

Mgr inż. Angelika ZIÓLKOWSKA
Wydział Nauk o Żywności i Żywieniu
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

DOBÓR METODY SZYBKIEGO POMIARU WILGOTNOŚCI SKROBI ZIEMNIACZANEJ NA WYJŚCIU ODWADNIACZA MLECZKA SKROBIOWEGO®

W artykule przedstawiono zależności konduktancji elektrycznej i pojemności elektrycznej badanej próbki od wilgotności mokrej skrobi ziemniaczanej. Konduktancję elektryczną i pojemność elektryczną badanej próbki mierzono za pomocą czujnika połączonego z miernikiem elektrycznym. Wilgotność próbki oznaczano metodą termograwimetryczną przy użyciu wagosuszarki. Wyniki badań opracowano statystycznie w postaci prostych regresji i równań korelacyjnych. Czas przygotowania próbki do pomiaru konduktancji elektrycznej i pojemności elektrycznej nie przekraczał 90 s. Pomiar wilgotności był natychmiastowy. Zalecono konduktancyjną metodę pomiaru wilgotności.

WSTĘP

Z dostępnej literatury wiadomo, że zapotrzebowanie na skrobię ziemniaczaną nieustannie rośnie. Zwiększa się produkcja skrobi w niektórych krajach nie unijnych, natomiast w samej Unii Europejskiej przerób ziemniaków na skrobię maleje. Spadek produkcji skrobi ziemniaczanej w Unii może być szansą na zmodernizowanie przemysłu ziemniaczanego w Polsce oraz systematyczne podnoszenie jakości i konkurencyjności tego produktu. Dla osiągnięcia tego celu istotne znaczenie ma, między innymi, szybki pomiar wilgotności skrobi ziemniaczanej na wyjściu odwadniacza, podczas odwadniania mlecza skrobiowego.

Na konieczność zastosowania metody szybkiego pomiaru wilgotności mokrej skrobi ziemniaczanej, opuszczającej odwadniacz, zwracali uwagę operatorzy tych urządzeń. Twierdzili, że po planowanych i awaryjnych postojach odwadniacza mlecza skrobiowego, podczas ponownego uruchomienia, występowały trudności w szybkim doprowadzeniu urządzenia do stanu pozwalającego na uzyskanie żądanej wilgotności mokrej skrobi. Zagadnienie jest istotne, ponieważ mokra skrobia o niestabilizowanej i w dodatku dużej wilgotności, wprowadzana do suszarki pneumatycznej, poważnie zakłóca proces suszenia, co powoduje pogorszenie jakości produktu końcowego [6,7,9].

Celem pracy zaprezentowanej w artykule było przeanalizowanie możliwości zastosowania w praktyce krochmalniczej szybkiej, elektrycznej, metody pomiaru wilgotności mokrej skrobi ziemniaczanej na wyjściu odwadniacza mlecza skrobiowego.

Do podjęcia tego tematu zachęciły autorkę między innymi pozytywne rezultaty, uzyskane podczas stosowania elektrycznych metod do oznaczania wilgoci, w innych produktach spożywczych [1,2,3,4,5,7].

PRZEBIEG PROCESU ODWADNIANIA MLECZKA SKROBIOWEGO

Proces odwadniania mlecza skrobiowego odbywa się za pomocą odwadniacza próżniowego, zbudowanego z: kadzi do której pompuje się rafinowaną skrobię ziemniaczaną, obrotowego filtra bębnowego z tkaniną – połączonego z próżnią, mieszałką do ciągłego poruszania mlecza skrobiowego, ruchomego

noża zamontowanego wzdłuż bębna, pompy próżniowej i układu napędowego. Rafinowane mleczo skrobiowe na skutek podciśnienia, tworzy warstwę ciasta skrobiowego na powierzchni tkaniny obracającego się bębna, natomiast woda jest zasysana do środka odwadniacza i ponownie wprowadzana do obiegu [6,7]. Za każdym obrotem bębna skrobia znajdująca się w mleczu skrobiowym nanoszona jest na tkaninę odwadniacza, po czym jest odwadniana za pomocą próżni. Powstała na tkaninie warstwa mokrej skrobi, w wyniku odwodnienia mlecza, jest zeszkrobiana z powierzchni tkaniny odwadniacza za pomocą specjalnego noża. Wilgotność mokrej skrobi powinna wynosić 40%. W niektórych krochmalniach zaleca się jednak mniejszą wilgotność, równą 36%, bowiem odwadnianie mechaniczne jest mniej energochłonne niż suszenie termiczne skrobi ziemniaczanej.

