

## SKŁAD CHEMICZNY I CHARAKTERYSTYKA KLEIKOWANIA PŁATKÓW OWSIANYCH RÓŻNEGO POCHODZENIA

*Wiktor Berski<sup>1</sup>, Bohdan Achremowicz<sup>2</sup>, Halina Gambuś<sup>1</sup>, Renata Sabat<sup>1</sup>,  
Anna Wýwrocka-Gurgul<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Katedra Technologii Węglowodanów, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie  
ul. Balicka 122, 30-149 Kraków

<sup>2</sup>Katedra Technologii i Oceny Produktów Roślinnych, Uniwersytet Rzeszowski  
ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów  
e-mail: rberski@cyf-kr.edu.pl

**Streszczenie.** W pracy oznaczono podstawowy skład chemiczny oraz charakterystykę kleikowania 14 rodzajów płatków owsianych (8 polskich i 6 zagranicznych, 4 błyskawicznych i 10 normalnych, 4 ekologicznych i 10 tradycyjnych). Skład chemiczny badanych płatków zależał od kraju pochodzenia próbek. Płatki wyprodukowane z ziarna owsa z uprawy ekologicznej wyróżniały się większą zawartością tłuszczu i skrobi, niż płatki z owsa z uprawy tradycyjnej. Ponadto płatki błyskawiczne odznaczały się niższą temperaturą kleikowania, w porównaniu ze zwykłymi. Lepkość maksymalna badanych wodnych zawiesin zmielonych płatków zależała od sposobu produkcji (większa w przypadku płatków błyskawicznych). Odporność skleikowanych zawiesin na działanie sił ścinających w wysokiej temperaturze zależała od sposobu produkcji płatków i była największa w przypadku płatków błyskawicznych.

**Słowa kluczowe:** owies, płatki owsiane, skład chemiczny, charakterystyka kleikowania

Wykaz skrótów / List of abbreviations

P/A – płatki polskie/zagraniczne / Polish/foreign flakes,  
I/N – płatki błyskawiczne/normalne / instant/normal flakes,  
E/T – płatki ekologiczne/tradycyjne / ecological/traditional flakes,  
SDF – błonnik rozpuszczalny / soluble dietary fiber,  
ISF – błonnik nierozpuszczalny / insoluble dietary fiber,  
TDF – błonnik ogółem / total dietary fiber,  
PT – temperatura kleikowania / pasting temperature,  
HPT – temperatura w lepkości maksymalnej / temperature at peak viscosity,  
HPV – lepkość maksymalna / peak viscosity,  
TV – lepkość po ochłodzeniu / through viscosity,  
BD – spadek lepkości / breakdown,  
SB – wzrost lepkości / set back,  
 $BD\% = (BD/HPV) \cdot 100$ ,  $SB\% = (SB/TV) \cdot 100$ .

## WSTĘP

Owies to zboże o olbrzymim potencjale żywieniowym, które nie znajduje jednak większego uznania w świadomości Polaków. Postrzegane jest ono głównie jako roślina paszowa, mimo niezwykle korzystnego składu chemicznego. Ziarno owsa charakteryzuje się mniejszą zawartością skrobi niż np. pszenica czy żyto (wynikającą z większej zawartości innych składników), białkiem o wysokiej wartości odżywczej, dużą zawartością lipidów, błonnika pokarmowego i popiołu oraz związków o działaniu przeciwutleniającym (Biel i in. 2009, Peterson 2001, Rasane i in. 2015). W skład błonnika pokarmowego ziarna owsa wchodzi związek określany jako  $\beta$ -D-glukany (1,3), (1 $\rightarrow$ 4)- $\beta$ -D-glukan (Banaś i in. 2000, Gibiński 2008, Sadiq Butt i in. 2008, Zhu, Du, i Xu 2016, Daou i Zhang 2012), które stymulują układ odpornościowy i blokują wolne rodniki. Obniżają też ryzyko wystąpienia otyłości, hiperglikemii, hiperinsulinemii, choroby wieńcowej oraz nadciśnienia (Banaś i in. 2000, Gibiński 2008, Sadiq Butt i in. 2008, Daou i Zhang 2012, Rasane i in. 2015, Zhu i in. 2016). Ponadto przyczyniają się do ograniczenia wchłaniania w przewodzie pokarmowym cholesterolu (Gibiński 2008, Daou i Zhang 2012, Bartnikowska 2003), bowiem w świetle jelita tworzą żele wiążące cholesterol pokarmowy pochodzący ze złuszcających się komórek nabłonka jelitowego.  $\beta$ -glukany nie podlegają trawieniu i tworzą warstwę ochronną w żołądku i jelicie cienkim, co umożliwia enzymom wolniejszą hydrolizę skrobi, a tym samym powolniejszą absorpcję glukozy (Daou i Zhang 2012, Bartnikowska 2003).

Rozwój przewlekłych chorób niezakaźnych, takich jak np. otyłość czy choroba wieńcowa wymusza produkcję żywności funkcjonalnej, która mogłaby zapobiec skutkom tych chorób (Banaś i in. 2000, Bekers i in. 2001, Gibiński 2008, Rasane i in. 2015). Najczęściej konsumowanym produktem owsianym są płatki owsiane, które mogą być dobrym źródłem witamin, składników mineralnych czy antyoksydantów. Do ich produkcji wykorzystuje się ziarno zarówno oplewionych form owsa (*Avena sativa* L.), jak i bezłuskowych (*Avena nuda* Mansf.).

Biorąc pod uwagę powyższe dane, podjęto próbę określenia wpływu takich czynników jak kraj pochodzenia płatków, sposób uprawy czy też sposób obróbki na ich skład chemiczny oraz właściwości reologiczne.

## MATERIAŁ I METODY

### Material

Badania przeprowadzono na gotowym produkcie, czyli płatkach z opakowania. Określenie „ekologiczny” pochodzi od producenta, który takową informację umieszczał na opakowaniu. Do badań wykorzystano próbki 14 rodzajów płatków owsianych wytwarzanych zarówno w kraju (8 próbek), jak i za granicą (6 próbek).

Spośród 14 analizowanych próbek 4 stanowiły tzw. płatki błyskawiczne, natomiast jako tzw. ekologiczne określono 4 próbki. Zapis 01\_P\_I\_T oznacza pierwszą próbkę wyprodukowanych w Polsce płatków błyskawicznych, nieekologicznych. Układ eksperymentu przedstawiono na rysunku 1.

