

ROMUALDA DOLIŃSKA, EWA KLOCKIEWICZ-KAMIŃSKA,
JAN ZABIELSKI, JERZY R. WARCHALEWSKI

CHARAKTERYSTYKA TECHNOLOGICZNA PIERWSZEGO POKOLENIA ZIARNA PSZENICY Poddanego PROMIENIOWANIU GAMMA PRZED WYSIANIEM

Streszczenie

W pracy badano wpływ promieniowania jonizującego typu gamma zastosowanego przed wysiewem, na właściwości chemiczne, reologiczne, a także charakterystykę wartości wypiekowej ziarna pszenicy pierwszego pokolenia.

Napromienianie ziarna przed wysianiem w zakresie dawek 0,05 kGy i 0,1 kGy spowodowało wyraźny spadek liczby opadania. Odnotowano także istotny statystycznie wzrost ilości białka ogólnego oraz ilości osadu w teście sedymentacji z SDS, co sugeruje lepsze właściwości białek glutenowych w ziarnie pierwszego pokolenia. Nie odnotowano istotnych zmian w zawartości glutenu mokrego, jak i jego rozpuszczalności, a także w ocenie farinograficznej, ekstensograficznej i próbnym wypieku, aczkolwiek chleb otrzymany z próby ziarna napromienionej dawką 0,1 kGy uzyskał najlepszą ocenę świeżości. Promieniowanie jonizujące gamma w zakresie stosowanych dawek nie wpłynęło na zmianę klasyfikacji jakościowej badanego ziarna pszenicy, które oceniono jako E, czyli pszenicę elitarną, o bardzo dobrej jakości wypiekowej.

Wstęp

Ziarno zbóż i przetwory zbożowe są głównymi produktami spożywczymi konsumowanymi przez ludzi na całym świecie, dostarczając około 65–72% dziennego zapotrzebowania kalorycznego [1, 20]. Straty spowodowane przez owadzie szkodniki, podczas długotrwałego magazynowania produktów zbożowych, są olbrzymie, stąd istnieje konieczność ciągłej walki z tymi szkodnikami [15]. Zaatakowane ziarno charakteryzuje się pogorszoną jakością technologiczną wskutek zanieczyszczenia przez wydaliny i martwe szczątki owadów oraz roztoczy. Zboże takie łatwiej ulega zagrzewaniu i za-

Mgr inż. R. Dolińska, prof. dr hab. J.R. Warchalewski, Katedra Biochemii i Analizy Żywności, Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego ul. Mazowiecka 48, 60-623 Poznań; dr E. Klockiewicz-Kamińska, COBORU, Laboratorium Technologiczne, Słupia Wielka; prof. dr hab. J. Zabielski, Katedra Techniki Jądrowej w Rolnictwie, Akademia Rolnicza, 60-623 Poznań, ul. Mazowiecka 41.

wilgoceniu [15]. Napromienianie ziarna zbóż i mąki niskimi dawkami (do 0,5 kGy) promieni gamma stosuje się w celu sterylizacji owadzych szkodników, aby zmniejszyć straty podczas przechowywania i znacznie ograniczyć zanieczyszczenie zbóż przez odchody i szczątki szkodników [3, 5, 15]. Jest to równocześnie alternatywna metoda wobec chemicznych fumigacji, stosowana w celu zniszczenia szkodników zbożowych [1, 7, 10, 20]. Duże dawki powyżej 2 kGy – zabijają występujące w produkcji owady, roztocza i nicienie [15]. Zazwyczaj, aby nie spowodować pogorszenia jakości technologicznej mąki stosuje się dawki od 0,1 do 0,75 kGy [8]. Do tej pory prowadzone badania wskazują, że napromienianie ziarna zbóż promieniami gamma może wywołać zmiany we właściwościach technologicznych mąki [5, 6, 12, 13, 17, 18, 19]. Napromienianie dawką 5 kGy mąk pszennych typu 550 i 850 wpłynęło na wyizolowanie z nich większej ilości glutenu mokrego oraz znaczne zmniejszenie jego rozpuszczalności, natomiast dawka 2 kGy nie spowodowała żadnych zmian w ilości i jakości glutenu pszennego [5]. Farag-Zaied i wsp. [1] zaobserwowali liniową korelację w zmniejszeniu czasu rozwoju i stałości ciasta, a także w rozmiękczeniu i wysokości ciasta wraz ze wzrastającą dawką napromieniania, szczególnie w zakresie dawek 4–8 kGy. Klockiewicz-Kamińska i wsp. [12] badali wpływ promieniowania gamma na reologiczne właściwości i jakość wypiekową mąki otrzymanej z ziarna pszenicy napromienionej dawkami od 0,05 kGy do 10 kGy. W zakresie niskich dawek nie stwierdzili oni istotnych zmian w jakości wypiekowej mąki. Natomiast wysokie dawki spowodowały spadek liczby opadania i objętości osadu mierzzonego w teście sedymentacji z SDS. Dawkę 0,5 kGy uznano za najbardziej optymalną, która nie tylko nie powodowała znaczących zmian w jakości technologicznej ziarna, ale równocześnie wpływała na zwiększenie objętości i świeżości chleba.

