

Anna Ostasiewicz, Dorota Zaręba, Alicja Ceglińska

WPLYW PROBIOTYCZNEGO SZCZEPU BAKTERII FERMENTACJI MLEKOWEJ *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* La-5 NA JAKOŚĆ CHLEBA ŻYTNIEGO

Zakład Technologii Zbóż Katedry Technologii Żywności
Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie
Kierownik: prof. nadzw. dr hab. *A. Ceglińska*

*Celem pracy było określenie wpływu probiotycznego szczepu bakterii fermentacji mlekowej *Lactobacillus acidophilus* La-5 na jakość chleba żytniego.*

*Stosowanie szczepu *Lactobacillus acidophilus* La-5 nie wpłynęło na objętość chleba, spowodowało jednak wzrost kwasowości jego mięksizu. Twardość mięksizu chleba z mąki żytniej typu 720, wzbogaconego w szczep La-5 i otrzymanego na bazie żurku krócej fermentowanego była mniejsza niż chleba otrzymanego z żurku dłużej fermentowanego. Natomiast chleb z mąki typu 1400 wzbogacony w szczep *Lb. acidophilus* cechował się większą twardością mięksizu niż chleb niewzbogacony. Stosowanie szczepu *Lactobacillus acidophilus* wpłynęło pozytywnie na cechy smakowo-zapachowe chleba, które uzyskało wysokie noty w ocenie organoleptycznej.*

Hasła kluczowe: chleb żytni, *Lactobacillus acidophilus* La-5, metoda trójfazowa.
Key words: rye bread, *Lactobacillus acidophilus* La-5, three-phase method.

Tradycyjne pieczywo żytnie ze względu na specyficzne właściwości mąki żytniej, otrzymywane jest z ciasta ukwaszonego w wielofazowej fermentacji. W celu skrócenia tego czas- i pracochłonnego procesu produkcji chleba żytniego stosuje się coraz częściej w piekarniach dodatki, które przyczyniają się do obniżania kosztów produkcji i jednocześnie upraszczają proces technologiczny. Stosowane dodatki tzw. suche zakwasy, czy mieszaniny kwasów mlekowego i octowego, w krótkim czasie dają efekt ukwaszania ciasta podobny, jak w metodzie naturalnej wielofazowej, jednak nie pozwalają na uzyskanie pieczywa o odpowiednich walorach smakowo-zapachowych (1). Czynnione są zatem działania mające na celu przywrócenie i wprowadzenie tradycyjnej produkcji chleba żytniego zarówno w tradycyjnych, jak i bardzo nowoczesnych piekarniach (2). Poza tym, wzrost świadomości współczesnego konsumenta sprawia, że decydując się na zakup chleba żytniego zwraca on uwagę na jego wartość odżywczą i cechy funkcjonalne. W coraz większym stopniu intensywny tryb życia prowadzi do złych nawyków żywieniowych, które są przyczyną wielu chorób, określanych jako cywilizacyjne. Pieczywo, jako podstawowy składnik codziennej diety powinno odgrywać dużą rolę w profilaktyce i leczeniu tych chorób (3).

Piekarstwo staje zatem wobec konieczności poprawy atrakcyjności oraz zagwarantowania stałej i powtarzalnej jakości pieczywa. Rozwiązaniem może być sto-

sowanie w produkcji pieczywa odpowiedniej kultury starterowej, która pozwala skrócić długotrwały proces prowadzenia ciasta żytniego, zapewniając otrzymanie właściwego smaku i zapachu pieczywa. Poza tym kultury starterowe zawierając w swoim składzie bakterie fermentacji mlekowej wykazują efekt hamujący wobec wzrostu grzybów, co czyni pieczywo zdrowszym i dłużej zachowującym świeżość. Powstały w trakcie fermentacji kwas mlekowy wykazuje przy tym korzystne właściwości zdrowotne. Wprowadzanie kultur starterowych do praktyki piekarskiej z jednej strony spełnia oczekiwania konsumentów, z drugiej zaś pożądane jest przez technologów.

