

## WPŁYW CZASU GOTOWANIA NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE MAKARONÓW FORMY SPAGHETTI

*Dariusz Dziki, Renata Różyło, Beata Biernacka*

Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Uniwersytet Przyrodniczy  
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin  
e-mail:dariusz.dziki@up.lublin.pl

**Streszczenie.** Celem pracy była charakterystyka zmian właściwości fizycznych makaronów formy spaghetti w zależności od czasu gotowania. Do badań wybrano cztery makarony handlowe o zbliżonej średnicy i minimalnym czasie gotowania. Przeprowadzono ocenę sensoryczną makaronów, wyznaczono wskaźnik przyrostu wagowego, straty suchej substancji oraz właściwości mechaniczne, wykorzystując maszynę wytrzymałościową ZWICK Z020/TN2S. Na podstawie uzyskanych charakterystyk określono maksymalną siłę i pracę cięcia makaronu. Dłuższy czas gotowania powodował spadek cech jakościowych makaronów. Najmniej odporny na rozgotowanie był makaron z pszenicy zwyczajnej. Natomiast jakość i odporność na rozgotowanie makaronów z semoliny była wyższa i kształtowała się dla wszystkich prób na zbliżonym poziomie. W przypadku makaronów wyprodukowanych z pszenicy *durum* dłuższy czas obróbki hydrotermicznej powodował wzrost wskaźnika przyrostu wagowego (od 2,9 do 3,5). Natomiast dla wyrobu z pszenicy zwyczajnej stwierdzono zależność odwrotną (spadek wskaźnika od 3,0 do 2,0). Najniższe wartości siły cięcia uzyskano dla makaronu wyprodukowanego z pszenicy zwyczajnej (średnio w zależności od czasu gotowania od 1,2 do 2,0 N). Wyroby z semoliny charakteryzowały się około dwukrotnie wyższymi wartościami tego parametru. Dłuższy czas gotowania powodował nieliniowy spadek pracy cięcia makaronów w wytworzonych z semoliny (średnio od 3,56 do 2,15 mJ) oraz liniowy charakter zależności w przypadku makaronu wyprodukowanego z pszenicy zwyczajnej (spadek od 1,37 do 0,81 mJ).

**Słowa kluczowe:** makaron, spaghetti, gotowanie, właściwości fizyczne, jakość

### WSTĘP

Makarony należą do jednych z najpopularniejszych produktów zbożowych. Zalety tych wyrobów takie, jak łatwość i szybkość przygotowania oraz duża zawartość łatwo przyswajalnych węglowodanów powodują, że spożycie tych wyrobów wykazuje tendencję wzrostową. Udoskonalana jest również technologia ich produkcji (Jurga 2004) oraz zwiększa się asortyment i rodzaj stosowanych substancji dodatkowych w tych wyrobach (Wójtowicz 2008, Borneo i Aguirre 2008).

Podstawowym sposobem przygotowywania makaronów jest obróbka hydrotermiczna polegająca najczęściej na gotowaniu. W trakcie tego procesu następuje szereg zmian właściwości fizycznych i chemicznych makaronów. Zmiany te mają istotny wpływ na jakość tych produktów, a tym samym na ocenę konsumencką. Podczas gotowania makaronu następuje denaturacja białka i kleikowanie skrobi. Ziarna skrobi chłoną wodę i pęcznieją, a białka tworzą wzmocnioną strukturę, która wytrzymuje wzrost objętości (Zawadzki 2004). Następują zmiany cech mechanicznych makaronów, w tym cech tekstury (Dziki i Laskowski 2005). Za zakres tych zmian w głównej mierze odpowiada zawartość białka oraz właściwości glutenu zawartego w kaszce bądź mące makaronowej (Malcolmson i in. 1993, Novaro i in. 1993), jak również czas gotowania (Edwards i in. 1993). Nie bez znaczenia jest także proces produkcyjny. Wykazano między innymi, że suszenie makaronów w wysokich i bardzo wysokich temperaturach (odpowiednio metody HT i VHT) daje lepszy produkt po ugotowaniu niż w przypadku makaronów wysuszonych w temperaturach niskich (Dexter i in. 1983). Wynika to najprawdopodobniej ze zmian we frakcji skrobiowej, jakie zachodzą w wyższych temperaturach suszenia tych wyrobów (Güler i in. 2002).

Zmiany właściwości makaronu, jakie zachodzą podczas gotowania mogą być pośrednio określone poprzez ocenę organoleptyczną. Jednak w celu ich obiektywizacji bardzo często wykorzystuje się różne testy, polegające na ocenie cech mechanicznych tych wyrobów przy wykorzystaniu maszyn wytrzymałościowych bądź teksturometrów (Dziki i Laskowski 2001, Cuq i in. 2003, Wójtowicz 2009).