Podczas odwadniania mlecza skrobiowego mogą występować różne zakłócenia oddziałujące na ten proces, powodujące niepożądane wahania wilgotności w na wyjściu odwadniacza próżniowego. Mogą to być zmiany: podciśnienia p czyli próżni, gęstości mlecza skrobiowego ρ , prędkości obrotowej bębna odwadniacza n oraz grubości warstwy mokrej skrobi na bębnie g . Wilgotność mokrej skrobi ziemniaczanej w jest więc funkcją wymienionych zakłóceń:

$$w = f(p, \rho, n, g) \quad (1)$$

Powyższe zakłócenia występują zawsze podczas uruchamiania odwadniacza próżniowego (kiedy od początku należy nastawić wartość podciśnienia p , gęstość mlecza ρ , prędkość obrotową bębna odwadniacza n i grubość warstwy skrawanej skrobi g). Po ustaleniu się procesu odwadniania mlecza skrobiowego zakłócenia mogą pochodzić jedynie ze strony niestabilnej próżni i niestałej gęstości mlecza.

KRÓTKI OPIS ROZWAŻANYCH METOD POMIARU WILGOTNOŚCI

Wilgotność żywności. Wilgotność (wilgoć) w (%) najczęściej określa się za pomocą zależności [1,9]:

$$w = \frac{m_w}{m} \cdot 100 \quad (2)$$

w której: m_w – masa wody (wilgoci) zawartej w produkcie (kg), m – masa wilgotnej próbki produktu przed oznaczeniem wilgotności (kg).

W inżynierii spożywczej wyróżnia się również pojęcie zawartości wody (wilgoci) u (kg wody/kg suchej substancji) w produkcie [9]:

$$u = \frac{m_w}{m_s} \quad (3)$$

przy czym: m_w – masa wody albo wilgoci zawartej w produkcie (kg), m_s – masa suchej substancji zawartej w produkcie (kg).

Metoda termograwimetryczna. Często oznaczenie wilgotności w surowcach, półproduktach i produktach gotowych musi być wykonane szybko. Jest to niemożliwe do przeprowadzenia przy zastosowaniu tradycyjnej metody grawimetrycznej, tak zwanej metody suszarkowej, polegającej na ważeniu próbek, suszeniu przez kilka godzin w laboratoryjnej suszarce i ponownym ważeniu i suszeniu [3,4,9]. Przy zastosowaniu tej metody konieczne jest kilkugodzinne oczekiwanie na wynik oznaczenia wilgotności. Urządzeniem umożliwiającym nieporównywalnie szybszy pomiar wilgoci w próbce, z dokładnością oznaczenia 0,01%, jest wagosuszarka [4], oparta na metodzie termograwimetrycznej.

Wagosuszarki są jednak niechętnie stosowane przez obsługę odwadniaczy do oznaczania wilgoci mokrej skrobi ziemniaczanej, ze względu na trudności w doprowadzaniu tych urządzeń do stanu stabilnej wilgotności w czasie uruchamiania. Przygotowanie próbki do oznaczenia wilgotności za pomocą wagosuszarki jest bowiem złożone, a czas pomiaru stanowczo za długi, kiedy zachodzi konieczność wykonania w krótkim okresie czasu dużej ilości pomiarów zawartości wody w skrobi opuszczającej odwadniacz.

Z dostępnej literatury wynika, że metody elektryczne stworzyły możliwość skrócenia czasu dokonywania pomiarów wilgotności [5,8], mimo że właściwości elektryczne artykułów rolniczych i żywnościowych są najmniej zbadane [1,2,3].

