

## WPLYW DODATKU KWASU ASKORBINOWEGO NA WYBRANE CECHY JAKOŚCIOWE MAKARONÓW EKSTRUDOWANYCH

*Agnieszka Wójtowicz*

Katedra Inżynierii Procesowej, Akademia Rolnicza, ul. Doświadczalne 44, 20-236 Lublin  
e-mail: agawojtowicz@tlen.pl

**Streszczenie.** Określono wpływ dodatku kwasu l-askorbinowego na wybrane cechy jakościowe podgotowanych wyrobów makaronowych otrzymywanych z mąki pszennej typu 500. Zastosowany w badaniach zmodyfikowany ekstruder jednoślindakowy TS-45 umożliwił wytworzenie makaronów typu błyskawicznego, nie wymagających gotowania a jedynie hydratacji w gorącej wodzie. Dodatek kwasu l-askorbinowego wpływał nie tylko na wyznaczniki jakościowe, ale także na charakterystykę organoleptyczną wyrobów makaronowych.

**Słowa kluczowe:** ekstruzja, makaron, mąka pszenna, kwas askorbinowy, makaron błyskawiczny, ekstruder jednoślindakowy

### WSTĘP

Makarony podgotowane typu błyskawicznego to najczęściej wyroby o niewielkim przekroju ułatwiającym proces ich uwodnienia oraz przygotowania do spożycia [15]. Podczas wytwarzania makaronów błyskawicznych dla nadania im cech wyrobów podgotowanych o wysokim poziomie skleikowanej skrobi stosowane są zabiegi hydrotermiczne tj. parowanie, wstępne obgotowanie bądź smażenie [6]. Są to jednak procesy wymagające stosowania specjalnych urządzeń oraz suszenia do wilgotności przechowalniczej. W zaproponowanej technologii z wykorzystaniem ekstrudera jednoślindikowego operacje mieszania, obróbki termicznej i formowania są przeprowadzane w jednym urządzeniu, skrobia jest niemal w całości skleikowana, zaś czas suszenia jest stosunkowo krótki [15,16].

Dodatek kwasu l-askorbinowego wpływa na polepszenie formowania matrycy białkowej w cieście makaronowym i zmniejsza utratę koloru podczas gotowania [3,14]. Ogranicza również ilość składników makaronu wytworzonego z mąki pszenicy miękkiej przechodzących do roztworu po gotowaniu w wodzie [8].

Celem pracy było określenie wpływu dodatku kwasu l-askorbinowego na wybrane cechy jakościowe makaronów wytworzonych na zmodyfikowanym ekstruderze jednoślیمakowym TS-45 z zastosowaniem mąki pszennej. Jako cechy najistotniejsze z punktu widzenia przygotowania do spożycia określono następujące wskaźniki: wodochłonność, minimalny czas hydratacji, straty składników przechodzących do roztworu podczas hydratacji oraz podstawowe wyróżniki organoleptyczne.

### MATERIAŁY I METODY

W badaniach zastosowano następujące surowce:

- mąka pszenna typ 500 wyprodukowana przez Młyn w Płońsku,
- kwas l-askorbinowy w ilości od 0,02% do 0,1% zgodnie z danymi literaturowymi [3].

Makarony wytwarzano z zastosowaniem techniki ekstruzji stosując następujące parametry procesu:

- wilgotność surowców doprowadzono do poziomu 30%,
- obroty ślimaka ekstrudera w granicach od 60 do 120 obr·min<sup>-1</sup>,
- temperaturę procesu w zakresie od 80°C do 95°C w poszczególnych sekcjach ekstrudera,
- matrycę z 12 otworami o średnicy 0,8 mm.

Fotografia 1 przedstawia wygląd zmodyfikowanego ekstrudera TS-45, w którym zastosowano unikalną konstrukcję głowicy oraz chłodzenie w końcowej części cylindra ekstrudera [16].



