

Dr inż. Sławomir OBIDZIŃSKI

Inż. Kamil SZULC

Zakład Inżynierii Rolno-Spożywczej i Leśnej, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska
Politechnika Białostocka

BADANIA PROCESU MECHANICZNEGO ODWADNIANIA WYCIERKI ZIEMNIACZANEJ®

The investigation of the mechanical dehydrating process of potato pulp®

Praca wykonana w ramach pracy statutowej S/WBiis/0/2014

Słowa kluczowe: wycierka ziemniaczana, odwadnianie, nacisk odwadniający, wilgotność.

W artykule przedstawiono wyniki badań mechanicznego odwadniania wycierki ziemniaczanej, które posłużą do zaprojektowania, w przyszłości układu roboczego urządzenia odwadniającego. Proces odwadniania wycierki ziemniaczanej realizowany był z wykorzystaniem prasy hydraulicznej oraz specjalnie zaprojektowanego układu odwadniającego „tłok odwadniający – komora – matryca”, umieszczonego pomiędzy tłokiem górnym i dolnym prasy. Proces odwadniania przeprowadzono przy naciskach: 6,96; 17,40; 26,10; 34,80 i 43,49 MPa przy trzech masach próbek wycierki 100, 150 i 200 g. Przeprowadzone badania wykazały, że masa próbki przed odwodnieniem oraz wartości nacisków odwadniających to parametry mające istotny wpływ na stopień odwodnienia i wilgotność wycierki po odwodnieniu.

Key words: potato pulp, dehydrate, dehydrate pressure, moisture.

The paper presents the results of investigations of the mechanical dehydration of potato pulp, which will be use to designing of the working arrangement of the dehydrating device in the future. The dehydrating process of potato pulp was realized by using of the hydraulic press and the dehydrating arrangement „the dehydrating piston – the chamber – the matrix”, designed for the investigations especially, witch was placed during the investigations among the upper and bottom piston of the press. The dehydrating process was conducted near dehydrating pressures: 6,96; 17,40; 26,10; 34,80 and 43,49 MPa with the three masses of samples of potato pulp 100, 150 and 200 g. Conducted investigations showed, that the mass of the sample before dehydration and the value of the dehydrating pressures are parameters witch have the significant influence on the dehydration degree and potato pulp moisture after dehydration.

WPROWADZENIE

Odpady pochodzenia rolno-spożywczego powstające w zakładach przetwórstwa spożywczego (ubojniach, browarach, gorzelniach oraz w innych zakładach produkujących i przetwarzających żywność jak również w gospodarstwach rolnych) zazwyczaj trafiają z powrotem do odzysku, część z nich jest magazynowana, a część unieszkodliwiana poza składowiskiem. Odpady roślinne wykorzystywane są do produkcji pasz, nawozów, komponentów do kompostu, niektóre z nich służą także do produkcji alkoholu, biogazu, kwasów organicznych czy barwników [5, 8, 11 22].

Jednym z roślinnych odpadów poprodukcyjnych jest wycierka ziemniaczana, będąca produktem ubocznym procesu produkcji skrobi ziemniaczanej. Ze względu na swoje właściwości, wycierka ziemniaczana jest bardzo atrakcyjnym dodatkiem do pasz. Według Boguckiego i Neja [4], krowy mogą pobierać od 20 do 25 kg dziennie świeżej wycierki ziemniaczanej, natomiast opasy do 30 kg. Wycierka posiada małą zawartość białka, dzięki czemu można ją stosować w okresie żywienia krów różnego rodzaju zielonkami. Natomiast suszoną wycierkę ziemniaczaną można podawać krowom

w ilościach do 3 kg dziennie [4]. Wycierka może być również wykorzystana do produkcji etanolu [1, 9, 15], bądź metanu przez fermentację beztlenową [8]. Ponadto ma ona wysokie właściwości energetyczne [17, 21]. Wartość energetyczna pozostałości ziemniaczanych jest porównywalna z makuchem, co stwarza możliwość wykorzystania ich do produkcji paliw stałych w postaci granulatu lub brykietu [18,19]. Jednakże, surowiec ten ma wielką wadę, którą jest wysoka wilgotność. Według wielu badaczy [13, 14, 23] wycierka jest produktem nietrwałym i wymaga szybkiej przeróbki w trakcie kampanii ziemniaczanej.

Aby wydłużyć przydatność wycierki do użytkowania lub stosować ją jako dodatek do innych produktów roślinnych, poszukuje się sposobu na zmniejszenie jej wilgotności. Jednym z nich jest odwadnianie mechaniczne, polegające na mechanicznym odprowadzeniu wody z badanego materiału. Proces ten zapewnia lepsze przechowywanie i magazynowanie oraz przedłuża termin przydatności. Odwadnianie mechaniczne można przeprowadzić za pomocą pras wyciskających, wyżymaczek lub z wykorzystaniem wirówek. W porównaniu z termicznym procesem suszenia, mechaniczne odwadnianie wymaga znacznie mniejszego nakładu

energetycznego [6]. Odwadnianie metodą mechaniczną posiada jednak znaczne ograniczenie, ponieważ jak podaje Olivier i współpracownicy [20], którzy odwadniali osady ściekowe, maksymalna zawartość suchej masy, jaką można osiągnąć, wynosi około 30%,

Badania procesu mechanicznego odwadniania wykazały, że istotny wpływ na jego przebieg i efekt końcowy ma wiele czynników: zawartość substancji stałych, uwodnienie początkowe, jakość osadów, wstępne przygotowanie osadów oraz opór właściwy [2, 3, 10].