Metoda konduktancyjna. Zależność konduktancji elektrycznej G (S) wielu artykułów rolniczych i żywnościowych od ich wilgotności w (%) można wyrazić równaniem [1]:

$$G = \frac{w^n}{A} \quad (4)$$

w którym: A , n – stałe zależne od konstrukcji czujnika pomiarowego i właściwości fizykochemicznych badanego artykułu.

Wyniki pomiaru konduktancji (4) zależą od wzajemnego położenia elektrod pomiarowych, napięcia pomiarowego, czasu przepływu natężenia prądu przez produkt przed dokonaniem odczytu, temperatury, składu chemicznego i sprasowania produktu [9].

Z elektrotechniki teoretycznej znana jest też następująca postać na konduktancję elektryczną:

$$G = \frac{\gamma \cdot S}{d} \quad (5)$$

w której: d – wysokość (grubość) próbki (m), S – pole powierzchni próbki (m^2), γ – konduktywność elektryczna artykułu ($S \cdot m^{-1}$), zależna między innymi od jego gęstości ρ [1].

Ponieważ podczas pomiaru konduktancji (5) pole powierzchni S i wysokość próbki d są stałe, konduktancja zależy wyłącznie od konduktywności γ badanego artykułu.

Metoda pojemnościowa. Artykuły rolnicze i żywnościowe wykazują zróżnicowane właściwości dielektryczne w zmiennych polach elektrycznych przy częstotliwościach

małych, radiowej i mikrofalowych [2,5,7]. Są one określane względną przenikalnością elektryczną ϵ_r [3] i współczynnikiem stratności dielektrycznej $tg\delta$ [4,5], które to wielkości można zmierzyć za pomocą czujnika pojemnościowego. Przenikalność elektryczną ϵ_r określa zależność:

$$\epsilon_r = \frac{C}{C_0} \quad (6)$$

w której: C – pojemność elektryczna czujnika z badanym artykułem jako dielektrykiem (F), C_0 – pojemność czujnika z próżnią jako dielektrykiem (F).

Z kolei pojemność elektryczną C czujnika, skonstruowanego na zasadzie dwupłytkowego kondensatora płaskiego, opisuje równanie:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{d} S \quad (7)$$

w którym: ϵ_0 – przenikalność elektryczna próżni, równa $8,854 \cdot 10^{-12}$ F/m, ϵ_r – przenikalność elektryczna względna badanej substancji, równa $\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$, S – pole powierzchni elektrody czujnika (m^2), d – wysokość próbki badanej substancji (m).

Podczas pomiaru pojemności elektrycznej C pole powierzchni S , wysokość d , przenikalność elektryczna ϵ_0 są stałe, stąd pojemność C zależy wyłącznie od przenikalności elektrycznej względnej ϵ_r , a tym samym od przenikalności elektrycznej próbki ϵ .

Ogólnie można przyjąć, że artykuły rolnicze i żywnościowe składają się z cząstek wody i suchej substancji lub wody, suchej substancji i powietrza [7]. Jednak problemem ustalenia zależności między właściwościami dielektrycznymi takiej mieszaniny i stopniem zgęszczenia poszczególnych jej składników jest trudny i dotąd nie doczekał się zadowalającego rozwiązania [4,9]. Niemniej, podstawą pomiarów są znaczne różnice między względną przenikalnością elektryczną wody ($\epsilon_r = 81$) i suchej substancji badanego artykułu, które pozwalają wyznaczyć wilgotność w na skutek zmian pojemności czujnika C .

MATERIAŁ I METODA BADAŃ

Materiałem badawczym była mokra skrobia ziemniaczana o wilgotności $w = \{44,2; 41,8; 39,7; 38,3; 36,1; 34,2; 31,8; 29,8\}$ %, uzyskana w procesie odwadniania mlecza skrobiowego w warunkach półtechnicznych. Mleczko skrobiowe przeznaczone do odwadniania otrzymano z wymieszania skrobi ziemniaczanej „Superior” z wodą w ściśle określonej proporcji, odpowiadającej gęstości mlecza stosowanego w warunkach przemysłowych. Mleczko odwadniano za pomocą doświadczalnego odwadniacza próżniowego.

