

ANNA CZUBASZEK

## WPLYW DODATKU ŚRUTY Z SZARŁATU NA WARTOŚĆ WYPIEKOWĄ HANDLOWEJ MĄKI PSZENNEJ

### Streszczenie

Do badań użyto mąkę pszenną handlową typu 650 i 850 oraz nasion szarłatu (*Amaranthus sp.*) spożywczego ze zbioru w latach 1995 i 1996, dostarczone przez PHU Szarłat w Łomży. Nasiona szarłatu ześrutowano i dodawano do mąki pszennej w ilościach 2, 4, 6 i 8%.

Dodatek śruty z szarłatu spowodował wzrost zawartości białka ogółem. Przy 4% udziale tej śruty w mieszance zmniejszyła się zawartość glutenu mokrego, liczba sedymentacji i liczba opadania. Określając właściwości reologiczne ciasta stwierdzono, że dodatek śruty z szarłatu korzystnie wpływał na wodochłonność mąki i wartość walorymetryczną. Ponadto wykazano wzrost początkowej i końcowej temperatury kleikowania oraz lepkości kleiku mącznego przy zwiększającym się udziale śruty. Pieczywo pszenne i z dodatkiem śruty z szarłatu miało prawidłowy wygląd i dobrą jakość. Dodatek śruty nie zmieniał objętości i nadpieku chleba, a poprawiał porowatość miękiszu.

### Wstęp

Szarłat (*Amaranthus sp.*) należący do roślin dwuliściennych zaliczany jest do pseudozboż – roślin, których skład chemiczny nasion jest podobny do składu ziarna zboż [10]. Zainteresowanie wykorzystaniem szarłatu do celów spożywczych wzrasta z uwagi na skład chemiczny jego nasion. Becker [4] podaje, że w suchej masie nasion szarłatu zawarte jest 64,5% skrobi, 17,7% błonnika pokarmowego, 15,5% białka ogółem, 7,6% tłuszczu, 6,1% taniny i 3,2% popiołu. Jednak w zależności od warunków uprawy i gatunku szarłatu mogą występować znaczne różnice w ilościach poszczególnych składników zawartych w nasionach.

Białko szarłatu jest zasobne w aminokwasy egzogenne: lizynę, tryptofan, metioninę, cystynę i cysteinę [10]. Na uwagę zasługuje również fakt, że skrobia z szarłatu ma bardzo małe ziarna (ich średnica wynosi około 1–2  $\mu\text{m}$ ) i zawiera dużo mniej amy-

lozy niż skrobie zbożowe [15, 20]. W doświadczeniach żywieniowych stwierdzono, że skrobia z szarłatu jest łatwiej przyswajalna i trawiona niż skrobia z prosa [19].

Sanchez-Marroquin (za Marcone i Kakudą) [12] uważa, że nasiona szarłatu z powodzeniem mogą być używane do produkcji chleba, ciast, herbatników, płatków zbożowych i makaronów. Ponadto badania Betscharta i wsp. [5] oraz Mendozy i Bressaniego [13] wykazały, że termiczna obróbka nasion szarłatu powoduje zwiększenie wartości odżywczej białka (PER) w porównaniu z nasionami surowymi. Liczne prace wskazują na możliwość i celowość wykorzystania nasion szarłatu w piekarstwie [5, 8, 16, 18]. Zalecane są różne wielkości dodatku nasion lub mąki do ciast, dochodzące nawet do 30% (w stosunku do mąki chlebowej). Mąka amaranthusowa może być naturalnym polepszaczem pieczywa, jednak zagadnienie to nie jest dostatecznie zbadane.

Celem niniejszych badań była ocena wpływu dodatku śruty z szarłatu, w ilości od 2 do 8%, na zawartość białka ogółem, glutenu mokrego i liczbę sedymentacji w mące pszennej oraz właściwości farinograficzne ciasta pszennego, a także amylograficzne i wypiekowe mąki pszennej.

### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiła handlowa mąka pszenna typu 650 i 850 oraz cztery próbki nasion szarłatu (*Amaranthus sp.*) spożywczego dostarczone przez PHU Szarłat w Łomży. Dwie próbki nasion pochodziły z miejscowości Szlatyn, ze zbioru w latach 1995 i 1996, jedna z miejscowości Ruszkowo z 1995 roku, a jedna z upraw Instytutu Agrofizyki PAN w Lublinie ze zbioru w 1996 roku.

