych informacji, jak kwasowość czynna (pH) i zawartość substancji mineralnych (tab.1). Przeciery i moszcze otrzymane z tego samego owocu nie wykazywały różnic zawartości ekstraktu, substancji mineralnych i kwasów organicznych. Zaobserwowano, że niewielkim niekiedy różnicom w zawartości ekstraktu

odpowiadają znaczące różnice kwasowości ogólnej czy zawartości substancji mineralnych, jak to miało miejsce w produktach ze śliwki i jabłka.

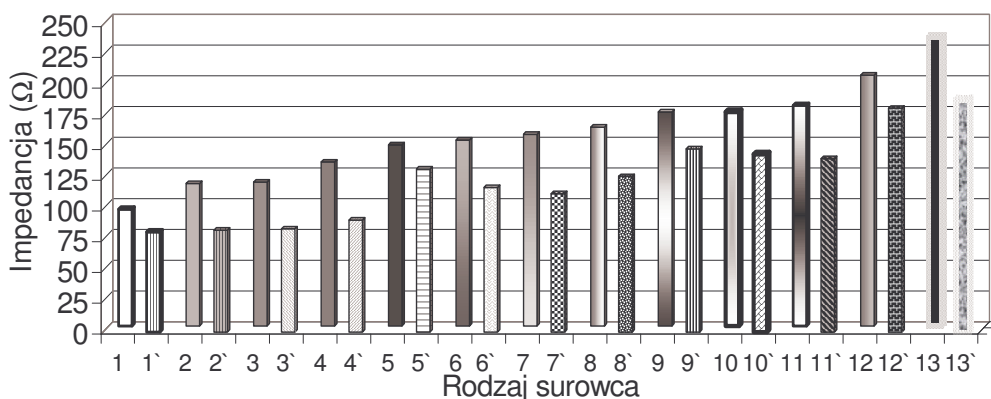
Tabela1. Charakterystyka fizyko – chemiczna przecierów i moszczy z owoców pestkowych, ziarnkowych i jagodowych

Table1. The physico – chemical characteristic of puree fruit and fresh juice fruit from stone fruit, grain fruit, berry fruit

Rodzaj surowca	Ekstrakt [g/100g]		Substancje mineralne [g/100g]		Kwasowość [g/100g]		pH	
Owoce pestkowe i ziarnkowe								
	P	M	P	M	P	M	P	M
Śliwka	13,40	13,30	0,64	0,92	1,17	1,11	3,19	3,23
Wiśnia	12,10	11,90	0,60	0,81	1,41	1,47	3,12	3,16
Jabłko	13,60	12,80	0,17	0,08	0,84	0,97	3,30	3,30
Gruszka	11,00	11,10	0,05	0,10	0,30	0,27	4,02	4,28
Owoce jagodowe								
	P	M	P	M	P	M	P	M
Czarna porzeczka	10,70	10,80	0,77	0,57	2,82	2,62	2,84	2,83
Malina	6,80	6,60	0,53	0,34	1,66	1,60	3,15	3,10
Rokitnik	9,50	9,40	0,41	0,72	3,46	2,18	2,54	3,03
Czerwona porzeczka	10,50	11,10	0,66	0,59	2,66	2,85	2,88	2,70
Agrest	11,70	10,90	0,42	0,69	2,24	2,05	2,71	2,72
Truskawka	7,40	8,50	0,39	0,32	1,09	1,06	3,20	3,28
Aronia	12,90	14,70	0,67	0,69	0,54	0,51	3,53	3,73
Żurawina	9,00	6,70	0,23	0,51	3,52	3,58	2,17	2,12
Czarna jagoda	8,60	7,80	0,25	0,18	1,15	1,18	2,93	2,86

Charakterystyka produktów otrzymanych z poszczególnych owoców wykazała, że wartości impedancji ($Z_{100\text{Hz}}$) przecierów były wyższe w porównaniu do moszczy (rys.1). Wartości $Z_{100\text{Hz}}$ przecierów owocowych mieściły się w przedziale od ok. 95 do ok. 235 Ω odpowiednio dla czarnej porzeczki i czarnej jagody. Natomiast impedancja moszczy mieściła się w przedziale od ok. 81 Ω dla czarnej porzeczki do ok. 189 Ω dla czarnej jagody, a dla produktów z pozostałych owoców otrzymano wartości pośrednie. Różnice oporności elektrycznej pomiędzy moszczami i przecierami wynikają nie tylko ze składu chemicznego tych produktów ale również z ich struktury

i konsystencji. Przecier jest przetartą miazgą, zawierającą sok komórkowy i fragmenty części stałych owocu, natomiast moszcz jest wyłącznie sokiem komórkowym. Obecność części stałych stwarza dodatkowy opór przepływowi prądu elektrycznego, stąd wyższa wartość impedancji przecierów.



