

*Wiktor Obuchowski, Małgorzata Majcher, Agnieszka Makowska,
Piotr Kołodziejczyk, Aleksandra Chalcarz, Hanna Paschke*

MAKARON JAKO ŹRÓDŁO I NOŚNIK SUBSTANCJI O CHARAKTERZE BIOAKTYWNYM^{*)}

Instytut Technologii Żywności Pochodzenia Roślinnego,
Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu
Dyrektor : prof. dr hab. Z. Czarnecki

Fizykochemiczna i sensoryczna charakterystyka makaronów razowych z dodatkami naturalnych składników o charakterze bioaktywnym: ekstrakt z morwy, kozieradki, liście pokrzywy, jarmuż, kłącza perzu lub mączka z nasion bobu. Wykazano, że zwiększają one wydatnie zawartość polifenoli oraz aktywność przeciwutleniającą produktu i nieznacznie zmieniają jego cechy sensoryczne. Zawartość składników bioaktywnych w produkcie ugotowanym istotnie się obniża, jednak nadal zdecydowanie przewyższa zawartość w próbie kontrolnej.

Hasła kluczowe: makaron, aktywność przeciwutleniająca, polifenole, błonnik, dodatki bioaktywne.

Key words: pasta, antioxidative activity, polyphenols, dietary fibre, bioactive additives.

W większości państw makaron pod względem wielkości spożycia i znaczenia żywieniowego zajmuje drugie, po pieczywie, miejsce w grupie zbożowych produktów spożywczych i spożycie to wynosi od kilku do kilkunastu kg makaronu w suchej postaci na jednego mieszkańca rocznie. Faktycznie jednak jemy makaronu znacznie więcej, gdyż po ugotowaniu jego masa wzrasta dwu – trzykrotnie. Zalety kulinarne, wartość żywieniowa, zmieniający się styl życia naszego społeczeństwa i relatywnie niska cena sprawiają, że od wielu już lat występuje trend wzrostu spożycia tych wyrobów. Rośnie też asortyment wyrobów makaronowych, nie tylko pod względem kształtu i formy, ale i składu surowcowego (1).

Wzrastające zainteresowanie społeczeństwa produktami o charakterze prozdrowotnym sprawia, że obok tradycyjnych, wytwarza się coraz więcej makaronów całościarnych, jajecznych i wzbogacanych w różnego rodzaju warzywa, przyprawy lub opartych o tradycyjne surowce takie, jak orkisz, czy płaskurka. Powszechność spożycia makaronu sprawia, że produkt ten może być z powodzeniem wykorzystywany, jako nośnik substancji o charakterze prozdrowotnym, do których współcześnie zalicza się między innymi substancje o właściwościach przeciwutleniających oraz różne formy błonnika pokarmowego (2).

^{*)} Praca wykonana w ramach projektu: PO IG 01.01.02-00-061/09 „Nowa żywność bioaktywna o zaprogramowanych właściwościach prozdrowotnych”.

Razowe produkty zbożowe są dobrym źródłem złożonych węglowodanów, witamin z grupy B, a także różnych form błonnika (1, 3). Aktualnie jednak zwraca się uwagę na to, aby dietę wzbogacać w substancje o charakterze przeciwutleniającym. Wykazano, że dobrym źródłem tego rodzaju substancji są ekstrakty takich roślin jak: morwa, kozieradka, suszone liście pokrzywy, jarmużu, kłącza perzu lub mączka z nasion bobu. Zakłada się, że już niewielki ich dodatek do makaronu wytwarzanego z mąki całościowej zdecydowanie wpłynie na zawartość i proporcje poszczególnych form błonnika pokarmowego oraz podniesie potencjał antyoksydacyjny produktu w porównaniu z powszechnie konsumowanym makaronem z mąki jasnej lub semoliny pszenicy durum. Przy zastosowaniu tych dodatków należy jednak liczyć się z faktem, że wpływają one nie tylko na wartość odżywczą makaronu, ale także znacznie zmieniają jego cechy sensoryczne: barwę, zapach i smak.

