

Katarzyna Piasecka-Józwiak, Beata Chabłowska, Joanna Rozmierska

ZASTOSOWANIE EKOLOGICZNEJ PSZENICY SAMOPSY DO PODWYŻSZENIA WŁAŚCIWOŚCI PROZDROWOTNYCH I SENSORYCZNYCH PIECZYWA

Zakład Technologii Fermentacji Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
im. prof. Waclawa Dąbrowskiego w Warszawie
Kierownik: dr hab. *K. Stecka*, prof. IBPRS

W pracy przedstawiono sposób wykorzystania pszenicy samopszy, będącej cennym pod względem zawartości składników prozdrowotnych surowcem do otrzymywania pieczywa o cechach żywności funkcjonalnej, odznaczającego się jednocześnie dobrymi właściwościami sensorycznymi. Do otrzymywania pieczywa wykorzystano kulturę starterową, zawierającą autochtoniczne dla samopszy bakterie fermentacji mlekowej. Otrzymane pieczywo odznaczało się podwyższoną w stosunku do pieczywa pszennego zawartością związków antyoksydacyjnych.

Słowa kluczowe: pszenica samopsza, pieczywo, kultury starterowe LAB, związki antyoksydacyjne.

Key words: einkorn wheat, bread with functional properties, LAB starter cultures.

Diploidalna samopsza (*Triticum monococcum* ssp. *monococcum*, ang. eincorn) należy do pszenic pierwotnych; udomowienie tego gatunku rozpoczęło się w neolicie (ok. 10000 lat p.n.e.) (1). Obecnie w Europie wzrasta zainteresowanie tą odmianą pszenicy ze względu na postrzeganie przez konsumentów tego zboża jako źródła mikroskładników odżywczych o specyficznych właściwościach (2).

Mąka z całego ziarna samopszy odznacza się w stosunku do pszenicy zwyczajnej wysoką wartością biologiczną na co wpływa zawartość związków o charakterze antyoksydacyjnym (przeciwutleniającym) – karotenoidów, tokoli, sprzężonych polifenoli, fitosteroli oraz niska aktywność beta-amylazy i lipooksygenazy, która ogranicza degradację przeciwutleniaczy podczas produkcji żywności (2, 3), a także wyższą w stosunku do tradycyjnych, chlebowych odmian pszenicy zawartością białka (średnio o 59%), tłuszczów (o 50%), w tym mono-nienasyconych kwasów tłuszczowych MUFA (o 53%), tokoli ogółem (o 46%), tokotrienoli (o 88%), luteiny (o 483%) w ziarnach tego zboża (4). Niektóre badania wykazały, że zawartość karotenoidów w mące z samopszy nie tylko może ośmiokrotnie przewyższać ich zawartość w chlebowej mące pszennej, lecz również ich degradowanie w procesie produkcji pieczywa przebiega dużo wolniej (5, 6). Obecność tych związków nie tylko nadaje mące z samopszy oraz wyrobom z niej otrzymanym atrakcyjną żółto-pomarańczową barwę lecz także ma pozytywny wpływ na zdrowie człowieka (2, 3). Jedną z funkcji karotenoidów jest ich aktywność antyoksydacyjna, która chroni komórki i tkanki przed oddziaływaniem wolnych rodników. Z kolei np. luteina

i zeaksantyna odgrywają zasadniczą rolę w ochronie rogówki i zapobiegają zaćmie. Karotenoidy obecne w ziarnie samopszy są naturalną alternatywą dla syntetycznych antyoksydantów (3). Istotna jest również, wyższa w stosunku do pszenic poliploidalnych, zawartość pierwiastków śladowych (Zn, Fe), natomiast jest to mąka uboga w błonnik. W niektórych krajach europejskich, w których jest duże zainteresowanie produktami ekologicznymi (Włochy, Niemcy, Hiszpania) uprawia się obecnie znaczące ilości tego zboża, ponieważ samopsza lepiej przystosowuje się do warunków upraw w systemie ekologicznym niż pszenica zwyczajna i umożliwia pozyskanie ziarna konsumpcyjnego o potencjalnie większej zawartości składników biologicznie czynnych niż w ziarnie pszenicy zwyczajnej.