W przypadku wycierki ziemniaczanej, jak podaje Kumi-der [11], w celu zwiększenia stopnia odwodnienia, a tym samym poprawienia bilansu energetycznego, wprowadza się czynność techniczną tzn. wapnowanie wycierki. Pozwala to na uzyskanie wycierki o zawartości suchej masy ok. 30 %, która w takim stanie może być poddana granulacji. Zawiera ona wówczas 9 % popiołu.

Mechanicznym odwadnianiem odpadów spożywczych zajmowali się również inni autorzy. Chen i współpracownicy [7], odwadniali pozostałości powstające przy posiłkach i wykorzystywali je jako karmę dla kurcząt. Carruthers i Pirie [6], badali proces mechanicznego odwadniania rozdrobnionych ziemniaków.

Celem artykułu jest określenie wpływu podstawowych parametrów procesu mechanicznego odwadniania wycierki ziemniaczanej, które posłużą do zaprojektowania układu roboczego urządzenia odwadniającego na większą skalę.

MATERIAŁ I METODYKA BADAWCZA

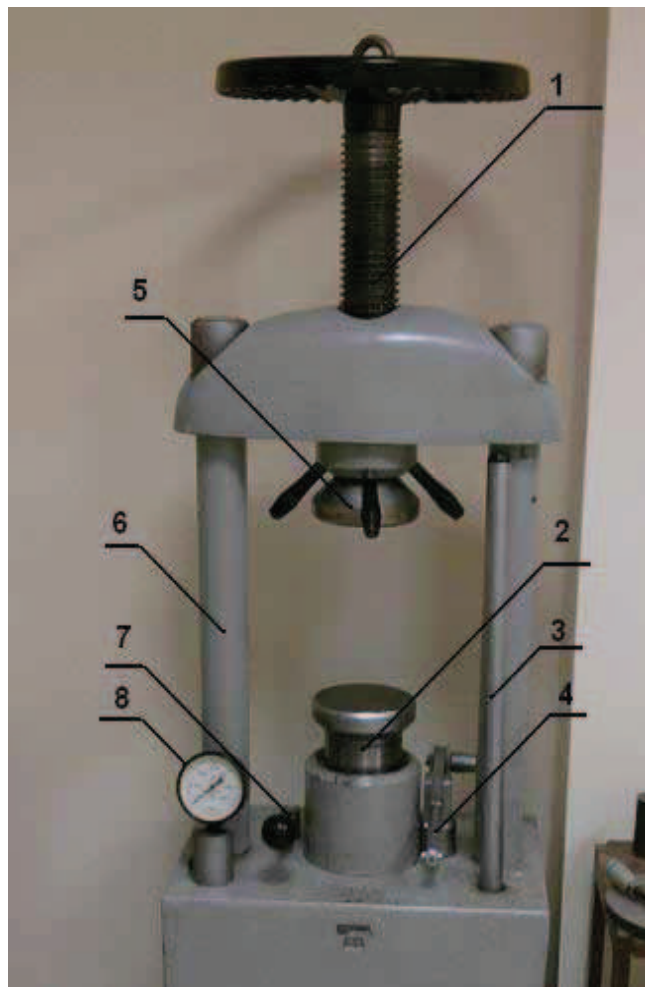
W artykule przedstawiono wyniki badań procesu odwadniania wycierki ziemniaczanej pozostającej jako odpad (jałowa miazga), wytworzony wskutek wymycia prawie całej skrobi z miazgi ziemniaczanej, przy produkcji skrobi ziemniaczanej w zakładach PEPEES S.A w Łomży.

Proces odwadniania wycierki ziemniaczanej realizowany był z wykorzystaniem prasy hydraulicznej Carl Zeiss Jena (rys. 1) oraz specjalnie zaprojektowanego na potrzeby badań układu odwadniającego „tłok odwadniający – komora – matryca” (rys. 2), umieszczonego pomiędzy tłokiem górnym 5 i dolnym 2.

Głównym elementem roboczym prasy hydraulicznej Carl Zeiss Jena (rys. 1) jest tłok dolny 2, który wysuwa się pod wpływem ciśnienia hydraulicznego. Ciśnienie na tłoku 2 uzyskiwane jest za pomocą ręcznej pompki 4. Wartość zadanego ciśnienia jest mierzona i kontrolowana z wykorzystaniem manometru 8. W górnej części prasy znajduje się śruba 1 (zakończona tłokiem 5), osadzona w korpusie, który porusza się po prowadnicach 6. Z wykorzystaniem śruby 1 regulowana jest przestrzeń dociskowa pomiędzy tłokiem 5 i tłokiem 2. Do upustu ciśnienia z tłoka służy dźwignia tłoka 7.