Specyfiką klasycznego, powszechnie spożywanego makaronu jest to, że jest produktem wymagającym przed konsumpcją ugotowania. W czasie gotowania, w zależności od jego składu i jakości, do wody w której jest gotowany przechodzi od kilku do kilkunastu procent jego masy (4). W związku z powyższym celem badań było określenie czy, i w jakim stopniu wprowadzone do makaronu substancje bioaktywne zostaną z niego podczas gotowania usunięte i jak wpłynie to na aktywność przeciwutleniającą oraz cechy sensoryczne ugotowanego produktu.

MATERIAŁ I METODY

Do badań wykorzystano makaron dwujajeczny wytworzony z mąki razowej pszenicy zwyczajnej, partia handlowa, przemielanej w młynie Diamant w Grodzisku Wlkp. Na bazie tej mąki utworzono mieszanki obejmujące następujące warianty dodatków o charakterze bioaktywnym, przy czym dla uzyskania równowagi zawartości białek glutenowych w produkcie, do makaronów z dodatkami dodawano nie 2%, jak to miało miejsce w przypadku makaronu kontrolnego, a 3% suchego glutenu:

Nr próbki:

1. Próba kontrolna: makaron z mąki pszennej razowej, dwujajeczny;
2. dodatek 0,5% inuliny, 5% suszonych kłączy perzu;
3. dodatek 0,5% inuliny, 0,5% ekstraktu morwy;
4. dodatek 0,5% inuliny, 5% bobu;
5. dodatek 0,5% inuliny, 1% ekstraktu kozieradki;
6. dodatek 0,5% inuliny, 5% suszonego jarmużu;
7. dodatek 0,5% inuliny, 2% suszonego jarmużu, 3% bobu;
8. dodatek 0,5% inuliny, 5% suszonej pokrzywy;

Z tak przygotowanych mieszanek, o masie 15 kg każda, tworzą partie ciasta, dodając na każdy kilogram mieszanki 2 świeżo wybite jaja oraz taką ilość wody, aby wilgotność była na poziomie $32\% \pm 0,5\%$. Ciasto ugniatano przez 20 min, a następnie wytłaczano przez matryce teflonowe nadające mu kształt wstążki. W doświadczeniu wykorzystano tłocznice przemysłową typu P-120 firmy Italpast o wydajności ok. 70 kg ciasta/godz. Wytłoczone, uformowane wstążki ciasta układano na sitach

i suszono w suszarni stacjonarnej przez 9–10 godz., to jest do czasu osiągnięcia wilgotności końcowej $12\% \pm 0,5\%$. Początkowa temp. suszarni wynosiła 60°C , po czym stopniowo ją obniżano, aby w fazie końcowej suszenia wynosiła 45°C . Wszystkie próbki makaronu suszono w tych samych warunkach temperatury, wilgotności względnej i szybkości przepływu powietrza. Wysuszony do 12% wilgotności końcowej makaron pozostawiano na 4 godz. w temperaturze pokojowej celem stabilizacji, a następnie pakowano w firmowe, tofianowe opakowania jednostkowe. Mąkę oraz suchy gluten wykorzystywany w doświadczeniach charakteryzowano w oparciu o następujące wskaźniki: zawartość białka ogółem (metoda Kjeldahla), wydajność i jakość glutenu (5), liczba opadania (6), zawartość błonnika ogółem i rozpuszczalnego wg *Aspa* (3), a barwę w układzie L^* , a^* , b^* (7, 8).

W przypadku makaronu suchego ocenie poddawano jego barwę i atrakcyjność wizualną. Próbki makaronu następnie rozdrabniano w młynku udarowym do wielkości cząstek przesiewających się całkowicie przez sito o wymiarach oczek $0,5\text{ mm}$ i tak uzyskany materiał wykorzystywano do oznaczeń składu chemicznego i aktywności przeciwutleniającej, które przeliczano na suchą masę produktu.

Ocenę cech kulinarnych makaronu wykonano zgodnie z metodyką podaną przez *Obuchowskiego* (4). Oznaczano współczynnik przyrostu wagowego oraz straty suchej substancji makaronu podczas gotowania. Ugotowany makaron wykładano na białe talerze i przeprowadzano ocenę sensoryczną w skali 10 punktowej uwzględniając takie cechy, jak: ogólny wygląd, zapach i smak produktu oraz jego konsystencję.

