

## OCENA PODATNOŚCI PŁATKÓW OWSIANYCH NA KRUSZENIE

*Marian Panasiewicz, Agnieszka Misiura*

Katedra Inżynierii i Maszyn Przemysłu Spożywczego, Akademia Rolnicza  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: marian.panasiewicz@ar.lublin.pl

**Streszczenie.** Celem pracy było określenie wytrzymałości kinetycznej płatków owsianych błyskawicznych. W pracy przedstawiono zakres zmian kształtu i struktury badanych płatków pod kątem oceny ich podatności na kruszenie podczas testowania w testerze pneumatycznym i mechanicznym. Uzyskane wyniki badań obejmują zmiany cech geometrycznych płatków, jakie powstały na skutek oddziaływania sił zewnętrznych – dynamicznych w trakcie testowania na dwu różnych typach urządzeń testujących. Ocenę przeprowadzono w oparciu o porównanie i analizę składu granulometrycznego płatków przed i po procesach testowania. Analiza wyników wskazuje na to, iż płatki owsiane błyskawiczne charakteryzują się stosunkowo wysoką wytrzymałością kinetyczną.

**Słowa kluczowe:** płatki owsiane błyskawiczne, podatność na kruszenie, tester mechaniczny i pneumatyczny

### WYKAZ OZNACZEŃ

$w$  – wilgotność płatków (%),  
 $\varphi$  – średnica otworów sit (mm),  
 $\tau_n$  – czas testowania (min),  
 $n$  – obroty komory testera (obr. min<sup>-1</sup>),  
 $m_n$  – masa testowanych płatków (g).

### WSTĘP

Wyroby zbożowe, określane mianem „galanterii śniadaniowej”, należą do najbardziej popularnych i dietetycznych produktów na współczesnym rynku konsumenckim (Ceglińska 2002, Gąsiorowski 1995, Górską-Warsewicz 2002, Zawisła i in. 2005). Odznaczają się wysokimi walorami odżywczymi, pozytywnymi cechami organoleptycznymi, tj. specyficznym dla każdego rodzaju produktu

kształtem, wielkością, smakiem, kolorem oraz łatwością i szybkością przygotowania. Płatki, szczególnie owsiane, postrzegane są jako produkt dietetyczny i pro-zdrowotny (Mościcki 2003, Obuchowski 1998, Zieliński i in. 2001). Należy dodać, iż nowej generacji produkty zbożowe, wzbogacane są różnymi substancjami smakowymi, zapachowymi i witaminizującymi (Nadolna i in. 1997). W celu zwiększenia atrakcyjności konsumenckiej wyroby te mają coraz ciekawsze kształty i są pakowane w różne kolorystyczne i estetyczne opakowania. Szczególnie ważną rolę w technologii produkcji płatków owsianych odgrywają zastosowane zabiegi obróbki hydrotermicznej, które często stanowią tajemnicę każdego zakładu produkcyjnego (Panasiewicz 2002). Odpowiednio dobrane parametry procesu technologicznego, odpowiednia metoda i rodzaj opakowania, transport, rozładunek, sposób i miejsce ekspozycji w obiekcie handlowym itp. – to czynniki mające duży wpływ na zmianę wyglądu, struktury jak też jakości płatków (Kowalewski 1998, Panasiewicz 2006). Złożony charakter sił działających na wytworzone płatki podczas operacji przemieszczania, pakowania, składowania czy transportu oraz ich wpływ na zmianę struktury i podatność na kruszenie były główną przesłanką do podjęcia badań w tym kierunku.

Celem pracy była ocena trwałości i podatności płatków owsianych błyskawicznych produkowanych w warunkach przemysłowych na kruszenie pod wpływem oddziaływania sił dynamicznych przekazywanych przez elementy robocze urządzeń testujących. Badania ukierunkowano pod kątem zmian cech geometrycznych płatków, powstałych na wskutek oddziaływania sił zewnętrznych – dynamicznych w trakcie testowania w dwu różnych typach urządzeń testujących. Ocenę przeprowadzono w oparciu o porównanie i analizę składu granulometrycznego płatków przed i po procesach testowania.