Powstaje pytanie czy zmiany jakie zaszły w napromienionym ziarnie pszenicy są trwałe? Czy zostaną utrzymane w następnych pokoleniach, tzn. w plonach otrzymanych z ziarna napromienionego przed wysianiem? Jak dotąd brak jest danych literaturowych na temat trwałych zmian jakie może wywołać promieniowanie jonizujące, zastosowane na ziarno siewne. Praca ta jest częścią kompleksowych badań obejmujących ocenę zmian wywołanych promieniami gamma lub mikrofalami w ziarnie pszenicy, zarówno bezpośrednio po działaniu tych czynników fizycznych, jak również ocenę ich wpływu na ewentualną trwałą modyfikację genetyczną ziarna siewnego, badaną w ziarnie pszenicy zebranych w kolejnych pokoleniach. W niniejszej pracy oceniano wpływ napromieniania ziarna promieniami gamma na jakość technologiczną mąki, ciasta i chleba, wytworzonego z ziarna zebranego w pierwszym pokoleniu.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiło pierwsze pokolenie pszenicy ozimej odmiany Bebra, wysianej w 1997 roku na poletkach doświadczalnych ZHR Danko-Oddział Cho-

ryń. Przed wysianiem ziarno poddano promieniowaniu gamma w zakresie dawek od 0,05 kGy do 10 kGy, tak jak to opisano wcześniej [12]. Napromienione ziarno podzielono na dwie części – pierwszą przeznaczono do badań bezpośredniego wpływu promieniowania gamma na ziarno pszenicy [4, 7, 12, 14, 16, 20], a drugą część wysiano w celu oceny możliwych zmian genetycznych, wywołanych tym promieniowaniem w ziarnie zebranych w kolejnych pokoleniach. W 1998 roku uzyskano plon tylko w przypadku zastosowanych najniższych dawek promieniowania gamma: 0 kGy (próba kontrolna), 0,05 kGy i 0,1 kGy. Tak otrzymane ziarno określono jako ziarno pierwszego pokolenia i oznaczono je w sposób następujący:

- próba kontrolna 0 kGy – IG-0,
- napromienione przed wysianiem dawką 0,05 kGy – IG-0,05,
- napromienione przed wysianiem dawką 0,1 kGy – IG-0,1.

Metody analizy ziarna: liczbę opadania oznaczano zgodnie z ICC Standard Nr107/1:1995, gęstość ziarna wg PN-73/R-74007, szklistość ziarna wg PN-70/R-74008, zawartość białka oznaczano zmodyfikowaną metodą Kjeldahla, przy zastosowaniu aparatu Foss Tecator Apparatus, zgodnie z metodą ICC-Standard Nr 105/2:1994, stosując przelicznik białkowy N x 5,7. Test sedymentacji z SDS (siarczan(VI) dodecylo-sodu) wykonano wg Axforda i wsp. [2], test sedymentacji Zeleńy’ego oznaczono zgodnie z ICC Standard Nr 118:1972 i 116/1:1994 – wyniki z obu testów sedymentacji podano jako wskaźnik sedymentacji. Gluten wymywano ręcznie wg PN-77/A-74041, rozplýwalność glutenu oznaczono wg PN-77/A-4041, tak jak to opisano wcześniej [12].

Metody analizy mąki: przemiał ziarna przeprowadzano w młynku MLU 102 Bühler. Badane zboże przygotowywano do przemiału wg Sitkowskiego, tak jak to opisano przez Klockiewicz-Kamińską i Brzezińskiego [11]. Ziarno było nawilżane i kondycjonowane w zależności od jego szklistości i wilgotności. Do dalszych analiz użyto mąkę o wyciągu 70%. Zawartość popiołu oznaczano zgodnie z ICC-Standard Nr 104/1:1990, liczbę opadania w mące oznaczano tak samo jak w ziarnie. Ocena farinograficzną przeprowadzano zgodnie z ICC-Standard Nr 115/1:1992, natomiast analizę ekstensograficzną wg ICC-Standard Nr 144/1:1992.

