

WPŁYW TEMPERATURY NA CECHY DIELEKTRYCZNE MIODU

Deta Łuczycka, Antoni Szewczyk, Krzysztof Pruski

Institut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie: Celem pracy było określenie wpływu temperatury miodu na wartości charakteryzujących go cech elektrycznych. Przebadano 5 gatunków miodów w tym jeden miód sztuczny. W wyniku przeprowadzonych analiz okazało się że, istnieje silna zależność między współczynnikiem strat dielektrycznych a gatunkami badanych miodów. Właściwym zakresem częstotliwości do różnicowania miodów jest zakres od 1–3kHz.

Słowa kluczowe: miód, inwerty pszczele, właściwości elektryczne,

Wstęp

Wraz z rozwojem technik pomiarowych wzrosło zainteresowanie badaczy możliwościami badania jakości miodu za pomocą szybkich, nieniszczących pomiarów jego właściwości elektrycznych. Co prawda wielu podaje [Ahmed i in. 2007; Kędzia, Holderna-Kędzia 2008; Poppek 2001], że cechy elektryczne miodu mogą być przydatne do rozróżniania typów miodów jak i określania jego jakości, jednak ich prace dotyczą jedynie interpretacji wartości konduktancji roztworu miodu. Stosowane metody badania cech elektrycznych 20% roztworu miodu [PN-88/A-77626] są czasochłonne i obciążone niepewnością pomiarową.

Wcześniejsze badania mające na celu wykazanie zależności między temperaturą, częstotliwością a właściwościami elektrycznymi miodów i jego roztworów wyraźnie wskazują istniejącą zależność między tymi czynnikami [Guo i in. 2011, Łuczycka 2009]. Guo z zespołem [Guo i in. 2011] dowodzą, że właściwości dielektryczne miodu wzrastają wraz ze wzrostem temperatury od 20-80°C, ale ich badania dotyczą wysokich częstotliwości pomiarowych od 40 do 4 500 MHz.

Natomiast badania własne wskazują że interesujące, ze względu na możliwości rozróżniania źródła pochodzenia miodu jak i analizę jego jakości, są pomiary cech elektrycznych w niskich częstotliwościach pola elektromagnetycznego (500-5000 Hz).

Postanowiono ograniczyć analizę wpływu temperatury na cechy elektryczne miodu do zakresu temperatur zbliżonych do tego w jakim miód bywa przechowywany (10-35°C).

Sporządzenie charakterystyk temperaturowych ułatwi analizę możliwości wykorzystania cech elektrycznych do oceny jakości miodu, w tym też prób celowego fałszowania miodu. Najczęściej spotyka się zafałszowania miodu sacharozą, którą skarmia się pszczoły lub która dodawana jest bezpośrednio do gotowego wyrobu.

Celem pracy było określenie wpływu temperatury miodu na wartości charakteryzujących go cech elektrycznych.

Metodyka

Przedmiotem badań były pozyskane w sezonie 2010 miody nektarowe (wielokwiatowy, wrzosowy, lipowy), miód spadziowy oraz sztuczny (surogat).

Pomiary przenikalności elektrycznej - ϵ [$F \cdot m^{-1}$], oraz współczynnika strat dielektrycznych $tg \delta$ [-] przeprowadzono metodą pośrednią. Metoda ta polega na pomiarze pojemności C, rezystancji R badanej próbki materiału, a następnie na podstawie otrzymanych wyników, cech geometrycznych przestrzeni międzyelektrodowej oraz częstotliwości pola elektromagnetycznego, w którym prowadzono badania, obliczeniu właściwości elektrycznych, które są właściwym przedmiotem dalszych analiz.

Badania przeprowadzono przy użyciu układu cylindrycznych elektrod w których umieszczono badany materiał. W celu doprowadzenia próbek miodu do wymaganej temperatury elektrody wraz z materiałem badawczym były umieszczone w szafie klimatyzacyjnej. Nastawiano temperatury w zakresie od 10 do 35°C (10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 30°C, 35°C) i po stabilizacji warunków wewnątrz komory klimatyzacyjnej przeprowadzono pomiary cech elektrycznych za pomocą komputerowo sterowanego analizatora impedancji FLUKE PM6304.