Odwadnianie wcześniej, z wykorzystaniem wagi WPE 300, odpowiednią masę wycierki wprowadzano do komory odwadniania 3 (rys. 2) o średnicy 40 mm, do której od dołu przykręcona była za pomocą śrub 5 matryca 2 (z 8 otworami o średnicy 3 mm, wykonanych na okręgu \varnothing 40 mm oraz jednym otworem umieszczonym centralnie), ustawiona na pod-

stawie 1 podtrzymującej układ odwadniający. Na matrycy 2, na dnie komory 3, umieszczono filtr z dziesięciu warstw tkaniny, który zapobiegał przedostawaniu się wycierki przez otwory w matrycy.



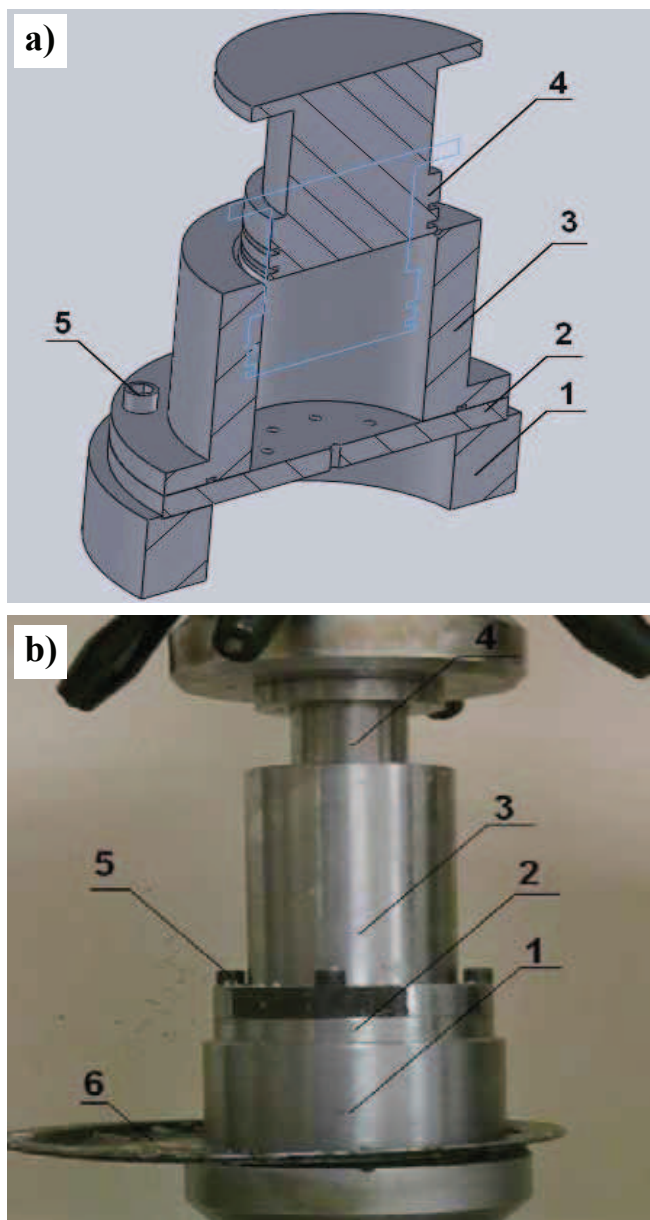
Rys. 1. Prasa hydrauliczna Carl Zeiss Jena: 1 – śruba regulacji położenia tłoka górnego, 2 – tłok odwadniający, 3 – ramię dźwigni, 4 – dźwignia pompki ręcznej, 5 – tłok górny, 6 – prowadnice prasy, 7 – dźwignia spustu ciśnienia, 8 – manometr.

Fig. 1. The Carlzeiss Yen hydraulic press: 1 – screw of the control of the position upper piston, 2 – dehydrating piston, 3 – the shoulder of the lever, 4 – lever of hand pump, 5 – upper piston, 6 – runners of the press, 7 – lever to the trigger of pressure, 8 – manometer.

Źródło: Fotografia i opracowanie własne
Source: the picture and own study

Z góry do komory odwadniającej 3 wprowadzono tłok 4 (rys. 2), który wywierał nacisk na wycierkę, przemieszczając ją w kierunku matrycy 2 (rys. 2), co powodowało wydostawanie się wycierki wody przez otwory w matrycy 2 (rys. 2). Wydostająca się woda z wycierki wypływała swobodnie z komory odwadniającej 3 na podstawę 6 (rys. 2).

Badania procesu odwadniania przeprowadzono przy naciskach odwadniających: 6,96 MPa, 17,40 MPa, 26,10 MPa, 34,80 MPa oraz 43,49 MPa przy trzech masach próbek wycierki: 100, 150, oraz 200 g.



Rys. 2. Specjalny układ odwadniający „tłok odwadniający – komora – matryca”: a) przekrój układu, b) widok układu: 1 – podstawa dolna, 2 – matryca, 3 – komora odwadniająca, 4 – tłok odwadniający, 5 – śruba mocująca, 6 – podstawa na wypływającą wodę.

Fig. 2. The special dehydrate arrangement „the dehydrating piston- the chamber- the matrix”: a) the sectional view of the arrangement, b) the view of the arrangement: 1 – basis bottom, 2 – matrix, 3 – dehydrating chamber, 4 – dehydrating piston, 5 – fixing screw, 6 – basis for sailing out water.