Płatki / Flakes	Zwykła uprawa / Regular cultivation	Błyskawiczne	Polskie / Polish	1,2,3
		/ Instant	Zagraniczne / Foreign	–
		Zwykłe	Polskie / Polish	4
		/Normal	Zagraniczne / Foreign	5,6,11,12,13,14
	Uprawa ekologiczna / Ecological cultivation	Błyskawiczne	Polskie / Polish	7
		/ Instant	Zagraniczne / Foreign	–
	Zwykłe	Polskie / Polish	8,9,10	
	/ Normal	Zagraniczne / Foreign	–	

		Polskie / Polish	Zagraniczne / Foreign
Zwykła uprawa	Błyskawiczne / Instant	1, 2, 3	–
/ Regular cultivation	Zwykłe / Normal	4	5, 6, 11, 12, 13, 14
Uprawa ekologiczna	Błyskawiczne/Instant	7	–
/ Ecological cultivation	Zwykłe / Normal	8, 9, 10	–

Rys. 1. Schemat eksperymentu

Ryc. 1. Experiment diagram

### Metody

Płatki zostały zmielone w młynku laboratoryjnym Cyclotec 1093 Sample Mill (Foss Tecator, Szwecja) z sitkiem o średnicy oczek 0,5 mm. W płatkach oznaczono wilgotność (PN-EN ISO 712 2012), zawartość azotu metodą Kjeldahla (PN-EN ISO 2048 2007), stosując jednostkę destylacyjną Kjeltex 2200 (FOSS Tecator, Szwecja). Zawartość azotu przeliczono na zawartość białka, stosując mnożnik białkowy 6,25. Zawartość tłuszczu całkowitego po hydrolizie oznaczono metodą ekstrakcyjno-wagową (PN-EN ISO 11085 2010) przy wykorzystaniu aparatu Soxhlet Avanti 2055. Zawartość skrobi oznaczono metodą enzymatyczną, zgodnie z normą AOAC 996.11 (AOAC 2000), a popiołu wykorzystując metodę mineralizacji na sucho wg ICC – Standard No. 104/1 (ICC 1995). Mineralizację próbek wykonano w piecu muflowym SM 2002 (CycloTech, Polska). Zawartość błonnika pokarmowego (rozpuszczalnego, nierozpuszczalnego) oznaczono metodą enzymatyczno-grawimetryczną zgodnie z normą AOAC 991.43 (AOAC 2000), a zawartość  $\beta$ -glukanów oznaczono metodą enzymatyczną zgodnie z normą AOAC 995.16 (AOAC 2000).

Charakterystykę kleikowania 5% wodnych zawiesin zmielonych płatków owsianych wykonano w aparacie Micro-Visco-Amylograph (Brabender, Niemcy) (Berski i Gambuś 2013). Zastosowano następujący profil temperaturowy: próbkę ogrzewano od temperatury 55 do 95°C z szybkością 0,9°C min<sup>-1</sup>, a następnie schładzano do temperatury 55°C z szybkością 2°C min<sup>-1</sup> (Kuczyński i in. 2015). Próbki były przetrzymywane w temperaturze 95 i 55°C przez okres 5 minut. Pojemnik pomiarowy obracał się z szybkością 75 obr. min<sup>-1</sup>.

Wszystkie analizy wykonano w dwóch powtórzeniach, podając średnią jako wynik oznaczeń. Otrzymane dane poddano jednoczynnikowej analizie wariancji (ANOVA), a do wykazania różnic między średnimi zastosowano test Tukey'a. Ponadto obliczono współczynnik korelacji Pearsona pomiędzy średnimi. Do opracowania wyników wykorzystano program Statistica v.12.

#### WYNIKI I DYSKUSJA

Skład chemiczny analizowanych płatków przedstawiono w tabeli 1. Wilgotność analizowanych próbek nie przekroczyła 11% i wahała się pomiędzy 8,13 (2\_P\_I\_T) a 10,84% (10\_P\_N\_E), przy średniej wartości 9,61%.

Średnia zawartość białka w analizowanych płatkach owsianych wynosiła 10,37% (zakres: 7,88-11,78%) (tab. 1), a jego zawartość w polskich płatkach (P) (9,49%) była istotnie mniejsza niż zagranicznych (A) (11,55%), również w przypadku płatków zwykłych (N) (10,90%) i błyskawicznych (I) (9,05%). Z kolei sposób uprawy – ekologiczny (E) (10,17%) czy tradycyjny (T) (10,45%) nie miał wpływu na zawartość tego składnika.

Według Bartnikowskiej i in. (2000) uwarunkowania genetyczne w największym stopniu determinują zawartość białka w ziarniaku owsa, a warunki agrotechniczne wywierają znacznie mniejszy wpływ. W przypadku produktów owsianych również rodzaj zastosowanej obróbki ma wpływ na zawartość poszczególnych składników odżywczych w gotowym produkcie. Ziarniaki podczas przygotowania do produkcji płatków są obłuszczone i obtaczane, co pozbawia je nie tylko większości włókna pokarmowego, ale także warstwy aleuronowej, a więc znacznej ilości białka i składników mineralnych. W różnych zakładach przetwórczych ten zabieg jest przeprowadzany z różną intensywnością, stąd tak duże różnice w zawartości poszczególnych składników w płatkach od różnych producentów.

Średnia zawartość białka w polskich płatkach (P – 9,49%) (tab. 1) jest zbliżona do przeciętnej zawartości białka w bielmie polskich odmian owsa: 9,32% (8,71-10,46%) (Piątkowska i in. 2013) czy 9,30% (8,61-10,06%) (Piątkowska i in. 2010).

**Tabela 1.** Wilgotność i skład chemiczny płatków owsianych (%)  
**Table 1.** Moisture and chemical composition of oat flakes (%)