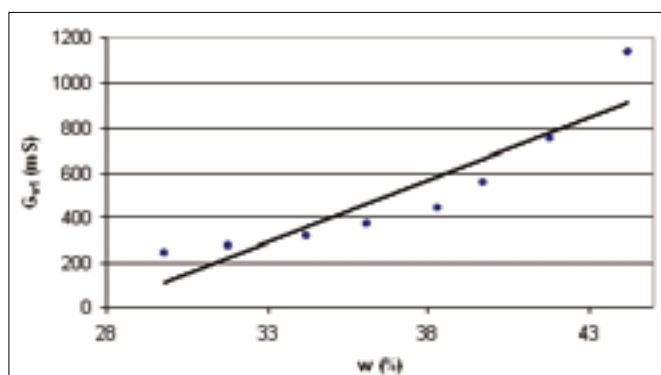
Powyższe wilgotności przyjęto za właściwe do doboru szybkiej – elektrycznej metody pomiaru wilgoci w mokrej skrobi ziemniaczanej na wyjściu przemysłowego odwadniacza próżniowego, podczas jego uruchomienia w następstwie awaryjnego lub planowanego postoju i doprowadzania procesu odwadniania mlecza skrobiowego do stanu ustalonego. Założono, że wilgotność mokrej skrobi na wyjściu odwadniacza zmienia się wtedy w przedziale $w < 44,2; 36 >$ %, przy czym wartość 36% odpowiada wilgotności ustalonej – żądanej. Uznano również za możliwe przeregulowanie procesu odwadniania mlecza skrobiowego w czasie osiągnięcia przez

odwadniacz stanu ustalonej pracy i uzyskania na jego wyjściu wilgotności skrobi niższej niż żądanej $w \in <36;30>\%$.

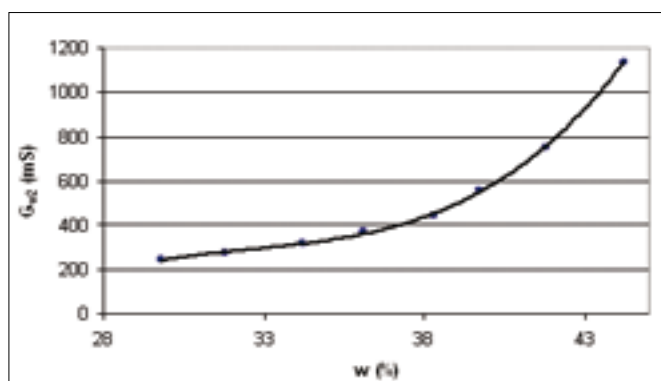
Z ośmiu partii mokrej skrobi ziemniaczanej o podanych wyżej wilgotnościach przygotowywano próbki, które umieszczano pomiędzy elektrodami czujnika, po czym mierzono ich konduktancje elektryczne G (mS) i pojemności elektryczne C (pF), przy zachowaniu stałej grubości materiału badanego i stałego nacisku na elektrodę ruchomą urządzenia pomiarowego. Miara wilgotności badanej próbki była więc konduktancja albo pojemność elektryczna między elektrodami czujnika. Pomiary elektryczne wykonano automatycznym mostkiem pojemności w sześciu powtórzeniach, a wilgotność próbek oznaczano za pomocą wagosuszarki Sartoriusa.