Próbný wypiek oraz ocenę objętości chleba przeprowadzano tak jak to opisano wcześniej [12]. Świeżość chleba oceniona została metodą panelową przez 6 osób po 2, 3, 4, 5 i 6 dniach przechowywania. Stopnie świeżości przyjęto zgodnie ze Standardem Amerykańskim AACC Metoda 74-30, tak jak opisano je wcześniej [12].

Wartość technologiczną ziarna pszenicy oszacowano zgodnie z zasadami opisanymi przez Klockiewicz-Kamińską i Brzezińskiego [11].

Analizę statystyczną wyników wykonano przy użyciu programów Microsoft® Excel 97 i SPSS/PC⁺.

Wyniki i dyskusja

Jakość ziarna pszenicy

Nie odnotowano istotnych statystycznie zmian w gęstości i szklistości ziarna pierwszego pokolenia pszenicy (tab. 1 i 6). Zaobserwowano istotny statystycznie wzrost zawartości białka ogólnego w próbach IG-0.05 i IG-0.1 (tab. 1 i 5). Podobne wartości odnotowano w ziarnie bezpośrednio napromienionym dawkami w zakresie od 0,05 kGy do 10 kGy, gdzie najwyższą ilość białka ogólnego odnotowano przy dawce 0,1 kGy [12]. Napromienianie ziarna siewnego nie spowodowało także istotnych zmian w zawartości glutenu mokrego, jak i jego rozpułwalności. Podobnie brak zmian w ww. parametrach zanotowano we wcześniejszych badaniach, dotyczących ziarna bezpośrednio poddanego promieniowaniu jonizującemu typu gamma [12, 13]. Natomiast Gambuś i wsp. [5] odnotowali wpływ promieniowania gamma na jakość i ilość glutenu mokrego, przy czym najbardziej wyraźny był on przy dawce 5 kGy. Liczba

Tabela 1

Wpływ promieniowania gamma, zastosowanego przed wysianiem, na jakość ziarna pszenicy pierwszego pokolenia.

The effect of gamma radiation applied before sowing on the quality of the first generation of wheat grain.

Wyróżniki Indices	Oznaczenie próby / Sample code		
	IG-0	IG-0.05	IG-0.1
Liczba opadania w ziarnie [s]* Falling number in grain [s]*	335,5	332,0	290,5
Gęstość ziarna [kg/hl] Weight by volume [kg/hl]	83	82,1	82,7
Szklistość ziarna [%] Vitreousness of grain [%]	96	97,5	96,5
Zawartość białka w ziarnie [% s.m.]* Protein content in grain [% d.m.]*	14,54	14,90	14,86
Wskaźnik sedymentacji z SDS [cm ³]* SDS sedimentation index [cm ³]*	82	84	87,25
Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego [cm ³]* Zeleny sedimentation index [cm ³]*	62,25	62,50	62,75
Ilość glutenu mokrego [%] Amount of wet gluten [%]	32	31	32
Rozpułwalność glutenu mokrego [mm] Wet gluten deliquesce [mm]	6,5	5,5	6,0

*średnia z dwóch powtórzeń

*mean of duplicate

Tabela 2

Wpływ promieniowania gamma, zastosowanego przed wysianiem, na jakość i właściwości reologiczne mąki uzyskanej z ziarna pszenicy pierwszego pokolenia.

The effect of gamma radiation applied before sowing on the quality of wheat flour and rheological properties obtained from the first generation of wheat grain.

Wyróżniki Indices	Oznaczenie próby Sample code		
	IG-0	IG-0.05	IG-0.1
Ogólny wyciąg mąki [%] Total flour yield [%]	76,18	74,83	75,54
Zawartość popiołu w mące [% s.m.]* Ash content in flour [% d.m.]*	0,427	0,430	0,464
Liczba opadania w mące [s] Falling number in flour [s]	308	354	304
Wodochłonność mąki [%] Water absorption of flour [%]	57,0	57,5	57,8
Rozwój ciasta [min] Dough development [min]	2,0	2,0	2,0
Stalność ciasta [min] Stability of dough [min]	11,0	10,0	11,0
MTI [jB] Mixing tolerance index [B.U.]	30	30	30
Rozmiękczenie ciasta [jB] Degree of dough softening [B.U.]	55	50	55
Wartość walorymetryczna Valorimeter value	52	54	54
Energia ciasta [cm ²] Dough energy [cm ²]	97,4	91,4	93,6
Opór na rozciąganie [jB] Resistance R ₅₀ [B.U.]	262	272	240
Rozciągliwość ciasta [mm] Dough extensibility -E [mm]	191	178	197
Liczba stosunkowa Ratio R ₅₀ /E	1,37	1,53	1,22

*średnia z dwóch powtórzeń

*mean of duplicate

opadania w ziarnie pierwszego pokolenia malała wraz ze wzrostem dawki promieniowania zastosowanego przed wysianiem (tabela 1). Zależność ta była istotna statystycznie (tab. 5). Spadek liczby opadania sugeruje trwałe zmiany wywołane w ziarnie napromienionym przed wysianiem. Powyższą zależność stwierdzono już we wcześniejszych badaniach ziarna, po bezpośrednim napromienianiu go promieniami gamma w dawkach od 0,5 kGy do 10 kGy [12, 13]. Może to sugerować zmiany genetyczne w

Tabela 3

Wpływ promieniowania gamma, zastosowanego przed wysianiem, na jakość wypiekową ziarna pierwszego pokolenia pszenicy.