W dotychczasowych pracach, dotyczących oceny makaronów handlowych porównywano wyroby różniące się istotnie formą, wymiarami oraz czasem gotowania (Dziki i in. 2003, Dziki i Laskowski 2004). Wykazano, że zarówno średnica spaghetti oraz czas gotowania miały istotny wpływ na oceniane wyróżniki jakościowe. Celem niniejszej pracy było określenie wpływu czasu obróbki hydrotermicznej makaronów formy spaghetti o zbliżonych parametrach wyjściowych (średnica makaronu, minimalny czas gotowania) na zmiany właściwości fizycznych oraz cech jakościowych.

#### METODYKA BADAŃ

Materiał badawczy stanowiły cztery partie makaronu formy spaghetti wyprodukowane przez różnych producentów. Jeden z pośród badanych wyrobów wytworzono z mąki makaronowej pochodzącej z przemiału pszenicy zwyczajnej, pozostałe zaś z semoliny z pszenicy *durum* (tab. 1).

Wyznaczono podstawowe właściwości makaronów: wilgotność (metodą suszarkową), średnicę (wykorzystując suwmiarkę o dokładności pomiaru do  $10^{-2}$  mm)

oraz minimalny czas gotowania (zgodnie z PN-93/A-74130). Za minimalny czas gotowania przyjęto czas obróbki hydrotermicznej niezbędny do zaniku białego rdzenia wewnątrz makaronu obserwowanego przez zginięcie pojedynczej sztuki wyrobu dwoma płytkami z bezbarwnego tworzywa sztucznego.

Próbki makaronu o masie 100 g gotowano zgodnie z zaleceniami normy PN-A-74130:1993. Czas obróbki hydrotermicznej wynosił: 14,0; 17,5; 21,0; 24,5 i 28,0 min. Każdorazowo po ugotowaniu próbki ważono i określano wskaźnik przyrostu wagowego jako iloraz masy po i przed ugotowaniem makaronu. Wyznaczono również straty suchej substancji podczas gotowania (Obuchowski 1997). W przypadku każdej próby pomiary powyższych cech wykonywano w trzech powtórzeniach. Przeprowadzono także ocenę sensoryczną makaronów (Pałasiński 1997). Ocenę przeprowadził pięcioosobowy, przeszkolony zespół oceniający.

**Tabela 1.** Charakterystyka badanych makaronów  
**Table 1.** Characteristics of investigated spaghetti pasta

Numer próby Number of sample	Kod przedsiębiorstwa Code of company	Główny składnik Main component		Wilgotność Moisture (%)	Średnica Diameter (mm)
		semolina semolina	mąka z pszenicy zwyczajnej common wheat flour		
I	A	–	+	11,81	1,78
II	B	+	–	12,01	1,83
III	C	+	–	10,32	1,75
IV	D	+	–	11,43	1,78

Badania cech mechanicznych makaronów przeprowadzono, wykorzystując maszynę wytrzymałościową ZWICK Z020/TN2S. Próby spaghetti układano na dolnej płycie urządzenia (po 5 odcinków każdej) i przecinano nożem o grubości 1 mm w płaszczyźnie prostopadłej do długości makaronu. Prędkość przesuwu noża wynosiła 10 mm·min<sup>-1</sup>. Zastosowano głowicę pomiarową o zakresie siły obciążającej od 0 do 100 N. Na podstawie uzyskanych charakterystyk określono maksymalną siłę i pracę cięcia makaronu. Pomiary wykonano w 10 powtórzeniach dla każdej z badanych prób. Dokładny opis metodyki badań został przedstawiony przez Dzikiego i Laskowskiego (2005).

Analizę statystyczną wyników przeprowadzono, wykorzystując program Stistica 6.0. PL firmy StatSoft. Obejmowała ona analizę wariancji i regresji liniowej

oraz kwadratowej. Istotność różnic między średnimi określono, wykorzystując test Tukey'a. Wyznaczono również równania regresji oraz współczynniki determinacji. Wszystkie obliczenia wykonano przyjmując poziom istotności  $\alpha = 0,05$ .

#### WYNIKI BADAŃ I DYSKUSJA

Minimalny czas gotowania badanych makaronów był zbliżony i wynosił 13,0 min dla próby II i III oraz 13,5 i 14,0 min, odpowiednio dla prób I i IV. W tabeli 2 przedstawiono wyniki oceny sensorycznej badanych makaronów. Po czasie gotowania wynoszącym 14,0 i 17,5 min wszystkie produkty z semoliny uzyskały maksymalną liczbę punktów – 25, jedynie makaron wytworzony z pszenicy zwyczajnej (próba I) otrzymał gorsze noty za barwę, która była wyraźnie jaśniejsza od barwy wyrobów z pszenicy *durum*.