Przed przystąpieniem do badań nasiona szarłatu ześrutowano w młynku laboratoryjnym, model WŻ-1 (ZBPP Bydgoszcz). Z mąki pszennej i śruty sporządzono mieszanki o udziale 2, 4, 6 i 8% szarłatu.

W mące pszennej, mieszankach i szarłacie oznaczano zawartość białka ogółem metodą Kjeldahla (mąka pszenna i mieszanki N x 5,7; szarłat N x 5,8), aktywność amylolytyczną pośrednio, metodą Hagberga-Pertena oraz właściwości kleików mącznych za pomocą amylografu Brabendera. Ponadto w mące pszennej i mieszankach określano zawartość glutenu mokrego według PN [14] i liczbę sedymentacji [3]. Cechy reologiczne ciasta pszennego i z dodatkiem śruty z szarłatu określano za pomocą farinografu Brabendera. Wycenę farinogramów przeprowadzano metodą AACC [1]. Wypiek laboratoryjny wykonano metodą Biskupskiego opisaną przez Karolini-Skaradzińską i wsp. [9].

W celu określenia wpływu dodatku śruty z szarłatu na cechy chemiczne i wypiekowe mąki pszennej oraz reologiczne ciasta przeprowadzono analizę wariancji przy jednokierunkowej klasyfikacji, z uwzględnieniem trzech zmiennych (lata zbioru, typy mąki pszennej, dodatki śruty z szarłatu).

## Wyniki badań i dyskusja

Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić istotność wpływu zmienności lat zbioru na większość badanych cech (tab. 1). Tylko wodochłonność mąki, stałość ciasta i współczynnik tolerancji na mieszenie nie zmieniały się w latach badań. Oceniane mąki pszenne nie różniły się pod względem początkowej temperatury kleikowania mąki, liczby sedymentacji, wartości walorymetrycznej, objętości i nadpieku chleba. Interakcja lat zbioru z typem mąki pszennej istotnie oddziaływała na zawartość białka ogółem, końcową temperaturę kleikowania mąki, maksymalną lepkość kleiku mącznego, stałość ciasta i objętość chleba. Również interakcja lat i dodatków śruty z szarłatu wpłynęła na niektóre badane cechy (zawartość białka ogółem, liczbę opadania, końcową temperaturę kleikowania, liczbę sedymentacji, wodochłonność mąki i porowatość miękiszu).

Stwierdzono istotne różnice w zawartości białka ogółem pomiędzy zastosowanymi mąkami pszennymi oraz mieszankami z różnym dodatkiem śruty z szarłatu (tab. 1). Mąka pszenna typu 850 zawierała 13,0%, a mąka typu 650 12,5% białka ogółem (tab.2). Śruta z szarłatu charakteryzowała się wysoką zawartością tego składnika, o około 4% więcej niż w mące pszennej (odpowiednio 15,9 i 11,5%). Podobne wyniki uzyskali Dojczew i wsp. [7] oraz Haber i wsp. [8]. Dodatek śruty z szarłatu do mąki pszennej spowodował wzrost ilości białka ogółem w mieszance. Nie wykazano różnic w ilości tego składnika pomiędzy próbkami o różnych dodatkach śruty z szarłatu (tab. 2).

Haber i wsp. [8] w swoich badaniach wykazali zmniejszenie ilości i jakości glutenu mokrego po dodaniu 10% śruty z szarłatu do mąki pszennej. Inni badacze [2], stosując mąkę pszenną typu 650 i mąkę z szarłatu uzyskaną po przemieleniu nasion *Amaranthus cruentus* (MT-3), stwierdzili, że 5% dodatek tej mąki nie wpływał na ilość wymytego glutenu, a przy 10% dodatku gluten był niewymywalny. Kuhn i Götz [11] wykazali, że 20% udział płatków z szarłatu zmniejsza ilość glutenu do 90% jego zawartości w próbie kontrolnej, a dopiero przy 50% dodatku gluten jest niewymywalny. W niniejszej pracy zawartość glutenu w mieszance uległa obniżeniu przy 4% udziale śruty z szarłatu, a 8% dodatek powodował zmniejszenie zawartości tego hydrokoloidu w mieszance o ponad 2% (tab. 2). Różnice w wynikach cytowanych autorów mogą wynikać z odmiennego materiału badawczego.