WYNIKI I DYSKUSJA

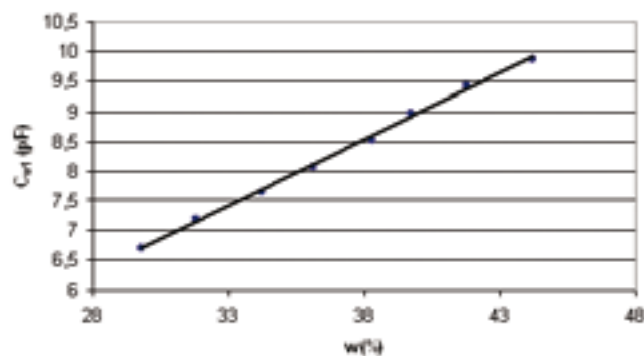
Na podstawie uzyskanych wyników badań przeprowadzono analizę zależności konduktancji elektrycznej i pojemności elektrycznej od wilgotności mokrej skrobi ziemniaczanej. Na analizę tę składały się: równania regresji liniowej i nieliniowej (8)-(11), współczynniki korelacji i współczynniki determinacji oraz wykresy prostych i krzywych regresji (rys.1-4).



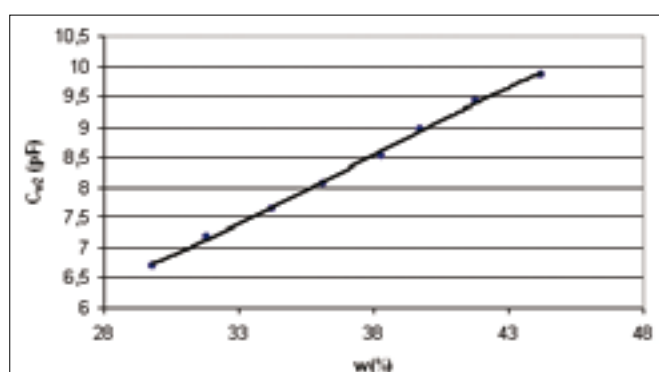
Rys. 1. Prosta korelacji pomiędzy konduktancją elektryczną G_{w1} a wilgotnością mokrej skrobi ziemniaczanej w :
 $w \in <29,8;44,2> \% \Rightarrow G_{w(1)} \in <114,0;912,5> mS$
 $G_{w1} = 55,452 w - 1538,5; r = 0,9082; r^2 = 0,824845.$



Rys. 2. Krzywa korelacji pomiędzy konduktancją elektryczną G_{w2} a wilgotnością mokrej skrobi ziemniaczanej w :
 $w \in <29,8;44,2> \% \Rightarrow G_{w(2)} \in <244,3;1136,5> mS$
 $G_{w2} = 0,4394 w^3 - 43,064 w^2 + 1421,3 w - 15496;$
 $R = 0,9997; R^2 = 0,9994.$



Rys. 3. Prosta korelacji pomiędzy pojemnością elektryczną C_{w1} a wilgotnością mokrej skrobi ziemniaczanej w :
 $w \in <29,8;44,2> \% \Rightarrow C_{w(1)} \in <6,70;9,91> pF$
 $C_{w1} = 0,223 w + 0,0564; r = 0,9989; r^2 = 0,9978.$



Rys. 4. Krzywa korelacji pomiędzy pojemnością elektryczną C_{w2} a wilgotnością mokrej skrobi ziemniaczanej w :
 $w \in <29,8;44,2> \% \Rightarrow C_{w(2)} \in <8,05;14,16> pF$
 $C_{w2} = 0,0002 w^3 + 0,0279 w^2 - 0,8088 w + 12,668;$
 $R = 0,9991; R^2 = 0,9982.$

Szukane równania regresji konduktancji elektrycznej $G_{w1} = f(w)$, $G_{w2} = g(w)$ i pojemności elektrycznej $C_{w1} = h(w)$, $C_{w2} = i(w)$ oraz odpowiadające im współczynniki korelacji liniowej r i krzywoliniowej R oraz determinacji r^2 i R^2 dla przedziału wilgotności $w \in <29,8;44,2> \%$ są następujące:

- prosta (rys.1): $G_{w1} = 55,452 w - 1538,5; r = 0,9082; r^2 = 0,8248$ (8)
- krzywa (rys.2): $G_{w2} = 0,4394 w^3 - 43,064 w^2 + 1421,3 w - 15496; R = 0,9997; R^2 = 0,9994,$ (9)
- prosta (rys. 3): $C_{w1} = 0,223 w + 0,0564; r = 0,9989; r^2 = 0,9978,$ (10)
- krzywa (rys. 4): $C_{w2} = -0,0002 w^3 + 0,0279 w^2 - 0,8088 w + 12,668; R = 0,9991; R^2 = 0,9982$ (11)

