

ZWIĄZKI MIĘDZY CECHAMI ELEKTRYCZNYMI A AKTYWNOŚCIĄ WODY ŚRUTY PSZENICZNEJ

Deta Łuczycza

Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu

Streszczenie. Praca jest próbą oceny możliwości zastosowania metod pomiaru właściwości dielektrycznych do scharakteryzowania sorpcji wody przez śrutę pszeniczną. Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów oraz ich opracowania statystycznego można stwierdzić, że przy częstotliwości pola elektromagnetycznego 100 Hz korelacja między aktywnością wody, a uzyskanymi w wyniku pomiarów, wartościami przenikalności elektrycznej oraz współczynnika strat dielektrycznych nie występuje, natomiast dla częstotliwości 1–100 kHz korelacja wzajemna między aktywnością wody a współczynnikiem strat dielektrycznych materiału jest istotna poziomie $\alpha=0,05$. Hipoteza o korelacji między aktywnością wody badanego materiału a przenikalnością elektryczną nie znalazła potwierdzenia w świetle uzyskanych wyników badań.

Słowa kluczowe: aktywność wody, cechy dielektryczne, śruta pszeniczna

Wstęp

Pojęcie aktywności wody zostało wprowadzone przez Scotta w 1957 r. w celu określenia stosunków wodnych panujących w materiale, w którym woda występuje w postaci roztworu związków chemicznych. Aktywność wody ma wpływ na wygląd, konsystencję, zapach i smak jak również podatność materiału na zepsucie [Pałacha 2008]. Interesującym wydaje się próba zastosowania metod pomiaru właściwości dielektrycznych do scharakteryzowania sorpcji wody przez śrutę pszeniczną.

Cel pracy

Celem pracy było określenie wpływu powiązań między aktywnością wody jako cechą charakteryzującą śrutę zbożową a właściwościami elektrycznymi badanego materiału, takimi jak przenikalność elektryczna oraz współczynnik strat dielektrycznych.

Metodyka badań

Badania laboratoryjne cech dielektrycznych oraz aktywności wody śruty z 10 odmian pszenicy (Almari, Eta, Hena, Jasna, Kobra, Kontesa, Korweta, Mikon, Sigma, Zyta) wykonano w Instytucie Inżynierii Rolniczej Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.

Aktywność wody w materiale biologicznym wyznaczano za pomocą miernika aktywności wody KMAW2-7 z termostaticzną komorą i wymuszonym obiegiem powietrza, przez umieszczenie śruty w zamkniętej komorze na czas wystarczający do osiągnięcia równowagi. Czas badania jednej próbki wynosił około 20-30 minut.

W celu przeprowadzenia badań cech dielektrycznych śruty użyto impedancyjnego analizatora RLC o regulowanej częstotliwości - 0-100kHz (FLUKE PM6304). Do miernika dołączano układ elektrod umieszczony w komorze klimatyzacyjnej. Materiał badawczy był umieszczony w przestrzeni międzyelektrodowej. Próbki przetrzymywane były w warunkach pomiaru w komorze klimatyzacyjnej WEISS WK 111 340 – każdorazowo po otwarciu i zamknięciu komory czekano na ustabilizowanie się warunków. Pomiaru były prowadzone w temperaturze 20°C, dla próbek o wilgotności około 10%, różnice w wilgotności poszczególnych próbek śruty (kontrolowane metodą suszarkową) wynosiły nie więcej niż 0,5%.