Szczegółowy zakres badań obejmował następujące etapy:

- określenie podstawowych właściwości fizycznych badanych płatków, wpływu czasu testowania (tester pneumatyczny) na kruszenie i niszczenie pierwotnej struktury płatków owsianych błyskawicznych,
- określenie wpływu wielkości wsadu płatków umieszczanych w komorze testera mechanicznego na kruszenie, tj. zmianę cech geometrycznych,
- ocena badanego wyrobu zbożowego pod kątem ich trwałości, ważnej w procesach technologicznych tj. pakowania, transportu i przechowywania tej grupy produktów zbożowych.

## MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano płatki owsiane błyskawiczne oferowane w sieci handlowej, produkowane technologią przemysłową z zastosowaniem procesów obróbki hydrotermicznej. Określenie podstawowych właściwości fizycznych dokonano zgodnie z obowiązującymi odpowiednimi Normami Polskimi:

- pomiar wilgotności, PN-91/A-74010,
- oznaczanie kąta zsypu, PN-65/Z-040004,
- oznaczanie kąta usypu, PN-65/Z-040005,
- pomiar gęstości nasypowej luźnej, PN-73/R-74007,
- pomiar gęstości nasypowej utręzionej, PN-65/Z-04003.

Pomiary właściwości fizycznych realizowano przy wykorzystaniu odpowiedniego zestawu urządzeń laboratoryjnych. Wilgotność oznaczono metodą suszarkową, natomiast do oznaczenia kąta zsypu użyto urządzenie pomiarowe z płytą z blachy ocynkowanej. Kąt usypu przeprowadzono przy urzyciu specjalnego urządzenia, gdzie surowiec wsypywany był do lejka stożkowego, skąd wysypywany był powoli na okrągłą podstawkę o średnicy 120 mm. Ostateczny wynik tego parametru określany był jako wartość tangensa kąta wyliczonego ze stosunku wysokości stożka usypanego z badanego materiału do promienia podstawki. Pomiar gęstości nasypowej luźnej wykonano przy pomocy wagi holenderskiej, natomiast gęstość nasypową utręzioną oznaczono na urządzeniu typu Becker-Rossenmüller.

Wyniki pomiarów wszystkich parametrów stanowiły średnią wartość obliczaną w oparciu o 3 powtórzenia. Analizę sitową zgodnie z PN-ISO 133321:2000 (masa próbki 100 g), przeprowadzono na odsiewaczu laboratoryjnym typu SZ-1, wykorzystując sита z otworami okrągłymi o wymiarach  $\varphi = 5,0; 4,0; 3,15; 2,0$  i 1,0 mm. Ilość płatkowanego surowca z poszczególnych frakcji ważono na laboratoryjnej wadze elektronicznej typu WPS 2100/C/1 z dokładnością do 0,001 g.

Przebieg testu płatków w testerze pneumatycznym: test dotyczący określania stopnia i intensywności uszkodzeń i kruszenia się płatków przemieszczanych strumieniem powietrza przeprowadzono za pomocą pneumatycznego testera Holmena. Próbki o stałej masie  $m = 100$  g umieszczano w komorze zasypowej urządzenia i testowano w czasie  $\tau_1 = 30$  s,  $\tau_2 = 60$  s,  $\tau_3 = 90$  s. Po zakończeniu testu opróżniano zbiornik z płatków i poddawano je analizie sitowej.

Przebieg testu płatków w testerze mechanicznym: trwałość płatków na kruszenie i łamanie, określano przy użyciu specjalnego mechanicznego testera laboratoryjnego typu TG-01, zgodnie z normą PN-R-64838. W komorze testera umieszczano poszczególne próbki płatków o masie  $m_1 = 100$  g,  $m_2 = 200$  g,  $m_3 = 300$  g,  $m_4 = 400$  g,  $m_5 = 500$  g,  $m_6 = 600$  g, a następnie uruchamiano tester na czas  $\tau = 5$  min. Obroty komory z umieszczonymi wewnątrz płatkami wynosiły  $n = 50$  obrotów  $\cdot$  min<sup>-1</sup>. Po zatrzymaniu i opróżnieniu komory płatki poddawano analizie sitowej.