**Fot. 1.** Widok zmodyfikowanego ekstrudera jednoślیمakowego TS-45

**Photo 1.** Single screw modified extrusion-cooker TS-45

Przed przystąpieniem do badań ekstrudowane makarony doprowadzono do wilgotności przechowalniczej przez krótkotrwałe suszenie w suszarce (około 1 h w temperaturze 40°C) i przechowywano w zamkniętych opakowaniach w temperaturze pokojowej.

Pomiary wykonywano w 6 powtórzeniach, a jako wynik przyjęto średnią arytmetyczną. Przeprowadzono analizę wariancji przy poziomie istotności  $\alpha = 0,05$ . Istotność różnic między średnimi wyznaczono testem Duncana.

W wytworzonych makaronach oceniano:

- wskaźnik ekspandowania promieniowego jako stosunek średnicy pojedynczej nitki makaronu do średnicy otworu matrycy formującej [5],
- wodochłonność wyrobów określając ilość wchłoniętej wody podczas pięciominutowej hydratacji w gorącej wodzie [16],
- stopień skleikowania skrobi metodą enzymatyczną z zastosowaniem diastazy [12],
- minimalny czas przygotowania do spożycia określano w momencie zaniku białego nieuwodnionego rdzenia makaronu [11],
- straty składników przechodzących do roztworu podczas hydratacji określając procentowo ilość składników makaronu pozostałych po odparowaniu wody w temperaturze 110°C [7],
- wskaźniki organoleptyczne zarówno wyrobów surowych, jak i po hydratacji oceniając wygląd, barwę, smak, kleistość i żuwalność w pięciostopniowej skali [10], a także preferencje konsumenckie w dziesięciostopniowej skali hedonicznej [13].

Dla zilustrowania wpływu kwasu l-askorbinowego na badane cechy wyniki pomiarów porównano z wyrobami wytworzonymi bez dodatku kwasu przy analogicznych parametrach procesu.

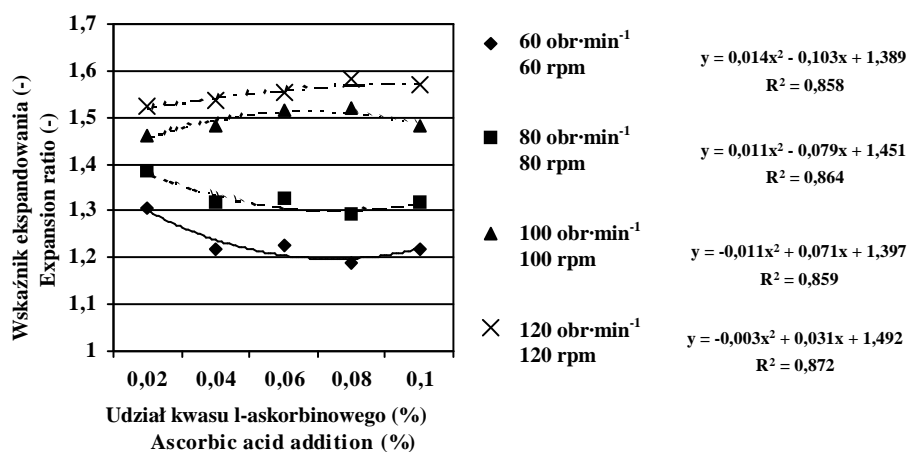
## WYNIKI

W zależności od charakteru i przeznaczenia wyrobu ocenia się wybrane wyróżniki pod kątem ich przydatności. Przeprowadzone badania wybranych cech fizykochemicznych oraz ocena sensoryczna wyrobów makaronowych wytworzonych w ustalonych warunkach umożliwiły scharakteryzowanie wpływu zastosowanego dodatku kwasu l-askorbinowego na jakość i funkcjonalność błyskawicznych wyrobów makaronowych.