Układ białek glutenowych mąki z pszenicy samopszy różni się od glutenu pszenicy zwyczajnej i wykazuje mniejszą toksyczność dla osób uczulonych na gluten. Jednakże w ocenie WHO/FAO produkty z samopszy nie mogą być traktowane jako bezglutenowe (gluten-free GF) (7, 8).

Ten odmienny skład białek glutenu ma zasadniczy wpływ na wartość wypiekową mąki. Jest ona niższa niż mąki pszennej, co oznacza, że konieczne jest dostosowanie procesu prowadzenia ciasta i wypieku pieczywa do specyfiki tego surowca. Skład frakcyjny zespołu białek glutenowych jest jednym z czynników determinujących właściwości fizykochemiczne mąki z samopszy takie jak lepkosprężystość matrycy glutenowej (9). Według *Jankowskiej* i współpr. (9) gluten z samopszy charakteryzuje także większa rozpląwalność i mniejsza wydajność niż gluten pszenicy zwyczajnej. Gluten z samopszy wykazuje mniejszą sprężystość oraz wyższą lepkość niż gluten z pszenicy zwyczajnej.

Biorąc pod uwagę doświadczenia własne i innych autorów (10), dotyczące możliwości poprawy jakości pieczywa poprzez zastosowanie w procesie produkcji chleba zakwasów, prowadzonych z udziałem kultur starterowych zawierających autochtoniczne szczepy bakterii fermentacji mlekowej (LAB), podjęto próbę poprawy jakości pieczywa z mąki z tej starej odmiany pszenicy, wykorzystując odpowiednio dobraną kulturę starterową.

Celem pracy było opracowanie technologii pieczywa z pierwotnej odmiany pszenicy – samopszy, odznaczającego się podwyższoną w stosunku do pieczywa pszennego zawartością składników bioaktywnych i korzystnymi cechami smakowo-zapachowymi.

MATERIAŁ I METODY

W badaniach wykorzystano polską mąkę z samopszy, pochodzącą z ziarna z upraw w województwie Kujawsko-Pomorskim (lokalna populacja 2-941), produkowaną przez Wytwórnę Makaronu „BIO” Babalscy z Pokrzydowa. Zastosowano mąkę ekologiczną, ponieważ tylko taka polska mąka jest dostępna na rynku. Charakterystyka użytej mąki była następująca: zawartość białka 14,8% s.m., zawartość glutenu mokrego 10,8%, rozpląwalność glutenu 12 mm, zawartość popiołu 0,99% s.m.

Mikroorganizmy, spośród których selekcjonowano bakterie włączone w skład kultury starterowej, należały do autochtonicznej mikrobioty samopszy. Izolacje

bakterii prowadzono z mąki i zakwasów o różnej wydajności (tj. 200% i 400%) po dwóch i trzech dobach ich prowadzenia w temp. 25°C i 30°C. Przynależność gatunkową wyizolowanych bakterii fermentacji mlekowej określono na podstawie analizy fragmentu genu 16Sr DNA.

Oznaczenie zawartości kwasu mlekowego wykonano spektrofotometrycznie, za pomocą komercyjnych testów enzymatycznych (Boehringer-Mannheim/R-Biopharm).

W ramach oceny ogólnej i fizykochemicznej zakwasów i ciast wg normy PN-A-74100:1992 wykonano: oznaczenie pH i kwasowości ogólnej metodą miareczkową i ocenę organoleptyczną (wygląd zewnętrzny, barwa, struktura, konsystencja i zapach).

Zawartość związków fenolowych wyrażono w ekwiwalentach kwasu galusowego (GAE) (11). Całkowitą aktywność przeciwutleniającą wyznaczono spektrofotometrycznie z kationorodnikiem ABTS⁺ (12), a zdolność wymiatania wolnych rodników z odczynnikiem DPPH (13) i wyrażono w ekwiwalentach troloksu (TE). Zawartość alfa-tokoferolu wg PN-EN 12822:2002.