## WYNIKI I DYSKUSJA

W ogólnej ocenie wyrobów zbożowych, szczególnie płatków, jedną z ważniejszych cech, która wpływa na popularność i atrakcyjność konsumencką, jest ich wartość odżywcza oraz odporność na łamanie i kruszenie. Dodatkową cechą braną pod

uwagę przy zakupie jest też łatwość i szybkość przygotowania do spożycia. W odniesieniu do podatności na kruszenie istotną rolę odgrywa rodzaj surowca, z którego wytwarzane są płatki zbożowe oraz zastosowana technologia ich produkcji. Zgodnie z celem i zakresem badań przeprowadzono szereg eksperymentów, ukierunkowanych na określenie zakresu zmian cech geometrycznych (wymiarów), a tym samym pierwotnego kształtu i struktury płatków owsianych pod wpływem sił zewnętrznych przekazywanych przez element roboczy testera. Wyniki badań przedstawiono w formie tabel i wykresów obrazujących dynamikę łamania i kruszenia się płatków podczas ich testowania w dwu różnych typach testerów tj. pneumatycznym i mechanicznym. Pierwszy etap badań dotyczył określenia podstawowych cech fizycznych badanych płatków. Określony wyjściowy skład granulometryczny płatków i wyznaczone pozostałe parametry (tab. 1) wykorzystane zostały jako baza danych, względem której porównywano wyniki uzyskane w trakcie przeprowadzonych testów.

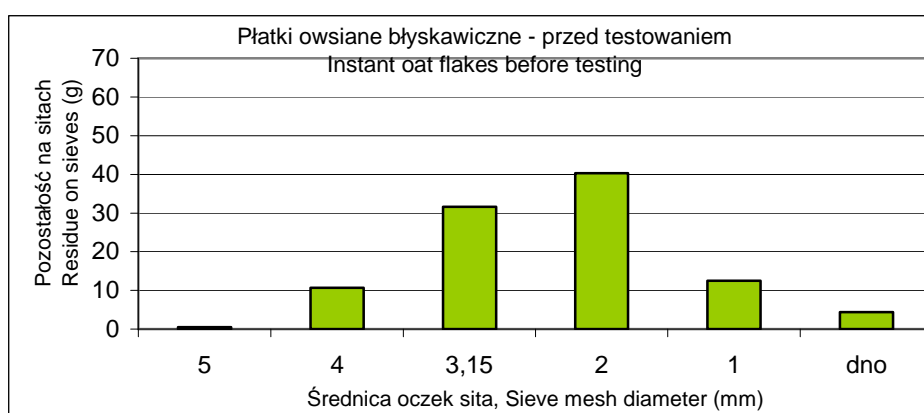
**Tabela 1.** Podstawowe parametry fizyczne badanych płatków  
**Table 1.** Basic physical properties of tested flakes

Badany surowiec Raw material tested	Wilgotność Moisture content (%)	Kąt zsypania Angle of slide (°)	Kąt usypu Angle of repose (°)	Gęstość nasypowa luźna Loose bulk density (kg·m <sup>-3</sup> )	Gęstość nasypowa utrzęsiona Tapped bulk density (kg·m <sup>-3</sup> )	Średni wymiar cząstki Average particle dimension (mm)
Płatki owsiane błyskawiczne Instant oat flakes	9,99	22,83	36,17	457,32	484,74	2,361
Odchylenie standardowe Standard deviation	0,101	0,351	0,502	0,361	0,321	0,009

Uzyskane wyniki badań, dotyczące szczególnie wilgotności surowca, charakterystyk masowych czy średniego wymiaru cząstek, potwierdzają jego jednorodność i stabilność powyższych cech, co może świadczyć o zastosowaniu i przestrzeganiu właściwych parametrów technologicznych, adekwatnych dla produkcji tego typu wyrobów zbożowych.