Po czasie obróbki hydrotermicznej wynoszącej 21,0 min jedynie próba II i III uzyskała maksymalną liczbę punktów. Natomiast próba I i IV uzyskały nieco niższe noty na konsystencję, zaś próba z I dodatkowo za zapach. Dalsze wydłużenie czasu gotowania powodowało w przypadku wszystkich prób uzyskiwanie gorszych not w szczególności za zapach, który stawał się wyraźnie mniej intensywny i charakterystyczny, barwę oraz konsystencję. Najmniej odporny na rozgotowanie był makaron wytworzony z pszenicy zwyczajnej (próba I), który po czasie gotowania wynoszącym 28 min uzyskał 16 punktów na 25 możliwych. W przypadku tego makaronu nastąpiło znaczne pogorszenie wszystkich ocenianych wyróżników, łącznie z wyraźnie zróżnicowaną wielkością średnicy na długości makaronu, co świadczyło o intensywnie następującym procesie rozgotowania makaronu. Pozostałe próby zachowywały swój kształt, a nieco gorsze noty uzyskały za pozostałe wyróżniki jakościowe i uzyskały od 21 do 22 punktów po czasie gotowania wynoszącym 28 min (tab. 2).

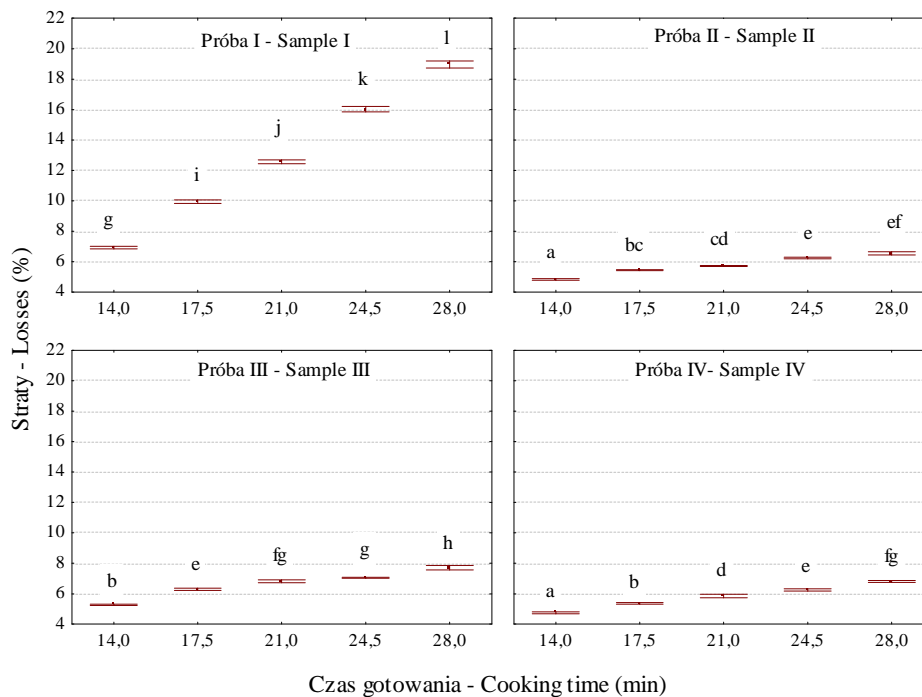
Rozpatrując straty podczas gotowania makaronów ( $s_s$ ) stwierdzono, że produkty wytworzone z pszenicy *durum*, w porównaniu do makaronu uzyskanego z pszenicy zwyczajnej charakteryzowały się znacznie mniejszymi stratami (rys. 1). Dłuższy czas gotowania powodował liniowy wzrost  $s_s$  u wszystkich badanych prób, przy czym wyroby z pszenicy *durum* charakteryzowały się zbliżonymi stratami (średnio od 5,1 do 6,6% w zależności od czasu gotowania). Natomiast  $s_s$  dla makaronu z pszenicy zwyczajnej były wyższe, w szczególności po dłuższym gotowaniu i zawierały się od 6,9 do 19,0% i były najprawdopodobniej przyczyną gorszej jakości tego makaronu po ugotowaniu (tab. 3).

**Tabela 2.** Wyniki oceny sensorycznej badanych makaronów  
**Table 2.** The results of sensory evaluation of spaghetti pasta after cooking

A*	B	C	D	E	F	G	H
I	14,0	5	5	4	5	5	24
	17,5	5	5	4	5	5	24
	21,0	4	5	4	5	4	22
	24,5	4	4	3	4	3	20
	28,0	3	4	3	3	3	16
II	14,0	5	5	5	5	5	25
	17,5	5	5	5	5	5	25
	21,0	5	5	5	5	5	25
	24,5	5	5	4	5	4	23
	28,0	4	5	4	5	4	22
III	14,0	5	5	5	5	5	25
	17,5	5	5	5	5	5	25
	21,0	5	5	5	5	5	25
	24,5	4	5	4	5	4	22
	28,0	4	5	4	5	4	22
IV	14,0	5	5	5	5	5	25
	17,5	5	5	5	5	5	25
	21,0	5	5	5	5	4	24
	24,5	4	5	4	5	4	22
	28,0	4	4	4	5	4	21

A\* – numer próby/number of sample, B – czas gotowania/cooking time (min), C – zapach/odour, D – smak/taste, E – barwa/colour, F – kształt/shape, G – konsystencja/consistency, H – suma punktów/sum of points.