Próbka Sample*	Wilgotność Moisture	Białko Protein	Tłuszcz Lipids	Popiół Ash	Skrobia Starch	Błonnik rozp. SDF	Błonnik nierozp. IDF	Błonnik ogółem TDF	β-glukany β-glucans
1_P_I_T	10,22 <sup>efg</sup>	7,88 <sup>a</sup>	6,32 <sup>bc</sup>	1,87 <sup>cd</sup>	50,84 <sup>a</sup>	2,17 <sup>b</sup>	3,61 <sup>b</sup>	5,77 <sup>b</sup>	1,59 <sup>a</sup>
2_P_I_T	8,13 <sup>a</sup>	8,8 <sup>b</sup>	6,17 <sup>b</sup>	1,78 <sup>bc</sup>	55,73 <sup>b</sup>	3,29 <sup>c</sup>	5,42 <sup>e</sup>	8,7 <sup>d</sup>	3,35 <sup>d</sup>
3_P_I_T	10,66 <sup>g</sup>	8,48 <sup>b</sup>	6,35 <sup>bc</sup>	1,66 <sup>a</sup>	56,93 <sup>c</sup>	3,88 <sup>d</sup>	5,4 <sup>e</sup>	9,28 <sup>e</sup>	3,09 <sup>c</sup>
4_P_N_T	9,96 <sup>defg</sup>	10,06 <sup>de</sup>	7,34 <sup>e</sup>	1,74 <sup>ab</sup>	58,31 <sup>d</sup>	1,87 <sup>a</sup>	2,68 <sup>a</sup>	4,55 <sup>a</sup>	1,71 <sup>a</sup>
5_A_N_T	9,51 <sup>cdef</sup>	10,83 <sup>f</sup>	5,27 <sup>a</sup>	2,06 <sup>e</sup>	58,71 <sup>d</sup>	3,95 <sup>d</sup>	5,81 <sup>f</sup>	9,75 <sup>f</sup>	3,6 <sup>e</sup>
6_A_N_T	9,18 <sup>bcd</sup>	11,77 <sup>g</sup>	6,05 <sup>b</sup>	2,17 <sup>f</sup>	59,69 <sup>e</sup>	4,62 <sup>fg</sup>	5,41 <sup>e</sup>	10,03 <sup>g</sup>	4,17 <sup>gh</sup>
7_P_I_E	10 <sup>defg</sup>	11,04 <sup>f</sup>	7,83 <sup>f</sup>	2,08 <sup>ef</sup>	59,94 <sup>ef</sup>	5,12 <sup>h</sup>	4,23 <sup>c</sup>	9,35 <sup>e</sup>	3,99 <sup>f</sup>
8_P_N_E	10,33 <sup>fg</sup>	9,98 <sup>d</sup>	6,42 <sup>bc</sup>	1,87 <sup>cd</sup>	60,6 <sup>fg</sup>	4,68 <sup>g</sup>	5,85 <sup>f</sup>	10,53 <sup>h</sup>	4,27 <sup>h</sup>
9_P_N_E	10,57 <sup>g</sup>	10,41 <sup>e</sup>	8,05 <sup>f</sup>	1,89 <sup>d</sup>	60,79 <sup>g</sup>	3,14 <sup>c</sup>	3,77 <sup>b</sup>	6,91 <sup>c</sup>	2,4 <sup>b</sup>
10_P_N_E	10,84 <sup>g</sup>	9,25 <sup>c</sup>	6,20 <sup>b</sup>	1,91 <sup>d</sup>	62,22 <sup>h</sup>	4,49 <sup>f</sup>	5,88 <sup>f</sup>	10,37 <sup>h</sup>	4,27 <sup>h</sup>
11_A_N_T	8,47 <sup>ab</sup>	11,58 <sup>g</sup>	6,09 <sup>b</sup>	2,11 <sup>ef</sup>	62,32 <sup>h</sup>	4,56 <sup>fg</sup>	5,27 <sup>de</sup>	9,82 <sup>fg</sup>	4,02 <sup>fg</sup>
12_A_N_T	9,25 <sup>bcd</sup>	11,76 <sup>g</sup>	6,99 <sup>de</sup>	2,13 <sup>ef</sup>	64,99 <sup>i</sup>	4,29 <sup>e</sup>	5,14 <sup>d</sup>	9,42 <sup>e</sup>	3,68 <sup>e</sup>
13_A_N_T	8,58 <sup>abc</sup>	11,78 <sup>g</sup>	6,71 <sup>cd</sup>	2,05 <sup>e</sup>	67,48 <sup>j</sup>	5,99 <sup>i</sup>	7,26 <sup>g</sup>	13,25 <sup>i</sup>	5,51 <sup>i</sup>
14_A_N_T	8,88 <sup>abc</sup>	11,6 <sup>g</sup>	6,05 <sup>b</sup>	2,31 <sup>g</sup>	71,60 <sup>k</sup>	7,12 <sup>j</sup>	7,01 <sup>g</sup>	14,13 <sup>j</sup>	5,36 <sup>i</sup>
P	10,09 <sup>b</sup>	9,49 <sup>a</sup>	6,83 <sup>b</sup>	1,85 <sup>a</sup>	61,33 <sup>a</sup>	3,58 <sup>a</sup>	4,60 <sup>a</sup>	8,18 <sup>a</sup>	3,08 <sup>a</sup>
A	8,98 <sup>a</sup>	11,55 <sup>b</sup>	6,19 <sup>a</sup>	2,13 <sup>b</sup>	59,92 <sup>a</sup>	5,09 <sup>b</sup>	5,98 <sup>b</sup>	11,07 <sup>b</sup>	4,39 <sup>b</sup>
I	9,75 <sup>a</sup>	9,05 <sup>a</sup>	6,66 <sup>a</sup>	1,84 <sup>a</sup>	58,73 <sup>a</sup>	3,61 <sup>a</sup>	4,66 <sup>a</sup>	8,27 <sup>a</sup>	3,00 <sup>a</sup>
N	9,55 <sup>a</sup>	10,90 <sup>b</sup>	6,51 <sup>a</sup>	2,02 <sup>b</sup>	61,52 <sup>a</sup>	4,47 <sup>b</sup>	5,41 <sup>a</sup>	9,87 <sup>b</sup>	3,90 <sup>b</sup>
T	9,28 <sup>a</sup>	10,45 <sup>a</sup>	6,33 <sup>a</sup>	1,98 <sup>a</sup>	58,53 <sup>a</sup>	4,17 <sup>a</sup>	5,30 <sup>a</sup>	9,47 <sup>a</sup>	3,61 <sup>a</sup>
E	10,43 <sup>b</sup>	10,17 <sup>a</sup>	7,12 <sup>b</sup>	1,94 <sup>a</sup>	66,21 <sup>b</sup>	4,36 <sup>b</sup>	4,93 <sup>a</sup>	9,29 <sup>a</sup>	3,73 <sup>b</sup>

\*Wartości średnie w obrębie kolumn oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ( $\alpha = 0,05$ ) / average values within the columns section denoted with the same superscript are not significantly different ( $\alpha = 0,05$ ). SDF, NDF, TDF – soluble, non-soluble and total dietary fibre; P – polskie / Polish; A – zagraniczne / foreign; I – błyskawiczne / instant; N – zwykłe / normal; T – zwykła uprawa / regular cultivation; E – uprawa ekologiczna / ecological cultivation

W przypadku próbek płatków charakteryzujących się najniższą zawartością białka (1, 2, 3) należy zwrócić uwagę na równie niską zawartość popiołu. Pozwala to przypuszczać, iż w trakcie procesu przetwórczego doszło do nadmiernego usunięcia zewnętrznych warstw ziarniaka, co spowodowało obserwowalne zmniejszenie zawartości wspomnianych wcześniej składników. Sytuacja ta znajduje odbicie w niskiej zawartości białka oznaczonej w polskich płatkach (P – 9,49%, ) (tab. 1), która jest znacznie mniejsza, i odbiega od danych podawanych w innych publikacjach. W pracy Hu i in. (2014) zawartość białka w płatkach wyprodukowanych z owsa nagiego i oplewionego mieściła się w zakresie 10,33-15,29% (średnio 12,80%), a uwzględniając kraj, w którym wyprodukowano płatki: 11,32-13,70% (średnio 12,61%). Wyniki innej pracy (Sykut-Domańska 2012) podają zawartość białka w wyrobach owsianych w zakresie 12,32-12,60%. W badaniach Rzedzickiego i Wirkijowskiej (2008) stwierdzono większą, bo ponad 14% zawartość białka

w płatkach owsianych. Wyniki innych badań (Rzedzicki 2006) wskazują podobnie wysoką zawartość białka (12,5-15,2%) w produktach owsianych. Z kolei mąka owsiana, powstała ze zmielenia płatków, może zawierać białko w ilościach około 12-13% (Berski i in. 2014). Natomiast Kuczyński in. (2015) podają niewiele wyższą zawartość białka w płatkach owsianych, bo wynoszącą 10,07%.

Zawartość tłuszczu w badanych płatkach wynosiła przeciętnie 6,56%, przy wartościach skrajnych 5,27 (5\_A\_N\_T)-8,05% (9\_P\_N\_E) (tab. 1). W polskich płatkach (P) zawartość tłuszczu była istotnie większa (6,83%) niż w zagranicznych (A – 6,19%). Uwzględniając sposób uprawy, w płatkach ekologicznych (E – 7,12%) było istotnie więcej tego składnika niż w płatkach z owsa uprawianego metodą tradycyjną (T – 6,33%). Dane literaturowe (Hu i in. 2014) wskazują na większą zawartość tłuszczu w płatkach z owsa nagiego (7,68%) niż z oplewionego (4,92%). Można też zauważyć, iż w chińskich płatkach oznaczono istotnie większą jego zawartość (7,68%) niż w innych analizowanych płatkach (Hu i in. 2014): 4,15-5,85% pochodzących z USA, Kanady, Danii, Szwecji, Nowej Zelandii czy Zjednoczonego Królestwa. Można przypuszczać, iż producenci płatków z tych krajów dążą do zmniejszenia zawartości tłuszczu w gotowym wyrobie. Zawartość tego składnika oznaczona w płatkach owsianych (Rzedzicki i Wirkijowska 2008) wynosiła około 8%, oraz pomiędzy 6,71 a 10,5% w różnorodnych produktach owsianych (Rzedzicki 2006). Wyniki innych badań wykazały, że zawartość tłuszczu w wyrobach owsianych zawiera się w przedziale 6,13-8,05% (Sykut-Domańska 2012) czy 6,86% (Kuczyński i in. 2015). Zawartość tłuszczu w ziarnie polskich odmian nągich mieści się w przedziale 5,3-9,9%, a w oplewionym 4,2-10,1% (Piątkowska, Witkiewicz, i Pisulewska 2010, Piątkowska i in. 2013, Myszka i Boros 2013, Biel, Jacyno, i Kawęcka 2014). Średnia zawartość tłuszczu w ziarnie nągich odmian i rodzajów owsa wynosi 8,4%, w oplewionych 4,8% (Biel, Bobko, i Maciorowski 2009).