Płatki owsiane błyskawiczne, w odróżnieniu do innych rodzajów płatków zbożowych, otrzymywane są z obłuszczonego i pokrojonego na mniejsze cząstki ziarniaków owsa. Przy ich wytwarzaniu wykorzystywana jest również inna tech-

nologia produkcji oraz bardziej rygorystyczne parametry procesów przygotowawczych i przetwórczych. Jak wskazują wyniki badań podstawowych cech fizycznych i rozkład granulometryczny (rys. 1), zróżnicowanie w odniesieniu do wyjściowych charakterystyk masowych i geometrycznych płatków może w znaczący sposób wpływać na ich zachowanie się w procesie testowania, w szczególności zaś podatność na kruszenie i łamanie. Przykładowo płatki o większych wymiarach geometrycznych są bardziej podatne na oddziaływanie sił zewnętrznych przekazywanych przez elementy robocze testera.



**Rys. 1.** Rozkład granulometryczny płatków owsianych błyskawicznych oferowanych do sprzedaży konsumentom

**Fig. 1.** Granulometric composition of commercially available instant oat flakes

Wstępna analiza uzyskanych wyników badań wskazuje na stosunkowo niewielkie wymiary geometryczne płatków. W płatkach oferowanych w sieci handlowej najbardziej liczną frakcją wymiarową stanowią płatki, które jako złot pozostały na sitach o wymiarach  $\phi = 3,15$  mm i  $\phi = 2$  mm. Zdecydowanie mniejsze ilości masy płatków odnotowano na pozostałych sitach o wymiarach otworów  $\phi = 5$  mm i  $\phi = 1$  mm i dnie przesiewacza.

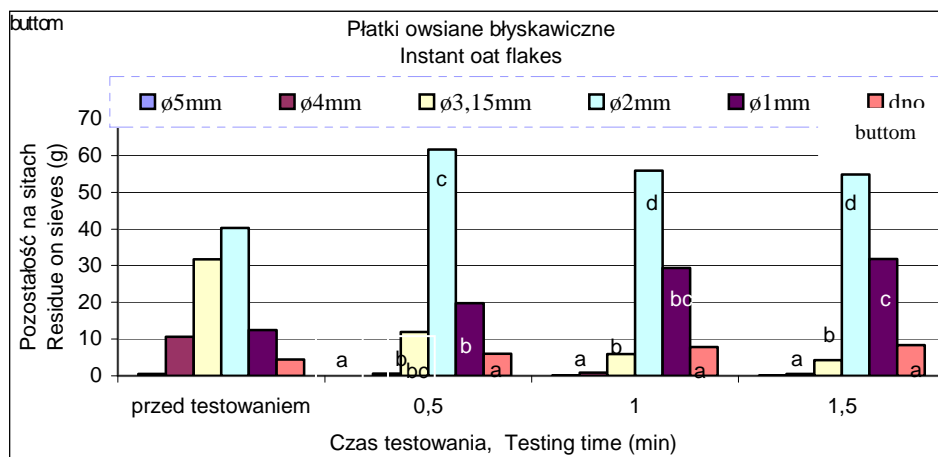
Uzyskane wyniki badań, dotyczące szczególnie wilgotności surowca, charakterystyk masowych czy średniego wymiaru cząstek, potwierdzają jego jednorodność i stabilność powyższych cech, co może świadczyć o zastosowaniu i przestrzeganiu właściwych parametrów technologicznych, adekwatnych dla produkcji tego typu wyrobów zbożowych.