Wskaźnik ekspandowania promieniowego makaronów był uzależniony w głównej mierze od prędkości obrotowej ślimaka ekstrudera. Analiza wariancji przeprowadzona dla tego parametru wykazała istotne statystycznie różnice przy założonym poziomie 0,05. Wartość wskaźnika ekspandowania makaronów bez dodatków kształtowała się na poziomie od 1,5 przy zastosowaniu 60 obr·min<sup>1</sup> do 1,93 przy najwyższych obrotach ślimaka [16]. Najwyższe wartości tego parametru dla wyrobów z dodatkiem kwasu odnotowano przy zastosowaniu 120 obr·min<sup>1</sup> na poziomie od 1,52 do 1,58, przy czym zwiększanie udziału procentowego kwasu l-askorbinowego powodowało również wzrost wartości tego parametru. Na podobne tendencje wskazał Every i inni [2] odnotowując zwiększenie objętości pieczywa z dodatkiem kwasu l-askorbinowego. Zaobserwowano również, że przy zastosowaniu

wyższych obrotów ślimaka pogorszyła się gładkość powierzchni makaronów, spowodowana wysokim ciśnieniem wyłaczania.

Przy prędkości obrotowej ślimaka 60 i 80 obr·min<sup>-1</sup> zwiększanie udziału kwasu l-askorbinowego powodowało obniżenie ekspandowania promieniowego wyrobów makaronowych (rys. 1). W przypadku wyrobów typu błyskawicznego niski wskaźnik ekspandowania promieniowego jest cechą pożądaną ze względu na krótki czas hydratacji cienkich nitek makaronowych i zastosowanie dodatku kwasu l-askorbinowego wpływa pozytywnie na określaną cechę. Jednakże zastosowanie stosunkowo niskiej temperatury oraz 60 obr·min<sup>-1</sup> było niewystarczające do sklei-kowania skrobi i w wyrobach tych były widoczne pojedyncze nieprzetworzone frakcje mąki pszennej.



**Rys. 1.** Wpływ dodatku kwasu l-askorbinowego na wartości wskaźnika ekspandowania promieniowego makaronów ekstrudowanych

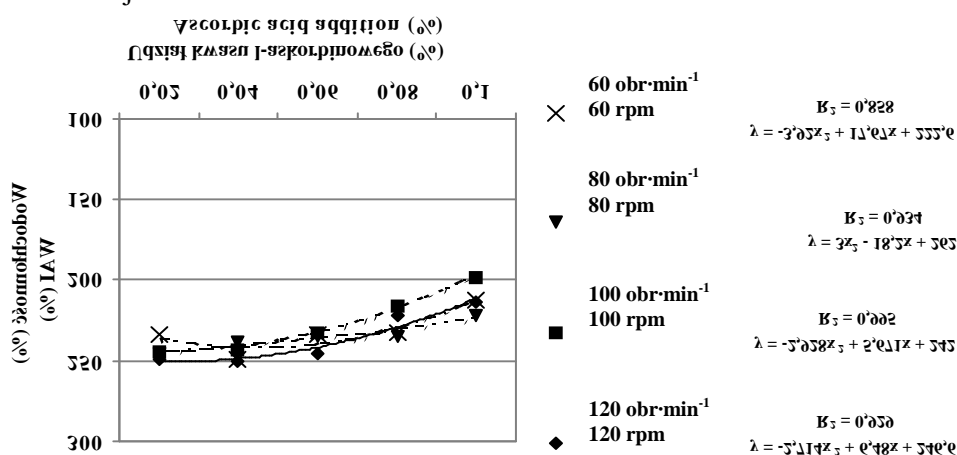
**Fig. 1.** Influence of ascorbic acid addition on extrusion-cooked pasta expansion ratio values

Wodochłonność, wyrażana często jako WAI (ang. water absorption index), jest cechą istotną szczególnie dla artykułów spożywczych serwowanych do spożycia w zalewie. Również takimi produktami są makarony podawane przede wszystkim jako dodatek do zup. Konieczne jest więc określenie ilości wchłoniętej wody wymaganej do całkowitego uwodnienia makaronów. Przy zastosowaniu makaronów jako dodatku do zup jest to ilość minimalna, którą należy zwiększyć odpowiednio o ilość płynu niezbędną do uzyskania konsystencji zupy.