Średnia zawartość popiołu w badanych płatkach wynosiła 1,97%, natomiast wartości skrajne wynosiły od 1,66 (3\_P\_I\_T) do 2,31% (14\_A\_N\_T) (tab. 1). Spośród analizowanych czynników (kraj pochodzenia, rodzaj płatków i sposób uprawy) jedynie sposób uprawy (ekologiczne/tradycyjne) nie miał wpływu na zawartość popiołu w analizowanych płatkach (tab. 1).

Zawartość popiołu w krajowych płatkach owsianych może wynosić 2% (Rzedzicki i Wirkijowska 2008). Zbliżoną wartość – 1,91% podają inni autorzy (Kuczyński i in. 2015). Dość rozbieżne wyniki podaje Sykut-Domańska (2012), gdyż w wyrobie typu instant oznaczyła 5,25% zawartości popiołu, a w wyrobach określonych jako porridge – 1,71 i 1,95%. Z kolei badania chińskich płatków (Hu i in. 2014) podają wartość 1,71% (zakres: 1,31-3,82%) w przypadku płatków z owsa nagiego, i 1,87% (zakres: 1,46-4,65%) w płatkach z owsa zwykłego. Średnia zawartość popiołu w ziarnie owsa wynosi 2,11%, a po obłuszczeniu wartość ta uległa zmniejszeniu (1,98%) (Biel i in. 2014). Z kolei zawartość popiołu w całym

ziarnie polskich odmian i rodów owsa była większa niż w tym badaniu, i wynosiła 2,14-2,68% (Biel i in. 2010), czy też 2,0-2,4% (Myszka i Boros 2013). Nie jest to szczególnie zaskakujące, gdyż okrywa i łuska mogą zawierać sporo składników wchodzących w skład popiołu. Podobną zawartość popiołu w ziarnie polskich odmian i odmian owsa (2,23%) podają Piątkowska i in. (2013). W tej samej pracy podano średnią zawartość popiołu w bielmie ziarna owsa jako 0,74%, a w otrębach 2,46%. Wyniki wcześniejszych badań (Piątkowska i in. 2010) podają zawartość popiołu w całym ziarnie (1,7%) polskich odmian i rodów owsa, bielmie (0,6%) oraz otrębach (2,0%). Z kolei wyniki kolejnej pracy (Czubaszek 2008) podają zawartość popiołu w śrucie owsianej (2,00%), w otrębach (2,92%) oraz w mące (0,92%). Większą zawartość popiołu w mące owsianej odnotowano w pracy Berskiego i in. (2014) – 1,56 i 1,62%.

Skrobia stanowi główny składnik wypełniający bielmo ziarniaków zbóż, gdyż jest podstawowym składnikiem zapasowym, a w płatkach owsianych jest także najważniejszym składnikiem tworzącym ich suchą masę. W badanym materiale jej zawartość wahała się w przedziale 50,84-71,60%, przy średniej wynoszącej 60,73% (tab. 1) i była istotnie większa w płatkach ekologicznych (66,21%) niż z owsa pochodzącego z tradycyjnej uprawy (58,53%), natomiast kraj pochodzenia czy rodzaj płatków nie odgrywały aż tak istotnej roli.

Zawartość skrobi oznaczona w różnych rodzajach płatków przez Kuczyńskiego i in. (2015) mieściła się w zakresie od 54,1% (płatki pszenne) do 66,1% (płatki żytnie), a wartość oznaczona w przypadku płatków owsianych była zbliżona. Z kolei przeciętna zawartość skrobi w obłuszczonej ziarnie owsa (Myszka i Boros 2013) wynosiła 52,4%, (zakres: 49,0-58,2%). W innych badaniach zawartość węglowodanów ogółem stanowiła 54,50-70,30% (Piątkowska i in. 2010) lub 61,35-70,29% masy całego ziarniaka (Piątkowska i in. 2013).

Owies jest zbożem, które jest uważane za dobre źródło błonnika pokarmowego. Średnia zawartość błonnika ogółem w analizowanych płatkach wynosiła 9,42%, a frakcji rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej odpowiednio 5,20 i 4,23% (tab. 1). Jego zawartość zmieniała się w bardzo szerokim zakresie: od 4,55 do 14,13%, przy czym w krajowych płatkach było go istotnie mniej (8,18%) niż w zagranicznych (11,07%). Podobną sytuację zaobserwowano w przypadku frakcji rozpuszczalnej (3,58 i 5,09%), jak i nierozpuszczalnej (odpowiednio 4,60 i 5,98%).

Zawartość błonnika ogółem w płatkach owsianych oznaczona przez Rzedzickiego i Wirkijowską (2008) wynosiła powyżej 16%, co jest wartością niemalże dwukrotnie większą niż przeciętna ilość tego składnika oznaczona w tej pracy, z kolei Kuczyński i in. (2015) podają wartość 8,92%. Inne badania różnych produktów owsianych wskazują na dość dużą zawartość błonnika ogółem, od 17,89% (płatki górskie) do 22,87 (otręby owsiane) (Rzedzicki 2006), czy też w przedziale 14,38-18,19% (Sykut-Domańska 2013). Wspomniana wcześniej

autorka oznaczyła również zawartość frakcji nierozpuszczalnej (IDF) w przedziale 8,84-12,96%, a frakcji rozpuszczalnej (SDF) w przedziale 5,23-6,11%. Jak można zauważyć, średnia zawartość frakcji SDF oznaczona w tej pracy (5,20%) jest zbliżona do wartości oznaczonej przez Sykut-Domańską (2013), natomiast w przypadku frakcji IDF (4,23%) wartość ta jest ponad dwukrotnie mniejsza od dolnej wartości zakresu podanego przez wspomnianą wcześniej autorkę. Z kolei w pracy Kuczyńskiego i in. (2015) było oznaczone 4,02% frakcji SDF, a IDF 4,89%. Oznaczona średnia zawartość błonnika w ziarnie polskich odmian i rodów owsa wynosiła 15,1% (13,7-16,5%) (Piątkowska, Witkiewicz i Pisulewska 2010), 21,06% (20,72-21,31%) (Piątkowska i in. 2013). Wyniki innej pracy (Biel, Bobko i Maciorowski 2009) podają średnią zawartość włókna surowego w ziarnie owsa nagiego jako 3,2% (2,1-3,8%), a w oplewionym 13,6% (12,1-16,4%). Średnia zawartość błonnika w bielmie 7,6% (6,3-9,0%) (Piątkowska i in. 2010) lub 9,91% (9,64-10,20%) (Piątkowska i in. 2013).