Wyniki powtarzano trzykrotnie dla każdego badanego materiału. Otrzymane wyniki poddano analizie wariancji.

Wyniki badań

Wstępna analiza uzyskanych wyników wykazała, że wielkością fizyczną w oparciu o którą łatwiej można rozróżnić badane materiały jest współczynnik strat dielektrycznych $tg \delta$. Przeprowadzona dla przenikalności elektrycznej względnej analiza wariancji (tab. 1) nie wykazała istotnego statystycznie wpływu temperatury na otrzymywane wyniki oznaczeń w całym badanym zakresie częstotliwości pola elektromagnetycznego.

Tabela 1. Wyniki analizy wariancji dla przenikalności elektrycznej względnej ϵ dla częstotliwości pola elektromagnetycznego 1-3 kHz

Table 1. Results of variance analysis for relative permittivity ϵ for electromagnetic field frequency at 1-3 kHz

Źródło zmienności	Stopnie swobody d.f.	Wartość testu Fishera-Snedecora	Poziom istotności
Rodzaj materiału badawczego	4	5,525	0,0006
Częstotliwość	2	1,916	0,1541
Temperatura	5	1,511	0,1961

Źródło: obliczenia własne

Do dalszych analiz wybrano zakres częstotliwości od 1 kHz do 3 kHz, gdyż w tym przedziale wiązka krzywych opisujących zależność współczynnika strat dielektrycznych $tg \delta$ od częstotliwości nie ma punktów przecięcia co stwarza możliwość wykorzystania badanej cechy do rozróżniania próbek. Przeprowadzona analiza wariancji potwierdziła istnienie istotnego statystycznie wpływu badanego materiału oraz temperatury próbki na wyznacza-

Wpływ temperatury...

ne wartości współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg } \delta$ dla stosowanego zakresu częstotliwości pomiarowych (tab. 2).

Tabela 2. Wyniki analizy wariancji współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg } \delta$ dla częstotliwości pola elektromagnetycznego 1-3 kHz

Table 2. Results of variance analysis of dielectric losses coefficient $\text{tg } \delta$ for electromagnetic field frequency at 1-3 kHz

Źródło zmienności	Stopnie swobody d.f.	Wartość testu Fishera-Snedecora	Poziom istotności
Rodzaj materiału badawczego	4	365,44	0,0000
Temperatura	5	107,21	0,0000
Częstotliwość pola elektromagnetycznego	20	7,34	0,0000

Źródło: obliczenia własne

Przeprowadzono również analizę wariancji dla ustalonej wartości częstotliwości pola elektromagnetycznego - 1 kHz (tab. 3), 2 kHz (tab. 4) i 3 kHz (tab. 5). Jak widać z przedstawionych wyników zarówno dla całego analizowanego zakresu częstotliwości jak i dla poszczególnych jej wartości zarówno rodzaj badanego miodu jak i temperatura ma istotny statystycznie wpływ na mierzone wartości współczynnika strat dielektrycznych.

Tabela 3. Wyniki analizy wariancji współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg } \delta$ dla częstotliwości pola elektromagnetycznego 1 kHz

Table 3. Results of variance analysis of dielectric losses coefficient $\text{tg } \delta$ for electromagnetic field frequency at 1 kHz

Źródło zmienności	Stopnie swobody d.f.	Wartość testu Fishera-Snedecora	Poziom istotności
Rodzaj materiału badawczego	4	22,78	0,0000
Temperatura	5	6,35	0,0014

Źródło: obliczenia własne

Tabela 4. Wyniki analizy wariancji współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg } \delta$ dla częstotliwości pola elektromagnetycznego 2 kHz

Table 4. Results of variance analysis of dielectric losses coefficient $\text{tg } \delta$ for electromagnetic field frequency at 2 kHz

Źródło zmienności	Stopnie swobody d.f.	Wartość testu Fishera-Snedecora	Poziom istotności
Rodzaj materiału badawczego	4	20,57	0,0000
Temperatura	5	6,10	0,0018