Badane mąki pszenne nie różniły się pod względem liczby sedymentacji (tab. 1, 2). Stwierdzono, że charakteryzowały się one dobrą jakością (liczba sedymentacji 54,4 i 54,0 cm<sup>3</sup>) (tab. 2); 6 i 8% dodatek śruty z szarłatu powodował istotne statystycznie zmniejszenie wartości liczby sedymentacji w stosunku do próby kontrolnej.

Tabela 1

Wartości F empirycznego.  
Values of empirical F.

Zmienne Variables	Liczba stopni swobody/ Number of degrees of freedom	F teoretyczne theoretical P= 0,95	Zawartość białka ogółem/ Total protein content	Liczba opadania/ Falling number	Początkowa temperatura kleikowania mąki/ Initial temperature of flour gelatinization	Końcowa temperatura kleikowania mąki/ Final temperature of flour gelatinization	Maksymalna lepkość kleiku mącznego/ Maximum viscosity of flour pastes
Lata zbioru (L)/ Years of harvest (L)	1	6,61	59,43*	284,99*	33,40*	930,25*	911,41*
Rodzaje mąki pszennej (M)/ Types of wheat flour (M)	1	6,61	21,51*	119,94*	0,90	144,00*	72,19*
Dodatki śruty z szarlatu (D) / Amaranth additions (D)	5	5,05	153,82*	2510,41*	78,18*	29,85*	185,94*
Interakcje/ Interaction	L x M	6,61	23,98*	1,62	0,06	16,00*	23,82*
	L x D	5,05	8,26*	25,69*	1,85	9,25*	1,72
	M x D	5,05	0,95	4,92	1,06	11,40*	3,13
	L x M x D	-	-	-	-	-	-

\* istotne wartości F empirycznego (P ≥ 0,95)  
significant value of empirical F



Tabela 2

Wartości średnie zawartości białka ogółem, glutenu mokrego i liczby sedymentacji oraz cech farinograficznych dwóch typów mąki pszennej i mieszanek mąki pszennej ze śrutą z szarłatku.  
 Mean values of total protein and wet gluten content and sedimentation value and farinographic traits for two types of wheat flour and blends of wheat flour and ground of amaranth seeds.

Cechy/ Traits		Zawartość białka ogółem/ Total protein content [%]	Zawartość glutenu mokrego/ Wet gluten content [%]	Liczba sedymentacji/ Sedimentation value [s]	Wodochłon- ność mąki/ Water ab- sorption [%]	Stalność ciasta/ Dough stability [min]	Czas do załamania/ Time to break- down [min]	Współczynnik tolerancji na mieszenie [jB]/ [B.U.]	Wartość walo- rymetryczna [j.u.]/ Valorimetric value
Zmienne/ Variables									
Mąka pszenna Wheat flour type	850	13,0 a	28,5 a	54,4 a	64,1 a	4,1 a	6,1 a	60 b	47 a
	650	12,5 b	27,5 b	54,0 a	62,1 b	3,0 b	4,8 b	70 a	47 a
Dodatek śrutę z szarłatku/ Amaranth additions	0	11,5 c	29,0 a	55,0 ab	61,8	3,2 a	5,0 a	65 a	45 c
	2	12,1 b	28,6 ab	56,0 a	63,4 a	3,3 a	5,5 a	60 a	48 ab
	4	12,2 b	28,1 bc	54,5 bc	63,5 a	3,6 a	5,5 a	60 a	47 b
	6	12,3 b	27,7 c	53,5 c	63,4 a	3,5 a	5,5 a	60 a	48 ab
	8	12,5 b	26,7 d	52,0 d	63,6 a	4,0 a	5,9 a	60 a	49 a
	100	15,9 a	-	-	-	-	-	-	-

a, b, c, d – grupy jednorodnie wyznaczone testem Duncana ( $P \geq 0,95$ )

a, b, c, d – homogeneous groups appointed with Duncans test ( $P \geq 0,95$ )

Tabela 3

Wartości średnie liczby opadania, cech amylograficznych i wybiekowych dwóch typów mąki pszennej i mieszanek mąki pszennej ze śrutą z szarłat.  
Mean values of falling number, amylographic and baking traits for two types of wheat flour and blends of wheat flour and ground of amaranth seeds.