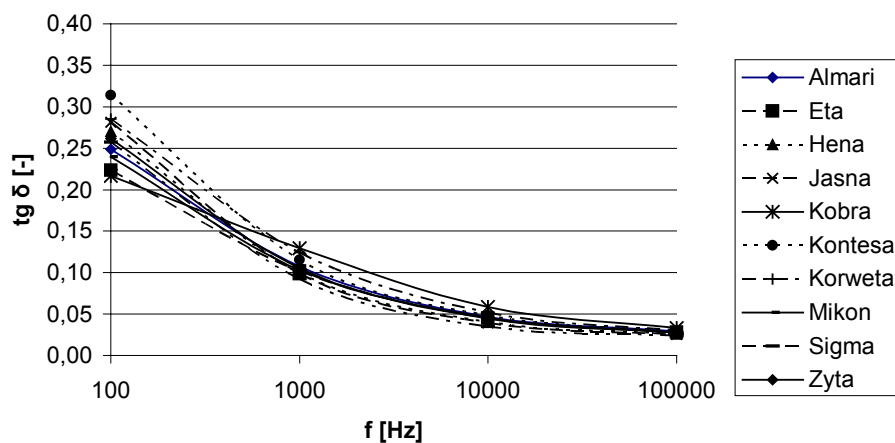
W oparciu o prowadzone wcześniej prace z zakresu wpływu częstotliwości pola elektromagnetycznego na właściwości dielektryczne tego typu materiałów [Nelson, Stetson 1976, Łuczyccka 1999] wybrano cztery częstotliwości pola elektromagnetycznego: 100 Hz, 1kHz, 10kHz i 100kHz, w których prowadzono pomiary. Mierzono rezystancję R i pojemność elektryczną C warstwy śruty w płaskim układzie elektrod, a następnie na ich podstawie wyznaczano wartości współczynnika strat dielektrycznych $tg \delta$ oraz przenikalności elektrycznej ϵ . Uzyskane wyniki pomiarów poddano analizie statystycznej przy użyciu pakietu STATISTICA.

Wyniki badań

Zarówno aktywność wody jak i mierzone cechy elektryczne znacznie różnią się dla badanych odmian pszenicy stąd można analizować czy te wielkości są ze sobą w jakiś sposób skorelowane.

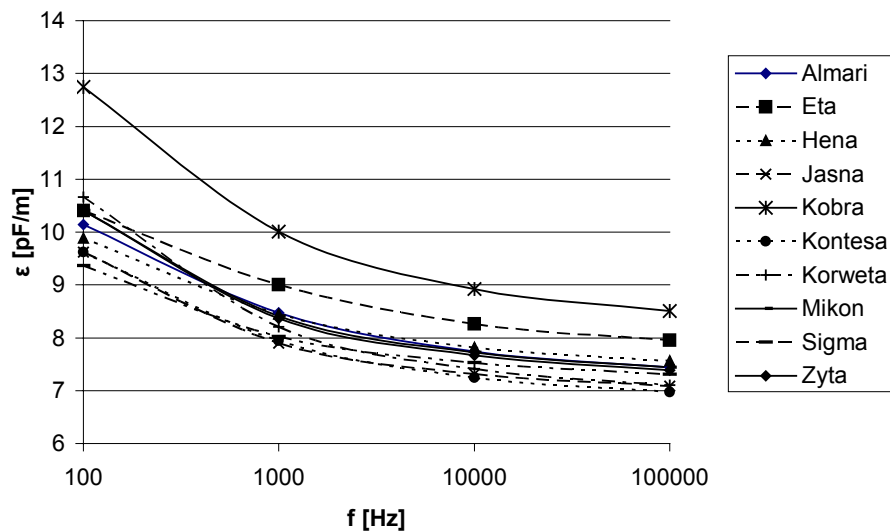
Wyniki badań cech elektrycznych przedstawiono na rysunkach 1 i 2. Na rysunku 1 przedstawiono wartości współczynnika strat dielektrycznych a na rysunku 2 przenikalności elektrycznej śruty pszenicznej o wilgotności 10% w funkcji częstotliwości pola elektromagnetycznego. Dla każdej z częstotliwości widać wyraźnie występujące różnice międzyodmianowe. Przeprowadzona analiza wariancji potwierdziła znamienność wpływu częstotliwości pola elektromagnetycznego na uzyskiwane wartości zarówno współczynnika strat dielektrycznych jak i przenikalności elektrycznej badanych próbek.

Wyznaczono dla badanych odmian pszenicy aktywność wody śruty. Już porównanie procesu ustalania się parametru w funkcji czasu pozwoliło na zauważenie znaczących różnic w przebiegu procesu między badanymi odmianami. Dla wszystkich odmian pszenicy przebieg analizowanej krzywej aktywności wody w pierwszych 10 s przebiega niemalże liniowo. W następnych 40 s zmiany są niewielkie. Sytuacja diametralnie zmienia się po przekroczeniu granicy $a_w = 0,4$. W tabeli 1 przedstawiono wyznaczone wartości aktywności wody dla śruty wszystkich badanych odmian pszenicy. Najniższą wartość a_w uzyskano dla śruty odmiany Sigma (0,37), największe wartości dla odmiany Eta dla której aktywność wody wynosi ponad 0,58. Przeprowadzona analiza wariancji uzyskanych wyników wykazała znamienny wpływ (na poziomie istotności $\alpha = 0,05$) odmiany pszenicy na aktywność wody śruty pszenicznej.