Jakość sensoryczną pieczywa zakwasowego oceniono stosując metodę profilowania sensorycznego, wraz z wyborem deskryptorów, z udziałem 6 przeszkolonych degustatorów. W badaniach zastosowano program AnalSense 7,0. Intensywność wyróżników oceniano na 10-centymetrowej skali, odpowiadającej 10 jednostkom umownym o określeniach brzegowych „niewyczuwalny” do „bardzo intensywny”. Porównanie wyników oceny sensorycznej próbek przeprowadzono za pomocą testu nieparametrycznego ANOVA Kruskala-Wallisa przy poziomie istotności 0,05.

Różnice pomiędzy średnimi zawartościami kwasu mlekowego w zakwasach oraz ich kwasowością i wartością pH porównano przeprowadzając analizę wariancji. Następnie wykonano testy post-hoc (Scheffego, Tukeya) w celu zbadania szczególnych różnic średnich zawartości kwasu mlekowego, pH oraz kwasowości pomiędzy zakwasami zaszczerpionymi badanymi kulturami starterowymi po czasie 24, 48 i 96 godz. prowadzenia zakwasów.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Spośród wyizolowanych z badanej mąki i zakwasów piekarskich LAB po przeprowadzeniu identyfikacji gatunkowej i zróżnicowaniu wewnątrzgatunkowym technikami biologii molekularnej (odpowiednio analiza sekwencji nukleotydowej produktów amplifikacji genu kodującego 16S rRNA, metodą RAPD-PCR (Random Amplified Polymorphic DNA-Polymerase Chain Reaction) wyodrębniono szczepy z gatunków *Weissella cibaria*, *Weissella confusa* i *Lactobacillus plantarum*. Oceniono następnie właściwości biotechnologiczne autochtonicznych szczepów bakterii mlekowych takie jak: zdolność do wzrostu, synteza kwasu mlekowego i octowego w zakwasach, indywidualna zdolność do kształtowania cech fizykochemicznych zakwasów, właściwości antypleśniowe, a także zdolność szczepów LAB w monokulturach do syntezy związków aromatotwórczych.

Na podstawie wyników tych badań zaprojektowano skład trzech mieszanych kultur starterowych LAB, oznaczonych KI, KII, KIII (skład kultur w tab. I i II) i prze-

przewodzone ocenę przydatności kultur do otrzymywania zakwasów piekarskich z samopszy. Wyniki badań przedstawiono w tab. I, II, III.

Efektem zastosowania kultur starterowych do inicjowania fermentacji mąki z samopszy było osiągnięcie właściwych dla zakwasów cech organoleptycznych już po 24 godz. fermentacji (przede wszystkim charakterystycznego zapachu kwaśnego). W zależności od składu kultury starterowej pojawiały się różne nuty zapachowe np. mleczna, roślinna, mączna, szczawiowa, nieobecne w zakwasie fermentującym spontanicznie. Po kolejnych dobach fermentacji w zapachu wyczuwano dodatkowo inne nuty, przy czym ocena zapachu zakwasu fermentującego spontanicznie pozostawała niższa niż w innych badanych próbach zakwasów.

Tab e l a I. Ocena sensoryczna zakwasów z samopszy otrzymanych z udziałem badanych kultur starterowych LAB, fermentacja w temp. 25°C

Tab l e I. Sensory evaluation of the einkorn sourdough obtained with the tested LAB starter cultures, fermentation at 25 ° C