Źródło: Fotografia i opracowanie własne
Source: the picture and own study

Wszystkie oznaczenia mas odwadnianej próbki przed odwadnianiem i po odwodnieniu, przy kolejnych naciskach odwadniających wykonano w trzech powtórzeniach.

Po każdej próbie odwadniania, również w trzech powtórzeniach, dla każdej próbki oznaczono:

- masę odwadnianej próbki (z wykorzystaniem wagi WPE 300),

- stopień odwodnienia wycierki korzystając ze wzoru:

$$S_o = \frac{m_p - m_k}{m_p} \cdot 100 (\%) \quad (1)$$

gdzie: S_o – średni stopień odwodnienia (%),

m_p – masa odwadnianej próbki wycierki (g),

m_k – średnia masa po odwodnieniu (g).

- wilgotność odwadnianych próbek z wykorzystaniem wagosuszarki WPE 300S,
- wilgotność odwadnianych próbek po 48 godzinach z wykorzystaniem wagosuszarki WPE 300S,

Poza tym wykonano również fotografie odwadnianych próbek.

Oznaczanie wilgotności wycierki wykonano zgodnie z PN-76/R-64752 za pomocą wagosuszarki WPE 300S z dokładnością 0,01 %.

Otrzymane wyniki badań zostały poddane obróbce statystycznej z wykorzystaniem oprogramowania Statistica.10.0 PL.

WYNIKI BADAŃ

W tabeli 1 przedstawiono wyniki badań procesu odwadniania 100, 150 oraz 200 g wycierki poddanej naciskom tłoka 6,96; 17,40; 26,10; 34,80 oraz 43,49 MPa.

Tabela 1. Wyniki badań procesu odwadniania wycierki ziemniaczanej

Table 1. The results of the investigations of the dehydrating process of potato pulp

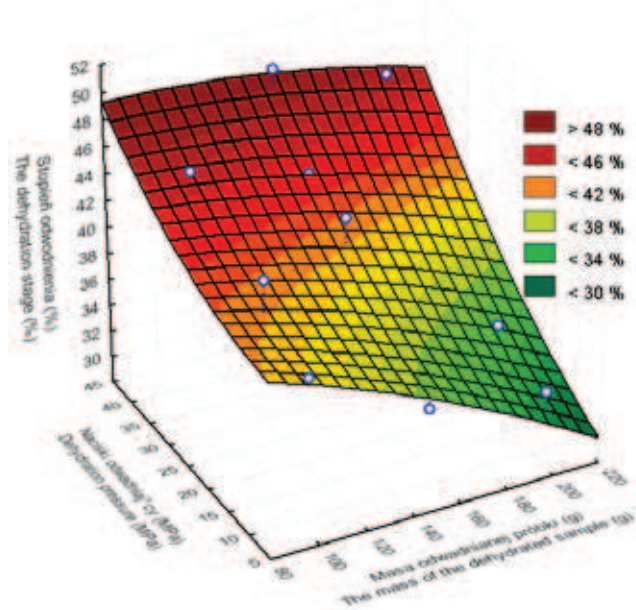
Zmienne (parametry) niezależne		Zmienne zależne (parametry oznaczane) – wartości średnie		
Masa odwadnianej próbki (g)	Nacisk (MPa)	Wilgotność po odwodnieniu (%)	Wilgotność po 48 h (%)	Stopień odwodnienia (%)
100	6,96	79,8a	52,9	39,7
100	17,40	76,2a	48,2	43,4
100	26,10	78,5a	67,4	41,8
100	34,80	80,1a	60,3	46,2
100	43,49	77,5a	60	47,1
150	6,96	81,9a	72,8	34,9
150	17,40	81,4a	68,5	36,7
150	26,10	81,1a	68,3	43,1
150	34,80	77,1a	64,6	43,9
150	43,49	75,1a	62,4	49,3
200	6,96	79,1a	71,7	33,7
200	17,40	81,4a	76,4	35,4
200	26,10	81,4a	72,8	37,3
200	34,80	81,8a	71,8	40,2
200	43,49	80,0a	69,1	46,9
Wycierka nieodwodniona	Wilgotność wycierki przed odwadnianiem – 85,6 %	80,7	–	–

Źródło: Opracowanie własne
Source: own study

Na rys. 3 przedstawiono wpływ czynników materiałowo-procesowych (masa odwadnianej próbki i nacisk tłoka odwadniającego) na uzyskany stopień odwodnienia wycierki ziemniaczanej.

Na podstawie przeprowadzonych badań (tab. 1 i rys. 3) stwierdzono, że zwiększenie masy odwadnianej próbki oraz zwiększenie nacisku tłoka odwadniającego ma istotny wpływ na stopień odwodnienia badanej wycierki.

Przeprowadzona jednoczynnikowa analiza wariacji (jednowymiarowy test istotności Kołmogorowa-Smirnowa) na poziomie istotności $P = 0,05$, pozwoliła na stwierdzenie braku istotnych różnic pomiędzy uzyskanymi wartościami wilgotności wycierki po odwodnieniu, otrzymanych przy rosnących naciskach odwadniających tłoka.