The effect of gamma radiation applied before sowing on the baking quality of the first generation wheat grain.

Wyróżniki Indices	Oznaczenie próby / Sample code		
	IG-0	IG-0.05	IG-0.1
Wydajność ciasta [%] Yield of dough [%]	162,6	163,1	163,6
Wydajność chleba [%] Yield of bread [%]	142,9	140,7	143,0
Objętość chleba [cm ³] Loaf volume [cm ³]	729	673	685
Bonitacja pieczywa [%] Baking score [%]	214	177	182
Ocena świeżości pieczywa [pkt] Estimation of loaf freshness [score]	56	44	73
Klasyfikacja jakościowa Quality group	E*	E	E

E – pszenica elitarna o bardzo dobrej jakości wypiekowej

* E – elite wheat - very good baking quality

zakresie syntezy rodzimej α -amylazy i/lub zwiększenie podatności skrobi na degradację. Większą podatność skrobi na depolimeryzację cząsteczek, wywołaną bezpośrednim wpływem promieni gamma odnotowano już wcześniej [5, 6, 13]. Polegała ona głównie na rozerwaniu wiązań glikozydowych, jak również na rozwinięciu łańcuchów skrobiowych. Taka skrobia charakteryzowała się większą podatnością na działanie enzymów amylolitycznych. W próbach IG-0.05 i IG-0.1 nastąpił statystycznie istotny wzrost osadu mierzonoego w teście sedymentacji z SDS, świadczący o poprawieniu ilościowo-jakościowego udziału białek glutenowych i zwiększeniu ich właściwości hydratacyjnych. Obserwację tę wspiera również zwiększona i statystycznie istotna zawartość białka ogólnego w tych próbach. Ilość osadu mierzona w teście sedymentacji Zeleny'ego również nieznacznie wzrosła (tab. 1). Zależność ta jednak nie była statystycznie istotna (tab. 6). Zwiększona ilość osadu w obu testach sedymentacji, w mąkach otrzymanych z ziarna napromienionego przed wysianiem, jest zjawiskiem pożądanym. Odwrotne zjawisko odnotowano w tym ziarnie bezpośrednio po napromienianiu promieniami gamma, gdzie zauważono istotny statystycznie spadek ilości osadu w testach sedymentacji, w stosunku do wzrastającej dawki jonizacji [12]. Zatem może to sugerować korzystny, modyfikujący wpływ niskich dawek promieniowania gamma na DNA, odpowiedzialnego za biosyntezę białek glutenowych ziarna pszenicy. Jednakże sugestia ta wymaga potwierdzenia w badaniach kolejnych pokoleń ziarna.

Tabela 4

Wpływ promieniowania jonizującego gamma, zastosowanego przed wysiewem, na klasyfikację jakościową ziarna pierwszego pokolenia pszenicy.

The effect of gamma radiation applied before sowing on the first generation of wheat grain quality scores.

Wyróżniki Indices	Oznaczenie próby Sample code		
	IG-0	IG-0.05	IG-0.1
Objętość chleba [cm ³] Loaf volume [cm ³]	9	8	9
Liczba opadania w ziarnie [s] Falling number in grain [s]	7	7	6
Zawartość białka w ziarnie [% s.m.] Protein content in grain [% d.w.]	9	9	9
Wskaźnik sedymentacji z SDS [cm ³] SDS sedimentation index [cm ³]	8	8	9
Wskaźnik sedymentacji Zeleny'go [cm ³] Zeleny sedimentation index [cm ³]	9	9	9
Wodochłonność mąki [%] Water absorption of flour [%]	8	8	8
Rozmiękczenie ciasta [jB] Dough degree of softening [U.B]	8	8	8
Energia ciasta [cm ²] / Dough energy [cm ²]	8	7	7
Wydajność mąki [%] / Total yield of flour [%]	7	6	6
Klasyfikacja jakościowa / Quality group	E	E	E

E* – pszenica elitarna o bardzo dobrej jakości wypiekowej

E* – elite wheat – very good baking quality

Tabela 5

Statystycznie istotne zmiany technologicznych wyróżników ziarna pszenicy pierwszego pokolenia, które poddano promieniowaniu gamma przed wysianiem.