Kultura starterowa/ szczep	Ocena zakwasów po 24 h i po odświeżeniu			
	24 h	48 h	72 h	96 h
I <i>L. plantarum</i> I D <i>W. cibaria</i> I C	z: kwaśny, nuta mleczna, roślinny szczawiowy orzeźwiający k: gładka b: beżowo-żółta	z: kwaśny, słodkawy, miodowy, k: luźna, półpłynna, spieniona b: beżowo- żółta	z: owocowo-estrowy, alkoholowy k: luźna ze skorupą b: beżowo- żółta	z: kwaśny, roślinny, szczawiowy k: gładka b: beżowa
II <i>L. plantarum</i> MA <i>W. confusa</i> II D <i>W. cibaria</i> I A	z: kwaśny, nuta mleczna, k: gładka, b: beżowo-żółta	z: kwaśny, mączny roślinny, mleczny k: luźna, spieniony b: beżowo- żółta	z: kwaśny- octowy, drożdżowy, mleczny, estrowy k: gładka, luźna b: beżowo-żółta	z: kwaśny, drożdżowy, szczawiowy k: gładka b: beżowa
III <i>L. plantarum</i> ID <i>W. cibaria</i> IA	z: kwaśny, mączny, mleczny k: gładka, b: beżowo-żółta	z: kwaśny, mączny k: gładka, półpłynna b: beżowo-żółta	z: kwaśny drożdżowo-estrowy k: gładka b: beżowa	z: kwaśno -słodki drożdżowy, mleczny, k: gładka b: beżowa
„0” IV próba kontrolna, zakwas spontaniczny	z: drożdżowy, kwasu masłowego i kiszzonek, k: luźna b: beżowo-żółta	z: aldehydowy, kiszzonek, gnilny k: luźna, gładka b: beżowo-żółta	z: octowo-kwaśny, mączny k: luźna, gładka, spieniona, b: beżowo-żółta	z: octowo-kwaśny, kiszzonek, roślinny k: gładka, luźna, spieniona b: beżowa

z – zapach, k – konsystencja, b – barwa

W ocenianych zakwasach oznaczono zawartość kwasu mlekowego (tab. II).

Największą zawartość kwasu mlekowego po pierwszej dobie wykazano w zakwasie z udziałem kultury starterowej II, przy czym ilość kwasu pozostawała na zbliżonym poziomie przez cztery doby prowadzenia zakwasu. W pozostałych zakwasach ilość kwasu mlekowego po pierwszej dobie fermentacji była zdecydowanie niższa. Zakwas otrzymany z użyciem kultury starterowej II charakteryzowały również najlepsze właściwości fizykochemiczne (tab. III).

Tabela II. Zawartość kwasu mlekowego w zakwasach z samopszy w zależności od czasu fermentacji

Table II. Content of lactic acid in einkorn sourdough vs. time of fermentation

Czas fermentacji (h)	Kultura starterowa	Ilość kwasu mlekowego (g/100 g)		
		D-mlekowy	L-mlekowy	Suma
24 h	I	0,15 ± 0,04	0,25 ± 0,03	0,40 ± 0,02 aA
	II	0,64 ± 0,02	0,45 ± 0,05	1,09 ± 0,04 cH
	III	0,26 ± 0,01	0,32 ± 0,02	0,58 ± 0,02 bBC
	IV	0,16 ± 0,02	0,31 ± 0,03	0,47 ± 0,03 aAB
48 h	I	0,27 ± 0,01	0,38 ± 0,03	0,65 ± 0,03 bCD
	II	0,51 ± 0,04	0,47 ± 0,05	0,98 ± 0,09 aFGH
	III	0,45 ± 0,02	0,41 ± 0,03	0,86 ± 0,03 aEF
	IV	0,34 ± 0,03	0,48 ± 0,10	0,82 ± 0,10 aEF
72 h	I	0,23 ± 0,01	0,88 ± 0,03	1,11 ± 0,04 bH
	II	0,57 ± 0,01	0,41 ± 0,05	0,98 ± 0,04 aFGH
	III	0,43 ± 0,03	0,52 ± 0,05	0,95 ± 0,05 aFGH
	IV	0,42 ± 0,01	0,53 ± 0,02	0,95 ± 0,02 aFG
96 h	I	0,20 ± 0,05	0,84 ± 0,01	1,04 ± 0,05 aDE
	II	0,58 ± 0,03	0,48 ± 0,02	1,16 ± 0,04 bGH
	III	0,44 ± 0,06	0,53 ± 0,01	0,97 ± 0,01 abFGH
	IV	0,39 ± 0,02	0,54 ± 0,02	0,93 ± 0,02 aFG

Objaśnienia:

I, II, III – kultury starterowe: I – *L. plantarum* I D, *W. cibaria* I C; II – *L. plantarum* MA, *W. confusa* II D, *W. cibaria* I A; III – *L. plantarum* I D, *W. cibaria* I A; IV – próba kontrolna, zakwas spontaniczny.

a, b, ab – odmiennymi literami oznaczono wartości średnie różniące się statystycznie, w odniesieniu do danego czasu fermentacji tj.: po 24h, 48h, 72h, 96h fermentacji. Przyjęty poziom istotności 0,05.