Cechy Traits	Liczba opadania/ Falling number [s]	Początkowa temperatura kleikowania mąki/ Initial temperature of flour gelatiniza- tion [°C]	Końcowa temperatura kleikowania mąki/ Final temperature of flour gelatinization [°C]	Maksymalna lepkość kleiku mącznego/ [jB] Maximum viscosity of flour pastes [B.U.]	Objętość chleba ze 100 g mąki/ Bread volume of 100 g of flour [cm <sup>3</sup> ]	Nadpiek chleba/ Bread overba- ke [%]	Porowatość miększu wg skali Dallmanna/ Crumb porosity of Dallmanns scale
850	229 b	59,0 a	77,5 b	410 b	553 a	49,5 a	4 b
650	244 a	59,0 a	79,5 a	490 a	541 a	48,1 a	5 a
0	273 ab	57,0 c	77,0 c	360 c	524 a	46,4 a	4 b
2	274 a	58,5 bc	78,0 b	380 bc	557 a	50,5 a	5 a
4	271 bc	58,0 b	79,0 a	390 bc	544 a	49,2 a	5 a
6	269 c	58,5 b	79,5 a	410 b	557 a	49,1 a	5 a
8	269 c	58,5 b	79,5 a	410 b	552 a	48,8 a	5 a
100	64 d	63,5 a	77,5 bc	770 a	-	-	-

a, b, c, d – grupy jednorodne wyznaczone testem Duncana ( $P \geq 0,95$ )

a, b, c, d – homogeneous groups appointed with Duncans test ( $P \geq 0,95$ )

Przy określaniu właściwości wypiekowych mąki pszennej duże znaczenie przywiązuje się do oceny właściwości reologicznych ciasta. Haber i wsp. [8] stwierdzili, że dodatek zmielonych nasion z szarłatu do mąki pszennej jest niekorzystny, ponieważ powoduje skrócenie czasu rozwoju i stałości ciasta oraz czasu do załamania. Również inni autorzy [5, 11, 17] zwrócili uwagę na pogorszenie cech farinograficznych ciasta pszennego po dodaniu różnych produktów z nasion szarłatu. Zastosowane w omawianej pracy dodatki śruty z szarłatu nie zmieniały stałości ciasta, czasu do załamania i współczynnika tolerancji na mieszenie (tab. 1, 2). Wykazano natomiast, że 2% dodatek śruty z szarłatu istotnie zwiększał wodochłonność mąki (tab. 2). Nie stwierdzono różnic w wodochłonności mąki pomiędzy próbkami o różnym udziale tej śruty. Dodatek śruty z szarłatu do mąki pszennej powodował również zmiany wartości walorymetrycznej. Wielkość ta ulegała zwiększeniu i największa była przy 8% dodatku. Oceniając mąki pszenne pod względem cech reologicznych sporządzonego z nich ciasta, stwierdzono, że mąka typu 850 charakteryzowała się lepszymi właściwościami wypiekowymi niż mąka typu 650.

Określenie aktywności enzymów amylolitycznych ma bardzo duże znaczenie w ocenie jakości mąki przeznaczonej do wypieku. Badane mąki pszenne oraz mieszanki ze śrutą z szarłatu odznaczały się średnią, natomiast śruta z szarłatu wysoką (64 s) (tab. 3) aktywnością  $\alpha$ -amylazy, mierzoną liczbą opadania. Wartość liczby opadania pod wpływem dodatku śruty z szarłatu ulegała zmniejszeniu. W badaniach Kuhna i Götza [11] zmielone płatki z nasion szarłatu powodowały także niską liczbę opadania. Wymienieni autorzy wykazali niewielką zmianę liczby opadania przy 20% dodatku płatków z szarłatu do mąki pszennej i znaczne jej obniżenie przy 50% udziale tego surowca.