Składnikiem wchodzącym w skład błonnika owsianego są tzw.  $\beta$ -glukany, którym przypisuje się działanie prozdrowotne (Gibiński 2008, Daou i Zhang 2012, Zhu i in. 2016). Jest to składnik, którego zawartość w ocenianych płatkach w badaniach własnych podlegała znacznym wahaniom (1,59-5,51%), przy średniej zawartości wynoszącej 3,64%. Jest to wartość zbliżona do tej, oznaczonej w chińskich płatkach (3,76%) (Hu i in. 2014). W badaniach własnych wykazano ponadto, że polskie płatki charakteryzowały się istotnie mniejszą zawartością  $\beta$ -glukanów (3,08%) niż zagraniczne (4,39%) (tab. 1).

W badaniach Hue i in. (2014) wysoki poziom  $\beta$ -glukanów, przekraczający 4%, zaobserwowano w płatkach skandynawskich oraz północnoamerykańskich. Z kolei analiza płatków z ziarna nagiego i oplewionego owsa wykazała, że te drugie charakteryzują się istotnie większą zawartością  $\beta$ -glukanów (Hu i in. 2014). W badaniach Kuczyńskiego i in. (2015) zawartość  $\beta$ -glukanów została określona na poziomie 3,52%. Wpływ na zawartość tego składnika wywiera zarówno genotyp (odmiana), jak i rok uprawy (Mathney i in. 1999). Zawartość tego składnika w ziarnie owsa waha się pomiędzy 3,9-5,1 (Gibiński i in. 2005), 2,6-4,4% (Mathney i in. 1999) czy 3-8% (El Khoury i in. 2012). W badaniach Gibińskiego i in. (2005) wykazano, iż większą zawartością tego składnika charakteryzowały się odmiany nagie, co może czynić je szczególnie atrakcyjnym surowcem do produkcji płatków, zwłaszcza iż nie wymagają one tak intensywnego obłuszczenia.

Dane dotyczące charakterystyki kleikowania wodnych zawiesin mąk otrzymanych ze zmielenia płatków zostały przedstawione w tabeli 2.



**Tabela 2.** Wybrane wskaźniki charakterystyki kleikowania wodnych zawiesin zmielonych badanych płatków  
**Table 2.** Selected characteristics points of pasting profile of water based suspensions of ground oat flakes

Próbka Sample*	PT	HPT	HPV	TV	BD	SB	BD%	SB%
	°C		J.B. / B.U. %					
1_P_I_T	57,7 <sup>abc</sup>	89,7 <sup>a</sup>	295 <sup>f</sup>	251 <sup>cdef</sup>	128 <sup>c</sup>	84 <sup>a</sup>	43,4 <sup>b</sup>	33,5 <sup>a</sup>
2_P_I_T	57,1 <sup>a</sup>	89,1 <sup>a</sup>	240 <sup>de</sup>	266 <sup>defg</sup>	93 <sup>abc</sup>	118,5 <sup>bc</sup>	38,5 <sup>ab</sup>	44,6 <sup>bcd</sup>
3_P_I_T	64,7 <sup>g</sup>	88,0 <sup>a</sup>	228 <sup>cde</sup>	272 <sup>fg</sup>	100 <sup>bc</sup>	143,5 <sup>d</sup>	43,7 <sup>b</sup>	52,9 <sup>ef</sup>
4_P_N_T	59,8 <sup>ef</sup>	88,9 <sup>a</sup>	212 <sup>bcd</sup>	263 <sup>defg</sup>	87 <sup>ab</sup>	138 <sup>cd</sup>	40,9 <sup>ab</sup>	52,5 <sup>def</sup>
5_A_N_T	59,5 <sup>ef</sup>	88,2 <sup>a</sup>	202 <sup>abcd</sup>	239 <sup>bc</sup>	88 <sup>ab</sup>	125 <sup>bcd</sup>	43,6 <sup>b</sup>	52,4 <sup>def</sup>
6_A_N_T	59,4 <sup>def</sup>	88,6 <sup>a</sup>	170 <sup>a</sup>	216 <sup>a</sup>	74 <sup>ab</sup>	119,5 <sup>bc</sup>	43,3 <sup>b</sup>	55,4 <sup>f</sup>
7_P_I_E	57,3 <sup>ab</sup>	89,0 <sup>a</sup>	232 <sup>cde</sup>	280 <sup>g</sup>	77 <sup>ab</sup>	124 <sup>bcd</sup>	33 <sup>ab</sup>	44,4 <sup>bcd</sup>
8_P_N_E	58,9 <sup>bcd</sup>	89,4 <sup>a</sup>	246 <sup>e</sup>	272 <sup>g</sup>	86 <sup>ab</sup>	111,5 <sup>b</sup>	34,7 <sup>ab</sup>	41 <sup>ab</sup>
9_P_N_E	59,1 <sup>cde</sup>	89,0 <sup>a</sup>	203 <sup>abcd</sup>	260 <sup>defg</sup>	67 <sup>ab</sup>	123,5 <sup>bc</sup>	33 <sup>ab</sup>	47,6 <sup>bcd</sup>
10_P_N_E	64,8 <sup>g</sup>	89,1 <sup>a</sup>	195 <sup>abc</sup>	249 <sup>bcd</sup>	61 <sup>a</sup>	115 <sup>b</sup>	31,1 <sup>a</sup>	46,2 <sup>bcd</sup>
11_A_N_T	59,2 <sup>cde</sup>	90,0 <sup>a</sup>	180 <sup>ab</sup>	229 <sup>ab</sup>	69 <sup>ab</sup>	118 <sup>b</sup>	38,4 <sup>ab</sup>	51,6 <sup>cdef</sup>
12_A_N_T	60,9 <sup>f</sup>	88,8 <sup>a</sup>	216 <sup>bcd</sup>	246 <sup>bcd</sup>	76 <sup>ab</sup>	105,5 <sup>b</sup>	35,1 <sup>ab</sup>	43,0 <sup>b</sup>
13_A_N_T	57,8 <sup>abcd</sup>	90,1 <sup>a</sup>	231 <sup>cde</sup>	269 <sup>efg</sup>	81 <sup>ab</sup>	118 <sup>b</sup>	34,8 <sup>ab</sup>	44,0 <sup>bc</sup>
14_A_N_T	58,9 <sup>bcd</sup>	88,9 <sup>a</sup>	230 <sup>cde</sup>	269 <sup>efg</sup>	85 <sup>ab</sup>	123 <sup>bc</sup>	36,7 <sup>ab</sup>	45,8 <sup>bcd</sup>
P	59,9 <sup>a</sup>	89,0 <sup>a</sup>	231 <sup>b</sup>	244 <sup>a</sup>	87 <sup>a</sup>	120 <sup>a</sup>	37,3 <sup>a</sup>	45,3 <sup>a</sup>
A	59,3 <sup>a</sup>	89,1 <sup>a</sup>	205 <sup>a</sup>	264 <sup>b</sup>	79 <sup>a</sup>	118 <sup>a</sup>	38,7 <sup>a</sup>	48,7 <sup>a</sup>
I	59,2 <sup>a</sup>	88,9 <sup>a</sup>	248 <sup>b</sup>	251 <sup>a</sup>	99 <sup>b</sup>	118 <sup>a</sup>	39,6 <sup>a</sup>	43,8 <sup>a</sup>
N	59,8 <sup>a</sup>	89,1 <sup>a</sup>	208 <sup>a</sup>	267 <sup>b</sup>	77 <sup>a</sup>	120 <sup>a</sup>	37,2	47,9 <sup>a</sup>
T	59,5 <sup>a</sup>	89,0 <sup>a</sup>	220 <sup>a</sup>	252 <sup>a</sup>	88 <sup>b</sup>	119 <sup>a</sup>	39,8 <sup>b</sup>	47,6 <sup>a</sup>
E	60,0 <sup>a</sup>	89,1 <sup>a</sup>	219 <sup>a</sup>	265 <sup>a</sup>	72 <sup>a</sup>	119 <sup>a</sup>	32,9 <sup>a</sup>	44,8 <sup>a</sup>