Rys. 3. Zależność stopnia odwodnienia wycierki ziemniaczanej od masy odwadnianej próbki i nacisku odwadniającego tłoka.

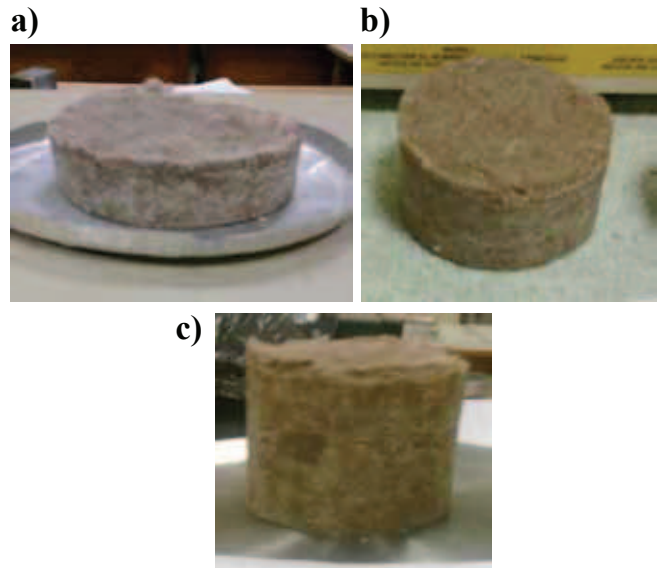
Fig. 3. The dependence of the dehydration stage of potato pulp from the mass of dehydrate sample and dehydration pressure of the piston.

Źródło: Opracowanie własne
Source: own study

Wzrost nacisku tłoka odwadniającego z 6,96 do 43,49 MPa spowodował wzrost stopnia odwodnienia o 31,6 % z wartości 33,7 do 49,3 %. Przykładowo zwiększenie nacisku z 6,96 do 43,49 MPa przy masie próbki 100 g spowodowało zwiększenie stopnia odwodnienia o 15,7 % z wartości 39,7 do 47,1 %, zaś przy masie 200 g stopień odwodnienia zwiększył się o 28,1 % z 33,7 do 46,9 %.

Zwiększenie masy odwadnianej próbki ze 100 do 200 g spowodowało spadek stopnia odwodnienia o 31,6 % z wartości 49,3 do 33,7 %. Przykładowo zwiększenie masy z 100 do 200 g przy nacisku 6,96 MPa spowodowało spadek stopnia odwodnienia próbki o 15,1 % z wartości 39,7 do 33,7 %, zaś przy nacisku 17,40 MPa nastąpił spadek stopnia odwodnienia o 18,4 % z wartości 43,4 do 35,4 %.

Na rys. 4 przedstawiono widok przykładowych trzech próbek wycierki ziemniaczanej po odwodnieniu, otrzymanych z masy początkowej 100, 150 oraz 200 g pod naciskiem tłoka odwadniającego 6,96 MPa.



Rys. 4. Widok odwodnianych próbek wycierki przy nacisku 6,96 MPa: a) o masie 100 g, b) o masie 150 g, c) o masie 200 g.

Fig. 4. The view of the potato pulp samples dehydrated by the pressure 6,96 MPa: a) about the mass 100 g, b) about the mass 150 g, c) about the mass 200 g.

Źródło: Fotografia i opracowanie własne
Source: the picture and own study

Wpływ masy odwadnianej próbki m_p i nacisk tłoka odwadniającego p_k na stopień odwodnienia próbki S_0 , opisano równaniem:

$$S_0 = 44,802 - 0,031m_p - 0,144p_k - 0,001m_p^2 + 0,001p_k m_p + 0,005p_k^2 \quad (2)$$

gdzie: m_p – masa odwadnianej próbki wycierki (g),
 p_k – nacisk tłoka odwadniającego (MPa).

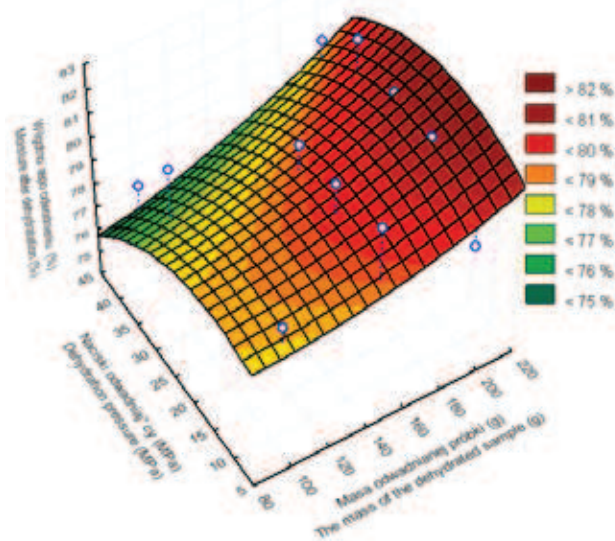
Po przeprowadzeniu regresji nieliniowej modelu (równania 2), stwierdzono, że na poziomie istotności $P = 0,05$, wyrazami istotnymi w przyjętym modelu jest jedynie wyraz wolny.