Zawartość polifenoli ogółem oznaczano wg metody opisanej przez *Singletona i Rossiego* (9). Oznaczanie aktywności przeciwutleniającej z ABTS wykonano wg *Re* i współpr. (10) i wyrażano w $\mu\text{g Troloxu/g s.m. produktu}$.

Oznaczenia fizykochemiczne wykonano w trzech powtórzeniach, natomiast w ocenie sensorycznej uczestniczyło 8 osób. Obliczenia statystyczne, w tym test *Duncana*, wykonano wg *Kramera i Twigg*a (11).

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Charakterystyka mąki pszennej razowej wykorzystywanej do produkcji makaronu:

- a. Zawartość białka ogólnego: $12,2 \pm 0,1\%$;
- b. Liczba opadania: $359 \pm 3\text{ s}$;
- c. Wydajność glutenu mokrego: $25,6 \pm 1,1\%$;
- d. Rozpływalność glutenu: $3,3\text{ mm}$;
- e. Zawartość błonnika ogółem: $13,0 \pm 0,2\%$;
- f. Zawartość błonnika rozpuszczalnego $2,1 \pm 0,1\%$;
- g. Parametry barwy mąki: $L^* = 86,2$; $a^* = 1,5$; $b^* = 10,7$

Wyniki zamieszczone w tab. I wskazują, że wszystkie próbki makaronu razowego odznaczają się wysoką, jak na produkty zbożowe, zawartością białka ogólnego i wyrównaną zawartością błonnika ogólnego. Jedynie dwie próbki makaronu: z perzkiem i pokrzywą miały podwyższoną zawartość błonnika ogółem, sięgającą 15% w suchej masie.

T a b e l a I. Charakterystyka podstawowego składu chemicznego makaronu surowego z dodatkami

T a b l e I. Basic chemical characteristics of dry pasta with additives

Rodzaj makaronu (numer próbki)	Białko ogólne (%)	Błonnik ogółem (%)	Błonnik rozpuszczalny (%)	Polifenole ($\mu\text{g/g}$)	Aktywność przeciwutl. ($\mu\text{g Trolox/g}$)
Makaron kontrolny (1)	16,3 ^a	13,6 ^b	2,8 ^a	1534 ^a	1687 ^a
Dodatek 5% perzu (2)	16,2 ^a	15,3 ^c	2,7 ^a	1643 ^b	1913 ^c
Dodatek 0,5% ekstraktu morwy (3)	16,6 ^b	12,3 ^a	2,7 ^a	1855 ^c	1997 ^d
Dodatek 5% mączki bobu (4)	17,4 ^c	13,2 ^b	2,8 ^a	1611 ^b	2216 ^e
Dodatek 1% ekstraktu kozieradki (5)	16,0 ^a	13,5 ^b	2,8 ^a	1553 ^a	1809 ^b
Dodatek 5% jarmużu (6)	18,1 ^d	13,7 ^b	3,6 ^c	2288 ^e	2429 ^g
Dodatek 2% jarmużu i 3% bobu (7)	17,4 ^c	13,8 ^b	3,0 ^b	1888 ^c	2319 ^f
Dodatek 5% suszu pokrzywy (8)	17,5 ^c	15,0 ^c	3,8 ^c	2104 ^d	1898 ^c

a, b, c, d, e – wartości nie różniące się istotnie oznaczono tymi samymi literami

Wszystkie dodatki zwiększały zawartość polifenoli, których znaczenie w racjonalnej diecie podkreśla wielu badaczy (2, 12) oraz aktywność przeciwutleniającą makaronu. Najbardziej jednak przyczyniał się do tego dodatek ekstraktu z morwy, suszu jarmużu i pokrzywy. Korzystny wpływ ekstraktu z morwy na te cechy produktów żywnościowych podkreślają także *Jeszka* i współpr. (13).