Łatwo zauważyć, że równania regresji liniowej (8) i (10) są funkcjami liniowymi o postaci matematycznej $y = ax + b$, w której a jest współczynnikiem kierunkowym prostej, natomiast b jest wyrazem wolnym odpowiadającym rzędnej y przy $x = 0$. Ponieważ współczynniki kierunkowe równań regresji prostoliniowej (8) i (10) są większe od zera, funkcje są funkcjami rosnącymi, o czym świadczą również rosnące proste regresji (rys. 1,3). Z kolei równania regresji

krzywoliniowej (9) i (11) są funkcjami wielomianowymi stopnia trzeciego o postaci matematycznej $y = ax^3 + bx^2 + cx + d$, w której a, b, c są współczynnikami wielomianu, zaś współczynnik d jest wyrazem wolnym. Równania regresji nieliniowej (9) i (11) są funkcjami rosnącymi, co obrazowo przedstawiają wykresy krzywych (rys. 2, 4).

Wysokie współczynniki korelacji prostoliniowej i krzywoliniowej, zawarte przedziale 0,9-1,0, świadczą o bardzo silnym związku korelacyjnym konduktancji elektrycznej i pojemności elektrycznej z wilgotnością mokrej skrobi ziemniaczanej. Z wartości współczynników korelacji wynika, że dla krzywych regresji (9) i (11) (rys. 2, 4) siła związku korelacyjnego jest większa niż dla prostych regresji (8) i (10) (rys. 1, 3), bo w istocie konduktancja elektryczna i pojemność elektryczna nie zmieniają się prostoliniowo ze zmianą wilgotności, lecz nieliniowo, co można uzasadnić na podstawie równań (4), (5) i (7).

Z równania (4) wynika wprost, że konduktancja elektryczna G rośnie nieliniowo w miarę zwiększania się wilgotności w , natomiast w zależności (5) zjawisko to wypływa z rosnącej nieliniowo konduktywności γ ze wzrostem wilgoci w [1]. Nieliniowa z kolei zależność pojemności elektrycznej C od wilgotności w jest następstwem nieliniowego wzrostu względnej przenikalności elektrycznej $\epsilon_r = \epsilon/\epsilon_0$ (7) wskutek zwiększającej się nieliniowo przenikalności elektrycznej ϵ ze wzrostem wilgoci w [3,8]. Powyższy wywód teoretyczny potwierdza trafność doboru równań regresji krzywoliniowej (9) i (11) (rys. 2 i 4) o bardzo silnych, najsilniejszych spośród pozostałych równań regresji, związkach korelacyjnych. Nie oznacza to jednak, że w technice pomiarów nie należy stosować równań regresji prostoliniowej, wprost przeciwnie w metrologii często stosuje się linearyzację krzywych.

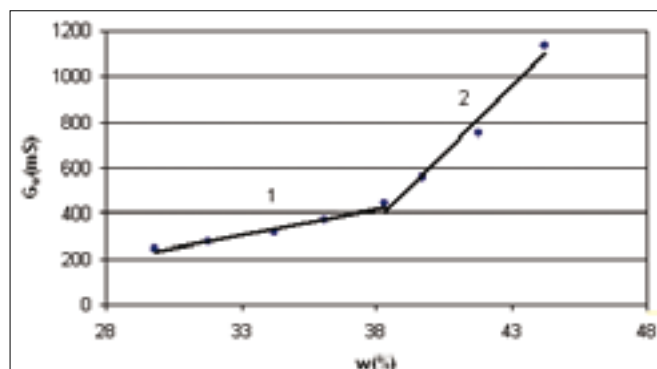
Stosowalność opracowanych równań regresji (8) do (11) ogranicza się do wilgotności mokrej skrobi ziemniaczanej zawartej w przedziale $w \in <29,8; 44,2>\%$, któremu odpowiadają następujące przedziały konduktancji i pojemności elektrycznej: $G_{w1} \in <114,0; 912,5>mS$, prosta (rys. 1); $G_{w2} \in <244,3; 1136,5>mS$, krzywa (rys. 2); $C_{w1} \in <6,70; 9,91>pF$, prosta (rys. 3); $C_{w2} \in <8,05; 14,16>pF$, krzywa (rys. 4).

