

**INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego**

Sprawozdanie merytoryczne z zadania:

„Ekologiczne metody produkcji pieczywa i produktów zbożowych oraz metody wydłużania trwałości, świeżości i parametrów przechowalniczych tych wyrobów.”



Warszawa 14.11.2013

Warszawa, dnia 14.12.2013

.....
pieczęć wnioskodawcy i adres

Minister Rolnictwa
i Rozwoju Wsi
ul. Wspólna 30
00-930 Warszawa

SPRAWOZDANIE
z zadania w zakresie rolnictwa ekologicznego w 2013r.

„Ekologiczne metody produkcji pieczywa i produktów zbożowych oraz metody wydłużania trwałości, świeżości i parametrów przechowalniczych tych wyrobów.”

wykonanego z dotacji przyznanej na podstawie § 10 ust 1 pkt.2 rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 18 maja 2010 r. w sprawie stawek dotacji przedmiotowych dla różnych podmiotów wykonujących zadania na rzecz rolnictwa (Dz. U. Nr 91, poz. 595, z późn. zm.), decyzja Nr PK-re -029-26-26/13 (657) z dnia 07.05.2013 r.

Jednostka badawczo-rozwojowa

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego
Zakład Technologii Fermentacji

ul. Rakowiecka 36

02-532 Warszawa

tel.: 848 02 24, 849 50 39, 606 36 00

fax: 849 04 26 (28), e-mail: ibprs@ibprs.pl

nr konta 58 2030 0045 1110 0000 0029 2680

w banku BGŻ SA Filia I O/Warszawa

status prawny działania jednostki:

JBR-KRS nr 0000126823

.....
główny księgowy

.....
pieczęć i podpis wnioskodawcy

Otrzymują:
Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Departament Promocji i Komunikacji, Wydział Rolnictwa Ekologicznego

Kierownik /koordynator:

dr inż. Katarzyna Piasecka-Józwiak

IBRPS - Zakład Technologii Fermentacji

tel.: 606 36 49, 849 04 25

e-mail: piasecka@ibprs.pl

Spis autorów:

mgr inż. Joanna Rozmierska

mgr Beata Chabłowska

mgr inż. Michał Świątek

mgr inż. Elżbieta Słowik

dr hab. Krystyna Stecka prof. IBPRS

mgr Emilia Szkudzińska-Rzeszowskiak

mgr inż. Monika Kliszc

dr Renata Choińska

mgr inż. Elżbieta Bartosiak

II. Miejsce realizacji zadania badawczego

Piekarnie produkujące pieczywo ekologiczne:

Eko Piekarnia „Słodka”, 87-100 Toruń

Piekarnia VINI, 42-582 Rogoźnik, ul. Kościuszki 107

**Zakład Technologii Fermentacji, Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
IBPRS.**

III. Główne zadania do wykonania przez Zakład Technologii Fermentacji, Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, w roku 2013

1. Dobór surowca odpowiedniego do otrzymania pieczywa o wysokiej zawartości składników bioaktywnych: β -glukanu i błonnika pokarmowego; określenie jakości mąki jęczmiennej, owsianej i pszennej z certyfikatem surowców Eko-rolniczych oraz badania mikrobiologiczne obejmujące charakterystykę mikroflory mąki, badania fizykochemiczne, w tym wartość wypiekowa mąki, zawartość β -glukanu, zawartość błonnika pokarmowego, oznaczanie w próbkach mąki liczby bakterii patogennych i niepożądanych w procesie produkcyjnym tj. bakterii z grupy coli, *Salmonella spp.*, bakterii z rodzaju *Bacillus* oraz liczby pleśni.
2. Charakterystyka, a następnie selekcja uprzednio wyizolowanych z zakwasów jęczmiennych i owsianych szczepów LAB, pod względem zdolności do hamowania wzrostu pleśni. Badania będą prowadzone w odniesieniu do pojedynczych szczepów i kultur składających się z dwóch lub kilku szczepów (kultur mieszanych, złożonych).
3. Ocena stabilności kultury starterowej w mikrobiocie zakwasów przy użyciu techniki DGGE.
4. Badanie przydatności kultur do kształtowania cech sensorycznych zakwasów na podstawie ich zdolności do syntezy związków wpływających na aromat pieczywa.
5. Ocena przydatności szczepów LAB stosowanych w kulturach mieszanych do otrzymywania zakwasów owsiano-jęczmiennych.
6. Ocena możliwości zwiększenia atrakcyjności rynkowej ekologicznych zakwasowych wyrobów piekarskich z udziałem mąki jęczmiennej i owsianej poprzez urozmaicenie asortymentu (np. chleb tostowy, paluszki chlebowe) oraz poprzez zwiększenie zawartości składników bioaktywnych: błonnika pokarmowego i β -glukanu, w celu możliwości opatrzenia oświadczeniami zdrowotnymi i żywieniowymi.
Opracowanie składu i receptury wyrobów piekarskich z udziałem mąki jęczmiennej i owsianej - badania w skali laboratoryjnej oraz - badania w skali technicznej w wybranych piekarniach.
7. Ocena jakości otrzymanego pieczywa.
8. Określenie trwałości pieczywa, czasu do pojawienia się oznak zepsucia mikrobiologicznego.
9. Opracowanie sprawozdania z wyników badań, opracowanie instrukcji technologicznej dla piekarni.