A–H – odmiennymi literami oznaczono wartości średnie różniące się statystycznie na przyjętym poziomie istotności = 0,05. Porównanie dotyczy wszystkich zakwasów i wszystkich godzin fermentacji.

Tabela III. Ocena fizykochemiczna zakwasów z samopszy, otrzymanych z użyciem kultur starterowych, po 24 h fermentacji w temp. 25°C oraz po odświeżeniu

Table III. Physicochemical evaluation of einkorn sourdough, obtained with starter cultures, after 24 h fermentation, at 25°C, and after refreshing

Kultura starterowa	pH				Kwasowość ogólna (°kw)			
	24h	odświeżenie			24h	odświeżenie		
		48h	72h	96h		48h	72h	96h
I	4,03 ±0,03aE	3,89 ±0,02cD	3,98 ±0,04aE	3,80 ±0,02cC	12,61 ±0,01aBC	12,22 ±0,06aA	12,41 ±0,05aAB	12,80 ±0,02bCD
II	3,59 ±0,02bA	3,61 ±0,04bA	3,71 ±0,02bB	3,61 ±0,03bA	17,84 ±0,06bJ	16,16 ±0,02bI	15,28 ±0,03bG	15,39 ±0,02aG
III	4,01 ±0,02aE	3,72 ±0,02aB	3,60 ±0,02cA	3,71 ±0,02aB	12,20 ±0,01cA	15,80 ±0,04cH	15,81 ±0,01cH	15,40 ±0,02aG
IV	4,20 ±0,02cF	3,70 ±0,02aB	3,80 ±0,02dC	3,71 ±0,02aB	15,20 ±0,02dG	14,59 ±0,05dF	12,99 ±0,04dDE	13,20 ±0,04cE

Objaśnienia:

I, II, III – kultury starterowe: I – *L. plantarum* I D, *W. cibaria* I C; II – *L. plantarum* MA, *W. confusa* II D, *W. cibaria* I A; III – *L. plantarum* I D, *W. cibaria* I A; IV – próba kontrolna, zakwas spontaniczny.

a, b, c, d – oznaczenie wyników różnymi literami wyraża występowanie różnic istotnych statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$. Porównano wartości pH i kwasowości oddzielnie po 24, 48, 72 i 96 godzinach fermentacji zakwasów.

A–E – odmiennymi literami oznaczono wartości średnie różniące się statystycznie na przyjętym poziomie istotności = 0,05. Porównanie dotyczy wszystkich zakwasów i wszystkich godzin fermentacji.

Kolejnym etapem doświadczeń były badania w skali mikrotechnicznej, w ramach których opracowano i oceniono receptury wyrobów piekarskich z mąki z samopszy oraz zakwasu z samopszy z udziałem kultury starterowej II.