Przyjmuje się, że dobrej jakości makaron nie powinien się charakteryzować wyższymi stratami niż 8% (Obuchowski 1997). Uzyskane zależności opisano równaniami regresji (tab. 3). Równania charakteryzują dynamikę strat podczas gotowania badanych makaronów. Zaznaczyć należy, że przedstawione zależności zarówno w tabeli 3 jak i w tabelach 4-5 są prawdziwe w rozpatrywanym okresie czasu obróbki hydrotermicznej makaronów, tj. 14-28 min.



**Rys. 1.** Straty suchej substancji w zależności od czasu gotowania makaronu; wartości średnie oznaczone różnymi literami są istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ )

**Fig. 1.** The cooking losses in relation to the cooking time of pasta; mean values designated with different letters are statistically different ( $\alpha = 0.05$ )

**Tabela 3.** Równania regresji opisujące zależność między czasem gotowania makaronu ( $t$ ) a stratami suchej substancji ( $s_s$ )

**Table 3.** The regression equations describing relationships between spaghetti pasta cooking time ( $t$ ) and cooking losses ( $s_s$ )

Próba Sample	Postać równania – Form of the equation: $s_s = at + b$		$R^2$
	$a$	$b$	
I	0,861	-5,20	0,998
II	0,120	3,24	0,989
III	0,161	3,26	0,945
IV	0,143	2,81	0,987

Różnice w wielkości i dynamice strat podczas gotowania badanych makaronów wynikają najprawdopodobniej z innych właściwości mąki bądź semoliny użytej do produkcji makaronu. Mogą być również częściowo spowodowane innymi warunkami produkcji. Wielkość strat podczas gotowania zależy między innymi od ilości i jakości glutenu, stopnia uszkodzenia skrobi czy aktywności enzymów amylolitycznych (Zawadzki 2004). Makarony wytworzone z surowca o dużej ilości mocnego glutenu i o mniejszym stopniu uszkodzenia skrobi oraz niższej aktywności enzymatycznej charakteryzują się niższymi stratami. Jeśli w trakcie gotowania koagulacji ulega gluten mocny i sprężysty, to ogranicza on kleistość makaronu wynikającą z aktywności amylolitycznej semoliny i uszkodzeń skrobi, a tym samym ogranicza straty. Gluten o takich cechach pozwala również zminimalizować ujemny efekt zbyt długiego gotowania makaronu (Zawadzki 2004). Fardet i in. (1999) stwierdzili, że mniejsze straty występują w tych makaronach, w których struktura białka jest lepiej rozbudowana wokół ziaren skrobi. Güler i in. (2002) wykazali, że sposób suszenia makaronu uzyskanego z tego samego surowca również oddziałuje na wielkość strat podczas gotowania. Mniejsze straty uzyskuje się w przypadku makaronów suszonych w wyższej temperaturze.

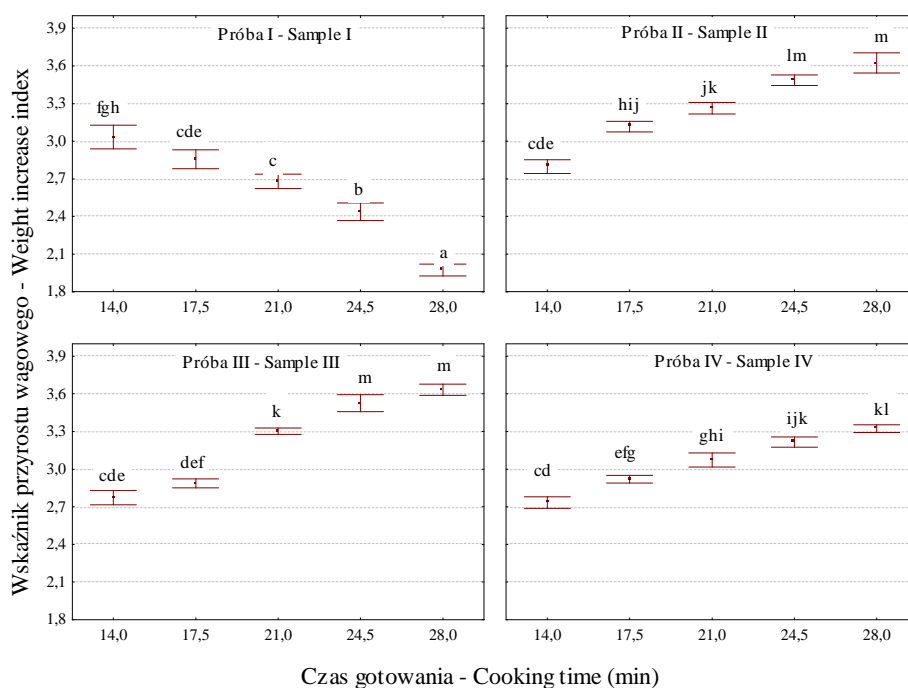
Analizując zmiany wskaźnika przyrostu wagowego ( $w_p$ ) stwierdzono, że w przypadku makaronów wyprodukowanych z pszenicy *durum* dłuższy czas gotowania powodował wzrost  $w_p$  (średnio od 2,86 do 3,53). Natomiast dla makaronu wyprodukowanego z pszenicy zwyczajnej zaobserwowano zależność odwrotną. Wartości  $w_p$  zmniejszały się po dłuższym czasie gotowania (średnio od 3,03 do 1,97) – rysunek 2. Można to tłumaczyć tym, że makaron ten po poszczególnych czasach gotowania, w porównaniu do wyrobów z pszenicy *durum*, charakteryzował się znacznie większymi stratami podczas gotowania, co powodowało również spadek  $w_p$ . Podobne zależności obserwuje się w przypadku innych makaronów wytworzonych z pszenicy zwyczajnej, gdzie w trakcie gotowania do pewnego momentu wskaźnik przyrostu wagowego wzrasta, a następnie maleje (Dziki i Laskowski 2005). W przypadku makaronów wyprodukowanych z pszenicy *durum*, zależności między czasem gotowania a wskaźnikiem przyrostu wagowego opisano liniowymi równaniami regresji, zaś w odniesieniu do makaronu wyprodukowanego z pszenicy zwyczajnej – równaniem kwadratowym (tab. 4). Inny charakter zależności uzyskany dla wyrobów z pszenicy zwyczajnej wynika, z gwałtownego spadku  $w_p$ , w szczególności po czasie gotowania wynoszącym 21 min oraz 24 min i jest spowodowany rozgotowywaniem się makaronu, a tym samym większymi stratami suchej substancji.