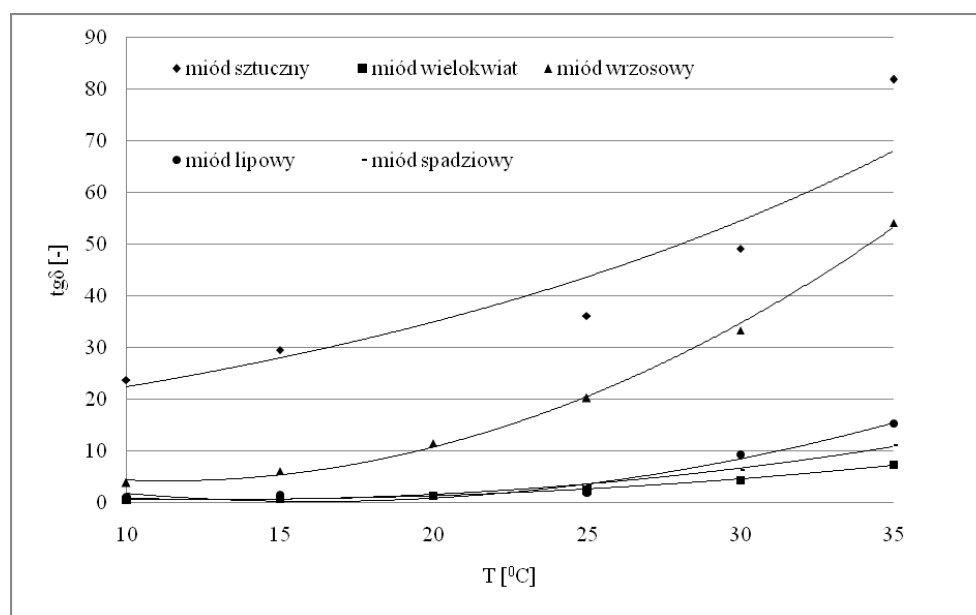
Źródło: obliczenia własne

Tabela 5. Wyniki analizy wariancji współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg } \delta$ dla częstotliwości pola elektromagnetycznego 3 kHzTable 5. Results of variance analysis of dielectric losses coefficient $\text{tg } \delta$ for electromagnetic field frequency at 3 kHz

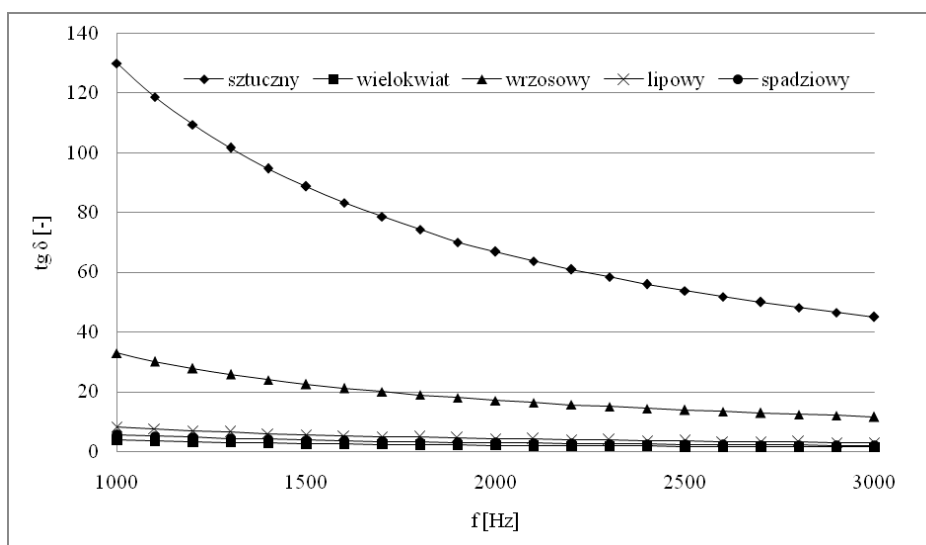
Źródło zmienności	Stopnie swobody d.f.	Wartość testu Fishera-Snedecora	Poziom istotności
Rodzaj materiału badawczego	4	19,72	0,0000
Temperatura	5	6,01	0,0019

Źródło: obliczenia własne

Na rysunku 1 przedstawiono zależność współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg } \delta$ od temperatury T przy częstotliwości 3kHz. Można zauważyć, że miód sztuczny przyjmuje w tej częstotliwości wyższe wartości od pozostałych miódów w całym zakresie temperatur. Zwracają również uwagę wyraźnie wyższe niż dla pozostałych miódów wartości współczynnika strat dielektrycznych miodu wrzosowego. Jest to miód różniący się od pozostałych również ze względu na inne właściwości fizyko-chemiczne.