Płatki owsiane błyskawiczne, w odróżnieniu do innych rodzajów płatków zbożowych, otrzymywane są z obłuszczonej i pokrojonej na mniejsze cząstki ziarnia-

ków owsa. Przy ich wytwarzaniu wykorzystywana jest również inna technologia produkcji oraz bardziej rygorystyczne parametry procesów przygotowawczych i przetwórczych. Jak wskazują wyniki badań podstawowych cech fizycznych i rozkład granulometryczny (rys. 1), różnice te mogą w znaczący sposób wpływać na ich zachowanie się w procesie testowania oraz podatność na kruszenie i łamanie.

Wstępna analiza uzyskanych wyników badań wskazuje na stosunkowo niewielkie wymiary geometryczne płatków. W płatkach oferowanych w sieci handlowej najbardziej liczną frakcją wymiarową stanowią płatki, które jako złot pozostały na sitach o wymiarach  $\phi = 3,15$  mm i  $\phi = 2$  mm. Zdecydowanie mniejsze ilości masy płatków odnotowano na pozostałych sitach o wymiarach otworów  $\phi = 5$  mm i  $\phi = 1$  mm i dnie przesiewacza.

Przedstawiony na rysunku 1 rozkład granulometryczny płatków oferowanych do sprzedaży zmienia się w zależności od czasu prowadzenia procesu testowania. Diagramy przedstawione na rysunku 2 przedstawiają zależności pomiędzy zmiennymi czasami testowania płatków, a zmianami ich cech geometrycznych i kształtu, co odzwierciedla masa płatków jako pozostałość na poszczególnych sitach o określonych wymiarach otworów.



a, b, c – grupy jednorodne. Taki sam wskaźnik literowy oznacza brak istotnej różnicy pomiędzy średnimi w ramach danej grupy przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

a, b, c – homogeneous groups. The same letter index denotes no significant difference between mean values within a group at significance level of  $\alpha = 0.05$ .

**Rys. 2.** Rozkład granulometryczny płatków owsianych błyskawicznych poddanych procesowi testowania w testerze pneumatycznym

**Fig. 2.** Granulometric composition of instant oat flakes put to the testing process in pneumatic tester

W wyniku procesu testowania przebiegającego w zróżnicowanych przedziałach czasowych następowało bardzo widoczne (potwierdzone danymi eksperymentalnymi) kruszenie się badanych płatków, połączone ze zmianą kształtu i wymiarów geometrycznych. Niezależnie od czasu testowania (rys. 2) obserwowano bardzo dynamicznie przebiegające zjawisko zmniejszania się wymiarów badanych płatków, a tym samym znaczące zmiany (w stosunku do płatków przed testowaniem) struktury i kształtu, potwierdzone również wzrostem ilości frakcji mączystej. Takie zachowanie się płatków pod wpływem oddziaływania sił dynamicznych prowadzi do rozdrabniania i kruszenia się płatków, co pośrednio obniża ich jakość i ogólne walory konsumenckie.