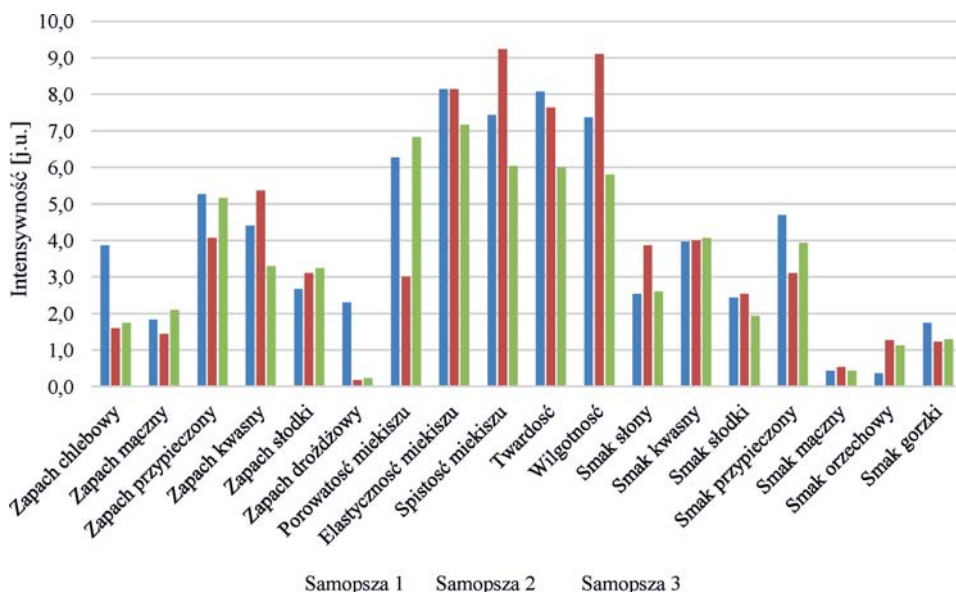
Chleb wypiekano metodą 2-fazową, w której pierwszą fazę stanowił zakwas piekarski o wydajności 200% (przygotowywany z mąki i wody zmieszanych w proporcji 1:1), z udziałem kultury starterowej. Pełną dojrzałość technologiczną zakwas piekarski osiągał po 24 godz. fermentacji w temp. 30°C. Udział mąki wprowadzanej do ciasta z zakwasem stanowił 20% ogólnej ilości mąki w cieście. Z uwagi na niską wartość technologiczną mąki z samopszy (niska zawartość i wysoka rozpląwalność glutenu) w wariantach receptur zastosowano dodatki naturalnych substancji strukturotwórczych: glutenu lub gumy ksantanowej w ilości 0,5% i 1% w stosunku do całości mąki, a także 30% dodatek mąki pszennej o wysokiej zawartości glutenu-32%. Wykonano:

1. Chleb z samopszy 100% –20% mąki w zakwasie, z dodatkiem glutenu 5%;
2. Chleb z samopszy 100% –20% mąki w zakwasie, z dodatkiem gumy ksantanowej 1% ;
3. Chleb z samopszy 70% i mąki pszennej typ 550 (30%), 20% mąki z samopszy w zakwasie.

Najlepszą jakością odznaczał się chleb z dodatkiem glutenu, miał najwyższą objętość, najbardziej równomiernie spulchniony i najbardziej miękki miękisz. Zastosowanie gumy ksantanowej do poprawy struktury miękiszu nie dało oczekiwanych rezultatów, miękisz miał grubościenną i nierównomierną porowatość i najniższą objętość spośród bochenków serii wypieków. Wypieki poddano ocenie metodą profilowania sensorycznego. Istotą metody profilowania jest założenie, że zarówno smakowitość, jak i aromat są wypadkową wielu składników, z których znaczną część można oddzielnie identyfikować i analizować. Ponieważ poszczególne wyróżniki lub nuty charakteryzowane są określeniami opisowymi przeprowadzono wybór deskryptorów do oceny sensorycznej. Na ryc. 1 przedstawiono wartości ocen poszczególnych wyróżników zapachu i smaku.

Wyniki oceny sensorycznej wskazują na możliwość otrzymania dobrej jakości pieczywa przy zastosowaniu mąki z samopszy jako jedyne surowca pomimo jej niskiej wartości wypiekowej. Atrakcyjność tego pieczywa podnosi również charakterystyczna, jasno-żółta barwa miękiszu. Różnice w ocenie sensorycznej trzech rodzajów pieczywa z udziałem mąki z samopszy nie były istotne statystycznie, jednak wyniki wartości ocen poszczególnych wyróżników pozwalają zaobserwować, które z nich były dominujące. Zastosowanie dodatków strukturotwórczych miało wyraźny wpływ nie tylko na teksturę pieczywa lecz również na jego zapach. Dodatek gumy ksantanowej powodował podwyższenie oceny odczucia elastyczności, spistości i wilgotności miękiszu ale obniżał ocenę porowatości. Z kolei zastosowanie mąki pszennej i glutenu jako dodatków technologicznych w zbliżony sposób wpływało na ocenę pieczywa; zaskakujący był efekt dodatku glutenu na zwiększenie odczucia zapachu chlebowego i drożdżowego, a także smaku przypieczonego. Wprowadzenie 30% mąki pszennej wpływało negatywnie na niektóre wyróżniki zapachu i smaku takie jak: zapach kwaśny, zapach chlebowy, smak słodki.