1 - P z czarnej porzeczki; 1' - M z czarnej porzeczki; 2 - P z malin; 2' - M z malin; 3 - P z rokitnika; 3' - M z rokitnika; 4 - P z czerw. porzeczki; 4' - M z czerw. porzeczki; 5 - P śliwkowy; 5' - M śliwkowy; 6 - P z agrestu; 6' - M z agrestu; 7 - P z wiśni; 7' - M z wiśni; 8 - P z truskawek; 8' - M z truskawek; 9 - P z aronii; 9' - M z aronii; 10 - P z jabłek; 10' - M z jabłek; 11 - P z żurawin; 11' - M z żurawin; 12 - P z gruszek; 12' - M z gruszek; 13 - P z czarnej jagody; 13' - M z czarnej jagody.

Rys.1. Impedancja ($Z_{100\text{Hz}}$) przecierów i moszczy owocowych
 Fig.1. The impedance ($Z_{100\text{Hz}}$) of puree fruit and fresh juice fruit

Większość przecierów otrzymanych z poszczególnych owoców można zidentyfikować za pomocą pomiarów impedancji.

Matematyczna analiza wyników pomiarów impedancji przecierów otrzymanych z 13 rodzajów owoców wykazała, że jej wartości różniły się statystycznie istotnie ($\alpha=0,01$). Statystycznie istotnych różnic nie stwierdzono jedynie między opornością przecierów z malin i rokitnika oraz aronii i jabłek.

Moszcze owocowe, podobnie jak przecieri, różniły się wartościami impedancji w zależności od rodzaju owocu, z którego zostały otrzymane. Różnice te były statystycznie istotne na poziomie $\alpha=0,01$. Jedynie impedancja moszczy z czarnej porzeczki i maliny oraz maliny i rokitnika nie wykazywała statystycznie istotnych różnic.

Stwierdzono, że wartości impedancji wszystkich moszczy i przecierów otrzymanych z tych samych owoców wykazywały statystycznie istotne różnice.

Wnioski

Rodzaj surowca i technologia przetwarzania wpływają na właściwości przewodnościowe produktów owocowych.

Przewodnictwo elektryczne produktów owocowych, może znaleźć w przyszłości zastosowanie do ich identyfikacji oraz oceny jakości i autentyczności.

Bibliografia

Bauchot A.D., Harker F. R., Arnold W. M. 2000. The Use of Electrical Impedance Spectroscopy to Assess the Physiological Condition of Kiwifruit Postharvest Biology and Technology, 18: 9 –18.

Beier 1968. Biofizyka. PWN, Warszawa.

Bolliger S., Casella M., Teuber M. 1994. Comparative Impedance Evaluation of the Microbial Load of Different Foodstuffs. Food Science and Technology, 4: 177 – 184.

Bolliger S., Casella M., Teuber M. 1997. Involvement of Enzymatic Activities Observed During the Microbiological Estimation of Contaminants by Means of an Impedance System. Food Science and Technology, 4: 543 – 545.

Byrne C.E. Troy D.J. Buckley D.J. 2000. Postmortem Changes in Muscle Electrical Properties of Bovine M. longissimus dorsi and their Relationship to Meat Quality Attributes and pH Fall. Meat Science, 54: 23-34.

Harker F. R., Maindonald J. H. 1994. Ripening of Nectarine Fruit: Changes in the Cell Wall, Vacuole and Membranes Detected Using Electrical Impedance Measurements. Plant Physiology, 106: 165 – 171.

Jankowski T. 1989. Modele właściwości fizycznych artykułów żywnościowych. Właściwości cieplne, dyfuzyjne i elektryczne. Przemysł Spożywczy, 9 –10: 234 –237.

Krała L. 1992. Współzależność zmian właściwości elektrycznych i jakości chłodzonych kurcząt. Gospodarka Mięsna, 11: 16 –18.

Orsi K., Torriani S., Battistotti B., Vescovo M. 1997. Impedance Measurements to Assess Microbial Contamination of Ready-to-Use Vegetables. Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und – Forschung. Abstract, 3: 248 – 250.

Sotoyama H., Satio M., Oh K-B., Nemoto Y., Matsuoka H. 1998. In Vivo Measurement of the Electrical Impedance of Cell Membranes of Tobacco Cultured Cells with a Multifunctional Microelectrode System. Bioelectrochemistry and Bioenergetics, 45: 83 – 91.

Żywica R., Budny J. 2000. Change of Selected Physical and Chemical Parameters of Raw Milk During Storage. Czech Journal of Food Sciences, 245: 241 –252.

The conduction of selected fruit products

Summary

The aim of the research was to determine the conductivity of selected fruit products and establish the kind of raw material and production technology on changes of electric properties.

Puree fruit and fresh juice fruit obtained by laboratory method were the experimental material.

The authors revealed that fresh juice fruit from berry fruit, stone fruit, grain fruit were characterised by lower impedance comparing with puree obtained from the same fruit.

Fresh juice fruit and puree derived from particular fruit (except from selected cases) were statistically significant in terms of impedance.

Key words: puree, fresh juice fruit, impedance