Zamieszczone w tab. 3. wyniki właściwości amylograficznych pozwalają stwierdzić, że śruta z szarłatu zaczynała kleikować w wyższej temperaturze niż mąka pszena (odpowiednio 63,5 i 57,0°C), natomiast końcowa temperatura kleikowania była podobna (77,5 i 77,0°C). Po dodaniu 2% śruty z szarłatu do mąki pszennej wzrastała zarówno początkowa, jak i końcowa temperatura kleikowania. Dalsze zwiększanie udziału śruty z szarłatu do 4, 6 i 8% nie powodowało zmian temperatury początkowej, natomiast końcowa temperatura wzrosła jeszcze przy 4% dodatku, przy większych dodatkach pozostając na stałym poziomie. Znaczne różnice pomiędzy mąką pszenną i śrutą z szarłatu zaobserwowano w maksymalnej lepkości kleiku (770 jB śruta z szarłatu, 360 jB mąka pszena). Również Wu i Corke [20] donoszą o wysokiej lepkości kleików skrobi z szarłatu. Prawdopodobnie dlatego dodatek śruty z szarłatu do mąki pszennej powodował wzrost lepkości kleiku mącznego. Podobne wyniki otrzymali Kuhn i Götz [11].

Chleby wypieczone z mąki pszennej i z dodatkiem śruty z szarłatu charakteryzowały się prawidłowym wyglądem zewnętrznym. Skórka była dobrze połączona z mię-



kiszem, który odznaczał się bardzo dobrą elastycznością. W miarę zwiększania udziału śruty z szarłatu barwa miękiszu ulegała pociemnieniu. Podobne zmiany zaobserwowali również Brümmer i Morgenstern [6] oraz Ambroziak i wsp. [2]. Liczni autorzy [5, 6, 16] wykazali ujemny wpływ dodatku produktów z nasion szarłatu na objętość chleba. W niniejszej pracy nie stwierdzono istotności zmian objętości i nadpieku chleba (tab. 1, 3). Można jednak zaobserwować tendencję wzrostu tych wielkości po dodaniu śruty z szarłatu do mąki pszennej. Haber i wsp. [8], Ambroziak i wsp. [2] oraz Dojczew i wsp. [7] twierdzą, że produkty z nasion szarłatu poprawiają jakość chleba, podobnie jak stosowane w piekarstwie polepszacze pieczywa. W prezentowanej pracy zaobserwowano korzystną zmianę porowatości miękiszu chleba pod wpływem dodatku śruty z szarłatu (tab. 3).

## Wnioski

1. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono, że mąka pszenna typu 850 charakteryzowała się lepszą wartością wypiekową niż mąka typu 650.
2. Stosowane do mąki pszennej dodatki śruty z szarłatu powodowały jednakowy wzrost ilości białka ogółem w mieszance. Zawartość glutenu mokrego, liczba sedimentacji i liczba opadania ulegały zmniejszeniu przy udziale powyżej 4% śruty z szarłatu w mieszance.
3. Oceniając właściwości reologiczne ciasta pszennego i mieszanek wykazano, że dodatek śruty z szarłatu korzystnie wpływał na wodochłonność mąki oraz wartość walorymetryczną.
4. Początkowa temperatura kleikowania śruty z szarłatu była wyższa niż mąki pszennej, a końcowa podobna. Maksymalna lepkość kleiku ze śruty z szarłatu była dwukrotnie większa niż kleiku pszennego. Dodatek śruty z szarłatu do mąki pszennej zwiększał zarówno początkową jak i końcową temperaturę kleikowania. Maksymalna lepkość kleiku mącznego wzrastała przy 6% udziale szarłatu.
5. Chleby wypieczone z mąki pszennej i z dodatkiem śruty z szarłatu odznaczały się prawidłowym wyglądem i dobrą jakością. Nie stwierdzono różnic w objętości i nadpieku chleba, wykazano natomiast poprawę porowatości miękiszu pod wpływem dodatku śruty z szarłatu.

## Literatura

- [1] AACC: The farinograph handbook. St. Paul MN. 1972.
- [2] Ambroziak Z., Piesiewicz H., Węgiełek K., Krasnowska B., Węgiełek K., Barański M.: Amaranthus – nowy surowiec piekarski. Amaranthus. Dodatek do Przeglądu Piekarsko-Cukierniczego nr 6/95. Przegl. Piek. Cuk., 6, 1995, 9-12.
- [3] Axford D.W.D., McDermott E.E., Redman D.G.: Note on the sodium dodecyl sulfate test of bread-making quality: comparison with Pelshenke and Zeleny tests. Cereal Chem., 56, 6, 1979, 449-485.