Statistically significant changes of technological indices induced by gamma radiation before sowing in the first generation of wheat grain

Wyróżniki Indices	Typ funkcji Type of function	Równanie* Equation*	Parametry równania Parameters of equation			R ²
			a	b	c	
Liczba opadania w ziarnie [s] Falling number in grain [s]	kwadratowa	$y=a+bx+cx^2$	335,5	310	-7600	0,96
Zawartość białka w ziarnie [% s.m.] Protein content in grain [% d.w.]	kwadratowa	$y=a+bx+cx^2$	14,54	11,20	-80	0,95
Wskaźnik sedymentacji z SDS [cm ³] SDS sedimentation index [cm ³]	kwadratowa	$y=a+bx+cx^2$	82	27,5	25	0,97
Zawartość popiołu w mące [% s.m.] Ash content in flour	kwadratowa	$y=a+bx+cx^2$	0,4265	-0,255	6,3	0,97

* x – dawka promieniowania w kGy

* x – radiation dose in kGy

Tabela 6

Analiza statystyczna wyników, odnoszących się do ziarna pszenicy, na które napromienianie promieniami gamma przed wysianiem nie wpłynęło w istotny sposób.

Statistical analysis of data which were not influenced by gamma radiation before sowing of wheat grain.

Wyróżnik Indices	Wartość średnia Mean value	P = 0,05	Współczynnik zmienności [%] Coefficient of variability [%]
Analiza ziarna / Grain analysis			
Gęstość ziarna [kg/hl] Weigh by volume [kg/hl]	82,6	81,46-83,74	0,56
Szklistość ziarna [%] Vitreousness of grain [%]	96,67	94,77-98,56	0,79
Wskaźnik sedymentacji Zeleny'ego [cm ³] Zeleny sedimentation index [cm ³]	62,58	62,03-62,96	0,72
Ilość glutenu mokrego [%] Amount of wet gluten [%]	31,67	30,23-33,10	1,82
Rozpływalność glutenu mokrego [mm] Wet gluten deliquesce [mm]	6,00	4,76-7,24	8,33
Analiza mąki / Flour analysis			
Ogólny wyciąg mąki [%] Total flour yield [%]	75,51	73,84-77,19	0,89
Liczba opadania w mące [s] Falling number in flour [s]	322	252,98-391,02	8,63
Wodochłonność mąki [%] Water absorption of flour [%]	57,43	56,43-58,44	0,70
Rozwój ciasta [min] Dough development [min]	2,00	2,00-2,00	0,00
Stołość ciasta [min] Stability of dough [min]	10,67	9,23-12,10	5,41
MTI [jB] Mixing tolerance index [B.U.]	30,00	30,00-30,00	0,00
Rozmiękczenie ciasta [jB] Degree of dough softening [B.U.]	53,33	46,16-60,50	5,41
Wartość walorymetryczna Valorimeter value	53,33	50,46-56,20	2,17
Energia ciasta [cm ²] Dough energy [cm ²]	94,13	86,59-101,67	3,22
Opór na rozciąganie [jB] Resistance R ₅₀ [B.U.]	258,00	217,33-298,67	6,35
Rozciągliwość ciasta [mm] Dough extensibility [mm]	188,67	164,54-212,79	5,15
Liczba stosunkowa Ratio R ₅₀ /E	1,37	0,98-1,76	11,29

c.d. Tab. 6

Próbnny wypiek / Baking test			
Wydajność ciasta [%] Yield of dough [%]	163,1	161,86-164,34	0,31
Wydajność chleba [%] Yield of bread [%]	142,20	138,97-145,43	0,91
Objętość chleba [cm ³] Loaf volume [cm ³]	695,67	622,42-768,91	4,24
Bonitacja pieczywa [%] Baking score [%]	191,00	141,13-240,87	10,51
Ocena świeżości pieczywa [pkt] Estimation of loaf freshness [score]	57,67	21,47-93,86	25,26