Wszystkie próbki makaronu z dodatkami bioaktywnymi, wytworzone w warunkach przemysłowych odznaczały się wyrównaną barwą powierzchni, zachowaniem kształtu oraz odpowiednią wytrzymałością mechaniczną (ryc. 1, 2). Przeprowadzona ocena barwy makaronu suchego, a następnie ocena sensoryczna makaronu po jego ugotowaniu (tab. II i III) wykazała, że najlepiej akceptowane są makarony z dodatkiem: ekstraktu kozieradki, morwy, bobu i perzu. Pozostałe substancje pogarszały cechy sensoryczne produktu.

Dodatek większości składników bioaktywnych nie wpłynął istotnie na współczynnik przyrostu masy makaronu, jaki ma miejsce podczas jego gotowania. Jedynym wyjątkiem był makaron z dodatkiem ekstraktu kozieradki, w przypadku którego przyrost masy był istotnie wyższy (tab. II).

Wszystkie dodatki powodowały także wzrost o 0,6 do 1,8% straty suchej substancji podczas gotowania w stosunku do próbki kontrolnej. Najwyższy, sięgający 1,8%, odnotowano w przypadku dodatku pokrzywy oraz jarmużu. Mimo to, wartości te są niższe od uznawanych za krytyczne dla przyjętej powszechnie jakości makaronu (2) (tab. II).

Dodatki, szczególnie jarmużu i pokrzywy powodowały statystycznie istotne ściemnienie makaronu i zmianę jego barwy w kierunku barwy zielonej (tab. III). W wyniku gotowania nastąpiło nieznaczne pojaśnienie makaronu. Po ugotowaniu wszystkie próbki z dodatkami, a także kontrolna odznaczały się wyższą wartością L^* , przy w zasadzie nie zmienionych wartościach parametru barwy b^* , w stosunku do makaronu surowego. Świadczy to o częściowym wypłukaniu podczas gotowania składników odpowiedzialnych za barwę produktu.



Ryc.1. Ogólny wygląd próbek makaronu surowego z dodatkami (1 – próbka kontrolna; 2 – dodatek 5% perzu; 3 – dodatek 0,5% ekstraktu morwy; 4 – dodatek 5% mąki bobu; 5 – dodatek 1% ekstraktu kozieradki; 6 – dodatek 5% jarmużu; 7 – dodatek 2% jarmużu i 3% bobu; 8 – dodatek 5% pokrzywy).

Fig. 1. Appearance of dry pasta with additives (1 – control; 2 – add. 5% of couch grass; 3 – add. 0,5% mulberry extract; 4 – add. 5% of broad bean; 5 – add. 1% of fenugreek extract; 6 – add. 5% curly kale; 7 – add. 2% curly kale and 3% bean meal; 8 – add. 5% nettle).



Ryc. 2. Wygląd makaronu z dodatkami po ugotowaniu (1 – próbka kontrolna, 2 – dodatek 5% perzu, 3 – dodatek 0,5% ekstraktu morwy, 4 – dodatek 5% mąki bobu, 5- dodatek 1% ekstraktu kozieradki; 6 – dodatek 5% jarmużu, 7 – dodatek 2% jarmużu i 3% bobu, 8 – dodatek 5% pokrzywy).

Fig. 2. Appearance of cooked pasta with additives (1 – control; 2 – add. 5% of couch grass; 3 – add. 0,5% mulberry extract; 4 – add. 5% of broad bean; 5 – add. 1% of fenugreek extract; 6 – add.5% curly kale; 7 – add. 2% curly kale and 3% bean meal; 8 – add. 5% nettle).