Przeważnie wartości  $w_p$  dla makaronów wyłaczanych zawierają się w przedziale od 2 do 4 (Sobota i Skwira 2009) Przyjmuje się, że dla dobrej jakości makaron  $w_p$  powinien być powyżej 3 (Obuchowski 1997).

**Tabela 4.** Równania regresji opisujące zależność między czasem gotowania makaronu ( $t$ ) a wskaźnikiem przyrostu wagowego ( $w_p$ )

**Table 4.** The regression equations describing relationships between spaghetti pasta cooking time ( $t$ ) and weight increase index ( $w_p$ )

Próba Sample	Postać równania – Form of the equation: $w_p = at^2 + bt + c$ lub $orw_p = bt + c$			$R^2$
	$a$	$b$	$c$	
I	0,0037	0,084	2,57	0,970
II	–	0,058	2,04	0,955
III	–	0,067	1,81	0,943
IV	–	0,042	2,18	0,965

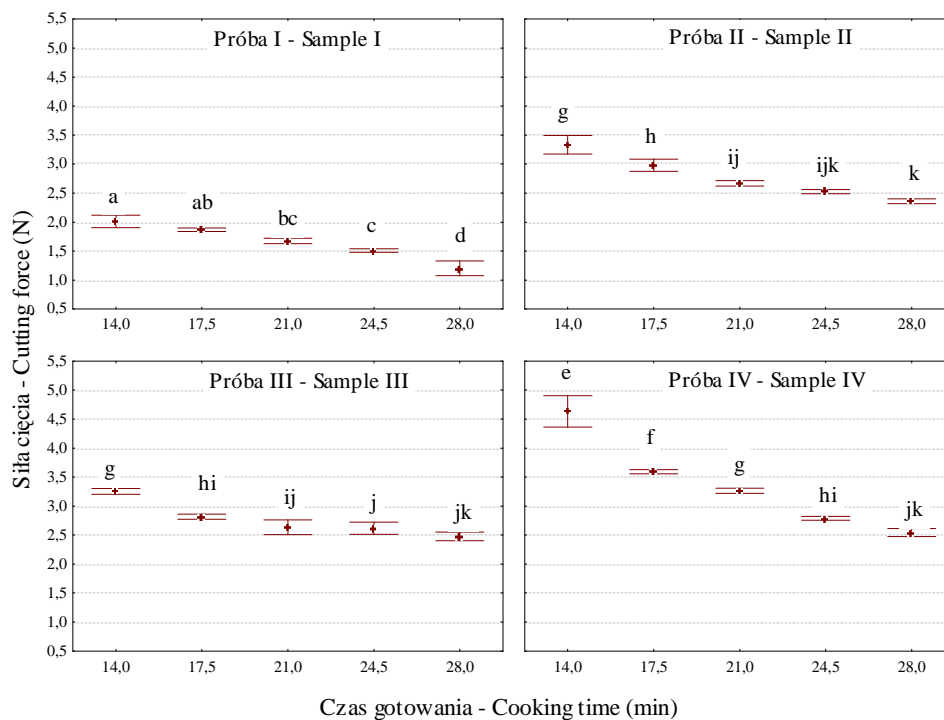


**Rys. 2.** Zmiany wskaźnika przyrostu wagowego w zależności od czasu gotowania makaronu; wartości średnie oznaczone różnymi literami są istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ )

**Fig. 2.** The changes of weight increase index in relation to pasta cooking time; mean values designated with different letters are statistically different ( $\alpha = 0.05$ ).