SPRAWOZDANIE

1. Wstęp

Produkty ekologiczne postrzegane są przez konsumentów jako zdrowsze od tradycyjnych, co wynika ze sposobu ich otrzymywania - zastosowanie tradycyjnych technologii i ograniczony zakres stosowania dodatków polepszających smak i teksturę żywności. Produkty takie mogą się charakteryzować nieco odmiennym (gorszym, mniej doskonałym) wyglądem zewnętrznym w porównaniu do ujednoliconych (pod względem smaku i wyglądu) produktów w sklepach wielko towarowych. Od żywności ekologicznej oczekuje się jednak wysokiej jakości sensorycznej i trwałości, która nie wynika z dodatku konserwantów lecz z tradycyjnego sposobu wytwarzania, gwarantującego jakość. Konsumentom spodziewają się także, że produkty takie są zdrowsze (są nośnikami związków prozdrowotnych). Żywność niskoprzetworzona, składająca się z podstawowych surowców, bez dodatków do żywności, zyskuje coraz więcej zwolenników. W przypadku pieczywa jako zdrowsze pozostają w świadomości konsumentów produkty z całego ziarna, pieczywo produkowane na naturalnych zakwasach piekarskich, bez dodatków technologicznych.

Właściwości prozdrowotne jęczmienia i owsa powodują, że są one pożądanym składnikiem żywności. Wartość bioaktywna składników tych zbóż i produktów z nich otrzymanych potwierdzona została w licznych badaniach czego wyrazem jest możliwość umieszczania na tych produktach oświadczeń zdrowotnych i żywieniowych.

Owies i jęczmień są bogatym źródłem błonnika pokarmowego, nieskrobiowych polisachrydów, w szczególności beta-glukanów i pentozanów, zawierają liczną grupę związków polifenolowych (kwasy fenolowe, flawonoidy, fitoestogeny). Jęczmień charakteryzuje się większą aktywnością przeciwutleniającą niż owies i zboża chlebne (Kawka 2010). Owies z kolei uważany jest za bardzo dobre źródło kwasu pantotenowego, tiaminy i witaminy E; 100 g produktów owsianych pokrywa 20% dziennego zapotrzebowania na witaminę E oraz ok. 40% dziennego zapotrzebowania na tiaminę. Wysoka zawartość substancji mineralnych takich jak: wapń, magnez, fosfor, cynk, żelazo i krzem przy jednoczesnej niskiej zawartości sodu, czyni produkty owsiane pożądanym elementem codziennej diety dla osób z niewydolnością układu krążenia. Efekt hipocholesterolemiczny, który występuje przy stosowaniu diety owsianej, jest osiąganym również dzięki obecności w oleju owsianym NNKT, które współdziałają z błonnikiem pokarmowym i fitosterolami. Spożycie 100 g przetworów owsianych pozwala na pokrycie 30% dziennego zapotrzebowania organizmu na kwas linolowy.

Owies znacznie przewyższa inne zboża pod względem wartości fizjologiczno-żywnościowej, a tym samym produkty owsiane są bardzo przydatne w roli żywności profilaktyczno-dietetycznej.

Zawartość błonnika pokarmowego w całościarnowej mące jęczmiennej ogółem wynosi według różnych źródeł 8- 17%, natomiast w owsianej do 20%, z kolei zawartość β -glukanu w całym ziarnie owsa wynosi od 2-8%, Zawartość β -glukanu w produktach pochodzenia jęczmiennego zależy m.in. od ich rodzaju i odmiany jęczmienia wynosi około 4,7% s.m. w ziarnie i maksymalnie około 3,7.% s.m w mące całościarnowej.