Celem niniejszej pracy było zastosowanie probiotycznego szczepu bakterii fermentacji mlekowej *Lactobacillus acidophilus* La-5, jako kultury starterowej, w procesie fermentacji ciasta oraz określenie jej wpływu na jakość pieczywa żytniego.

MATERIAŁ I METODY

W przeprowadzonym doświadczeniu materiał badawczy stanowiły: mąki żytnie typów 720 i 1400 oraz termofilna szczepionka mleczarska *Lactobacillus acidophilus* LA-5 – firmy Chr. Hansen. Szczepionka ta jest stosowana do produkcji probiotycznych wyrobów mlecznych, osobno lub w połączeniu z takimi rodzajami bakterii fermentacji mlekowej jak: *Bifidobacterium sp.*, *Streptococcus thermophilus*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* lub innymi rodzajami bakterii mezofilnych. Kultura starterowa La-5 jest szczepionką stabilną, o optymalnej temp. inkubacji w przedziale 37–40°C, oporną na działanie kwasów. Producent deklaruje szeroko udokumentowane jej prozdrowotne właściwości (4).

Metody badań podzielono na trzy części. Część I obejmowała ocenę cech fizyczno-chemicznych mąki. Przeprowadzono analizę sitową stosując sita mechaniczne, oznaczano wilgotność metodą suszenia w temp. 130°C przez 1 godz., kwasowość za pomocą miareczkowania roztworem NaOH o stęż. 0,1 mol/dm³, zawartość białka ogółem oznaczano metodą *Kjeldahla* (5) przy użyciu jednostki do mineralizacji firmy Foss Tecator, liczbę opadania oznaczano w aparacie *Hagberga-Pertena* (6) i zbadano właściwości amylolyczne z zastosowaniem amylografu *Brabendera* (7). W części II z mąki żytniej typów 720 i 1400 przygotowywano laboratoryjną trójfazową metodą żurki o wydajności 300 i 400%, które wzbogacano w szczep *Lactobacillus acidophilus*, a następnie poddawano je fermentacji przez 24 i 72 godz. w temp. 25°C. Kulturę starterową La-5 przygotowywano w następujący sposób: 3 g kultury rozpuszczano w 15 cm³ mleka i mieszano. Do żurków dodawano 5 cm³ szczepionki. Próbę kontrolną stanowiły żurki niepoddane wzbogaceniu, w których fermentacja przebiegała spontanicznie. Z dojrzałych żurków, poprzez dodanie porcji mąki i wody sporządzano kwasy. Po 3 godz. fermentacji kwasów dodawano kolejne przewidziane recepturą porcje mąki, drożdże i sól odpowiednio w ilości 1,5 i 1% w stosunku do mąki oraz wodę, otrzymując ciasta o wydajności 172 i 177%. W każdej fazie po jej fermentacji mierzono kwasowość bierną (5), a także kwasowość czynną (pH) za pomocą pehametru typu LPH 330T. W części III badań z otrzymanego ciasta formowano kęsy o masie 350 g, które poddawano rozrostowi końcowemu przez 50 min i następnie wypiekano w piecu o temp. 240°C przez

35 min. Po 24 godz. od zakończenia wypieku mierzono objętość chleba (wykorzystując nasiona rzepaku), którą przeliczano na 100 g pieczywa (5) oraz kwasowość bierną i twardość miękiszu za pomocą teksturometru typu TA.XT2.

Wszystkie oznaczenia fizyczno-chemiczne przeprowadzono w trzech powtórzeniach. Wyniki opracowano statystycznie korzystając z programu Statgraphics Plus 4.1. Istotność różnic określano za pomocą testu LSD, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Przeprowadzona analiza cech fizyczno-chemicznych mąki żytniej typu 720 i 1400 wykazała, że charakteryzują się one dobrymi właściwościami wypiekowymi. Wartości wybranych wyróżników jakości obu mąk żytnich przedstawiono w tab. I.