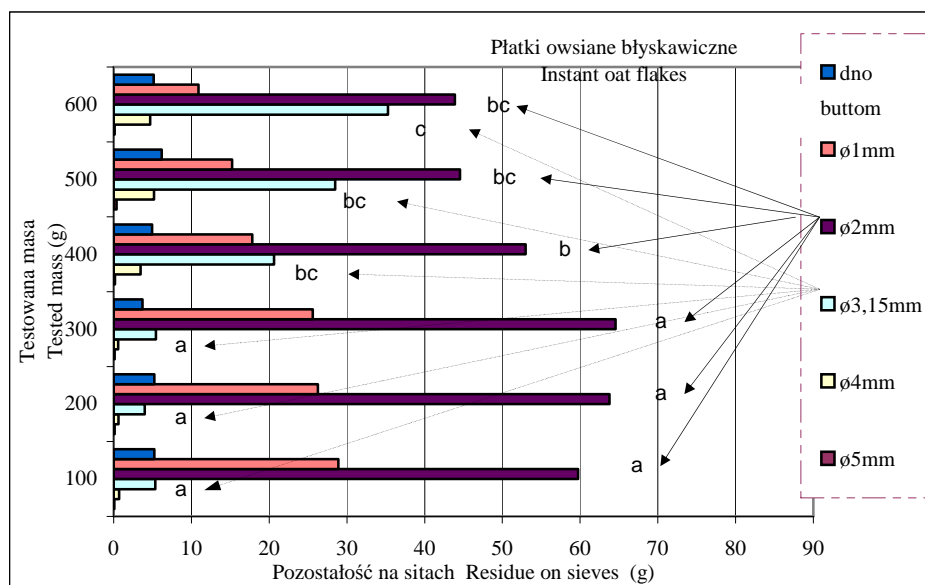
Oceniając dynamikę procesu kruszenia w odniesieniu do założonych czasów testowania, należy stwierdzić, iż najbardziej intensywne kruszenie płatków, połączone w skrajnym przypadku z pojawieniem się dużej ilości frakcji mączystej, ma miejsce w pierwszym etapie testowania tj. w ciągu pierwszych 30 sekund eksperymentu. Kolejne wydłużanie czasu testowania ( $\tau_2 = 60$  s,  $\tau_3 = 90$  s) prowadzi do dalszej destrukcji i rozdrabniania płatków, jednak proces ten przebiega mniej intensywnie, co potwierdzają małe różnice w ilości masy płatków pozostających na poszczególnych sitach i dnie przesiewacza. Uzyskane rozkłady granulometryczne dla trzech czasów testowania wskazują na umiarkowaną odporność na kruszenie płatków błyskawicznych. Dodatkowa twardość i sprężystość tej grupy płatków, jak potwierdza wiedza literaturowa i spostrzeżenia z badań Gąsiorowskiego 1995 i Górskiej-Warsewicz 2002, wynika ze zmian struktury wewnętrznej obrabianego surowca zbożowego poddanego zabiegom hydrotermicznym.

Zastosowane parametry pary wodnej (wysoka temperatura i ciśnienie) w procesach przygotowania i przerobu ziarniaków powodują zmianę podstawowych składników w ziarnie, tj. skrobi, białka, cukrów i włókna. Wydaje się, iż modyfikacja wybranych cech fizycznych obrabianego surowca zbożowego pod wpływem zabiegów hydrotermicznych ma kluczowy wpływ na trwałość ich struktury i podatność na oddziaływanie zewnętrznych sił dynamicznych.

Kolejny etap badań dotyczył zachowania się płatków poddanych procesowi testowania w testerze mechanicznym. Diagramy (rys. 3) obrazują zakres zmian wymiarów geometrycznych badanego surowca w odniesieniu do zróżnicowanych wielkości masowych umieszczanych w zbiorniku testera mechanicznego.

Z analizy wyników badań, obejmujących różny stopień wypełnienia komory testera, wynika, że małe porcje masy w komorze testera ( $m = 100, 200$  i  $300$  g) nie wpływają znacząco na zmianę składu granulometrycznego tj. ok. 90% płatków pozostaje na sicie  $\phi = 2$  mm. Natomiast wielkość masy płatków na sicie o wymiarach  $\phi = 1$  mm i dnie sit malała wraz ze wzrostem stopnia wypełnienia. Wraz ze wzrostem stopnia wypełnienia (próbki o masie  $m = 400$  g i wyżej), ilość surowca na sicie  $\phi = 2$  mm stopniowo maleje, a w przypadku próbek  $m = 600$  g,

pozostała na tym sicie masa płatków wynosiła zaledwie 45 g. Podobne ubytki odnotowano również na sicie  $\phi = 1$  mm i dnie sit. Większy stopień wypełnienia powoduje mniej intensywne kruszenie się płatków, co potwierdza wzrost masy płatków na sitach  $\phi = 3,15$  mm i  $\phi = 4$  mm.



a,b,c – grupy jednorodne. Taki sam wskaźnik literowy oznacza brak istotnej różnicy pomiędzy średnimi w ramach danej grupy przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ .

a,b,c – homogeneous groups. The same letter index denotes no significant difference between mean values within a group at significance level of  $\alpha = 0.05$ .