Zainteresowanie zbożami bogatymi w β -glukan wynika ze świadomości jego znaczenia jako składnika błonnika pokarmowego i jego wielorakich właściwości funkcjonalnych i bioaktywnych. Prowadzone są wciąż prace dotyczące oceny korzyści zdrowotnych przy zapewnieniu jego odpowiedniego poziomu w diecie.

Korzystne oddziaływanie żywności bogatej w błonnik i preparatów błonnikowych wykazano statystycznie w odniesieniu do chorób krążenia, otyłości, cukrzycy typu 2. Stwierdzono także związek pomiędzy spożywaniem błonnika i β -glukanu a chorobami metabolicznymi. β -glukan wchodzi w skład rozpuszczalnej i podlegającej fermentacji frakcji błonnika pokarmowego

Rozpuszczalne frakcje błonnika mają pozytywny wpływ na metabolizm cholesterolu, dieta bogata w błonnik i β -glukan obniża poziom całkowitego cholesterolu i LDL, nie wpływając na HLD. Efektywna dawka β -glukanu obniżająca poziom całkowitego LDL cholesterolu w hipercholesteremii wynosi od 3 do 6 g (10g) na dzień w zależności od rodzaju β -glukanu i formy w jakiej jest podawany w posiłku (mąka, otręby, koncentraty, płatki, napoje, ciasta). Różnice w wynikach badań wynikają między innymi ze sposobu przygotowania produktów żywnościowych (obróbki) co powoduje zmiany w strukturze β -glukanu. Owsiany β -glukan charakteryzuje się wyższą masą molekularną niż β -glukan pochodzący z jęczmienia, β -glukan owsiany jest także w większym stopniu rozpuszczalny (70% wobec około 20%), te właściwości β -glukanu owsianego determinują pozytywne efekty jego stosowania na parametry lipidowe.

Wysoka zawartość β -glukanu w diecie odgrywa także pozytywną rolę w immunomodulacji (pobudzaniu reakcji odpornościowych) ludzi i zwierząt w infekcjach, walce z rakiem, zwiększonej przeżywalności i szybkości powrotu do zdrowia po zabiegach chirurgicznych. Spożywanie β -glukanu jęczmiennego (w napojach, ciastkach, chlebie) powoduje zwiększenie poczucia sytości, szybsze zniknięcie głodu, zależy to m.in. od rodzaju żywności z jaką jest podawany.

Zawartość β -glukanu w ziarnach zmienia się wraz z warunkami klimatycznymi podczas wzrostu i odmianą zbóż. Jest też regulowana aktywnością 1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4- β -glukan endohydrolazy (EC 3.2.1.73 zwanej także lichenazą lub 1 \rightarrow 3, 1 \rightarrow 4- β -glukanazą), która ułatwia degradację ścian komórkowych endospermy podczas dojrzewania.

W celu uzyskania maki bogatej w β -glukan istotny jest sposób przerobu ziarna. Frakcje bogate w β -glukany są otrzymywane z ziaren zbóż poprzez mielenie suchego ziarna (na walcach) i przesiewanie oraz klasyfikację w powietrzu lub poprzez mielenie zamoczonego ziarna (na mokro) i ekstrakcję w rozpuszczalnikach. W ten sposób otrzymuje się koncentraty i izolaty zawierające odpowiednio 8-30 % i 95% β -glukanu. Otrzymywanie czystych izolatów jest jednak dość kosztowne i trudne ze względu na to, że warstwa subaleuronowa i aleuronowa zawiera także skrobię, białka, i tłuszcze (Havrlentowa i wsp 2011). Z kolei zawartość tłuszczu w ziarnie owsa powoduje potrzebę wprowadzania dodatkowych zabiegów termicznych w celu wyeliminowania gorzkiego smaku mąki i wyrobów z owsa. Jako źródło błonnika i β -glukanu w żywności stosowane są zazwyczaj otręby lub frakcje mąki owsianej i jęczmiennej. Wprowadza się więc także dodatek preparatów- hydrokoloidów Nutrim O-B (10% β -glukanu) i C-Trim -20 (20% β -glukanu) które zwiększają wilgotność i właściwości lepkie produktów spożywczych.

Rozwój żywności wzbogacanej β -glukanem limitowany jest brakiem akceptacji konsumentów wobec produktów zdrowych, ale o niskiej charakterystyce sensorycznej. Celowym jest więc prowadzenie działań w kierunku poprawy jakości produktów wysokobłonnikowych i o dużej zawartości β -glukanu, w tym pieczywa.