Tab e l a I. Wyróżniki jakości mąki żytniej typu 720 i 1400 użytej do wypieku

Table I. Quality indices of rye flour type 720 and 1400 used for baking

Cecha	Mąka żytnia typu 720		Mąka żytnia typu 1400	
	średnia wartość	odchylenie standardowe	średnia wartość	odchylenie standardowe
Wilgotność (%)	13,8	0,10	13,0	0,06
Stopień rozdrobnienia (265 μm) (%)	97,3	0,64	63,5	0,21
Kwasowość bierna ($^{\circ}$ kwasowości)	4,64	0,06	4,87	0,32
Zawartość białka (%)	7,4	0,03	9,9	0,09
Liczba opadania (s)	146	1,41	133	2,83
Analiza amylograficzna	średnia wartość	odchylenie standardowe	średnia wartość	odchylenie standardowe
Temperatura początkowa kleikowania ($^{\circ}\text{C}$)	48,8	1,06	51,0	0,00
Temperatura końcowa kleikowania ($^{\circ}\text{C}$)	59,4	1,86	60,4	0,53
Lepkość (j.B.)	343	1,61	240	0,00

Wilgotność, stopień rozdrobnienia, zawartość białka i kwasowość użytej mąki żytniej były zgodne z zaleceniami normy PN-86/A-74032 (8). Aktywność amylolytyczna mąki stosowanej w badaniach typów 720 i 1400 była średnia, na co wskazuje liczba opadania wynosząca odpowiednio 146 i 133 s. Wartości te, mieszczą się w przedziale 100–200 s, który wg *Słowik* (9) jest optymalny do uzyskania dobrej jakości pieczywa. Parametry takie, jak temperatura końcowa kleikowania oraz lepkość zawiesiny skrobi również potwierdziły przydatność stosowanych mąk do wypieku chleba żytniego.

Kwasowość potencjalna międzyproduktów otrzymanych z żurków wzbogaconych w szczep *Lactobacillus acidophilus* La-5 była wyższa, a kwasowość czynna (pH) niższa niż międzyproduktów, których nie poddano wzbogacaniu (tab. II).

Tabela II. Kwasowość i pH międzyproduktów
Table II. Titrable acidity and pH of the intermediate products

Między- produkt	Cecha		Kwasowość bierna (° kwasowości)				Kwasowość czynna (pH)				
	czas fermentacji żurku (h)	typ mąki	720		1400		720		1400		
			niewzbo- gacony	wzboga- cony	niewzbo- gacony	wzboga- cony	niewzbo- gacony	wzboga- cony	niewzbo- gacony	wzboga- cony	
Żurek	24	wydajność żurku (%)	300	2,87 a	4,32 b	3,91 b	6,32 d	4,90 c	5,55 d	5,72 e	4,68 c
			400	2,67 a	3,20 a	3,37 a	4,67 c	5,05 c	6,13 f	5,14 d	
	72		300	11,22 d	11,4 d	15,98 f	18,28 h	3,82 b	3,15 a	3,19 a	2,84 a
			400	9,35 c	9,60 c	13,58 e	16,66 g	3,69 b	2,95 a	3,98 b	3,10 a
Kwas	24		300	3,17 a	5,53 b	3,26 a	5,78 b	5,57 d	4,92 c	5,85 bc	5,2 bc
			400	2,57 a	4,67 b	3,11 a	5,68 b	5,56 d	4,89 c	6,09 c	5,23 bc
	72		300	5,71 bc	7,47 d	5,90 b	8,33 d	4,36 b	3,87 a	4,81 a	4,73 a
			400	5,32 b	7,05 cd	5,69 b	7,34 c	4,25 b	3,72 a	5,10 ab	5,02 a
Ciasto	24		300	3,77 a	5,01 b	7,67 b	8,36 c	4,73 bc	4,20 ab	5,27 c	4,28 b
			400	4,09 ab	5,15 b	6,54 a	8,28 c	4,59 abc	4,03 a	5,43 c	4,32 b
	72		300	4,74 ab	5,24 b	8,75 d	9,45 e	4,86 c	4,70 bc	5,08 c	3,40 a
			400	4,13 ab	4,80 ab	7,33 b	9,08 de	4,93 c	4,85 c	5,18 c	3,64 a

Objaśnienia: literami a – h zaznaczono różnice istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$ pomiędzy międzyproduktom z dodatkiem La-5 i bez dodatku La-5.