Na rysunku 3 przedstawiono zmiany siły cięcia ( $F$ ) badanych makaronów w zależności od czasu gotowania. Siła cięcia makaronu wyraża pośrednio jego twardość. Parametr ten jest jednym z podstawowych wyróżników cech tekstury tych wyrobów (Wojtowicz 2006). W przypadku wszystkich prób wzrost czasu gotowania z 14 do 28 min powodował spadek  $F$ , przy czym największe zmiany tego parametru zaobserwowano w przypadku próby IV (spadek o 42%), najmniejsze zaś dla makaronu II (spadek o 24%). Niższe wartości  $F$  uzyskano w przypadku makaronu wyprodukowanego z pszenicy zwyczajnej i kształtowały się one w zależności od czasu gotowania od 1,2 do 2,0 N. Zaznaczyć należy, że wyroby z semoliny po najdłuższym czasie gotowania wynoszącym 28 min, charakteryzowały się podobnymi wartościami  $F$  (średnio 2,4 N), podczas gdy wartość tego parametru dla makaronu z pszenicy zwyczajnej była po tym czasie około dwukrotnie niższa. Zmiany parametru  $F$  w zależności od czasu gotowania makaronu opisano równaniami regresji o postaci wielomianów stopnia drugiego (tab. 5).



**Rys. 3.** Zmiany siły cięcia makaronów w zależności od czasu gotowania; wartości średnie oznaczone różnymi literami są istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ )

**Fig. 3.** The changes of pastas shearing force in relation to cooking time; mean values designated with different letters are statistically different ( $\alpha = 0.05$ ).

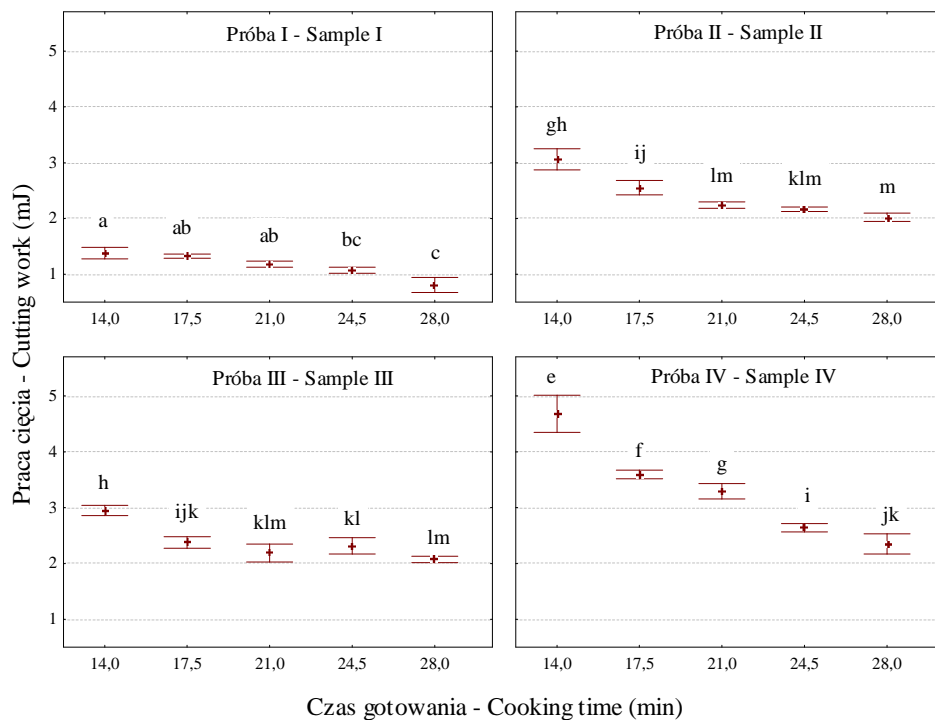
**Tabela 5.** Równania regresji opisujące zależności między czasem gotowania ( $t$ ) a siłą cięcia makaronu ( $F$ )

**Table 5.** The regression equations describing relationships between cooking time ( $t$ ) and pasta shear force ( $F$ )

Próba Sample	Postać równania – Form of the equation: $F = at^2 + bt + c$			$R^2$
	$a$	$b$	$c$	
I	-0,002	0,000	2,10	0,935
II	0,003	-0,201	5,52	0,943
III	0,004	-0,234	5,64	0,939
IV	0,008	-0,495	9,85	0,958

Rozpatrując pracę cięcia badanych makaronów ( $W$ ) stwierdzono, że podobnie jak w przypadku siły cięcia dłuższy czas gotowania powodował spadek tego parametru (rys. 4). W przypadku wyrobów z semoliny zaobserwowano, że największy spadek  $W$  nastąpił przy wydłużeniu czasu gotowania z 14 do 17,5 min. Szczególne duże zmiany  $W$  zarejestrowano dla próby IV (spadek o ok. 50% przy wzroście czasu gotowania z 14 do 28 min). Średnie wartości  $W$  dla próby I (makaron z pszenicy zwyczajnej) zmniejszały się wraz z dłuższym czasem gotowania od 1,37 do 0,81 mJ. Znacznie wyższe wartości tego parametru uzyskano dla pozostałych prób i zawierały się one w przedziale od 3,56 do 2,15 mJ, odpowiednio po 14 i 28 min gotowania. W przypadku makaronów wyprodukowanych z pszenicy *durum* zależność parametru  $W$  od czasu gotowania opisano równaniami regresji o postaci wielomianu stopnia drugiego. Natomiast w odniesieniu do produktu z pszenicy zwyczajnej równaniem liniowym (tab. 6). Praca cięcia makaronów jest jednym z wyróżników cech tekstury makaronów i określa ich jędrność (D'Egidio i Nardi 1996).