Porównano zawartość związków biologicznie czynnych w mące i chlebie wyniki przedstawiono w tab. IV.



Ryc. 1. Ocena sensoryczna pieczywa z samopszy otrzymanego w wypiekach w skali mikrotechnicznej.
Fig. 1. Sensory assessment of einkorn bread obtained in laboratory scale.

Tabela IV. Zawartość związków fenolowych, żelaza i cynku w mące i pieczywie z samopszy

Table IV. Content of phenolic compounds, iron and zinc in einkorn flour and bread

Mąka/pieczywo z samopszy + gluten	Zawartość mikroelementów mg/kg s.m.		Suma związków fenolowych (mg GAE/100 g)	Aktywność antyoksydacyjna (AOA) z odczynnikiem		Zawartość tokoferolu (witaminy) mg/100 g
	Fe	Zn		DPPH (mg TE/100 g)	ABTS (mg TE/100 g)	
Mąka	18,3 ± 1,8	19,3 ± 1,9	134,0 ± 2,3	82,0 ± 2,5	299,8 ± 4,8	0,27 ± 0,01
Chleb 100% samopszy	15,5 ± 1,6	16,6 ± 1,7	110,2 ± 1,8	68,8 ± 2,5	224,8 ± 16,1	0,08 ± 0,01

Zawartość związków polifenolowych w mące i pieczywie z samopszy można ocenić jako wysoką, podobnie jak aktywność antyoksydacyjną. Porównanie otrzymanych wartości z danymi znajdującymi się w piśmiennictwie jest trudne ze względu na różnice w stosowanych metodach i jednostkach w jakich przedstawiane są wyniki. *Ragae* (14) podaje, że całkowita zawartość polifenoli w pszenicach w wynosi ok. 500 µg GAE/g czyli 50 mg/100 g, w przeliczeniu na kwas galusowy, natomiast *Alvarez-Jubete* (15) podaje poziom zawartości polifenoli w pszenicy 53,1 mg GAE/100 g, a w pieczywie z pszenicy 29,1. Analogicznie w odniesieniu do aktywności antyoksydacyjnej (AOA). W przypadku obydwu oznaczeń (tj. zawartości polifenoli i aktywności antyoksydacyjnej) wartości, otrzymane dla badanych mąg z samopszy w niniejszej pracy, były wyższe niż wartości podawane przez *Lachman*

i współr. (16), którzy określili AOA w samopszy jako 1,8 razy wyższą niż w mące z pszenicy zwyczajnej. Średnia aktywność antyoksydacyjna dla samopszy według tych autorów jest na poziomie 20 mg/100 g.

WNIOSKI

Ekologiczne pieczywo z samopszy na zakwasie stanowi atrakcyjną propozycję dla świadomych konsumentów, wybierających pieczywo o wysokiej wartości odżywczej i walorach sensorycznych, ale preferujących pieczywo jasne, ponieważ pieczywo z mąki z samopszy, nawet o wysokiej zawartości popiołu, charakteryzuje się jasną, żółtawą barwą.

Warunkiem otrzymania dobrej jakości pieczywa z samopszy jest stosowanie zakwasów piekarskich otrzymanych z udziałem odpowiednio dobranych kultur starterowych oraz dodatków strukturotwórczych.

Pieczywo z samopszy charakteryzuje się wysoką aktywnością antyoksydacyjną i zawartością związków fenolowych w porównaniu do pieczywa pszennego, jest więc bardzo dobrą alternatywą dla tradycyjnych wyrobów pszennych. Opracowanie pieczywa z samopszy o dobrej jakości organoleptycznej powinno się przyczynić do zwiększenia zainteresowania zarówno producentów jak i konsumentów tym zbożem.