Zastosowany szczep bakterii mlekowych świadczy zatem o możliwości zwiększenia intensywności procesu ukwaszania ciasta żytniego. Na wzrost kwasowości istotny wpływ miał również dłuższy czas fermentacji żurku. Odpowiednia kwasowość żurku ma istotne znaczenie w prawidłowym ukwaszeniu ciasta i uzyskaniu pieczywa dobrej jakości. Z badań *Dziugana* (10) wynika, że pieczywo z żurków o kwasowości 9–11° kwasowości uzyskiwało najwyższe noty w ocenie sensorycznej.

Kwasowość drugiej fazy prowadzonego ciasta – kwasu była mniejsza niż żurku, ze względu na znacznie krótszy czas fermentacji (3 godz.). Kwasy otrzymane z mąki typu 720 na bazie żurków fermentujących spontanicznie cechowała kwasowość mieszcząca się w przedziale 2,57–5,7° kwasowości, natomiast kwasowość kwasów wzbogaconych w szczep La-5 wahała się w zakresie 4,67–7,47° kwasowości. Podobnie kwasy wyprowadzone z mąki typu 1400 bez wzbogacenia w bakterie *Lb. acidophilus* wykazywały mniejszą kwasowość (3,26–5,90° kwasowości) niż kwasy na bazie żurków wzbogaconych (5,68–8,33° kwasowości). Poza tym, większą kwasowością odznaczały się kwasy, które otrzymano z żurków fermentujących 72 godz. o wydajności 300% zarówno z mąki typu 720 jak i 1400. *Diowks* (11) badając międzyprodukt z mąki żytniej typu 720, wzbogacone w liofilizowaną piekarską kulturę starterową również stwierdziła spadek kwasowości potencjalnej wraz ze wzrostem wydajności fazy. Natomiast *Staszewska* i *Piesiewicz* (12) stwierdzili, że w początkowej fazie spontanicznego ukwaszania kwasu kwasowość ogólna wynosi średnio 1,84° kwasowości, zaś pH 6,35. W końcowej fazie ukwaszania kwasowość bierna osiągała wartość 14,3° kwasowości, zaś wartość pH zmniejszała się do 3,89.

W trzeciej fazie prowadzonego ciasta – w ciastach otrzymanych z mąki typu 720, bez wzbogacania szczepem *Lb. acidophilus*, kwasowość kształtowała się w zakresie 3,77–4,74° kwasowości, a w ciastach wzbogaconych 4,8–5,24° kwasowości. Według danych literaturowych (13) kwasowość ciasta otrzymanego z mąki typu 720 z zastosowaniem kultur starterowych wynosi średnio 7,55° kwasowości, a bez kultur – 3,4° kwasowości. Kwasowość ciast zmieniała się w zależności od wydajności żurku. Ciasta z mąki typu 720 wykazywały wyższą kwasowość na bazie żurków o mniejszej wydajności (300%). Natomiast ciasta z mąki typu 1400 miały niższą kwasowość niż ciasta z żurków o większej wydajności (400%).

W tab. III. przedstawiono wartości najważniejszych parametrów oceny jakości pieczywa.

Objętość pieczywa wskazuje na jakość użytego surowca oraz zastosowany proces technologiczny (5). Mała objętość pieczywa, świadcząca o złej jego jakości, może być spowodowana wysoką aktywnością enzymów amylolitycznych, krótkim czasem rozrostu, sztywną konsystencją ciasta lub wysoką temperaturą wypieku (14). Objętość chleba uzyskanego z mąki żytniej typu 720 była większa niż chleba z mąki typu 1400. Zastosowanie kultury *Lactobacillus acidophilus* La-5 spowodowało zwiększenie objętości chleba otrzymanego z żurku dłużej fermentowanego (72 godz.) z mąki typu 720. Objętość chleba niewzbogaconego w szczep La-5 z mąki typu 1400 była większa niż chleba wzbogaconego.