Na rys. 5 przedstawiono wpływ czynników materiałowo-procesowych (masa odwadnianej próbki i nacisku tłoka odwadniającego) na uzyskaną wilgotność próbki po odwodnieniu, oznaczoną za pomocą wagosuszarki.

Na podstawie przeprowadzonych badań (tab. 1 i rys. 5) stwierdzono, że zwiększenia masy próbki oraz zwiększenie nacisku tłoka odwadniającego ma istotny wpływ na wilgotność próbki po odwodnieniu.

Wzrost masy badanej próbki ze 100 do 200 g spowodował spadek ubytku wilgotności po odwodnieniu o 8,3 % z wartości 75,1 do 81,9 %. Przykładowo zwiększenie masy próbki ze 100 do 200 g przy nacisku 17,40 MPa spowodowało spadek ubytku wilgotności próbki o 6,4% z wartości

76,2 do 81,4%, zaś przy nacisku 43,49 nastąpił spadek ubytku wilgotności o 3,1% z wartości 77,5 do 80%.



Rys. 5. Zależność wilgotności próbek odwodnionej wycierki po odwodnieniu oznaczonej za pomocą wagosuszarki WPE 300S od masy odwadniającej próbki i nacisku odwadniającego.

Fig. 5. The dependence of the moisture of potato pulp after dehydrate process appointed by WPE 300S dryer from the dehydrate sample mass and dehydration pressure.

Źródło: Opracowanie własne
Source: own study

Zwiększenie nacisku tłoka z 6,96 do ok. 30 MPa spowodowało spadek ubytku wilgotności oznaczonej po odwodnieniu. Dopiero zwiększenie nacisku w zakresie od ok. 30 do 43,49 MPa spowodowało wzrost ubytku wilgotności odwadniającej wycierki. Przykładowo zwiększenie nacisku z 6,96 do 34,8 MPa przy masie próbki odwadniającej 200 g spowodowało spadek ubytku wilgotności oznaczonej po odwodnieniu z wartości 79,1 do 81,8%. Dalsze zwiększenie nacisku od 34,8 do 43,49 MPa spowodowało wzrost ubytku wilgotności odwadniającej wycierki do wartości 80,0%. Powyższe zależności związane są z tym, że zwiększenie nacisku na odwadniany materiał powoduje uwolnienie nowych porcji cieczy, ale jednocześnie zmniejsza porowatość i utrudnia przepływ między cząstkami wycierki, więc ilość wydzielanej cieczy z wycierki maleje. Potwierdza to Lewicki i współpracownicy [12].

Na otrzymane wartości wilgotności po odwodnieniu duży wpływ miało właściwe ujednorodnienie odwadniającej masy wycierki przed jej umieszczeniem w wagosuszarce. Aby wartości wilgotności mogły być porównywalne ze sobą, próbka przygotowana do badania w wagosuszarce była pobierana z tego samego miejsca z wypraski (wałcowatego granulatu). Był to środek przekroju „granulatu” po odwodnieniu.

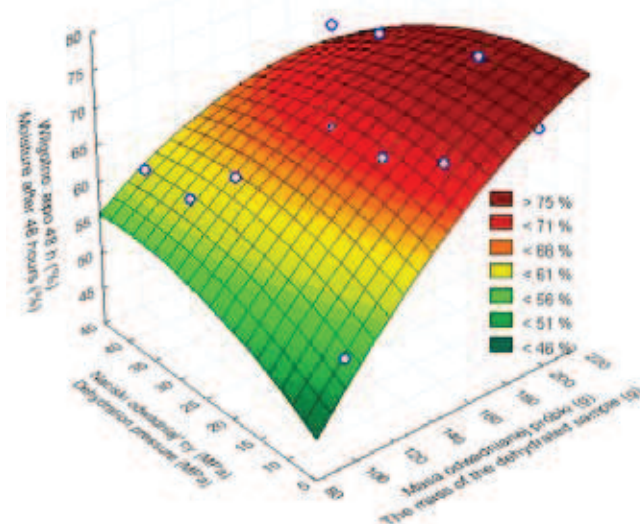
Wpływ masy odwadniającej próbki m_p i nacisku tłoka odwadniającego p_k na wilgotność po odwodnieniu w_0 , opisano równaniem:

$$w_0 = 74,51 + 0,018m_p - 0,007p_k - 0,001m_p^2 + 0,004p_k m_p - 0,004p_k^2 \quad (3)$$

Po przeprowadzeniu regresji nieliniowej modelu (równania 3), stwierdzono, że na poziomie istotności $P = 0,05$, wyrazami istotnymi w przyjętym modelu jest jedynie wyraz wolny.

W trakcie badań stwierdzono, że odwodniona wycierka, poddana procesowi dosuszania przez okres 48 godzin w temperaturze 20°C, obniża swoją wilgotność o ok. 5-36% (w zależności od parametrów odwadniania) w stosunku do wilgotności po odwodnieniu. Tymczasem wycierka nieodwodniona po tym czasie (48 godzin w temperaturze 20°C) zmniejsza swoją wilgotność tylko o 5,7%.