\*Wartości średnie w kolumnie oznaczone tą samą literą nie różnią się istotnie ( $\alpha = 0,05$ ) / average values within the column denoted with the same superscript are not significantly different ( $\alpha = 0,05$ ). Oznaczenie próbek jak w tabeli 1 / samples descriptions as in table 1. PT – temp. kleikowania / pasting temperature, HPT – temp. w lepkości maksymalnej / temperature at peak viscosity, HPV – lepkość maksymalna / peak viscosity, TV – lepkość po ochłodzeniu / through viscosity, BD – spadek lepkości / breakdown, SB – wzrost lepkości / set back, BD% = (BD/HPV) · 100, SB% = (SB/TV) · 100

Skrobia stanowi największy procentowy udział w masie całych płatków (tab. 1), przez co wywiera ona największy wpływ na przebieg charakterystyki kleikowania. Z kolei w przypadku zawiesin, które podgrzano do temperatury poniżej temperatury kleikowania skrobi, największy wpływ na lepkość takich układów wywierają  $\beta$ -glukany (Zarzycki i in. 2011).

Temperatura kleikowania (PT) mieściła się w przedziale 57,1-64,8°C, przy czym najniższą wartość tego parametru odnotowano w przypadku próbki płatków błyskawicznych, a najwyższą w przypadku płatków normalnych (tab. 2). Nie zaobserwowano jednak statystycznie istotnej różnicy pomiędzy wartościami PT oznaczonymi w płatkach błyskawicznych (59,2°C) a normalnych (59,8°C).

Znacznie wyższą temperaturę kleikowania zawiesin mąk owsianych otrzymanych ze zmielenia płatków – 82,0 i 83,7°C oznaczyli Berski i Gambuś (2013), co pozwala przypuszczać, iż w trakcie wytwarzania płatków analizowanych

w tej pracy proces produkcji przyczynił się do większego uszkodzenia struktury ziarenek skrobiowych, a tym samym do obniżenia temperatury kleikowania zawiesiny. Obserwowane różnice można również przypisać czynnikom odmianowym oraz środowiskowym. Nawet w przypadku oznaczania temperatury kleikowania 10% zawiesin mąk owsianych (Berski i in. 2014) wartość PT była wyższa (67,0 i 72,2°C) niż oznaczona w tym badaniu, mimo znacznej różnicy stężeń, a wiadomo, że wzrost stężenia suchej substancji zawiesiny poddawanej kleikowaniu prowadzi do obniżenia temperatury kleikowania (Berski i Gambuś 2013).

Wzrastająca temperatura zawiesiny prowadzi do wzrostu objętości ziarenek skrobiowych na skutek pochłaniania przez nie wody, co jest obserwowane jako wzrost lepkości kleiku. Przeciętna wartość parametru HPV (lepkość maksymalna) wyniosła 218,4 j.B., przy wyraźnie zróżnicowanych wartościach dla poszczególnych próbek (tab. 2). Zaobserwowano wyraźny wpływ rodzaju płatków (I/N: 248,4/208,3 j.B.) oraz pochodzenia (A/P: 204,6/231,1 j.B.) na wartość HPV. Z kolei sposób uprawy nie odgrywał większej roli.

Temperatura, w jakiej kleik osiągał maksimum (HPT), była wysoce skorelowana ( $\alpha = 0,01$ ) z zawartością białka ( $r = 0,813$ ), popiołu ( $r = 0,802$ ), błonnika nierozpuszczalnego ( $r = 0,773$ ), błonnika ogółem ( $r = 0,709$ ) oraz  $\beta$ -glukanów ( $r = 0,731$ ) (tab. 3). Wskazuje to na fakt, iż wymienione składniki przyczyniają się do opóźnienia pęcznienia ziarenek skrobiowych (wiążąc wodę), w wyniku czego HPV jest osiągnięta w wyższych temperaturach. W przypadku zwiększonej zawartości białka ilość wody dostępnej dla pęczniejących ziarenek skrobiowych jest ograniczona, w związku z tym kleik osiąga mniejszą wartość HPV, co potwierdza wartość współczynnika korelacji ( $r = -0,569$ ;  $\alpha = 0,05$ ) (tab. 3).

Otrzymane wyniki (HPV, HPT) pozwalają na stwierdzenie, że bardziej intensywny zabieg hydrotermiczny, mający miejsce w trakcie produkcji płatków błyskawicznych, nie przyczynia się do otrzymania produktu, który będzie pęczniał w niższej temperaturze, ale zakres pęcznienia będzie istotnie większy.

Dalsze ogrzewanie kleiku do maksymalnej temperatury oznaczenia (czyli 95°C) prowadzi do obniżenia lepkości kleiku, na skutek połączonego działania sił ścinających i wysokiej temperatury. Najmniejszą wartość obserwowanej lepkości kleik osiąga na końcu okresu ogrzewania w temperaturze 95°C (lepkość minimalna,  $V_{\min}$ ), zaś spadek lepkości pomiędzy HPV a tym punktem jest określane mianem break down ( $BD = HPV - V_{\min}$ ). Ten parametr określa odporność kleiku na działanie wysokiej temperatury i sił ścinających. Średnia wartość parametru BD wyniosła około 82,8 j.B., przy czym w przypadku płatków błyskawicznych (I) była ona istotnie wyższa (99,0 j.B.) niż zwykłych (77,2 j.B.). Jednakże odniesienie spadku lepkości (BD) do wartości HPV, czyli parametr BD%, zmienia ten obraz. Nie zaobserwowano istotnych różnic pomiędzy wartościami BD% w przypadku płatków błyskawicznych (39,6%) a zwykłych (37,2%). Wartości BD% zaobserwowane w tej pracy znacznie

**Tabela 3.** Macierz korelacji (Wybrane wskaźniki)  
**Table 3.** Correlation matrix (Selected indicators)

	Białko Protein	Tłuszcz Lipids	Popiół Ash	Skrobia Starch	Blonnik rozp. SDF.	Blonnik nierozp. IDF.	Blonnik ogółem TDF.	β-glukany β-glucans	PT	HPT	HPV	TV	BD	ED	BD%	ED%
Białko Proteins	1,000															
Tłuszcz Lipids	0,079	1,000														
Popiół Ash	0,498	0,037	1,000													
Skrobia Starch	0,232	0,511	0,073	1,000												
Blonnik rozp. SDF.	0,364	-0,560*	0,649*	-0,255	1,000											
Blonnik nierozp. IDF.	0,625*	-0,201	0,781**	0,007	0,831**	1,000										
Blonnik ogółem TDF.	0,523	-0,389	0,750**	-0,124	0,953**	0,961**	1,000									
β-glukany β-glucans	0,613*	-0,303	0,731**	-0,054	0,903*	0,953**	0,971**	1,000								
PT	-0,254	-0,164	0,042	0,209	0,097	-0,041	0,027	-0,019	1,000							
HPT	0,814**	0,078	0,802**	0,133	0,574*	0,773**	0,709**	0,732**	0,028	1,000						
HPV	-0,569*	0,084	-0,131	-0,412	-0,125	-0,181	-0,162	-0,266	-0,338	-0,349	1,000					
TV	-0,300	0,454	0,095	-0,088	0,004	0,119	0,067	0,030	-0,106	0,015	0,602*	1,000				
BD	-0,622*	-0,236	-0,483	-0,556*	-0,228	-0,402	-0,334	-0,475	-0,230	-0,566*	0,809**	0,225	1,000			
ED	0,139	0,133	-0,153	0,145	0,015	0,085	0,054	0,070	0,341	0,128	-0,479	0,241	-0,325	1,000		
BD%	-0,259	-0,512	-0,647*	-0,421	-0,187	-0,395	-0,309	-0,407	-0,002	-0,481	0,068	-0,379	0,637*	0,103	1,000	
ED%	0,341	-0,157	-0,197	0,199	0,028	0,033	0,032	0,076	0,361	0,119	-0,834**	-0,393	-0,460	0,796**	0,324	1,000