- [4] Becker R.: Preparation, composition and nutritional implications of amaranth seed oil. *Cereal Foods World* **34**, 1989, 950-953.
- [5] Betschart A.A., Irwing D.W., Shepherd A.D., Saunders R.M.: *Amaranthus cruentus*. Milling characteristics, distribution of nutrients with in seed components and the effects of temperature on nutritional quality. *J. Food Sci.*, **46**, 4, 1981, 1181-1187.
- [6] Brümmer J.-M., Morgenstern G.: Backeigenschaften der Pseudo-Cerealien Amaranth und Quinoa. *Getreide Mehl u. Brot*, **46**, 3, 1992, 78-92.
- [7] Dojczew D., Kosiewicz D., Lewczuk J.: Wpływ dodatków naturalnych na jakość pieczywa pszennego. *Przegl. Piek. Cuk.*, **7**, 1996, 35-36.
- [8] Haber T., Haberowa H., Lewczuk J.: Wykorzystanie nasion amaranthusa w piekarstwie. *Rocz. Nauk Rol. Ser. A*, 1-2, 1995, 31-43.
- [9] Karolini-Skaradzińska Z., Subda H., Korczak B., Żmijewski M., Czubaszek A.: Ocena technologiczna ziarna i mąki wybranych odmian pszenicy ozimej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość.*, **27**, 2, 2001, 68-77.
- [10] Kuhn M.: Pseudocerealien – eine Herausforderung für künftige Forschung und Produktentwicklung. *Getreide Mehl u. Brot.*, **53**, 1, 1999, 8-11.
- [11] Kuhn M., Götz H.: Teige und Kleber in System Amaranth-Weizen. *Getreide Mehl u. Brot.* **53**, 1999, 6, 326-333.
- [12] Marcone M.F., Kakuda Y.: A comparative study of the functional properties of amaranth and soyabean globulin isolates. *Nahrung*, **43**, 6, 1999, 368-373.
- [13] Mendoza C.M., Bressani R.: Nutritional and functional characteristics of extrusion cooked amaranth flour. *Cereal Chem.*, **64**, 4, 1987, 218-222.
- [14] PN 77/A-74041- Oznaczenie glutenu mokrego w mące pszennej.
- [15] Qian J.Y., Kuhn M.: Characterization of *Amaranthus cruentus* and *Chenopodium quinoa*. *Starch/Stärke*, **51**, 4, 1999, 116-120.
- [16] Sanchez-Marroquin A., Domingo M.V., Maya S., Saldana C.: Amaranth - flour blends and fractions for baking applications. *J. Food Sci.*, **50**, 1985, 789-794.
- [17] Saunders R.M., Becker R.: *Amaranthus*: A potential food and feed resource. – *Adv. Cereal Sci. Technol.* Vol. VI – St. Paul MN, 1984, 357-396.
- [18] Teutonico R.A., Knorr D.: *Amaranthus* composition, properties and applications of a rediscovered food crop. *Food Technol.*, **36**, 4, 1985, 49.
- [19] Tomita Y., Sugimoto A.: Some properties of starches of grain amaranthus and several millets. *J. Nutr. Sci.*, **27**, 1981, 471-484.
- [20] Wu H., Corke H.: Genetic diversity in physical properties of starch from a world collection of *Amaranthus*. *Cereal Chem.*, **76**, 6, 1999, 877-883.

## THE INFLUENCE OF GROUND AMARANTH SEEDS ADDITION ON THE BAKING VALUE OF COMMERCIAL WHEAT FLOUR

### S u m m a r y

For the tests there were used commercial wheat flour type 650 and 850 and samples of amaranth seeds coming from harvests of 1995 and 1996, supplied by PHU "Szarłat" at Łomża. The amaranth seeds were ground and added to wheat flour at 2, 4, 6 and 8%.

The addition of amaranth brought about an increase in total protein content. While with 4% addition of amaranth in blend the content of wet gluten, sedimentation value and falling number got decreased. As for rheologic properties of dough, the addition of amaranth was found to have favourably influenced the water absorption of flour and its valorimetric value. Besides, increasing addition of amaranth was bringing about an increase in the initial and terminal temperature of gelatinization as well as in the viscosity of paste. Both the wheat bread and that with addition of amaranth looked properly and their quality was good. Addition of amaranth did not affect the volume nor overbacke of bread, but it was found to have improved the porosity of crumb. ☒