**Rys. 3.** Zestawienie zmian pozostałości na sitach płatków owsianych błyskawicznych w zależności od stopnia wypełnienia komory testera mechanicznego

**Fig. 3.** Residue of instant oat flakes on sieves depending on filling degree of mechanical tester chamber

W oparciu o te dane można więc stwierdzić, iż pełniejsze wypełnienie komory testera prowadzi do spadku niszczenia struktury i kształtu płatków. Tendencje te wynikają z mniej intensywnego przebiegu procesu przesypywania i mieszania się masy płatków w testerze, a tym samym słabszego oddziaływania sił zewnętrznych powstających w momencie uderzenia testowanego surowca o wewnętrzne ścianki i łopatki komory roboczej testera mechanicznego.

Uzyskane wyniki badań i ich analiza wskazują, iż w procesie tradycyjnego pakowania płatków zbożowych, wskazanym jest pełne napełnianie opakowań, co utrudnia i ogranicza intensywne przesypywanie się produktu w trakcie kolejnych etapów składowania i dystrybucji.



## ANALIZA STATYSTYCZNA WYNIKÓW BADAŃ

W tabeli 2 zamieszczono podstawowe charakterystyki procedury statystycznej. Obejmuje ona analizę uzyskanych wyników zakresu zmian wartości współczynnika wytrzymałości mechanicznej, w odniesieniu do różnych testowanych mas zasypowych i zróżnicowanych czasów rozkruszania płatków owsianych błyskawicznych. Niewielkie wartości odchyień standardowych wskazują na mały rozrzut wyników, a tym samym na ich jednorodność. Można także stwierdzić, iż mała powtarzalność wyników i duży ich rozrzut mają miejsce w przypadku bardziej intensywnego oddziaływania założonych parametrów eksperymentalnych prowadzonych w najdłuższym przedziale czasowym.

**Tabela 2.** Statystyczna analiza wyników badań  
**Table 2.** Results of statistical analysis

Czas testowania Testing time (min) Masa surowca Stuff mass (g)	0,5 min	1 min	1,5 min	100 g	200 g	300 g	400 g	500 g	600 g
Wartość – Value (g)	1,75	1,64	1,33	1,68	1,65	1,93	2,13	2,06	2,29
	1,97	1,57	1,55	1,82	1,83	1,97	2,13	2,16	2,44
	1,89	1,67	1,85	1,85	1,92	1,84	1,94	2,04	2,06
Średnia arytmetyczna Arithmetic mean	1,87	1,63	1,57	1,78	1,80	1,92	2,06	2,08	2,27
Maksimum Maximum	1,97	1,67	1,85	1,85	1,92	1,97	2,13	2,16	2,44
Minimum	1,75	1,57	1,33	1,68	1,65	1,84	1,94	2,04	2,06
Rozstęp Interval	0,22	0,11	0,52	0,16	0,26	0,13	0,19	0,12	0,38
Wariancja Variance	0,012	0,002	0,067	0,007	0,018	0,004	0,012	0,004	0,036
Odchylenie standardowe Standard deviation	0,109	0,054	0,259	0,088	0,134	0,069	0,108	0,063	0,191
Mediana Median	1,89	1,64	1,55	1,82	1,83	1,93	2,13	2,06	2,29

Z analizy uzyskanych wyników badań, ukazujących złożony układ powiązań i wzajemnych zależności, jakie występują pomiędzy warunkami i parametrami przebiegu testowania płatków wynika, iż największe różnice i wpływ na zakres zmian ich cech geometrycznych ma czas trwania testu (okres oddziaływania sił zewnętrznych) oraz wielkość masy płatków umieszczanych w komorze testera.

Potwierdzają to wyniki analizy statystycznej wykazującej mały rozrzut pomiędzy kolejnymi powtórzeniami (tab. 2) oraz obraz istotności różnic pomiędzy poszczególnymi eksperymentami w postaci grup jednorodnych (rys. 2 i 3).