Ze względu na niską wartość technologiczną, to jest niską zawartość lub nieobecność (brak) tworzących gluten białek oraz wysoką zawartość błonnika, mąki wytworzone z tzw. niechlebowych zbóż są zazwyczaj mieszane z pszeną, prowadzone są również badania nad dodawaniem niektórych enzymów.

Stosunkowo duża zawartość błonnika pokarmowego i β -glukanu powoduje problemy począwszy od mieszania składników aż do etapu przechowywania pieczywa, pieczywo owsiane często ma gumowatą teksturę, natomiast zarówno pieczywo owsiane jak i jęczmienne charakteryzuje się często niską objętością i szybko staje się twarde (Kawka 2005).

Jak wspomniano obniżenie jakości wypieków wiąże się z brakiem strukturotwórczych właściwości białek owsianych i jęczmiennych z drugiej strony mąka z tych zbóż, dzięki dużej zawartości β -glukanów, charakteryzuje się zdolnością zatrzymywania wilgoci, która przyczynia się do utrzymania świeżości pieczywa przez dłuższy (Kawka 2005).

Ważna jest także granulacja dodawanych produktów jęczmiennych lub owsianych; do wzrostu wodochłonności mąki pszennej przyczynia się zwłaszcza dodatek takich produktów jak płatki, otręby, wysłodziny (młóto).

Informacje na temat wpływu mąki i innych dodatków z mąk „niechlebowych” na właściwości fizyczne ciast są niekiedy rozbieżne co może być spowodowane użyciem produktów zróżnicowanych pod względem jakości i granulacji.

W przypadku wprowadzania w technologii piekarskiej surowców powodujących pogorszenie właściwości wypiekowych i strukturotwórczych mąki takich jak: mąka z całego ziarna, dodatek płatków, otrąb, mąki ze zbóż niechlebowych mogą być stosowane dodatki technologiczne np. gluten witalny.

Aby przeciwdziałać niekorzystnym zmianom jakości pieczywa owsianego stosowano enzymy: laccazę, tyrosynazę, xylanazę. Zastosowanie xylanazy, oraz laccazy i ksylanazy powodowało zwiększenie zawartości arabinoksylianów w pieczywie i jego zwiększenie objętości. Zwiększeniu uległa także zawartość rozpuszczalnych w wodzie nieskrobiowych polisacharydów. Twardość pieczywa w największym stopniu ulegała zmniejszeniu po zastosowaniu ksylanazy (Flander i wsp. 2008)

W przypadku użycia enzymów proteolitycznych powodujących poprawę właściwości lepko sprężystych protein najlepszy efekt dawało zastosowanie tyrozynazy, połączenie tyrozynazy i ksylanazy obniżało twardość i zwiększało też objętość. Efekt zwiększenia objętości i miękkości pieczywa tłumaczony jest degradacją błonnika przez ksylanazę i tworzenie siatki połączeń krzyżowych (sieciovania) protein przy zastosowaniu tyrozynazy lub sieciovania arabinoksylianów przy zastosowaniu laccazy

W pracach Flander (2006, 2008) do otrzymania pieczywa charakteryzującego się dobrą teksturą i objętością stosowano dodatek glutenu oraz enzymy a także zakwas pszenny. Zaobserwowano, że masa cząsteczkowa β -glukanu podczas produkcji chleba ulegała znacznemu zmniejszeniu, co świadczy o degradacji β -glukanu, prawdopodobnie z powodu aktywności β -glukanazy obecnej w mące pszennej.

Jak opisano powyżej w produkcji piekarskiej stosowane są powszechnie enzymy, spulchniacze, przeciwutleniacze i półprodukty piekarskie w postaci gotowych mieszanek, jednak prowadzenie produkcji ekologicznej zasadniczo ogranicza możliwość użycia „polepszaczy”.

Zatem jedyną możliwością poprawy reologii ciast, tekstury i objętości pieczywa owsianego i jęczmiennego z dużą zawartością mąk niechlebowych jest wykorzystanie zakwasów otrzymanych z udziałem odpowiednio zaprojektowanych kultur starterowych.

Metabolizm mikroorganizmów ciast zakwasowych, a także enzymy mąki powodują przemiany biochemiczne składników ciast i zmianę ich właściwości. W pracach dotyczących otrzymywania pieczywa owsianego i jęczmiennego stosowano zakwasy sporządzone z tych mąk lub pszenne. Stosowanie zakwasów piekarskich w produkcji pieczywa jest uznanym sposobem podwyższania jego jakości sensorycznej, szczególnie przydatnym przy korzystaniu z mąki bogatej we włókno pokarmowe (Markinder 1995, 1996, Arent i wsp. 2007; Katina 2005, Katina i wsp. 2007, Poutanen i in. 2009, Piesiewicz 2009).