Na rys. 6 przedstawiono wpływ czynników materiałowo-procesowych (masa odwadniającej próbki i nacisku tłoka odwadniającego) na uzyskaną wilgotność odwodnionej wycierki ziemniaczanej, poddanej procesowi dosuszania przez okres 48 godzin od zakończenia procesu odwadniania.



Rys. 6. Zależność wilgotności próbek wycierki po upływie 48 godzin po odwodnieniu, oznaczonej za pomocą wagosuszarki WPE 300S od masy odwadniającej próbki i nacisku odwadniającego.

Fig. 6. The dependence of the moisture of potato pulp 48 hours after dehydrate process appointed by WPE 300S dryer from the dehydrate sample mass and dehydration pressure.

Źródło: Opracowanie własne
Source: own study

W trakcie badań (tab. 1 i rys. 6) stwierdzono, że zwiększenie masy próbki oraz zwiększenie nacisku tłoka odwadniającego ma wpływ na wilgotność odwadniającej wycierki po 48 godzinach od zakończenia procesu odwadniania. Zwiększenie masy badanej próbki ze 100 do 200 g spowodowało spadek ubytku wilgotności zmierzonej po upływie 48 h od odwodnienia o 36,9% z wartości 48,2 do 76,4%. Przykładowo zwiększenie masy próbki ze 100 do 200 g przy

nacisku 26,10, MPa spowodowało spadek ubytku wilgotności próbki o 7,4% z wartości 67,4 do 72,8%.

Zmniejszenie nacisku tłoka odwadniającego z 43,49 do 6,96 MPa, spowodowało spadek ubytku wilgotności próbki wycierki oznaczonej po 48 godzinach od odwodnienia o 36,9 % z wartości 48,2 do 76,4%. Przykładowo zmniejszenie nacisku z 43,49 do 6,96 przy masie próbki odwadniającej 150 g, spowodowało spadek ubytku wilgotności o 14,3%, z wartości 62,4 do 72,8%, zaś przy masie próbki 200 g o 3,6% z wartości 69,1 do 71,7%.

Wpływ masy odwadnianej próbki m_p i nacisku tłoka odwadniającego p_k na wilgotność po upływie 48 godzin w_{48} od odwodnienia opisano równaniem:

$$w_{48} = 7,033 + 0,518m_p + 0,949p_k - 0,001m_p^2 - 0,004m_p p_k - 0,008p_k^2 \quad (4)$$

Po przeprowadzeniu regresji nieliniowej modelu (równania 4), stwierdzono, że na poziomie istotności $P = 0,05$, żaden z wyrazów modelu nie jest istotny. Dopiero na poziomie istotności $P = 0,15$, w przyjętym modelu istotnym wyrazem jest wyraz związany z interakcją masy odwadnianej próbki m_p i nacisku tłoka odwadniającego p_k ($0,004 m_p p_k$).

Należy również stwierdzić, dla porównania, że wycierka nieodwodniona po tym czasie tj. po 48 godzinach, zmniejsza swoją wilgotność tylko o 5,7 % (tab. 1). Widoczny jest więc wyraźnie mniejszy ubytek masy wycierki nieodwodnionej po 48 godzinach, w porównaniu z ubytkiem masy po 48 godzinach wycierki odwodnionej. Jest to bardzo dobra wiadomość z punktu widzenia dalszego jej zagospodarowania.

Uzyskane wypraski z procesu odwadniania wycierki ziemniaczanej, po dosuszeniu mogą być wykorzystane jako przyszłe paliwo do produkcji energii elektrycznej i ciepłej z Odnawialnych Źródeł Energii (OZE).

Po 48 godzinach od odwodnienia wygląd zewnętrzny próbek prasowanej wycierki pozostawionej po odwodnieniu w postaci „granulatu” w temperaturze panującej w laboratorium (ok. 20°C) nie uległ znacznym zmianom.

Przeprowadzono również badania wstępne odwadniania wycierki, poprzekładanej warstwami mikrofibry. Wyniki badań były zadowalające, gdyż uzyskano większe stopnie odwodnienia, spowodowane chłonięciem wody przez kolejne warstwy mikrofibry. Jednakże z powodu braku możliwości zastosowania takiego sposobu odwadniania w praktyce (w układzie odwadniającym urządzenia odwadniającego), zrezygnowano z dalszych badań tego sposobu odwadniania wycierki.

WNIOSKI

1. Masa próbki przed odwodnieniem oraz wartości nacisków odwadniających to parametry mające istotny wpływ na stopień odwodnienia i wilgotność wycierki po odwodnieniu.
2. Zwiększenie masy odwadnianej próbki powoduje spadek ubytku wody z odwadnianej próbki (spadek stopnia

odwodnienia), co wpływa na wzrost wilgotności próbki po odwodnieniu.

3. Zwiększenie nacisków odwadniających powoduje wzrost ubytku masy wody w trakcie odwadniania (wzrost stopnia odwodnienia) i wpływa na zmniejszenie wilgotności próbki po odwodnieniu.
4. Odwodniona wycierka, poddana procesowi dosuszania przez okres 48 godzin w temperaturze 20°C, w większym stopniu zmniejsza swoją wilgotność (o ok. 5-36% w zależności od parametrów odwadniania) w stosunku do wycierki nieodwodnionej.