Rys. 1. Współczynnik strat dielektrycznych $tg\delta$ śruty pszenicznej badanych odmian dla różnych częstotliwości pola elektromagnetycznego f (wilgotność 10% temperatura 20°C)

Fig. 1. Dielectric loss factor $tg\delta$ for ground wheat grain of examined varieties for different electromagnetic field frequencies f (humidity, 10% temperature 20°C)



Rys. 2. Przenikalność elektryczna ϵ śruty badanych odmian pszenicy dla różnych częstotliwości pola elektromagnetycznego f (wilgotność 10% temperatura 20°C)

Fig. 2. Permittivity ϵ of ground grain for examined wheat varieties for different electromagnetic field frequencies f (humidity, 10% temperature 20°C)

Tabela 1. Aktywność wody śruty pszenicznej
Table 1. Activity of water in ground wheat grain

Odmiana	Aktywność wody
Almari	0,5757
Eta	0,5874
Hena	0,5237
Jasna	0,4855
Kobra	0,5693
Kontesa	0,5110
Korweta	0,4664
Mikon	0,4667
Sigma	0,3704
Zyta	0,4790

W kolejnym etapie opracowania wyników badań określono korelacje między aktywnością wody, a uzyskanymi w wyniku pomiarów, wartościami przenikalności elektrycznej oraz współczynnika strat dielektrycznych danej odmiany pszenicy. Wyznaczone wartości poziomu istotności dla korelacji między wartościami przenikalności elektrycznej oraz współczynnika strat dielektrycznych a aktywnością wody dla wszystkich badanych odmian pszenicy przedstawiono w tabeli 2.

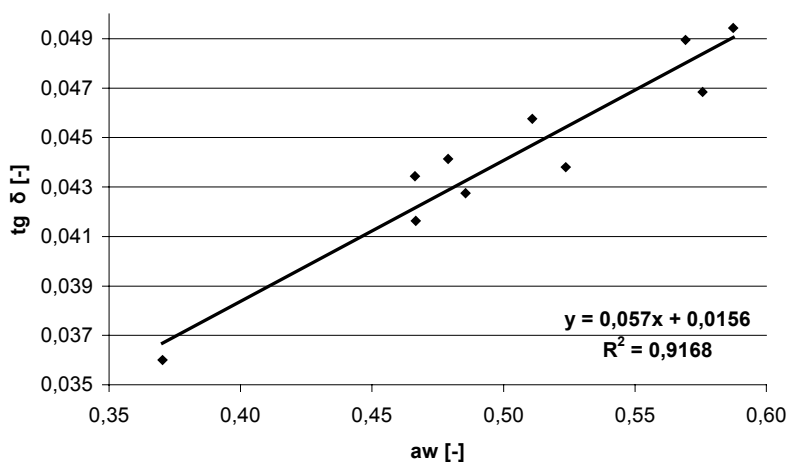
Tabela 2. Wyliczone poziomy istotności dla korelacji między wartościami $tg\delta$ i ϵ a aktywnością wody a_w , wyznaczonymi dla śruty pszenicznej w podanych częstotliwościach pola elektromagnetycznego

Table 2. Computed significance levels of correlation between the values of $tg\delta$ and ϵ and water activity a_w , determined for ground wheat grain at specified electromagnetic field frequencies

Częstotliwość pola elektromagnetycznego f [Hz]	Wartości poziomu istotności współczynnika korelacji:	
	Współczynnik strat dielektrycznych $tg\delta$	Przenikalność elektryczna ϵ
100	0,6634	0,0835
1000	0,0164	0,1229
10000	0,0069	0,1814
100000	0,0155	0,2113

Na podstawie analizy wariancji można stwierdzić (tab. 2), że przy częstotliwości pola elektromagnetycznego 100 Hz taka korelacja nie występuje, natomiast dla częstotliwości 1-100 kHz korelacja wzajemna między aktywnością wody a współczynnikiem strat dielektrycznych śruty jest istotna poziomie $\alpha = 0,05$. Hipoteza o korelacji między aktywnością wody śruty pszenicznej a przenikalnością elektryczną nie znalazła potwierdzenia w świetle uzyskanych wyników badań. Wyznaczone wartości R^2 - kwadratu współczynnika korelacji iloczynu momentów Pearsona między współczynnikiem strat dielektrycznych a aktywno-