Kwasowość chleba otrzymanego z żurków wzbogaconych w szczep *Lactobacillus acidophilus* La-5 była znacznie wyższa od kwasowości chleba niewzbogaconego, co znajduje odzwierciedlenie w literaturze (13, 15). Na parametr ten wpływ wywarł także czas fermentacji i wydajność żurków, z których wyprowadzano ciasto

Tabela III. Wyniki analizy chleba

Table III. Results of bread analysis

Chleb	Wydajność żurku (%)	Czas fermentacji żurku (h)	Objętość (cm ³ /100 g)		Kwasowość bierna (° kwasowości)		Twardość w kolejnych dobach od wypieku (N)							
			typ mąki				24		48		72		1400	
			720	1400	720	1400	720		1400					
Niewzbogacony	300	24	147,7 b	135,8 e	5,45 c	6,41 a	5,05 a	6,63 a	6,75 a	14,43 b	11,03 a	20,42 c		
		72	159,0 bc	137,4 f	4,70 a	7,57 c	11,50 c	13,39 c	15,68 d	10,96 a	12,58 b	15,23 a		
	400	24	132,2 a	135,2 e	5,41 c	6,20 a	4,38 a	5,33 a	6,28 a	15,58 bc	14,27 c	22,62 d		
		72	159,6 bc	136,7 f	4,61 a	7,10 b	10,85 c	13,23 c	15,21 cd	15,93 cd	18,50 d	19,13 b		
Wzbogacony	300	24	147,7 b	124,9 b	5,83 d	7,89 c	6,915 b	9,86 b	10,20 ab	16,33 cd	17,75 d	23,29 e		
		72	165,3 cd	132,7 d	5,03 b	8,77 e	6,87 b	10,05 b	10,71 abc	20,68 e	23,07 e	27,48 g		
	400	24	132,2 a	119,1 a	5,01 b	7,67 c	5,37 a	7,38 a	8,51 ab	17,02 d	25,19 f	26,63 f		
		72	172,8 d	131,7 c	4,85 ab	8,29 d	7,25 b	10,22 b	11,91 bcd	22,21 f	24,46 f	27,94 h		

Objaśnienia: literami a – h zaznaczono różnice istotne statystycznie na poziomie $\alpha = 0,05$ (w kolumnie).

na chleb. Wyższą kwasowość bierną miększu uzyskano z krócej fermentowanego żurku z mąki typu 720 i dłużej w przypadku żurku z mąki typu 1400. Chleb otrzymany na bazie żurków o wydajności 300% charakteryzował się wyższą kwasowością niż ten na żurkach o wydajności 400%.

Twardnienie miększu pieczywa następuje w wyniku oddalania się cząstek skrobi od siatki glutenowej, co jest związane z odparowywaniem wody (16). W niniejszym doświadczeniu wzbogacenie żurku w szczep La-5 nie wpłynęło pozytywnie na ten wskaźnik jakości chleba z mąki typu 1400. Chleb ten miał znacznie większą twardość miększu niż chleb z żurków niepoddanych wzbogacaniu. Twardość miększu chleba z mąki typu 720 była bardziej zróżnicowana. Chleb otrzymany z żurków wzbogaconych w badany szczep, który dłużej fermentował cechował się większą twardością miększu niż chleb nie poddany wzbogaceniu.

Wszystkie otrzymane z wypieku bochenki chleba odznaczały się typowym dla chleba żytniego wyglądem. Skórka ich była chropowata i ciemnobrązowa, ściśle połączona z miększem, odpowiednia dla dobrze i bardzo dobrze wypieczonego pieczywa. Chleb wzbogacony w szczep La-5 odznaczał się ponadto dobrym smakiem i zapachem, co potwierdza spostrzeżenia Plessasa i współpr. (15). Na podstawie oceny organoleptycznej wykazano, że wzbogacony w kulturę starterową chleb, otrzymany z mąki typu 720 oraz chleb z mąki typu 1400 na bazie żurku fermentowanego 24 godz. cechował się najwyższą jakością. Bochenki chleba odznaczały się ponadto cienkościenną porowatością miększu, równomiernym zabarwieniem oraz dobrą krawalnością.

WNIOSKI

1. Wzbogacenie probiotycznym szczepem *Lactobacillus acidophilus* La-5 żurku wpłynęło istotnie na wzrost kwasowości kolejno otrzymywanych faz przygotowanego ciasta oraz otrzymanego chleba.