Z wyznaczonych różnic dolnych i górnych wartości wilgotności, konduktancji i pojemności elektrycznej w powyższych przedziałach $\Delta w = 14,4\%$, $\Delta G_{w1} = 798,5mS$, $\Delta G_{w2} = 892,2mS$, $\Delta C_{w1} = 3,21pF$ i $\Delta C_{w2} = 6,11pF$ wynika, że najkorzystniejszym zakresem pomiarowym czujnika wilgotności jest przedział konduktancji $G_{w2} \in <244,3; 1136,5>mS$, charakteryzujący się największą różnicą $\Delta G_{w2} = 892,2mS$. Poza tym krzywa regresji $G_{w2} = g(w)$ posiada wysoce istotny związek korelacyjny ($R = 0,9868$) decydujący również o doborze tej krzywej korelacji (rys. 2) do dalszych rozważań.

Dobierając powyższą krzywą do pomiaru wilgotności mokrej skrobi ziemniaczanej należy uwzględnić zasadę, że przy konstruowaniu przyrządów pomiarowych istotne jest takie dobranie czujnika, aby zależność pomiędzy wielkością wskazaną, w tym przypadku konduktancją, a wielkością mierzoną – wilgotnością była prostoliniowa. Przeważnie jest to zależność zbliżona do prostoliniowej na tyle, aby można było pominąć błędy przetwarzania. Mając powyższe na

uwadze krzywą regresji (rys. 2) zastąpiono dwoma prostymi regresji 1 i 2 (rys. 5) o następujących równaniach:

- prosta 1 (rys. 5): $G_{w(1)} = 23,041 w - 453,69$; $r_{w(1)} = 0,9840$; $r^2_{w(1)} = 0,9682$, (12)
- prosta 2 (rys. 5): $G_{w(2)} = 116,41 w - 4049,8$; $r_{w(2)} = 0,9868$; $r^2_{w(2)} = 0,9738$. (13)



Rys. 5. Proste korelacji pomiędzy konduktancją elektryczną $G_{w(1)}$, $G_{w(2)}$ a wilgotnością mokrej skrobi ziemniaczanej w :

$$w_{w(1)} \in <29,8; 38,3>\% \Rightarrow G_{w(1)} \in <232,93; 428,78>mS;$$

$$w_{w(2)} \in <38,3; 44,2>\% \Rightarrow G_{w(2)} \in <408,70; 1095,52>mS;$$

$$G_{w(1)} = 23,041 w - 453,69; r_{w(1)} = 0,9840; r^2_{w(1)} = 0,9682;$$

$$G_{w(2)} = 116,41 w - 4049,8; r_{w(2)} = 0,9868; r^2_{w(2)} = 0,9738.$$

Wysokie współczynniki korelacji liniowej świadczą o bardzo silnym związku korelacyjnym pomiędzy konduktancją elektryczną, a wilgotnością mokrej skrobi ziemniaczanej dobranych prostych, silniejszym niż w przypadku prostej regresji zaprezentowanej na rysunku 1.

Podczas prowadzonych badań stwierdzono, że czas przygotowywania próbki nie przekraczał 1,5 minuty, natomiast czas pomiaru był nieuchwytny.