LITERATURA

- [1] BIAŁAS L., LESIECKI M., LEJA K., LEWANDOWICZ G. 2010. Ocena przydatności wycierki ziemniaczanej w wytwarzaniu półproduktu do fermentacji etanolowej. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 557, 467-477.
- [2] BIEŃ J., KOWALCZYK M., KAMIZELA T. 2009. Wpływ parametrów warstwy filtracyjnej oraz sposobu preparowania osadów ściekowych na efekty ich odwadniania, Gospodarka odpadami komunalnymi, Tom V, Wydawnictwo Feniks, Koszalin, 129-138.
- [3] BIEŃ J. 2011. Badania charakterystyk reologicznych i odwadniania chemicznie preparowanych osadów ściekowych. Inżynieria i Ochrona Środowiska 2011, t. 14, nr 4, 323-332.
- [4] BOGUCKI M., NEJA W. 2008. Produkty uboczne przemysłu rolno-spożywczego w żywieniu bydła. Hodowca Bydła, 1/2008.
- [5] CHACHUŁOWA J. (red) 1997. Pasze. Wydawnictwo Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.
- [6] CARRUTHERS I. B., PIRIE N. W. 1976. Mechanical dehydration of potato tubers. Experimental Agriculture, 12, pp 329-335 doi:10.1017/S001447970000733X.
- [7] CHEN K-L., CHANG H-J, YANG C-K, YOU S-H, JENQ H-D., YU B. 2007. Effect of Dietary Inclusion of Dehydrated Food Waste. Products on Taiwan Native Chicken (Taishi No. 13). Asian-Australasian Association of Animal Societies 20(5):754-760.
- [8] CZYŻYK F., STRZELCZYK M., STEINHOFF-WRZEŚNIEWSKA A., GODZWON J., RAJMUND A., KORDŁAS J., KACA E. 2010. Wytyczne w zakresie wykorzystywania produktów ubocznych oraz zalecanego postępowania z odpadami w rolnictwie oraz przemyśle rolno-spożywczym. Wydawnictwa Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego, Falenty – Warszawa.
- [9] KAWA-RYGIELSKA J., PEKSA A. 2010. Otrzymanie etanolu z odpadowego granulatu ziemniaczanego. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 557, 447-453.
- [10] KOWALCZYK M., KAMIZELA T. 2010. Efektywność separacji fazy stałej z osadów ściekowych w procesie odwadniania przy dawkowaniu substancji chemicznych, Gospodarka odpadami komunalnymi, Tom VI, Wydawnictwo Feniks, Koszalin, 301-308.

- [11] **KUMIDER J. 1996.** Utylizacja odpadów przemysłu rolno-spożywczego. Aspekty towaroznawcze i ekologiczne, Wydaw. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu.
- [12] **LEWICKI P., LENART A., KOWALCZYK R., PAŁACHA Z. 1999.** Inżynieria procesowa i aparatura przemysłu spożywczego. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- [13] **MAYER F. 1998.** *Potato pulp: properties, physical modification and application.* Polym. Degrad. Stab. 59:231-235.
- [14] **MAYER F., HILLEBRANDT J.O. 1997.** *Potato pulp: microbiological characterization, physical modification and application of this agricultural waste product.* J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 48: 435-440.
- [15] **NOWACKI W. 2006.** Ziemniaki – alternatywnym surowcem do produkcji bioetanolu. Chemia przemysłowa BMP 4: 23-26.
- [16] **OBIDZIŃSKI S. 2009.** *Badania procesu zagęszczania wycierki ziemniaczanej.* Acta Agrophysica, 2009, 14(2), 383-392.
- [17] **OBIDZIŃSKI S. 2010.** Ocena właściwości energetycznych wycierki ziemniaczanej. Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego, 1, 58-62.
- [18] **OBIDZIŃSKI S. 2012.** *Analysis of usability of potato pulp as solid fuel.* Fuel Processing Technology 94(2012), 67-74.
- [19] **OBIDZIŃSKI S. 2012a.** Granulat opałowy i paszowy i technologia jego wytwarzania. Zgłoszenie patentowe P.398399 z dnia 12.03.2012r. Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej. Warszawa 2012.
- [20] **OLIVIER J., VAXELAIRE J., GINISTY P. 2004.** *Gravity drainage of activated sludge: from laboratory experiments to industrial process.* J. Chem. Technol. Biotechnol., 79, 461.
- [21] **POSKROBKO S., ŁACH J., KRÓL D. 2010.** *Badanie właściwości kalorycznych wybranych odpadów przemysłowych i paliw formowalnych z odpadów.* Energetyka. Nr 3(669), Rocznik 63, Marzec 2010, 663-640.
- [22] **SKALMOWSKI K. (red.), 1999.** Poradnik gospodarowania odpadami. T. 1-6. Praca zbiorowa, Warszawa: Verl. Dashöfer, 326.
- [23] **SIP A., OLEJNIK-SCHMIDT A., SAWICKA E., KUBIAK M., LEWANDOWICZ G. 2010.** *Charakterystyka autochtonicznej mikroflory wycierki ziemniaczanej.* Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 557, 455-466.