Tabela II. Ocena cech kulinarnych makaronu i składu chemicznego makaronu ugotowanego
 Table II. Cooking properties and chemical composition of cooked pasta

Rodzaj makaronu (nr próbki)	Współczynnik przyrostu masy (%)	Straty suchej masy podczas gotowania (%)	Ocena sensoryczna produktu (skala 10 punktowa)					Aktywność przeciwutleniająca ($\mu\text{g Troloxu/g}$)	Polifenole ($\mu\text{g/g}$)
			smak	zapach	konsystenc.	wygląd	ogółem		
Makaron kontrolny (1)	305 ^a	7,0 ^a	8,0 ^b	7,8 ^b	8,4 ^a	8,0 ^b	8,0 ^b	1336 ^b	689 ^a
Dodatek 5% perzu (2)	301 ^a	7,6 ^a	7,3 ^b	7,8 ^b	7,5 ^a	7,5 ^b	7,5 ^b	1529 ^e	836 ^c
Dodatek 0,5% ekstraktu morwy (3)	297 ^a	8,2 ^b	7,1 ^b	6,1 ^a	7,9 ^a	7,9 ^b	7,3 ^b	1491 ^d	885 ^c
Dodatek 5% mączki bobu (4)	309 ^a	8,4 ^b	7,8 ^b	7,4	7,9 ^a	8,6 ^b	7,9 ^b	1644 ^f	753 ^b
Dodatek 1% ekstraktu kozieradki (5)	325 ^b	8,1 ^b	7,4 ^b	7,3 ^b	8 ^a	8,4 ^b	7,8 ^b	1427 ^c	752 ^b
Dodatek 5% jarmużu (6)	300 ^a	8,8 ^c	4,6 ^a	5,1 ^a	7 ^a	6,8 ^b	5,9 ^a	1764 ^g	1246 ^f
Dodatek 2% jarmużu i 3% bobu (7)	298 ^a	8,3 ^b	5,4 ^a	5,4 ^a	7,1 ^a	6,9 ^b	6,2 ^a	1471 ^d	998 ^d
Dodatek 5% suszu pokrzywy (8)	305 ^a	8,8 ^c	6,1 ^a	5,8 ^a	6,6 ^a	5,5 ^a	6,0 ^a	1195 ^a	1087 ^e

a, b, c, d, e – wartości nie różniące się istotnie oznaczono tymi samymi literami

Gotowanie makaronu spowodowało także wydatne obniżenie zawartości w makaronie polifenoli oraz jego aktywności przeciwutleniającej (tab. I, II). Nadal jednak makarony z dodatkami bioaktywnymi, z wyjątkiem dodatku suszu pokrzywy, przewyższały pod tym względem próbę kontrolną. W efekcie badań sensorycznych oraz charakterystyki fizykochemicznej wytworzonych makaronów do dalszych badań żywieniowych zdecydowano się na wykorzystanie makaronów z dodatkiem ekstraktu morwy, makaron z dodatkiem 2% jarmużu połączonego z 3% dodatkiem bobu, oraz makaron z 5% dodatkiem suszu pokrzywy.

Tabela III. Porównanie barwy makaronu suchego oraz makaronu po ugotowaniu

Table III. The comparison of pasta color before and after cooking

Próbka	Przed gotowaniem			Po ugotowaniu		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Mąka razowa	86,2	1,5	10,7			
Makaron kontrolny (1)	81,4 ^d	2,3 ^d	12,8 ^a	85,0 ^f	0,9 ^c	10,9 ^a
Makaron z dodatkiem 5% perzu (2)	79,4 ^c	2,4 ^d	13,7 ^b	84,1 ^e	1,1 ^c	11,8 ^b
Makaron z dodatkiem 0,5% ekstraktu morwy (3)	79,1 ^c	2,3 ^d	15,0 ^c	82,3 ^d	1,0 ^c	13,5 ^c
Makaron z dodatkiem 5% bobu (4)	81,1 ^d	2,3 ^d	12,7 ^a	84,1 ^e	1,2 ^c	11,1 ^a
Makaron z 1% ekstraktu kozieradki (5)	81,6 ^d	2,1 ^d	12,7 ^a	85,8 ^f	0,8 ^c	11,2 ^a
Makaron z dodatkiem 5% jarmużu (6)	75,3 ^a	-3,2 ^a	20,8 ^e	77,9 ^a	-2,0 ^a	17,9 ^f
Makaron z dodatkiem 2% jarmużu oraz 3% bobu (7)	78,6 ^c	-0,5 ^b	16,6 ^d	80,8 ^c	-0,5 ^b	14,9 ^d
Makaron z dodatkiem 5% pokrzywy (8)	76,4 ^b	0,0 ^c	13,5 ^b	79,0 ^b	0,1 ^b	13,1 ^c

/a, b, c, d, e, wartości nie różniące się istotnie oznaczono tymi samymi literami

L* - jasność (%); a* ; b* – wartości chromatyczne barwy.