Rys. 1. Zależność współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg } \delta$ od temperatury T w częstotliwości 3kHz dla badanych miódówFig. 1. Dependence of dielectric losses coefficient $\text{tg } \delta$ on temperature T in frequency 3kHz for tested honey

Zależność współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ od częstotliwości dla badanych miodów w zakresie od 1kHz do 3kHz w temperaturze 20°C przedstawiono na rysunku 2. Należy zwrócić uwagę, że najwyższe wartości współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ we wszystkich zakresach temperatur i częstotliwości posiada miód sztuczny co ewidentnie wskazuje na jego odmienne pochodzenie w porównaniu z miodami naturalnymi.



Rys. 2. Zależność współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ od częstotliwości dla badanych miodów w zakresie od 1kHz do 3kHz w tem. 20°C

Fig. 2. Dependence of dielectric losses coefficient $\text{tg}\delta$ on frequency for tested honey at the range of 1 kHz to 3 kHz in temperature 20°C

Miód spadziowy nie różni się istotnie ze względu na analizowaną cechę elektryczną od miodów nektarowych, najprawdopodobniej dlatego, że został on zakwalifikowany jako miód spadziowy według deklaracji producenta a nie na podstawie analizy pyłkowej. Ta obserwacja jest podstawą do planowania w dalszych pracach autorów takich właśnie podstaw oceny gatunku miodu.

Wnioski

1. Temperatura badanych próbek miodu ma istotny wpływ na wartości współczynnika strat dielektrycznych.
2. Współczynnik strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$ rośnie wraz z temperaturą dla każdej z stosowanych w badaniach częstotliwości pola elektromagnetycznego.
3. Wraz ze wzrostem częstotliwości pola elektromagnetycznego maleją wartości współczynnika strat dielektrycznych $\text{tg}\delta$.
4. Temperatura nie ma istotnego wpływu na wartości przenikalności dielektrycznej względnej miodu.

Bibliografia

- Ahmed J., Prabhu S.T., Raghavan G.S.V., Ngadi M.** 2007. Physicochemical rheological, calorimetric and dielectric behavior of selected Indian honey. *Journal of Food Engineering*, 79. s. 1207-1213.
- Kędzia B., Holderna-Kędzia E.** 2008. Miód. Skład i właściwości biologiczne. Wyd. PW Rzeczpospolita SA. ISBN 978-83-60192-82-5.
- Guo W., Zhu X., Yi Liu, Zhuang H.** 2010. Sugar and water contents of honey with dielectric property sensing. *Journal of Food Engineering*, Volume 97. Issue 2. s. 275-281
- Guo W., Liu Y., Zhu X., Wang S.** 2011. *Journal of Food Engineering*. Volume 102. Issue 3. February 2011. s. 209-216.
- Łuczycza D.** 2009. Methodological aspects of testing electrical properties of honey. *Acta Agrophysica* 14(2). s. 367-374.
- Łuczycza D.** 2010. Właściwości dielektryczne wybranych odmian miodu. *Inżynieria Rolnicza*. Nr 5 (123). s. 137-142.
- Poppek S.** 2001. Studium identyfikacji miodów odmianowych i metodologii oceny właściwości fizykochemicznych determinujących ich jakość. Wyd. AE Kraków ISBN 83-7252-277-4.

INFLUENC OF TEMPERATURE ON DIELECTRIC PROPERTIES OF HONEY

Abstract. The purpose of the study was to determine influence of temperature of honey on electric properties, which characterise it. Five kinds of honey including artificial honey were tested. The conducted analysis proved that there is a strong interdependence between coefficients of dielectric losses and tested kinds of honey. The range of 1-3 kHz is the most appropriate for differentiating kinds of honey.

Key words: honey, inverted bee sugar syrup, electric properties

Adres do korespondencji:

Deta Łuczycza e-mail: deta.luczycza@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul. Chelmońskiego 37/41
51-630 Wrocław