Zastosowanie gorącej wody podczas określania wodochłonności [16] oddaje rzeczywisty charakter absorpcji podczas hydratacji podgotowanych wyrobów makaronowych. Odpowiednikiem tego parametru w czasie oceny jakości maka-

ronów tradycyjnych jest „cooking weight” określana jako waga makaronu po ugotowaniu [7], przy czym wodę po gotowaniu odlewa się, natomiast w makaronach hydratyzowanych stanowi ona integralną część dania.

Wodochłonność makaronów wytworzonych z zastosowaniem różnych obrotów ślimaka w zdecydowany sposób zależała od ilości kwasu l-askorbinowego w mieszance surowcowej, o czym świadczą równania regresji wielomianowej i wysokie wartości współczynników determinacji opisujące otrzymane zależności (rys. 2). Zwiększanie ilości dodatku powodowało obniżanie wodochłonności wyrobów makaronowych przy wszystkich zastosowanych obrotach ślimaka ekstrudera. Jak podaje Larsson i Eliasson [8] zjawisko to można tłumaczyć wytworzeniem wspomaganej przez kwas l-askorbinowy nierozpuszczalnej frakcji białek o wysokiej masie molekularnej i utworzeniem warstewki, w której ziarna skrobi są otoczone glutenem stabilizowanym właśnie przez ten dodatek. Dlatego też ilość wody wchłoniętej podczas hydratacji zmniejsza się wraz ze zwiększaniem ilości kwasu w mieszance surowcowej.



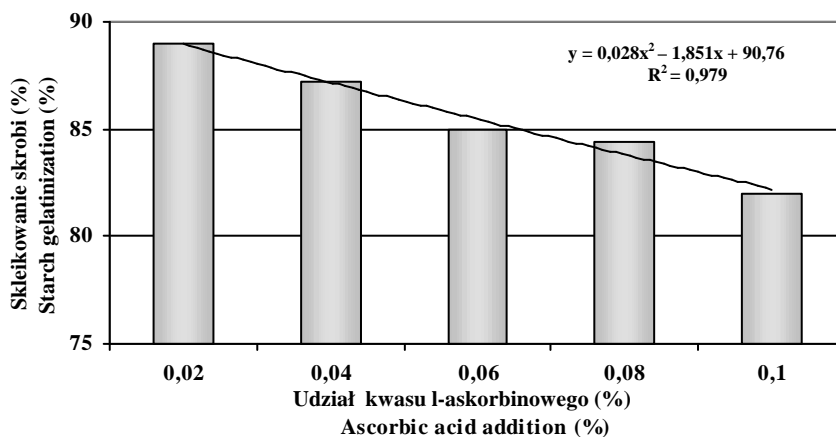
Rys. 2. Wodochłonność makaronów wytworzonych z zastosowaniem różnych obrotów ślimaka ekstrudera  
Fig. 2. WAI of pasta processed with different extruder screw rpm

Wodochłonność makaronów z dodatkiem kwasu l-askorbinowego kształtowała się na poziomie od 200 do 250% masy makaronu i była wyższa od wodochłonności makaronu bez dodatków, która wynosiła od 177 do 196%, przy czym istotne różnice odnotowano przy zastosowaniu zróżnicowanej prędkości obrotowej. Im wyższe zastosowano obroty ślimaka podczas wytwarzania makaronów, tym ich

wodochłonność była niższa [16]. Kim i in. [7] badając WAI klusek fasolowych i ziemniaczanych określili ich wodochłonność na poziomie od 180 do 252%. Po wchłonięciu tej ilości wody konsystencja wyrobów umożliwiała ich spożycie w postaci samodzielnego dania, a pojedyncze nitki makaronu charakteryzowały się odpowiednią jędrnością (ang. firmness) i napęcznieniem (ang. bulkiness) [2].