Jakość mąki i cechy reologiczne ciasta

Nie stwierdzono zauważalnych zmian w ogólnym wyciągu mąki (tab. 2). Wzrost zawartości popiołu w mące był natomiast istotny statystycznie i był wyższy w próbach IG-0.05 i IG-0.1 napromienionych promieniami gamma przed wysianiem, w stosunku do próby kontrolnej (tab. 2 i 5). Klockiewicz-Kamińska i wsp. [12] oraz MacArthur i D'Appolonia [13] nie odnotowali istotnych statystycznie zmian w zawartości popiołu, w mące uzyskanej z ziarna bezpośrednio po napromienianiu promieniami gamma. Liczba opadania w badanych mąkach również nie różniła się istotnie statystycznie (tab. 6). W badaniach mąki pszennej napromienionej dawką do 5 kGy stwierdzono jedynie niewielkie zmiany w liczbie opadania [5]. Podobnie w mące otrzymanej z ziarna bezpośrednio po napromienianiu - ale tylko w zakresie niskich dawek do 0,5 kGy – odnotowano niewielkie zmiany liczby opadania [12]. W przeciwieństwie do Gambuś i wsp. [5] już od dawki 1 kGy obserwowano bardzo wyraźny spadek liczby opadania [12]. Niewielki wzrost wodochłonności mąki zaobserwowano wraz ze wzrastającą dawką napromieniania ziarna przed wysianiem. MacArthur i D'Appolonia [13] a także Klockiewicz-Kamińska i wsp. [12] również stwierdzili wzrost wodochłonności mąki wraz ze wzrastającą dawką promieniowania w przypadku ziarna bezpośrednio napromienionego. W innych badaniach zaobserwowano minimalny spadek wodochłonności mąki pszennej typu 500 wraz ze wzrastającą dawką promieniowania gamma, a wzrost wodochłonności w mące typu 850 [5]. Pozostałe wyróżniki oceny reologicznej ciasta, takie jak: rozwój i stałość ciasta, MTI, rozmięczenie, wartość walorymetryczna, energia, opór na rozciąganie, rozciągliwość ciasta oraz liczba stosunkowa nie wykazały różnic istotnych statystycznie (tab. 2 i 6). We wcześniejszych badaniach ziarna pszenicy, bezpośrednio po napromienianiu, zauważono zmiany różnych wyróżników oceny reologicznej ciasta, zwłaszcza po zastosowaniu wyższych dawek promieniowania gamma [12, 13]. MacArthur i D'Appolonia [13] stwierdzili spadek czasu rozwoju ciasta i jego stałości wraz ze wzrastającą dawką promieniowania

jonizującego. Podobnie Klockiewicz-Kamińska i wsp. [12] stwierdzili istotne statystycznie różnice w rozwoju i stałości ciasta, a ponadto w rozmiękczeniu i energii ciasta, w cieście uzyskanym z ziarna pszenicy, które poddano promieniowaniu gamma dawkami 5 i 10 kGy. Z kolei MacArthur i D'Appolonia [13] zaobserwowali spadek energii ciasta już przy dawce 3 kGy. Kilka lat później Warchalewski i Klockiewicz-Kamińska [17] także zanotowali spadek energii ciasta, jednakże przy zastosowaniu znacznie niższej dawki 0,5 kGy. W ostatnio prowadzonych badaniach [12], do dawki 1 kGy odnotowano wzrost energii ciasta, a następnie po napromienianiu ziarna dawkami 5 kGy i 10 kGy wyraźny jej spadek. W 1996 roku Farag-Zaied i wsp. [1] donosili o liniowym spadku stałości i rozmiękczenia ciasta uzyskanego z ziarna pszenicy, które wcześniej poddano promieniowaniu gamma dawkami 2, 4 i 8 kGy.

Próbny wypiek

Nie zaobserwowano istotnych statystycznie zmian zarówno w wydajności ciasta jaki i chleba, jak również w objętości chleba i bonitacji pieczywa (tab. 3 i 6). Największą liczbę punktów w ocenie świeżości otrzymał chleb upieczony z ziarna próby IG-0.1. Świeżość tego chleba była wyższa o 30% od próby kontrolnej IG-0, aczkolwiek wartość ta była statystycznie nieistotna. W badaniach produktów zbożowych bezpośrednio napromienianych odnotowano poprawę wartości wypiekowej mąki pszennej, przy dawkach 2 i 5 kGy [5]. Inni autorzy nie stwierdzili różnic w wartości odżywczej i analizie sensorycznej ciastek upieczonych z dodatkiem napromienionej mąki z amarantusa [9]. Natomiast Farag-Zaied i wsp. [1] stwierdzili niekorzystne zmiany w ocenie sensorycznej chleba upieczonego z napromienionego ziarna. Z drugiej strony Gambuś i wsp. [6] zaobserwowali wzrost objętości pieczywa w przypadku chleba upieczonego z 10% dodatkiem mąki pszennej napromienionej dawką 3 kGy, którą dodano do mąki pszennej typu 550.