Pozytywną rolę jaką spełniają odpowiednio dobrane kultury składające się z bakterii fermentacji mlekowej dominujących w mikrobiota zakwasu jest przeciwdziałanie rozwojowi pleśni.

Idealna kultura starterowa zastosowana podczas przemysłowej produkcji pieczywa, obejmującej wyprowadzanie zakwasu, powinna w pierwszej kolejności opanować środowisko i zdominować mikrobiota (dawniej zwaną mikroflorą) mąki. Obecne badania skupiają się nad selekcją natywnych szczepów bakterii fermentacji mlekowej, jako najlepiej zaadaptowanych do środowiska mąki. Spośród różnych wprowadzanych w mieszanym inokulum szczepów, w porównaniu do zakwasu pszennego, w którym dominował *L.plantarum*, w ciastach z udziałem mąki jęczmiennej stwierdzono, poza *L.plantarum* obecność *L.brevis* (Zannini i wsp.2009). Podczas realizacji zadania dotyczącego pieczywa ekologicznego jęczmiennego w zakwasach wyprowadzanych w IBPRS stwierdzono głównie obecność bakterii z gatunku *Weissella* i *Pediococcus*. Wyselekcjonowano szczepy LAB do kultur starterowych do otrzymywania ekologicznego pieczywa owsianego i jęczmiennego, znaczną część przewidzianej recepturą ilości mąki ze zbóż niechlebowych wprowadzano do ciasta chlebowego w formie ukwaszonej (w postaci zakwasu). W efekcie otrzymano chleby charakteryzujące się dobrymi właściwościami sensorycznymi, poza twardością miękiszu, która dość szybko ulegała pogorszeniu. W przypadku pieczywa jęczmiennego zawartość błonnika pokarmowego umożliwia także umieszczenie oświadczenia żywieniowego.

W USA, Szwecji i Wielkiej Brytanii wprowadzono przepisy zdrowotne dotyczące żywności zawierającej β - glukan. Na podstawie wielu badań klinicznych Komisja Europejska wprowadziła następujące oświadczenia zdrowotne dla żywności, która dostarcza przynajmniej 1 g β -glukanu na mierzalną porcję żywności (w przypadku pieczywa porcję stanowi kromka) przy dziennym spożyciu 3 g β -glukanu (EC 2011, Commission Regulation (EU) 1160/2011 14 Nov. 2011) „Wykazano, że β -glukan owsiany obniża/redukuje cholesterol we krwi. Wysoki cholesterol jest czynnikiem ryzyka w rozwoju chorób układu krążenia”. Kolejne autoryzowane przez Komisję Europejską oświadczenie zdrowotne (EC 2012, Commission

Regulation (EU) 432/2012 16 May 2012) dotyczy żywności zawierającej 4g β -glukanu pochodzącego z owsa lub jęczmienia na 30 g dostępnych węglowodanów w mierzalnej porcji, jako składnika posiłku. Tego typu żywność może zawierać następujące oświadczenie zdrowotne: „ Spożycie β - glukanu z owsa lub jęczmienia jako części posiłku przyczynia się do redukcji wzrostu poziomu glukozy we krwi po posiłku”.

W USA FDA zezwoliło na umieszczanie oświadczenia zdrowotnego dla produktów zawierających całościarną mąkę owsianą i minimum 0,75 g β -glukanu na porcję: „Błonnik rozpuszczalny z żywności takiej jak pełnoziarnowa mąka owsiana w (nazwa produktu), jako składnik diety o niskiej zawartości nasyconego tłuszczu i cholesterolu może zmniejszać ryzyko chorób serca” (FDA, U.S., 1997).

Jeżeli produkowany chleb ma spełniać wymagania konieczne do oświadczeń żywieniowych powinien zawierać odpowiednie ilości β -glukanu np.0,75g na porcję, (3g dziennie)- aby można było umieścić oświadczenia o obniżaniu cholesterolu.

Aby spełnić wymagania pozwalające na znakowanie pieczywa pszenno – owsianego zgodnie z oświadczeniem EC z 2011 roku, dotyczącym obniżania cholesterolu we krwi (1g/ porcję, 3g/ na dzień) niezbędne jest zastosowanie całościarnowej mąki owsianej w proporcji 50% do mąki pszennej zastosowanej w recepturze pieczywa. Zalecany poziom zawartości β -glukanu w chlebie można również uzyskać stosując dodatek otrąb owsianych lub koncentratu otrąb owsianych.