\*(\*\*) – Korelacje istotne przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$  ( $\alpha = 0,01$ ) / Significant correlations at  $\alpha = 0,05$  ( $\alpha = 0,01$ ). Pozostałe oznaczenia jak w tabelach 1 i 2 / Other descriptions as in tables 1 and 2

przewyższają dane literaturowe (Berski i Gambuś 2013, 2014), gdzie wartość tego wskaźnika zawierała się w przedziale 1,21-19,64%, co pokazuje, iż kleiki badane w tej pracy charakteryzowały się niższą odpornością na działanie sił ścinających w wysokiej temperaturze. Z kolei wyniki innych badań (Berski i in. 2014) dotyczące mąk owsianych dają wyniki zbliżone do średniej wartości oznaczonej w tej pracy, ale należy wziąć pod uwagę fakt, że odnosiły się one do 10% kleików.

Co ciekawe, sposób uprawy wywarł istotny wpływ na parametr BD% – w przypadku kleiku z płatków ekologicznych 32,9%, i co było mniejszą wartością niż w przypadku płatków uprawianych metodą tradycyjną 39,8%.

Parametr BD był ujemnie skorelowany z zawartością białka ( $r = -0,713$ ) (tab. 3). Może to wskazywać, iż obecność białek owsianych w znacznej części rozpuszczalnych w wodzie (Biel i in. 2010, Sadiq Butt i in. 2008), z jednej strony opóźnia pęcznienie ziarenek skrobiowych, wiążąc część dostępnej w układzie wody, ale też mniej napęczniałe ziarenka skrobiowe są mniej podatne na rozerwanie (dezintegrację) w trakcie przetrzymywania w wysokiej temperaturze (niższa wartość BD).

Zaobserwowano też ciekawą zależność. Otóż wartość BD% wzrastała wraz z malejącą zawartością popiołu ( $r = -0,714$ ) (tab. 3). Można więc założyć, iż związki mineralne przyczyniały się do wzrostu stabilności napęczniałych ziarenek skrobiowych, przez co w mniejszym stopniu ulegały one dezintegracji na skutek działania podwyższonej temperatury i sił ścinających.

W dalszej części wyznaczania charakterystyki kleikowania próbka była chłodzona od temperatury maksymalnej (95°C) do temperatury końcowej (55°C – parametr TV), w której była przetrzymywana przez 5 minut. W tym przedziale zaobserwowano wzrost lepkości (set back,  $SB = TV - V_{\min}$ ). W literaturze można znaleźć informacje wiążące ten parametr ze skłonnością skrobi do retrogradacji (Gambuś 1997). Porównując wartość SB poszczególnych próbek, zaobserwowano istotne różnice. Nie zaobserwowano wpływu pochodzenia, typu czy sposobu uprawy na wartość SB. Z kolei parametr SB% został wprowadzony, by móc bezpośrednio porównać próbki znacznie różniące się lepkością. Jego średnia wartość wynosiła 46,9% (33,5-55,4%). Również w tym przypadku żaden ze wspomnianych wcześniej czynników (pochodzenie, rodzaj, czy sposób uprawy) nie wywarł istotnego wpływu na wartość SB%. Spotykane w literaturze dane (Berski i Gambuś 2013, 2014, Berski i in. 2014) dotyczące tego wskaźnika są zbliżone, aczkolwiek nieznacznie wyższe (48,3-64,7%).

Lepkość po ochłodzeniu (TV) może wskazywać na zdolność uzyskanych żeli do zagęszczania produktów typu deserowego. Ponadto wysoka lepkość produktów owsianych jest odpowiedzialna za ich prozdrowotne właściwości (hipocholesterolemiczne i hipoglikemiczne), ponieważ ich lepkość odpowiada za zdolność wyścielania jelit.

Parametr ten (TV) ulegał znacznym zmianom, gdyż zawierał się w przedziale 215,5-279,5 j.B., przy średniej wartości wynoszącej 256 j.B. Na wielkość tego parametru istotny wpływ wywarło pochodzenie płatków (A/P: 244,2/263,9 j.B.), rodzaj (N/I: 250,8/266,9 j.B.), natomiast sposób uprawy już nie. Jak można zaobserwować (tabela 2), płatki polskie charakteryzowały się wyższą wartością tego wskaźnika. Dane dostępne w literaturze (Berski i Gambuś 2013, 2014) podają znacznie niższe wartości TV 57,0-157,5 j.B. uzyskane dla 5% kleików z mąk owsianych.

#### WNIOSKI

1. Skład chemiczny badanych płatków owsianych był uzależniony od kraju pochodzenia próbek.
2. Płatki wyprodukowane z ziarna owsa z uprawy ekologicznej wyróżniały się znacznie większą zawartością tłuszczu, skrobi i  $\beta$ -glukanów, niż płatki z owsa z uprawy tradycyjnej, zawierające więcej białka i błonnika.
3. Płatki błyskawiczne odznaczały się niższą temperaturą kleikowania (PT) w porównaniu ze zwykłymi, niezależnie od pochodzenia próbki.
4. Lepkość maksymalna badanych wodnych zawiesin zmielonych płatków zależała od sposobu produkcji (większa w przypadku płatków błyskawicznych).
5. Odporność skleikowanych zawiesin na działanie sił ścinających w wysokiej temperaturze (95°C) zależała od sposobu produkcji płatków, i była większa w przypadku płatków błyskawicznych.

#### PIŚMIENNICTWO

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of AOAC International. 18<sup>th</sup> eds. Gaithersburg: Association of Official Analytical Chemists International.
- Banaś A., Dahlqvist A., Debski H., Gummeson P.O, Stymne S., 2000. Accumulation of storage products in oat during kernel development. *Biochem Soc Trans* 28(6), 705-7.
- Bartnikowska E., 2003. Przetwory z ziarna owsa jako źródło ważnych substancji prozdrowotnych w żywieniu człowieka. *Biuletyn IHAR*, 229, 235-45.
- Bartnikowska E., Lange E., Rakowska M., 2000. Ziarno owsa – niedocenione źródło składników odżywczych i biologicznie czynnych. Część I. Ogólna charakterystyka owsa. Białka, tłuszcze. *Biuletyn IHAR*, 215, 209-222.
- Bekers M., Marauska M., Laukevics J., Grube M., Vigants A., Karklina D., Skudra L., Viesturs U., 2001. Oats and fat-free milk based functional food product. *Food Biotechnol.*, 15(1), 1-12, doi:10.1081/FBT-100103890
- Berski W., Gambuś H., 2013. Charakterystyka kleikowania wodnych i mlecznych zawiesin z mąki owsianej oraz wybrane parametry tekstury otrzymanych z nich żeli. *Acta Agroph.*, 20(4), 515-528.
- Berski W., Gambuś H., 2014. Reologiczna charakterystyka układów trójskładnikowych: resztkowa mąka owsiana-sacharoza-woda. *Acta Agroph.*, 21(1), 5-16.