Ilość skleikowanej skrobi w makaronach obniżała się w miarę zwiększania udziału kwasu l-askorbinowego w mieszance surowcowej, co może być związane z utrwalaniem kompleksów węglowodanowo-białkowych powstających podczas procesów termicznych. Skleikowanie skrobi na poziomie 83 do 89% (rys. 3) pozwala zakwalifikować otrzymane wyroby makaronowe jako żywność podgotowaną, błyskawiczną. Dla wyrobów makaronowych bez dodatków uzyskano skleikowanie skrobi na poziomie od 79% przy zastosowaniu 60 obr·min<sup>-1</sup> do 91% przy 120 obr·min<sup>-1</sup>.

Są to wartości wysokie, zważywszy na wyniki podawane przez Obuchowskiego [9], który uzyskał 95% skleikowanej skrobi w makaronach szybko gotujących z mąki pszennej typu 500, ale po przeprowadzeniu dodatkowej obróbki tj. kąpieli w gorącej wodzie i suszenia w temp. 90°C. W porównaniu do makaronów tradycyjnych poddawanych procesowi suszenia, skleikowanie skrobi określono na poziomie 50% a przygotowanie do spożycia jest przeprowadzane przez kilkunastominutowe gotowanie do pożądanej konsystencji [4].

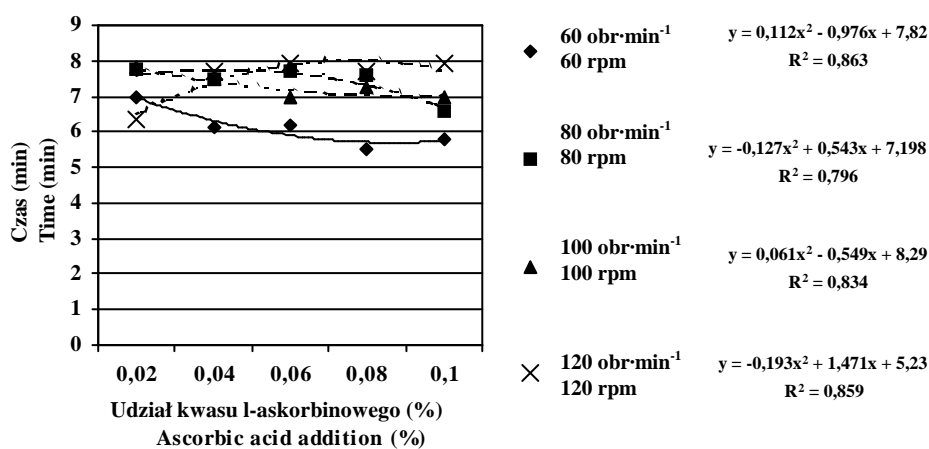


**Rys. 3.** Wskaźnik skleikowania skrobi w makaronach wytworzonych z zastosowaniem 80 obr·min<sup>-1</sup>  
**Fig. 3.** The starch gelatinization index of pasta processed with 80 rpm

Minimalny czas przygotowania makaronów do spożycia kształtował się w granicach 5-8 minut i w większości prób był nieznacznie krótszy w miarę zwiększania udziału dodatku w recepturze (rys. 4). Odnotowano istotne statystycznie

różnice przy założonym poziomie istotności (0,05) podczas analizy wpływu prędkości obrotowej na wartości tego parametru. Zaobserwowano, że makarony wytwarzane przy zastosowaniu wyższej prędkości obrotowej ślimaka charakteryzowały się nieco dłuższym czasem przygotowania do spożycia, co związane było z większym wskaźnikiem ekspandowania i koniecznością dłuższej penetracji wody do wnętrza nitki makaronu. Pozostawienie badanych wyrobów w środowisku wodnym przez dłuższy czas (do 10-15 min) nie wpływało na pogorszenie konsystencji, jednakże hydratacja dłuższa niż 15 minut powodowała zbyt duże napęcznienie wyrobów i zbyt miękką ich konsystencję.