Przeprowadzone badania wykazały istotne różnice w określonych cechach mechanicznych makaronów poddanych obróbce hydrotermicznej w porównywanych warunkach (ten sam czas gotowania i zbliżona średnica makaronu). Najniższe wartości siły i pracy cięcia, przy najwyższych stratach suchej substancji podczas gotowania uzyskiwano zawsze dla makaronu wytworzonego z pszenicy zwyczajnej. Makaron ten charakteryzował się również najgorszą jakością, w szczególności podczas dłuższego gotowania. Natomiast makarony wytworzone z semoliny charakteryzowały się znacznie wyższymi wartościami  $F$  i  $W$ , ale dynamika ich zmian w zależności od czasu gotowania różniła się, co przedstawiają wyznaczone równania regresji (tab. 4-5). Różnice te były spowodowane najprawdopodobniej odmiennymi cechami jakościowymi surowca użytego do produkcji oraz warunkami procesu wytwarzania makaronu. Mogły również częściowo wynikać z różnej ilości wchłoniętej wody i innych strat podczas gotowania badanych makaronów.



**Rys. 4.** Zmiany pracy cięcia makaronów w zależności od czasu gotowania; wartości średnie oznaczone różnymi literami są istotnie różne ( $\alpha = 0,05$ )

**Fig. 4.** The changes of pasta shearing force in relation to cooking time; mean values designated with different letters are statistically different ( $\alpha = 0.05$ )

**Tabela 6.** Równania regresji opisujące zależność między czasem gotowania ( $t$ ) a pracą cięcia makaronu ( $F$ )  
**Table 6.** The regression equations describing relationships between cooking time ( $t$ ) and pasta shear work ( $W$ )

Próba Sample	Postać równania - Form of the equation: $W = at^2 + bt + c$ or $W = bt + c$			$R^2$
	$a$	$b$	$c$	
I	0,000	-0,003	1,987	0,819
II	0,006	-0,305	6,214	0,917
III	0,006	-0,293	5,865	0,768
IV	0,007	-0,463	9,682	0,989

## WNIOSKI

1. Makarony z pszenicy *durum* charakteryzowały się podobnymi cechami jakościowymi i zbliżoną podatnością na rozgotowanie. Natomiast makaron z pszenicy zwyczajnej uzyskiwał po każdym czasie obróbki hydrotermicznej niższe noty za oceniane wyróżniki jakościowe, przy czym różnica była tym większa im dłuższy był czas gotowania makaronu.

2. W przypadku makaronów wyprodukowanych z semoliny dłuższy czas gotowania powodował wzrost wskaźnika przyrostu wagowego (od 2,9 do 3,5). Natomiast dla wyrobu z pszenicy zwyczajnej stwierdzono zależność odwrotną (spadek wskaźnika od 3,0 do 2,0).

3. Dłuższy czas gotowania powodował liniowy wzrost strat suchej substancji wszystkich badanych makaronów (średnio od 6,9 do 19,0% w przypadku makaronu z pszenicy zwyczajnej oraz od 5,0 do 7,0% dla wyrobów z pszenicy durum).

4. Najniższe wartości siły cięcia uzyskano dla makaronu wyprodukowanego z pszenicy zwyczajnej (średnio w zależności od czasu gotowania od 1,2 do 2,0 N). Wyroby z semoliny charakteryzowały się średnio około dwukrotnie wyższymi wartościami tego parametru po każdym czasie obróbki hydrotermicznej.

5. Dłuższy czas gotowania powodował nieliniowy spadek pracy cięcia makaronów wytworzonych z semoliny (od 3,56 do 2,15 mJ) oraz liniowy charakter zależności w przypadku makaronu uzyskanego z pszenicy zwyczajnej (spadek od 1,37 do 0,81 mJ).

6. Przeprowadzone badania wykazały, że przy porównywanym czasie gotowania i średnicy spaghetti badane makarony wykazywały istotne różnice w oznaczanych właściwościach.