2. Nie stwierdzono korzystnego wpływu na objętość uzyskanego chleba stosowanego szczepu La-5.

3. Wzbogacenie żurku w szczep bakterii *Lb. acidophilus* spowodowało wzrost twardości miększu chleba z mąki typu 720 na bazie żurku dłużej fermentowanego oraz chleba z mąki żytniej typu 1400 niezależnie od długości fermentacji żurku.

4. Wzbogacenie żurku w szczep *Lb. acidophilus* wpłynęło pozytywnie na cechy smakowo-zapachowe chleba, co było podkreślone przez osoby przeprowadzające ocenę organoleptyczną.

A. Ostasiewicz, D. Zaręba, A. Ceglińska

THE INFLUENCE OF *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* LA-5 PROBIOTIC STRAIN OF LACTIC ACID BACTERIA ON RYE BREAD QUALITY

Summary

The aim of this work was to determine the influence of the probiotic strain of lactic acid bacteria, *Lactobacillus acidophilus* La-5 on the quality of rye bread. Using *Lactobacillus acidophilus* La-5 strain did not affect bread volume; however, it resulted in higher bread crumb acidity. Hardness of bread crumb made

from the rye flour type 720 with La-5 strain from short-fermented leaven was smaller than the hardness of bread prepared from long-fermented leaven. Hardness of bread made from rye flour type 1400 with La-5 strain was significantly higher compared to hardness of traditional sourdough bread. According to the opinion of professional testers, the application of *Lactobacillus acidophilus* strain improved the organoleptic characteristics of bread.

PIŚMIENNICTWO

1. Kownacki J.: Prawdy i mity o jakości i wartości żywieniowej polskiego pieczywa. Przgl. Piek. Cuk., 2005; 10: 16-17. – 2. Jankiewicz M.: Chleb i produkty zbożowe jako pożywienie Polaków w XXI wieku. Przgl. Piek. Cuk., 2005; 3: 2-5. – 3. Mielcarz M.: Wartość odżywcza pieczywa i jego przeznaczenie dla konsumentów wymagających określonych diet. Cz. III. Przgl. Piek. Cuk., 2005; 6: 2-3. – 4. www.chr-hansen.com. – 5. Jakubczyk T., Haber T.: Analiza zbóż i przetworów zbożowych. Wyd. SGGW – AR, Warszawa, 1983. – 6. PN-ISO 3093/AK: 1996. Zboża – oznaczanie liczby opadania. – 7. PN-ISO 7973:2001. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie lepkości mąki. Metoda z zastosowaniem amylografu. – 8. PN-86/A-74032. Przetwory zbożowe. Mąka żytnia. – 9. Słowik E.: Właściwości technologiczne i metody oceny żyta. Przgl. Piek. i Cukier., 2005; 3: 6-9. – 10. Dziugan P.: Fermentacja zakwasów piekarskich. Cz. I. Cukier. Piek., 2006; (10)5: 40-42.
11. Diowksz A.: Biokonserwacja pieczywa dzięki zastosowaniu zakwasu. Przgl. Piek. Cuk., 2004; 4: 8. – 12. Staszewska E., Piesiewicz H.: Tradycyjne wytwarzanie ciast żytnich i mieszanych. Cz. I. Przgl. Piek. Cukier., 2005; 11: 8-13. – 13. Ostasiewicz A., Ceglińska A., Skowronek S.: Wpływ warunków prowadzenia zakwasu na jakość pieczywa żytniego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość. 2008; 5(60): 34-42. – 14. Witkowski M.: Wady pieczywa i przyczyny ich powstawania. Cuk. Piekar., 2009; 4: 34-46. – 15. Plessas S., Fisher A., Koureta K., Psarianos C., Nigam P., Koutinas A.: Application of *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *L. helveticus* for sourdough bread making. Food Chem., 2008; 106: 985-990. – 16. Ceglińska A., Cacak-Pietrzak G., Haber T.: Porównanie jakości pieczywa pszenżytniego, pszennego i żytniego. Przgl. Piek. i Cuk., 2003; 11: 4-6.

Adres: 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159 C.