PODSUMOWANIE

Stwierdzono wprost proporcjonalną zależność między wilgotnością, a konduktancją elektryczną dla dwóch zakresów pomiarowych, odpowiadających prostym regresji 1 i 2 (rys. 5). Związki te są wysoce istotne, o współczynnikach korelacji liniowej 0,9840 i 0,9868, co pozwala wykorzystać je w praktyce krochmalniczej dla określenia wartości wilgotności mokrej skrobi ziemniaczanej na podstawie zmierzonej konduktancji elektrycznej badanej próbki za pomocą wyznaczonych równań regresji:

$G_{w(1)} = 23,041 w - 453,69$ oraz $G_{w(2)} = 116,41 w - 4049,8$. Stosowalność powyższych wzorów empirycznych ograniczona jest do wilgotności mokrej skrobi ziemniaczanej w przedziałach $w_{w(1)} \in <29,8; 38,3>\%$ i $w_{w(2)} \in <38,3; 44,2>\%$.

W przypadku nie wycechowanego przyrządu pomiarowego w procentowej wilgotności, wielkość tę zaleca się określać na podstawie tabeli z podanymi wartościami konduktancji elektrycznej i przynależnymi im wilgotnościami dla podanych wyżej zakresów pomiarowych wilgotności $w_{w(1)}$ i $w_{w(2)}$.

Czas przygotowania próbki do pomiaru konduktancji elektrycznej nie przekracza 90 s, a sam pomiar jest natychmiastowy. Dokładność pomiaru wilgotności metodą konduktancyjną wynosi według danych literaturowych $\pm 1\%$ [1].

LITERATURA

- [1] **Domagała A. 1995.** *Analyse der Anwendungsmöglichkeit konduktometrischer Feuchtigkeitsbestimmung von Speisekartoffel-Würfel.* Ind. Obst – u. Gemüseverwert., 70, 1, 16-27.
- [2] **DOMAGAŁA A. 1995.** *Möglichkeiten des Einsatzes von Mikrowellen zur Bestimmung der Feuchtigkeit von gewürfelten Speisekartoffeln.* Ind. Obst – u. Gemüseverwert., 70, 8, 3661-3666.
- [3] **JANUS P., GAWRYSIĄK-WITULSKA M., GAWALEK J., DOMAGAŁA A. 2001.** *Możliwości oznaczania wilgotności suszu marchwi na podstawie jego właściwości dielektrycznych.* Roczniki AR Poznań CCCXXXVI Technologia Żywności, 24, 45-33.
- [4] **MROZKOWSKI A., ZARĘBSKI A. 1993.** *Wyznaczenie współczynnika stratności dielektrycznej wybranych warzyw metodą transmisyjną.* VI Konferencja Naukowo-Techniczna „Budowa i eksploatacja maszyn w przemyśle spożywczym”, Politechnika Gdańska, Gdańsk 23-24 września 1993.
- [5] **NELSON S.O., CHARITY L.F. 1995.** *Dielectric Properties of Grein Sees in the 1 to 50 Mc Range.* Trans. ASAE VIII, 1, 38-48.
- [6] **JARCZYK A. 2001.** *3 Technologia żywności.* WSiP, Warszawa.
- [7] **NOWOTNY F. (red.) 1972.** *Technologia przetwórstwa ziemniaczanego.* WNT, Warszawa.
- [8] **STELTSON L.E., NELSON S.O. 2001.** *Audiofrequency Dielectric of Grein and Seed.* Trans. ASAE XV, 1, 180-188.
- [9] **STRUMILLO CZ. 1988,** *Podstawy teorii i techniki suszenia,* WNT. Warszawa.

**SELECTION OF METHOD OF PROMPT
MEASUREMENT OF MOISTURE CONTENT
IN POTATO STARCH LEAVING
DEWATERER OF STARCH MILK**

SUMMARY

The paper presents relationship between electrical conductance and moisture content in wet potato starch as well as relationship between electrical capacitance and moisture content. Electrical conductance and electrical capacitance of the investigated sample was measured using sensor connected to electrical meter. Moisture content in sample was determined with thermogravimetric analysis using moisture balance. Research results were analysed statistically in the form of regression lines and correlation equations. The time it took to prepare the sample to measure electrical conductance and electrical capacitance was not longer than 90s. The time of moisture content measurement was immediate. Electrical conductance method is recommended to measure the moisture content.