## PIŚMIENNICTWO

- Borneo R., Aguirre A., 2008. Chemical composition, cooking quality, and consumer acceptance of pasta made with dried amaranth leaves flour. *LWT - Food Sci. Technol.*, 1, 1748-1751.
- Cuq B., Gonçalves F., Mas J.F., Varelle L., Abecassis J., 2003. Effects of moisture content and temperature of spaghetti on their mechanical properties. *J. Food Eng.*, 59, 51-60.
- D'Egidio M., Nardi S., 1996. Textural measurement of cooked spaghetti, w Kruger J.E., Matsuo R., Dick J: *Pasta and noodle technology*, American Association of Cereal Chemistry, Inc., USA.
- Dexter J.E., Matsuo R. R., Morgan B. C., 1981. High temperature drying: effects on spaghetti properties. *Journal of Food Science*, 46, 1741-1746.
- Dziki D., Laskowski J., 2001. Badania wpływu gotowania makaronu na zmiany parametrów wyciążania. *Acta Agrophysica*, 46, 47-53.
- Dziki D., Laskowski J., 2003. Wpływ wybranych czynników na cechy kulinarne makaronów. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2(35).
- Dziki D., Laskowski J., 2005. Evaluation of the cooking quality of spaghetti. *Pol. J. Food Nutr. Sci.*, 14, 153-158.

- Edwards N.M., Izydorczyk J.E., Dexter J.E., Biliaderis C.G., 1993. Cooked pasta texture: comparison of dynamic viscoelastic properties to instrumental assessment of firmness. *Cereal Chem.*, 70, 122-126.
- Fardet A., Abecassis J., Hoebler C., Baldwin P., Buleon A., Berot S., Barry J., 1999. Influence of technological modification of the protein network from pasta on in vitro starch degradation. *J Cereal Sci.*, 10, 133-145.
- Güler S., Köksel H., Ng P.K.W., 2002 Effects of industrial pasta drying temperatures on starch properties and pasta quality. *Food Res. Int.*, 35, 421-427.
- Jurga R., 2004. Jakość makaronu i jego charakterystyka żywieniowa. *Przeł. Zboż-Młyn.*, 10, 29-31.
- Malcolmson L. J., Matsuo R.R., Balshaw R., 1993. Textural optimization of spaghetti using response surface methodology: effects of drying temperature and durum protein level. *Cereal Chem.*, 70, 417-423.
- Novaro P., D'Egidio M.G., Mariani B.M., Nardi S., 1993. Combined effects of protein content and high temperature drying systems on pasta cooking quality. *Cereal Chem.*, 70, 716-719.
- Obuchowski W., 1997. Technologia przemysłowej produkcji makaronu. AR. Poznań 1997.
- PN-A-74130:1993. Makaron. Pobieranie próbek i metody badań.
- PN-93/A-74130 Makaron.- Pobieranie próbek i metody badań
- Sobota A., Skwira A., 2009. Właściwości fizyczne i skład chemiczny makaronów wyłaczanych. *Acta Agrophysica*, 13, 245-260.
- Wójtowicz A., 2008. Wpływ dodatku kwasu askorbinowego na teksturę ekstrudowanych makaronów podgotowanych. *Acta Agrophysica*, 12, 245-254.
- Wójtowicz A., 2009. Wpływ dodatku fasoli na wybrane cechy ekstrudowanych makaronów podgotowanych. *Acta Agrophysica* 13, 533-542.
- Wojtowicz A., 2006. Wpływ parametrów ekstruzji na wybrane cechy tekstury makaronów błyskawicznych z semoliny. *Acta Agrophysica*, 2006, 8(4), 1049-1060.
- Zawadzki K., 2004. Kleistość makaronu – przyczyny i przeciwdziałanie. *Przeł. Zboż.-Młyn.*, 12, 36-37.

## INFLUENCE OF COOKING TIME ON SPAGHETTI PASTA PHYSICAL PROPERTIES

*Dariusz Dziki, Renata Różyło, Beata Biernacka*

Department of Machine Operation in the Food Industry, University of Life Sciences  
ul. Doświadczalna 44, 20-280 Lublin  
e-mail: [dariusz.dziki@up.lublin.pl](mailto:dariusz.dziki@up.lublin.pl)

**Abstract.** The aim of the present work was to evaluate the influence of pasta cooking time on spaghetti physical properties. Four types of commercial spaghetti samples were used for the investigations. The diameter and minimal cooking time of spaghetti were similar. The sensory analysis, weight increase index, cooking losses and pasta mechanical properties were determined. For the evaluation of the mechanical properties of pasta the universal testing machine ZWICK Z020/TN2S was used. On the basis of the curves obtained, the maximum shear force and shear work were determined. Overcooking has a negative influence on the sensory evaluation of samples, especially for pasta from common wheat flour. The quality and overcooking resistance of all spaghetti samples made from semolina were similar and higher than those of the common wheat flour product. As the cooking time increased, the values of weight increase index for spaghetti produced from semolina

were observed to increase (from 2.9 to 3.5). The reverse relationship was observed for pasta made from common wheat flour (decrease from 3.0 to 2.0). The lowest values of shear force were obtained for common wheat pasta (average from 1.2 to 2.0 N in relation to cooking time). The durum wheat samples were characterised by about two times higher values of shear force. In the case of durum wheat pasta overcooking caused a non-linear decrease of shear work (average from 3.56 to 2.15 mJ), whereas for common wheat pasta the decrease was linear (average from 1.37 to 0.81 mJ).

Keywords: pasta, spaghetti, cooking, physical properties, quality