IV. Zadania wykonane przez Zakład Technologii Fermentacji, Instytutu Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego, w roku 2013

2. Cel badań

Celem badań w 2013 roku było opracowanie metody otrzymywania pieczywa o właściwościach funkcjonalnych i prozdrowotnych z zastosowaniem mąki jęczmiennej i owsianej, o jak najwyższej zawartości błonnika pokarmowego i β -glukanu. Badania obejmowały doskonalenie jakości pieczywa pod względem właściwości sensorycznych i trwałości poprzez zastosowanie specjalnie skomponowanych bakteryjnych kultur starterowych złożonych ze szczepów LAB charakteryzujących się zdolnością ograniczania rozwoju pleśni w zakwasach piekarskich. Prowadzono prace nad urozmaiceniem asortymentu wyrobów (pieczywo tostowe, forma przekąsek).

3. Zakres badań w bieżącym roku obejmował zadania:

1. Dobór surowca odpowiedniego do otrzymania pieczywa o wysokiej zawartości składników bioaktywnych: β -glukanu i błonnika pokarmowego; określenie jakości mąki jęczmiennej, owsianej i pszennej z certyfikatem surowców Eko-rolniczych.

2. Charakterystyka, a następnie selekcja uprzednio wyizolowanych z zakwasów jęczmiennych i owsianych szczepów LAB, pod względem zdolności do hamowania wzrostu pleśni. Badania prowadzono w odniesieniu do pojedynczych szczepów i kultur składających się z dwóch lub kilku szczepów (kultur mieszanych, złożonych).

3. Ocena stabilności kultury starterowej w mikrobiocie zakwasów przy użyciu techniki DGGE.

4. Badanie przydatności kultur do kształtowania cech sensorycznych zakwasów na podstawie ich zdolności do syntezy związków wpływających na aromat pieczywa.

5. Ocena przydatności szczepów LAB stosowanych w kulturach mieszanych do otrzymywania zakwasów owsiano-jęczmiennych:

- badania cech smakowo- zapachowych oraz właściwości fizyko-chemicznych otrzymanych z ich udziałem zakwasów, .

6. Ocena możliwości zwiększenia atrakcyjności rynkowej ekologicznych zakwasowych wyrobów piekarskich z udziałem mąki jęczmiennej i owsianej poprzez urozmaicenie asortymentu (np. chleb tostowy, paluszki chlebowe) oraz poprzez zwiększenie zawartości składników bioaktywnych: błonnika pokarmowego i β -glukanu, w celu możliwości opatrzenia oświadczeniami zdrowotnymi i żywieniowymi.

Opracowanie składu i receptury wyrobów piekarskich z udziałem mąki jęczmiennej i owsianej :

- badania w skali laboratoryjnej,

- badania w skali technicznej w wybranych piekarniach.

7. Ocena jakości otrzymanego pieczywa.

8. Określenie trwałości pieczywa, czasu do pojawienia się oznak zepsucia mikrobiologicznego.

9. Opracowanie sprawozdania z wyników badań, opracowanie instrukcji technologicznej dla piekarni.

4. Materiały i metody badań

W dwóch piekarniach ekologicznych przeprowadzone zostały próby wypieku chleba pszenno-jęczmiennie-owsianego na zakwasie jęczmiennym, wyprowadzonym z zastosowaniem wyselekcjonowanych uprzednio bakteryjnych kultur starterowych, o specyficznych właściwościach antymikrobiologicznych i technologicznych. Skład kultur starterowych do pieczywa zawierającego mąki niechlebowe opracowany został na podstawie cech biotechnologicznych bakterii fermentacji mlekowej, wyizolowanych z zakwasów piekarskich, sporządzonych z ekologicznych mąk- jęczmiennej i owsianej.

W pierwszej fazie pracy przeprowadzona została charakterystyka mąki jęczmiennej i owsianej przede wszystkim odnośnie zawartości cennych żywieniowo składników (błonnik pokarmowy i β -glukanu). Mąki oceniono pod względem wskaźników fizykochemicznych, właściwości farinograficznych oraz mikrobiologicznym. Analizy przeprowadzono według metod opisanych w polskich normach oraz w procedurach badawczych IBPRS.

Przeprowadzono próby dotyczące doboru składu kultur starterowych szczepów LAB wyizolowanych z naturalnie fermentujących zakwasów owsianych i jęczmiennych, otrzymanych w poprzednim etapie badań.