WNIOSKI

1. Makaron razowy może być dobrym nośnikiem dodatków roślinnych bogatych w substancje o charakterze bioaktywnym. Zastosowanie wszystkich badanych dodatków statystycznie istotnie zwiększyło aktywność przeciwutleniającą makaronu i, z wyjątkiem dodatku ekstraktu z kozieradki, zawartość w nim polifenoli. Dodatek jarmużu i pokrzywy zwiększał także w makaronach zawartość błonnika rozpuszczalnego.

2. Gotowanie makaronu obniża zawartość w nim substancji bioaktywnych, jednak mimo to produkt taki odznacza się istotnie wyższą w stosunku do próby kontrolnej zawartością polifenoli oraz z wyjątkiem dodatku suszu z pokrzywy, statystycznie wyższą aktywnością przeciwutleniającą. Wprowadzenie do makaronu dodatków spowodowało zwiększenie, nawet o 1,8%, strat suchej substancji podczas gotowania.

W. Obuchowski, M. Majcher, A. Makowska, P. Kołodziejczyk,
A. Chalcarz, H. Paschke

PASTA AS SOURCE AND CARRIER OF BIOACTIVE COMPOUNDS

Summary

Physicochemical and sensory characteristics of wholemeal wheat pasta with organic compounds additives like: mulberry extract, fenugreek extract, dried nettle leaves, dried curly kale, dried couch-grass rootstock and broad bean meal were evaluated. It has been found, that such additives significantly increase the content of polyphenols and improve the antioxidative activity of the product. Additives slightly modify the sensory characteristics of the pasta, especially flavor and color, but quality of the product is still acceptable.

The bioactive characteristics of pasta decrease after cooking: the content of polyphenols is reduced by 46 – 53% and the antiradical activity by 20 – 36%, but they remain still better than in the reference sample without additives.

PIŚMIENICTWO

1. *Obuchowski W., Łuczak M.*: Współczesne problemy oraz oczekiwania związane z produkcją makaronu w Polsce. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 2012; (10): 12-13. – 2. *Gramza-Michałowska A., Korczak J.*: Oxygen radical absorbance capacity of selected food products. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 2013; (2): 175-180. – 3. *Asp N.G., Johansson C. G., Hallmer H., Silijestrom M.*: Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric. Food Chem.*, 1983; (31): 476-482. – 4. *Obuchowski W.*: Technologia przemysłowej produkcji makaronu. Wydawnictwo AR Poznań, 1997; 1-84. – 5. Polska Norma PN-A-74043: 1994; Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczanie glutenu mokrego. – 6. AACC Analytical Methods. St Paul Minn. 2006. – 7. *Francis F.J., Clydesdahle F.M.*: Food Colorimetry: Theory and Applications. AVI Publ. Comp., Westport Conn, 1975. – 8. Precise Color Communication. Konica Minolta Sensing Inc. 2003. – 9. *Singleton V.L., Rossi J.A.*: Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic- phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol.Vitic.* 1965; (16): 144-158. – 10. *Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans C.*: Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol. Med.* 1999; (26): 1231-1237.

11. *Kramer A., Twigg B.A.*: Quality Control for the Food Industry. AVI Publ. Comp. Westport, Conn. 1976. – 12. *Jeszka M., Flaczyk E., Kobus-Cisowska J., Dziedzic K.*: Związki fenolowe – charakterystyka i znaczenie w technologii żywności. *Nauka Przyroda Technologie*, 2010; (2): #19. – 13. *Jeszka M., Kobus-Cisowska J., Flaczyk E.*: Liście morwy jako źródło naturalnych substancji biologicznie aktywnych. *Postępy Fitoterapii.* 2009; (3): 175-179.

Adres: 60-637 Poznań, ul. Wojska Polskiego 31