K. Piasecka-Jóźwiak, B. Chabłowska, J. Rozmierska

APPLICATION OF ORGANIC EINKORN WHEAT TO INCREASE HEALTHY AND SENSORY PROPERTIES OF BREAD

Summary

This work presents the use of einkorn wheat, which is a valuable source of healthy nutrients, to obtain bread with good functional and sensory characteristics. Starter culture containing autochthonous lactic acid bacteria was used in the present study. The resultant bread was characterized by higher content of antioxidant compounds as compared to wheat bread.

PIŚMIENNICTWO

1. *Abbo S., Lev-Yadun S., Heun M., Gopher A.*: On the 'lost' crops of the Neolithic. Near East. J. Exp. Bot., 2013; 64(4): 815-22. – 2. *Hidalgo A., Brandolini A.*: Nutritional properties of einkorn wheat (*Triticum monococcum* L.). J. Sci. Food Agr., 2014; 4(4): 601-612. – 3. *Hidalgo A., Brandolini A.*: Protein, ash, lutein and tocopherol distribution in einkorn (*Triticum monococcum* L. subsp. *monococcum*) seed fractions., Food Chem., 2008b; 107(1): 444-448. – 4. *Hidalgo A., Brandolini A., Pompei C., Piscozzi R.*: Carotenoids and tocopherols of einkorn wheat (*Triticum monococcum* ssp. *Monococcum*., L. J. Cereal Sci., 2006; 44(2): 182-193. – 5. *Brandolini A., Hidalgo A., Plizzari L.*: Storage-induced changes in einkorn (*Triticum monococcum* L.) and breadwheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) flours. J. Cereal Sci., 2010; 51(2): 205-212. – 6. *Hidalgo A., Brandolini A.*: Kinetics of carotenoids degradation during the storage of einkorn (*Triticum monococcum* L. ssp. *monococcum*) and bread wheat (*Triticum aestivum* L. ssp. *aestivum*) flours., J. Agric. Food Chem., 2008a; 56(23): 11300-11305. – 7. *Nakamura A., Tanabe S., Watanabe J., Makino T.*: Primary screening of relatively less allergenic wheat varieties. J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo), 2005; 51(3): 204-6. – 8. *Pizzuti D., Buda A., D'Odorico A., D'Inca R., Chiarelli S., Curioni A., Martines D.*: Lack of intestinal mucosal toxicity of *Triticum monococcum* in celiac disease patients. Scand. J. Gastroenterol.

2006; 41(11): 1305-1311. – 9. *Jankowska M., Kędzior Z., Pruska-Kędzior A., Chojnacka E., Binder M.*: Porównanie właściwości funkcjonalnych glutenu z pszenicy samopszy i pszenicy zwyczajnej *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011; 6(79): 79-90. – 10. *Arendt E.K., Ryan L. A., Dal Bello F.*: Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Micro.*, 2007; 24(2): 165-174.

11. *Kahkonen M.P., Hopia A.I., Vuorela H.J., Rauha J-P., Pihlaja K., Kujala T.S., Hainonen M.*: Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. *J. Agric. Food Chem.*, 1999; 47(10): 3954-3962. – 12. *Re R., Pellegrini N., Proteggente A., Pannala A., Yang M., Rice-Evans:* Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* 1999; 26(9-10): 1231-1237. – 13. *Molyneux P.*: The use of stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakar. J. Sci. Technol.*, 2004; 26(2): 211-219. – 14. *Ragaei Sanaa, El-Sayed M., Abdel Aal, Maher Noaman.*: Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chem.*, 2006; 98(1) 32-38. – 15. *Alvarez-Jubete L., Wijngaard H., Arendt E.K., Gallagher E.*: Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and backing. *Food Chem.*, 2010; 119(3): 770-778. – 16. *Lachman J., Orsak M., Pivec V., Jiru K.*: Antioxidant activity of grain of einkorn (*Triticum monococcum* L.) emmer (*Triticum dicoccum* Schuebl [Schrack]) and spring wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Plant Soil Environ.*, 2012; 50(1): 15-21.

Adres: 02-532 Warszawa, ul. Rakowiecka 36.