Znacznie krótszy czas przygotowania do spożycia wyrobów uzyskanych w badaniach w porównaniu do makaronów tradycyjnych, których czas gotowania wynosi 8-15 minut, pozwala na zakwalifikowanie badanych wyrobów makaronowych jako szybko gotujących dzięki zastosowaniu obróbki ciśnieniowo-termicznej do skleikowania skrobi. Wygląd oraz sposób przygotowania do spożycia upodabnia otrzymane produkty do wyrobów typu klusek orientalnych – *noodles* bądź makaronów błyskawicznych, wstępnie podgotowanych i łatwych do przygotowania przez hydratację w gorącej wodzie – *instant pasta*.



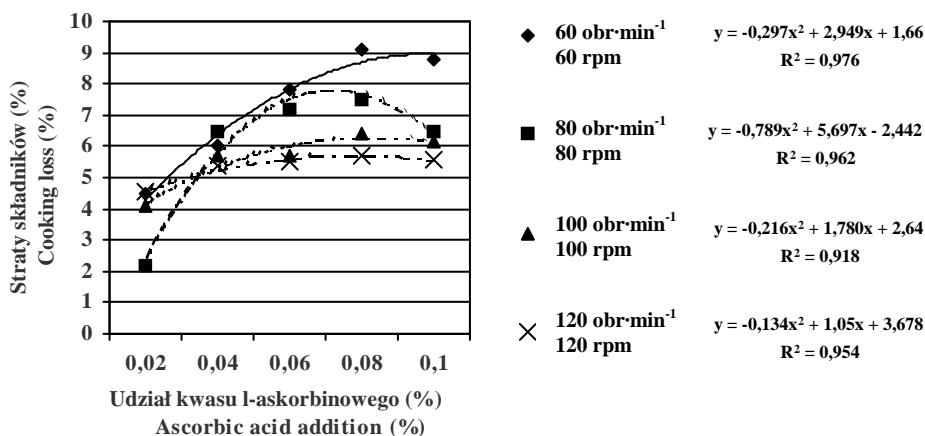
**Rys. 4.** Minimalny czas przygotowania makaronów do spożycia

**Fig. 4.** Minimal preparation time for hydrated pasta

Straty w czasie gotowania lub hydratacji są istotnym czynnikiem przy określaniu jakości makaronu. Struktura wewnętrzna powstająca podczas obróbki ciśnieniowo-termicznej warunkuje wypłukiwanie niezwiązanych substancji skrobiowych i białkowych do roztworu w czasie hydratacji.

Wszystkie z badanych wyrobów makaronowych charakteryzowały się dość niskim poziomem składników przechodzących do roztworu, gdyż wymogi standardowe dla tego parametru określają dopuszczalną dla gotowanych wyrobów makaronowych z surowców innych niż *Triticum durum* ilość składników na poziomie 10% [7]. Brak natomiast w dostępnej literaturze światowej odniesień do produktów typu podgotowanego, nie wymagających gotowania.

Ilość składników przechodzących do wody podczas hydratacji makaronu była ściśle związana ze zmianami stopnia skleikowania skrobi i zwiększała się przy wzrastającej zawartości kwasu l-askorbinowego w mieszance surowcowej (rys. 5). Największą ilość składników w roztworze po hydratacji oznaczono dla wyrobów uzyskanych przy prędkości 60 obr·min<sup>-1</sup>, niezależnie od zastosowanego udziału kwasu, co wynika z niskiego stopnia skleikowania skrobi i wymywania niezwiązanych frakcji skrobi przez gorącą wodę. Również dla makaronu bez dodatków największe straty składników na poziomie 13,3% określono przy zastosowaniu najniższych obrotów ślimaka. Istotnie statystycznie różniły analizy wariancji w zależności od zastosowanej prędkości obrotowej. Wraz ze zwiększaniem prędkości obrotowej w czasie wytwarzania straty składników zmniejszały się do poziomu 7,8 przy zastosowaniu 120 obr·min<sup>-1</sup>.