Klasyfikacja jakościowa

Uwzględniając wyznaczone przez Klockiewicz-Kamińską i Brzezińskiego [11] parametry technologiczne, na podstawie których dokonuje się oceny klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy, stwierdzono, że badane ziarno pierwszego pokolenia uzyskało najwyższą ocenę jako pszenica elitarna (tab. 4). Różnice pomiędzy badanymi próbami ziarna w zakwalifikowaniu do danej grupy wystąpiły w przypadku testu sedymentacji z SDS, gdzie próba IG-0.1 znalazła się w grupie wyżej niż pozostałe badane próby. Wyższe, statystycznie istotne wskaźniki sedymentacji w ziarnie otrzymanym z nasion napromienionych dawką 0,1 kGy (tab. 5) bez wątpienia miały wpływ na znacznie lepszą ocenę świeżości chleba wyprodukowanego z tego ziarna (tab. 3). Napromienianie nasion pszenicy dawką 0,1 kGy miało wyraźny wpływ na zwiększenie właściwości hydratacyjnych białek glutenowych ziarna, zebranego w pierwszym poko-

leniu. Istotny statystycznie spadek liczby opadania (tab. 1 i 5) także wpłynął na zmianę punktacji klasyfikacji jakościowej podanej w tab. 4., gdzie próba IG-0 znalazła się w grupie niżej niż pozostałe próby. Większa energia ciasta i wydajność mąki próby kontrolnej IG-0 pozwoliły zakwalifikować ją o jedną grupę wyżej niż próby ziarna, które zostały napromienione przed wysianiem. Nie zmieniło to jednak ogólnej kwalifikacji jakościowej badanego ziarna pszenicy pierwszego pokolenia. Przy ocenie wpływu promieniowania jonizującego gamma na jakość wypiekową ziarna pszenicy należy uwzględnić również różnice odmianowe, zgodnie z sugestią Mac Arthur'a i D'Appolonii [13]. Jest wielce prawdopodobne, że zastosowanie niskich dawek promieniowania gamma, przy których została zachowana jeszcze zdolność kiełkowania, może pozwolić nie tylko na ograniczenie rozwoju owadów szkodników magazynowanego ziarna, lecz również może wpływać modyfikująco na właściwości ziarna, tak jak to zaobserwowano w badanym ziarnie pierwszego pokolenia.

Wnioski

1. Promieniowanie jonizujące gamma zastosowane do ziarna pszenicy przed wysianiem w zakresie dawek 0,05–0,1 kGy spowodowało istotny spadek liczby opadania w porównaniu z próbą kontrolną.
2. Próby napromienionego ziarna oznaczone jako IG-0.05 i IG-0.1 charakteryzowały się istotnie statystycznie większą zawartością białka ogólnego oraz ilością mierzonoego osadu w teście sedimentacji z SDS, w porównaniu z próbą kontrolną IG-0.
3. Próby ziarna pszenicy pierwszego pokolenia, napromienionego przed wysianiem, charakteryzowały się większą zawartością popiołu w mące.
4. Zmiany w takich parametrach jak: liczba opadania, zawartość białka ogólnego, wskaźnik sedimentacji z SDS czy zawartość popiołu w mące, wskazują na trwałe zmiany jakie mogły nastąpić w ziarnie pod wpływem promieniowania jonizującego gamma, zastosowanego do ziarna pszenicy przed wysianiem.

Podziękowanie

Pani mgr Zofii Banaszak – głównemu hodowcy z Zakładu Hodowli Roślin DANKO-Choryń, składamy serdeczne podziękowania za prowadzenie hodowli napromienionego ziarna zbóż na poletkach doświadczalnych oraz dostarczenie zebranego ziarna do badań.

Część wyników przedstawiono podczas XXXI Sesji Naukowej KTiCHŻ PAN w Poznaniu, 2000 r.