Selekcję bakterii przeprowadzono m.in. biorąc pod uwagę aktywność antypleśniową bakterii fermentacji mlekowej (LAB) wyizolowanych z zakwasów traktowanych jako monokultury pojedynczych szczepów jak i kultury złożone. Ze względu na łączenie mąki jęczmiennej i owsianej, także kultury starterowe dobrano uwzględniając szczepy autochtoniczne dla obydwu rodzajów mąki.

W piekarniach ekologicznych przeprowadzono próby otrzymania wypieków/ wyrobów owsiano-jęczmiennych o charakterze żywności funkcjonalnej, z wartością dodaną w postaci podwyższonej zawartości błonnika pokarmowego i β -glukanu, na bazie ciast zakwasowych z zastosowaniem wyselekcjonowanych bakteryjnych kultur starterowych, o specyficznych właściwościach technologicznych.

Przeprowadzono próby uatrakcyjnienia formy wypieków/asortymentu poprzez otrzymanie wyrobów typu pieczywo tostowe, paluszki o wydłużonej trwałości.

Materiały

1. Mikroorganizmy

Poniżej przedstawiono wykaz szczepów bakterii branych pod uwagę podczas doboru kultur starterowych do zakwasów jęczmiennie-owsianych.

Tabela 1. Szczepy LAB wyizolowane z zakwasów jęczmiennych i owsianych

Wyizolowane szczepy LAB	Środowisko izolacji
<i>Pediococcus acidilactici</i> 1	Zakwas jęczmienny
<i>Pediococcus acidilactici</i> 2	Zakwas jęczmienny
<i>Weissella cibaria</i> 3	Zakwas jęczmienny
<i>Pediococcus pentosaceus</i> 4	Zakwas jęczmienny
<i>Pediococcus pentosaceus</i> 5	Zakwas jęczmienny
<i>Pediococcus pentosaceus</i> 6	Zakwas jęczmienny
<i>Weissella confusa</i> 7	Zakwas jęczmienny
<i>Lactobacillus plantarum</i> KKP 1797/AU1	Zakwas owsiany
<i>Lactobacillus plantarum</i> KKP 1803/AU7	Zakwas owsiany
<i>Pediococcus pentosaceus</i> KKP 1804/AU8	Zakwas owsiany
<i>Pediococcus acidilactici</i> KKP 1805/AU9	Zakwas owsiany
<i>Leuconostoc mesenteroides</i> KKP 1807/AU11	Zakwas owsiany

2. Mąka

Surowcem głównym była ekologiczna mąka jęczmienna wyprodukowana przez firmę Wytwórnię makaronu "BIO" Aleksandra i Mieczysław Babalscy z Pokrzydowa – producenta ekologicznych mąk, kasz i makaronów. Wszystkie pozostałe surowce tj. mąka pszenna, mąka owsiana, płatki owsiane miały certyfikat ekologiczny.

3. Metody

Charakterystykę mąki jęczmiennej i pszennej użytej do przygotowania zakwasów przeprowadzono według metod PN, przy użyciu odpowiednich podłoży mikrobiologicznych do namnażania, selekcji oraz identyfikacji drobnoustrojów. Poniżej opisano metody i materiały:

- Badania fizykochemiczne (zawartość białka, popiołu) wykonano według metod znormalizowanych, w tym białko metodą Kjeldahla PN -A-79005-7:1997 zawartość tłuszczu metodą Soxleta wg. PN-A-74108:1996 Pieczywo. Metody badań

- Badanie farinograficzne mąki (próba kontrolna) przeprowadzano zgodnie z PN ISO 5530-1, kolejne oznaczenia wykonywano wg ww. normy zmodyfikowanej w ten sposób, że oprócz mąki i wody do ciasta wprowadzano mąkę jęczmienną.

Zgodnie z PN-ISO 5530-1 oznaczano parametry farinograficzne: czas rozwoju, stałość ciasta, rozmiękczenie ciasta, liczba jakości Ciasto wytwarzano z mąki i wody w mieszarce farinograficznej, w temperaturze 30°C. Opór stawiany mieszadłom przez ciasto był rejestrowany w postaci wykresu. Do sporządzenia wykresu tzw. „krzywej normalnej” niezbędne jest ustalenie wodochłonności mąki tj. objętości wody potrzebnej do wytworzenia ciasta o maksimum konsystencji na poziomie 500 FU (wyrażana w ml/ 100 g mąki o wilgotności 14%).