**Rys. 5.** Ilość składników przechodzących do wody w czasie hydratacji makaronów ekstrudowanych  
**Fig. 5.** Cooking losses during hydration of extrusion-cooked pasta

Bardzo dobrą konsystencją i bardzo małą ilością wypłukanych składników (ok. 5%) charakteryzują się wyroby wytwarzane z zastosowaniem 120 obr·min<sup>-1</sup>, w których określono wysoki poziom skleikowanej skrobi (92%). Uzyskany po



hydratacji przesącz był niemal klarowny, co podnosi atrakcyjność przygotowanej z takim makaronem zupy (np. rosółu).

Wyniki oceny organoleptycznej makaronów wskazały na wpływ dodatku kwasu askorbinowego nie tylko na kolor wyrobu, który pogłębiał się w stronę barwy pomarańczowej wraz ze zwiększaniem ilości kwasu w recepturze surowcowej, ale również na smak, który przy dodatku 0,1% stawał się lekko kwaśny. Makarony z większym dodatkiem kwasu l-askorbinowego otrzymały niższe oceny zarówno w skali 5 punktowej (tab.1), jak też podczas testu pożądalności konsumenckiej w skali hedonicznej (tab.2).

Dobrymi wynikami oceny organoleptycznej charakteryzowały się wyroby wytworzone przy zastosowaniu prędkości  $\text{br}\cdot\text{min}^{-1}$ , co umożliwiło w zaproponowanym zakresie temperatur uzyskanie dobrej, zwartej struktury wyrobu, korzystnej, lekko twardawej konsystencji oraz odpowiedniej żuwalności i niskiej kleistości wyrobów.

**Tabela 1.** Wyniki oceny organoleptycznej hydratyzowanych makaronów wytworzonych z zastosowaniem  $100 \text{ obr}\cdot\text{min}^{-1}$

**Table 1.** Organoleptic assessment results of hydrated pasta processed at 100 rpm

Udział dodatku Addition (%)	Cecha – Property				
	wgląd appearance	barwa color	smak taste	kleistość stickiness	żuwalność chewiness
0,02	5	4	5	4	3
0,04	4	4	4	4	4
0,06	4	4	4	4	4
0,08	4	4	3	4	4
0,10	3	4	2	3	4

**Tabela 2.** Wyniki oceny makaronów hydratyzowanych w skali hedonicznej

**Table 2.** Preference test results in 10 points preference scale

Udział dodatku Addition (%)	Obroty ślimaka ( $\text{obr}\cdot\text{min}^{-1}$ ) – Screw speed (rpm)			
	60	80	100	120
0,02	4	9	8	6
0,04	3	7	8	6
0,06	3	8	7	7
0,08	4	6	8	5
0,10	4	8	8	7

Podobne oceny uzyskano podczas oceny konsumenckiej. Najniższe oceny uzyskały wyroby makaronowe wytwarzane przy zastosowaniu niskich obrotów ślimaka roboczego ekstrudera, gdyż po hydratacji w gorącej wodzie charakteryzowały się nietrwałą konsystencją i dużą kleistością zarówno do siebie, jak i w jamie ustnej.

## WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych badań wybranych cech makaronów błyskawicznych sformułowano następujące wnioski:

1. Wzrost wskaźnika ekspandowania uzależniony był głównie od zastosowanych obrotów ślimaka ekstrudera i był tym wyższy, im większą zastosowano prędkość obrotową.
2. Wzrost udziału kwasu l-askorbinowego wpływał na zmniejszenie wodochłonności w wyrobach makaronowych.
3. Zwiększanie udziału dodatku w mieszance surowcowej wpłynęło na obniżenie stopnia skleikowania skrobi, co może być związane z utrwalaniem kompleksów węglowodanowo-białkowych powstających podczas procesów termicznych.
4. Zwiększanie udziału kwasu l-askorbinowego powodowało zwiększanie ilości składników przechodzących do roztworu w zależności od obrotów ślimaka ekstrudera.
5. Przy zastosowaniu dodatku kwasu l-askorbinowego w ilości 0,08 i 0,1% makaron miał lekko kwaskowy posmak, co w efekcie pogarszało jego walory smakowe.
6. Najlepszymi cechami jakościowymi przy ocenie konsumenckiej charakteryzowały się makarony wytworzone wg przyjętych parametrów przy prędkości obrotowej ślimaka 80 i 100 obr·min<sup>-1</sup> oraz przy udziale kwasu nie przekraczającym 0,06%.