ścią wody dla częstotliwości pola elektromagnetycznego od 1 kHz do 100 kHz czyli tych dla których wartości poziomu istotności współczynników korelacji były mniejsze niż 0,05, wynosiły od 0,3339 do 0,9168. Najwyższą wartość R^2 uzyskano dla częstotliwości pola elektromagnetycznego 10 kHz.



Rys. 3. Powiązanie między aktywnością wody a współczynnikiem strat dielektrycznych (dla częstotliwości pola elektromagnetycznego 10 kHz) wyznaczonymi dla śruty pszenicznej
Fig. 3. Relation between water activity and dielectric loss factor (for electromagnetic field frequency 10 kHz) determined for ground wheat grain

Na rysunku 3 przedstawiono zależność między współczynnikiem strat dielektrycznych a aktywnością wody, śruty pszenicznej. Jak widać odmiany pszenicy charakteryzujące się wyższymi wartościami aktywności wody posiadają wyższe wartości współczynnika strat dielektrycznych. Na rysunku 3 podano również wyznaczoną metodą najmniejszych kwadratów zależność pomiędzy obydwooma parametrami wraz z wartością współczynnika determinacji. Można przypuszczać, że pomiary współczynnika strat dielektrycznych w częstotliwości pola elektromagnetycznego 10 kHz mogłyby posłużyć do charakteryzowania sorpcji wody przez śrutę pszeniczną, jednak na obecnym etapie badań nie można sformułować jednoznacznie takiego wniosku. Celowym wydaje się prowadzenie dalszych badań dla dokładniejszego opisu zauważonej korelacji.

Wnioski

1. Przy częstotliwościach pola elektromagnetycznego, w którym badano właściwości elektryczne śruty pszenicznej nie zauważono powiązania między aktywnością wody a przenikalnością elektryczną materiału.

2. Istnieje korelacja między wartościami aktywności wody w śrucie pszenicznej badanych odmian pszenicy, a współczynnikiem strat dielektrycznych mierzonym w polu elektromagnetycznym o częstotliwości 1-100 kHz. Współczynnik strat dielektrycznych śruty pszenicznej jest wyraźnie wyższy dla odmian pszenicy, których śruta charakteryzuje się wyższymi wartościami aktywności wody.
3. Potwierdzenie uzyskanych wyników wymaga prowadzenia badań dla większej liczby odmian pszenicy jak również rozszerzenie badań na inne gatunki zbóż.

Bibliografia

- Łuczycka D.** 1999 Wpływ częstotliwości pola elektromagnetycznego na cechy elektryczne ziarna zbóż. Problemy Inżynierii Rolniczej 5. s.181-186.
- Nelson S.O., Stetson L.E.** 1976 Frequency and moisture dependence of the dielectric preoperties of hard red winter wheat. J. Agr. Eng. Res Vol. 21, Issue 2. s. 181-192.
- Palacha Z.** 2008 Aktywność wody - ważny parametr żywności. Przemysł Spożywczy T. 62. Nr 4. s. 22-26.

RELATIONS BETWEEN ELECTRIC CHARACTERISTICS AND ACTIVITY OF WATER IN GROUND WHEAT GRAIN

Abstract. The work makes an attempt to assess possibilities for using the methods of measuring dielectric properties to characterise water sorption by ground wheat grain. Obtained measurement results and their statistical analysis allows to state that there is no correlation between water activity and the values of permittivity and dielectric loss factor obtained from measurements at electromagnetic field frequency of 100 Hz. Whereas, for frequency of 1 – 100 kHz, reciprocal correlation between water activity and dielectric loss factor for material is significant at the level of $\alpha=0.05$. Hypothesis concerning correlation between activity of water in the examined material and permittivity was not confirmed in the light of obtained research results.

Key words: water activity, dielectric properties, ground wheat grain

Adres do korespondencji:

Deta Łuczycka; e-mail: deta.luczycka@up.wroc.pl
Instytut Inżynierii Rolniczej
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu
ul Chełmońskiego 37
51-630 Wrocław