- Berski W., Krystyjan M., Buksa K., Zięć G., Gambuś H., 2014. Chemical, physical and rheological properties of oat flour affected by the isolation of beta-glucan preparation. *J. Cereal Sci.*, 60(3), 533-39, doi:10.1016/j.jcs.2014.09.001
- Biel W., Jacyno E., Kawęcka M., 2014. Chemical Composition of Hulled, Dehulled and Naked Oat Grains. *S. Afr. J. Anim. Sci.*, 44(2), 189-97, doi:10.4314/sajas.v44i2.12
- Biel W., Bobko K., Maciorowski R., 2009. Chemical composition and nutritive value of husked and naked oats grain. *J. Cereal Sci.*, 49(3), 413-18, doi:10.1016/j.jcs.2009.01.009
- Biel W., Szólkowska A., Bobko K., Jaskowska I., 2010. Skład chemiczny i jakość białka ziarna owsa brązowo- i żółtopłewkowego. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis*, 278(14), 39-48.
- Czubaszek A., 2008. Charakterystyka technologiczna mieszanek mąki pszennej z produktami przemiału owsa. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu.
- Daou C., Hui Z., 2012. Oat Beta-Glucan: Its Role in Health Promotion and Prevention of Diseases. *Compr. Rev. Food Sci. F.*, 11(4), 355-65, doi:10.1111/j.1541-4337.2012.00189.x
- El Khoury D., Cuda C., Luhovyy B.L., Anderson G.H., 2012. Beta Glucan: Health Benefits in Obesity and Metabolic Syndrome. *J. Nutr. Metab.*, doi:10.1155/2012/851362
- Gambuś H., 1997. Wpływ fizyczno-chemicznych właściwości skrobi na jakość i starzenie się pieczywa: (badania modelowe). *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie. Wydawnictwo AR Kraków.*
- Gibiński M., Gumul D., Korus J., 2005. Prozdrowotne właściwości owsa i produktów owsianych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 45(4), 49-60.
- Gibiński M., 2008.  $\beta$ -glukany owsa jako składnik żywności funkcjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 57(2), 15-29.
- Hu X-Z., Zheng J-M., Li X., Xu C., Zhao Q., 2014. Chemical composition and sensory characteristics of oat flakes: A comparative study of naked oat flakes from China and hulled oat flakes from western countries. *J. Cereal Sci.*, 60(2), 297-301, doi:10.1016/j.jcs.2014.05.015
- ICC. 1995. *Standard Methods of the International Association for Cereal Science and Technology.* Vienna: International Association for Cereal Science and Technology.
- Kuczyński A.P., Achremowicz B., i Puchalski C., 2015. Porównanie lepkości pozornej kleików otrzymanych z błyskawicznych płatków zbożowych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 6(103), 75-86.
- Manthey F., Gary A., Hareland A., Huseby D.J., 1999. Soluble and Insoluble Dietary Fiber Content and Composition in Oat. *Cereal Chem.*, 76(3), 417-20, doi:10.1094/CCHEM.1999.76.3.417
- Myszka K., Boros D., 2013. Poszukiwanie genotypów owsa o poprawionej wartości odżywczej oraz wysokich właściwościach bioaktywnych. *Biuletyn IHAR*, 268, 101-12.
- Peterson D.M., 2001. Oat Antioxidants. *J. Cereal Sci.*, 33(2), 115-29, doi:10.1006/jcres.2000.0349
- Piątkowska E., Kopeć A., Kidacka A., Leszczyńska T., Pisulewska E., 2013. Zawartość składników odżywczych i właściwości antyoksydacyjne różnych frakcji ziarna wybranych odmian i rodów owsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 91(6), 91-105.
- Piątkowska E., Witkiewicz R., Pisulewska E., 2010. Podstawowy skład chemiczny wybranych odmian owsa siewnego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 70(3), 88-99.
- PN-EN ISO 11085. 2010. Ziarno zbóż, przetwory wyprodukowane na bazie zbóż i pasze. Oznaczanie zawartości tłuszczu surowego i tłuszczu całkowitego metodą ekstrakcji Randalla.
- PN-EN ISO 2048:2007 Ziarno zbóż. Oznaczanie azotu i białka.
- PN-EN ISO 712:2012. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie wilgotności. Metoda odwoławcza.
- Rasane P., Jha A., Sabikhi L., Kumar A., Unnikrishnan V.S., 2015. Nutritional Advantages of Oats and Opportunities for Its Processing as Value Added Foods – a Review. *J. Food Sci. Technol.*, 52(2), 662-75, doi:10.1007/s13197-013-1072-1

- Rzedzicki Z., Wirkijowska A., 2008. Charakterystyka składu chemicznego przetworów jęczmiennych ze szczególnym uwzględnieniem składu frakcyjnego błonnika pokarmowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 56(1), 52-64.
- Rzedzicki Z., 2006. Charakterystyka składu chemicznego wybranych przetworów owsianych. *Biuletyn IHAR*, 239, 269-80.
- Sadiq Butt M., Tahir-Nadeem M., Khan M.K., Shabir R., Butt M.S., 2008. Oat: Unique among the Cereals. *Eur. J. Nutr.*, 47(2), 68-79, doi:10.1007/s00394-008-0698-7
- Sykut-Domańska, E. 2012. Charakterystyka wybranych sortymentów zbóż śniadaniowych dostępnych na rynku polskim i brytyjskim. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 45, 72-82.
- Zarzycki P., Sykut-Domańska E., Wilkowicz I., 2011. Ocena lepkości pozornej wodnych zawiesin całościarnowej mąki owsianej o zróżnicowanej zawartości błonnika pokarmowego. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 75(2), 38-52.
- Zhu, Fengmei, Bin Du, i Baojun Xu., 2016. „A critical review on production and industrial applications of beta-glucans”. *Food Hydrocoll.*, 52, 275-88, doi:10.1016/j.foodhyd.2015.07.003

## THE CHEMICAL COMPOSITION AND PASTING CHARACTERISTICS OF OAT FLAKES OF DIFFERENT ORIGIN

*Wiktor Berski<sup>1</sup>, Bohdan Achremowicz<sup>2</sup>, Halina Gambuś<sup>1</sup>, Renata Sabat<sup>1</sup>,  
Anna Wýwrocka-Gurgul<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Department of Carbohydrate Technology, University of Agriculture in Kraków  
Balicka 122, 30-149 Kraków, Poland

<sup>2</sup>Department of Technology and Plant Product Quality Assessment, University of Rzeszów  
Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów, Poland  
e-mail: rrbberski@cyf-kr.edu.pl

**Abstract.** The chemical composition and pasting characteristics of 14 commercially available oat flakes (8 domestic and 6 of foreign origin, 4 instant type and 10 normal, 4 ecological and 10 traditional) were investigated. The chemical composition depended on flakes origin. So called “ecological” flakes were characterized by substantially higher content of starch and lipids than in flakes from traditionally cultivated oats. Instant flakes were characterized by lower pasting temperature than regular ones. Also maximum paste viscosity depended on flakes production method – it was higher for instant flakes. Pastes resistance towards high temperature and shear force action was higher for instant flakes.

**Keywords:** oat, oats flakes, chemical composition, pasting characteristics