#### WNIOSKI

1. Uzyskane wyniki badań, dotyczące trwałości struktury płatków, określanej na dwu typach testerów (pneumatycznym i mechanicznym), wykazały wzajemną zależność i powtarzalne korelacje pomiędzy czasem prowadzenia testu, a podatnością badanych płatków na kruszenie i łamanie.

2. Wykazano, iż niezależnie od wykorzystanego typu testera wraz z wydłużaniem czasu testowania tj. czasu oddziaływania na płatki sił zewnętrznych wzrasta stopień i dynamika kruszenia oraz niszczenia struktury płatków.

3. W oparciu o wyniki badań można stwierdzić, że im większe wymiary płatków i podwyższona kruchość, tym większa podatność na kruszenie i większa destrukcja ich kształtu potwierdzona zmianą cech geometrycznych.

4. Analiza wyników badań wskazuje na konieczność pakowania płatków w opakowania foliowe z pełnym wypełnieniem, co ogranicza do minimum przesypanie i mieszanie się ich w trakcie pakowania w kartony, transportu czy wykładania na półki sklepowe.

Uzyskane wyniki badań stanowią cenną bazę danych, ważną zarówno z poznawczego jak i użytkowego punktu widzenia, możliwą do wykorzystania zarówno przez technologów produkcji jak i konsumentów płatków zbożowych.

#### PIŚMIENNICTWO

- Ceglińska A., 2002. Zbożopochodne produkty u progu XXI wieku. *Przegląd Piekarniczo-Cukierniczy*, 50(5), 19-22.
- Gąsiorowski H., 1995. *Owies: chemia i technologia*. PWRiL, Poznań.
- Górska-Warsewicz H., 2002. Konsumenckie rynki produktów zbożowych. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 9, 9-12.
- Kowalewski W., 1998. Technologia przerobu owsa na płatki dla zakładów o małej i średniej zdolności przerobowej. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 42(6), 13-17.
- Mościcki L., 2003. Zbożowa galanteria śniadaniowa. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 47(9), 24-26.
- Nadolna I., Kunachowicz H., Iwanow K., 1997. Wartość odżywcza wybranych asortymentów śniadaniowych płatków zbożowych. *Żywność, Żywnienie a Zdrowie*, 6(2), 171-175.
- Obuchowski W., 1998. Preparowane produkty zbożowe. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 4, 11-3.
- Panasiewicz M., 2002. Ocena parametrów obróbki hydrotermicznej w produkcji płatków wieloziarnowych. *Inżynieria Rolnicza*, 4(37), 271-276.
- Panasiewicz M., 2006. Zmiana wybranych cech fizycznych ziarna pszenicy nawilżanego w roztworach spożywczych. *Inżynieria Rolnicza*, 7/82/, 367-375.

- Zawiślak K., Panasiewicz M., Grochowicz J., Sobczak P., 2005. Założenia technologiczne do produkcji nowej generacji galanterii spożywczej. *Inżynieria Rolnicza*, 9/69/, 413-419.
- Zieliński H., Kozłowska H., Lewczuk B., 2001. Bioactive compounds in the cereal grains before and after hydrothermal processing. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2(2001), 159-169.

## ESTIMATION OF OAT FLAKES CRUMBLING SUSCEPTIBILITY

*Marian Panasiewicz, Agnieszka Misiura*

Department of Food Engineering and Machinery, Agricultural University  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: marian.panasiewicz@ar.Lublin.pl

**Abstract.** The aim of the work was determination of kinetic durability of instant oat flakes. The research refers to shape changes, structure changes and crumbling susceptibility of instant oat flakes during testing in mechanical and pneumatic testers. The results of the research describe changes of geometric features of instant oat flakes under influence of external-dynamic forces during the testing process in two different types of testing devices. The estimation was based on analysis of granulometric composition before and after the testing processes. Analysis of results shows high kinetic durability of instant oat flakes.

**Keywords:** instant oat flakes, susceptibility to crumbling, mechanical tester and pneumatic tester