## PIŚMIENNICTWO

1. **Camire M.E., Camire A., Krumhar K.:** Chemical and nutritional changes in foods during extrusion. *Food Science and Nutrition*, vol. 29, 1, 35-57, 1990.
2. **D'Egidio M., Nardi S.:** Textural measurement of cooked spaghetti. w: **Kruger J.E., Matsuo R., Dick J.:** Pasta and Noodle Technology, American Association of Cereal Chemistry, Inc., USA, 133-156, 1996.
3. **Every D., Simmons L., Sutton K., Ross M.:** Studies on the mechanism of the ascorbic acid improver effect on bread using flour fractionation and reconstruction methods. *Journal of Cereal Science*, 30, 147-158, 1999.
4. **Feillet P., Dexter J.E.:** Quality requirements of durum wheat for semolina milling and pasta production. w: Kruger J.E., Matsuo R., Dick J.: Pasta and Noodle Technology, American Association of Cereal Chemistry, Inc., USA, 95-131, 1996.
5. **Harper J.M.:** Extrusion of Foods. vol. 1, CRC Press Inc., Florida, USA, 1981.
6. **Kim S.K.:** Instant noodle. w: Kruger J.E., Matsuo R., Dick J.: Pasta and Noodle Technology, American Association of Cereal Chemistry, Inc., USA, 195-225, 1996.
7. **Kim Y., Wiesenborn D., Lorenzen J., Berglund P.:** Suitability of edible bean and potato starches for starch noodles. *Cereal Chemistry*, vol. 73, 3, 302-307, 1996.
8. **Larsson H., Eliasson A.:** Phase separation of wheat flour dough studied by ultracentrifugation and stress relaxation. II. Influence of mixing time, ascorbic acid and lipids, *Cereal Chemistry*, 73, 1, 25-31, 1996.
9. **Obuchowski W.:** Makarony szybkogotujące. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 3, 9-10, 1997.
10. PN-87/A-74131. Makaron

11. PN-93/A-74130. Makaron. Pobieranie próbek i metody badań.
12. PN-A-79011-11:1998. Koncentraty spożywcze. Metody badań. Oznaczanie stopnia skleikowania skrobi.
13. PN-ISO 11036, 1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Profilowanie tekstury.
14. **Rutkowski A., Gwiazda S., Dąbrowski K.:** Substancje Dodatkowe i Składniki Funkcjonalne Żywności. Agro & Food Technology, Czeladź, 1997.
15. **Wójtowicz A., Mościcki L.:** Zastosowanie techniki ekstruzji do produkcji makaronów błyskawicznych. Zeszyty Naukowe Politechniki Opolskiej, seria: Mechanika, z. 60, 254, 387-394, 2000.
16. **Wójtowicz A.:** Badania procesu ekstruzji makaronów błyskawicznych. Rozprawa doktorska, Akademia Rolnicza, Lublin, 2003.

#### INFLUENCE OF ASCORBIC ACID ADDITION ON SOME QUALITY CHARACTERISTICS OF PRE-COOKED PASTA PRODUCTS

*Agnieszka Wójtowicz*

Department of Food Process Engineering, University of Agriculture  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: agawojtowicz@tlen.pl

**Abstract.** The influence of different addition of ascorbic acid to common wheat flour used to process pre-cooked pasta products on some quality characteristics was investigated. Addition of ascorbic acid influenced not only on the instrumentally measured quality parameters but also on the organoleptic characteristics of pasta products.

**Key words:** extrusion-cooking, pasta, wheat flour, ascorbic acid, instant pasta, single screw extruder