LITERATURA

- [1] A Farag-Zaied S.E., Abdel-Hamid Afaf A., Attia El-Saied A.: Technological and chemical characters of bread prepared from irradiated wheat flour. *Nahrung*, 40, 1996, 28.
- [2] Axford D.W.E., Mc Dermott E.E., Redman D.G.: Small-scale test of bread-making quality. *Milling Feed Fert.*, 161, 1978, 18.
- [3] Aziz N.H., Attia E-S.A., Farag S.A.: Effect of gamma-irradiation on the natural occurrence of *Fusarium* mycotoxins in wheat, flour and bread. *Nahrung*, 41, 1997, 34.
- [4] Fornal J., Błaszak W., Warchalewski J.R., Gralik J.: Irradiation and microwave treatment of wheat grains. In: *Cereal Across The Continents. Abstracts of the 17th ICC Conference, Valencia, Spain, June 6-9, 1999*, 135.
- [5] Gambuś H., Gumul D., Cygankiewicz A.: Wpływ średnich dawek promieniowania gamma na wartość wypiekową mąki pszennej, żytniej i pszenżytniej. *Żywność*, 19, 1999, 65.
- [6] Gambuś H., Gumul D., Nowotna A.: Jakość chlebów pszennych z dodatkiem mąk poddanych radiolizie. *Żywność*, 19, 1999, 74.
- [7] Gralik J., Trojanowska K., Warchalewski J.R.: Comparison of the effects of gamma and microwave irradiation of wheat grain on its microfloral contamination. *Sci. Pap. Agric. Univ. Poznan. Food Sci. Technol.*, 3, 1999, 59.
- [8] Gralik J., Warchalewski J.R.: Możliwości wykorzystania promieniowania jonizującego w przemyśle spożywczym. *Przem. Spoż.*, 53, 1999, 31.
- [9] Hozová B., Buchtová V., Dodok L.: Microbiological, nutritional and sensory evaluation of long-time stored amaranth biscuits produced from irradiation-treated amaranth grain. *Nahrung*, 44, 2000, 13.
- [10] Ignatowicz S., Szczawińska M.: Zastosowanie techniki radiacyjnej do poprawy jakości żywności i pasz. *Post. Nauk Rol.*, 45, 1998, 67.
- [11] Klockiewicz-Kamińska E., Brzeziński W.J.: Metoda oceny i klasyfikacji jakościowej odmian pszenicy. *Wiad. Odmianozn.*, 67, 1997, 1.
- [12] Klockiewicz-Kamińska E., Warchalewski J.R., Gralik J.: The effect of gamma-radiation of wheat grain on the chemical and technological properties of grain and flour. *Sci. Pap. Agric. Univ. Pozn. Food Sci. Technol.*, 4, 2000, 29.
- [13] MacArthur L.A., D'Appolonia B.L.: Gamma radiation of wheat. I. Effects on dough and baking properties. *Cereal Chem.*, 60, 1983, 456.
- [14] Warchalewski J.R., Gralik J., Kuśnierz R.: The estimation of enzymatic digestibility of albumin proteins from wheat grain exposed to gamma irradiation ⁶⁰Co. *Sci. Pap. Agric. Univ. Pozn. Food Sci. Technol.*, 2, 1998, 3.
- [15] Warchalewski J.R., Gralik J., Nawrot J.: Możliwości zmniejszania powodowanych przez szkodniki owadzie strat magazynowanego ziarna zbóż. *Post. Nauk Roln.*, 47, 2000, 85.
- [16] Warchalewski J.R., Gralik J., Zawirska-Wojtasiak R., Zabielski J., Kuśnierz R.: The evaluation of wheat grain odour and colour after gamma and microwave irradiation. *EJPAU Food Sci. Technol.* 1998, available online: <http://www.ejpau.media.pl/series/volume1/food/art.-04.html>.
- [17] Warchalewski J.R., Klockiewicz-Kamińska E.: The influence of α -amylase supplementation, γ -irradiation (⁶⁰Co) as well as long time of storage of wheat grain on flour technological properties. *Nahrung*, 33, 1989, 57.
- [18] Warchalewski J.R., Kokot A., Mossor G.M., Stawicki., Dembiński W.: Influence of sprouts and gamma irradiation on biochemical changes in wheat grain. I. Changes in the activity of amylases, proteases, antitryptic activity, level of extracted protein, degree of starch damage and surfacial and submerged microflora. *Acta Aliment. Pol.*, 10, 1984, 207.

- [19] Warchalewski J.R., Mossor G.M., Kokot A.: Influence of sprouts and gamma irradiation on biochemical changes in wheat grain. II. Changes in alpha-amylases inhibiting activity and in the activity of accompanying enzymes. *Acta Aliment. Pol.*, 10, 1984, 219.
- [20] Warchalewski J.R., Prądyńska A., Gralik J., Nawrot J.: The effect of gamma and microwave irradiation of wheat grain on development parameters of some stored grain pests. *Nahrung*, 44, 2000, 411.

THE TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE FIRST GENERATION OF WHEAT GRAIN WHICH WAS GAMMA IRRADIATED BEFORE SOWING

S u m m a r y

The influence of gamma radiation of wheat grain before sowing on some changes in the chemical and technological properties of the first generation of grain was investigated. Gamma radiation doses 0.05 kGy and 0.1 kGy caused statistically significant decrease in the falling number value as well as increase in crude protein content and SDS sedimentation index determined in grain. Also statistically significant increase of ash content in flour was noted. On the other hand wet gluten content and deliquesce as well as dough farinograph and extensigraph properties and baking quality were not significantly changed. However, bread baked from 0.1 kGy irradiated wheat grain received the highest score of loaf freshness. Gamma radiation of wheat seeds within the dose range used did not effected the first generation of wheat grain quality group estimated as E – elite wheat with very good baking quality. ☒