- Oznaczenie zawartości β -glukanu w próbkach mąki, zakwasach i pieczywie wykonano metodą enzymatyczną wg Analytica EBC 3.10.1, 4.16.1, przy użyciu testu MEGAZYME K-BGLU (metoda jest specyficzna dla [(1-3)(1-4)]- β -D-glukanu).

Wilgotność dostarczonych próbek oznaczono metodą wagową (suszenie 180 minut w temp. 105-107°C).

- Ocena mikrobiologiczna mąki i „kwasów piekarskich” wykonana została według:
 PN-EN ISO 4833:2004+Ap1:2005 Mikrobiologia żywności i pasz. Ogólne zasady oznaczania liczby drobnoustrojów. Metoda płytkowa w 30°C.
 Agar PCA (Merck) z ekstraktem drożdżowym, glukozą i peptonem kazeinowym – do oznaczania ogólnej liczby bakterii mezofilnych i przetrwalnikujących [PN-EN ISO 4833:2004];
 PN-ISO 21528-2:2005 Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby *Enterobacteriaceae*. Cz. 2 Metoda płytkowa.
 PN-ISO 21527-2:2009 Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drożdży i pleśni. Część 2: Metoda liczenia kolonii w produktach o aktywności wody niższej lub równej 0,95.
 PN-ISO 15214:2002; Oznaczanie liczby bakterii kwaszących przy użyciu agaru Smith-Lorenza z purpurą bromokrezolową.
 PN-EN ISO 7932:2005; Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby bakterii przypuszczalnych *Bacillus cereus*. Metoda liczenia kolonii w temperaturze 30°C.

PN-EN ISO 6887-1:2000; Oznaczanie liczby bakterii proteolitycznych.

Ponadto przeprowadzono ocenę fizykochemiczną i sensoryczną zakwasów jęczmienno-owsianych i jęczmiennych w trakcie kolejnych faz ukwaszania.

- **Ocena zdolności fungicydalnych** (zdolności do hamowania wzrostu pleśni) wykonana została metodą studzienkową poprzez badanie stref zahamowania wzrostu, a także poprzez badanie zawartości pleśni w zakwasach.

Aktywność antymikrobiologiczną badanych szczepów skierowaną przeciw pleśniom oceniono metodą studzienkową. Do badań zastosowano zmodyfikowaną w ZF metodę opisaną przez Magnusson i wsp. [2003], polegającą na pomiarze wielkości stref zahamowania wzrostu szczepów pleśni w podłożu YGC zaszczerpionym zarodnikami pleśni, przez bakterie rosnące w podłożu MRS o konsystencji miękkiego agaru, uprzednio zaszczerpione szczepem wskaźnikowym bakterii w ilości 10^6 komórek/ml wypełniającym studzienki. Stosowano następujące gatunki pleśni *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Penicillium sp.* pochodzące z kolekcji IBPRS.

Kryterium wyboru LAB do kultur starterowych była ich aktywność antymikrobiologiczna skierowana przeciw pleśniom, ilość syntetyzowanych kwasów organicznych i związków wpływających na aromat pieczywa oraz ocena zakwasu uzyskanego z zastosowaniem szczepu w monokulturze, szczególnie jego zapachu..

- **Z udziałem opracowanych kultur starterowych przygotowano zakwasy piekarskie, a następnie ciasta, z których otrzymano wypieki.**

Do wyrobu ciast stosowano zakwasy piekarskie o wydajności 200%, 250%, które otrzymano z zastosowaniem wybranej w poprzednim etapie badań mieszanej kultury starterowej dodawanej w ilości 0,5% w stosunku do mąki. Fermentację zakwasów prowadzono przez 24 h w komorze fermentacyjnej IBIS KFK. Po zakończeniu fermentacji zakwasów przeprowadzono ich analizę mikrobiologiczną, fizykochemiczną i sensoryczną. W zakwasach oznaczano także zawartość produktów fermentacji.

W ramach oceny ogólnej i fizykochemicznej zakwasów i ciast według normy PN-A-74100:1992 wykonano: oznaczenie pH i kwasowości ogólnej metodą miareczkową i ocenę sensoryczną (wygląd zewnętrzny, barwa, struktura, konsystencja i zapach) wg. PN-A-74100:1992 [23].

Ciasta do wypieków przygotowano z użyciem miesiarki spiralnej IBIS typu NS. Ciasta poddawano fermentacji w komorze fermentacyjnej, przez 30 minut (temperatura 30 °C,

wilgotność 80%). Następnie dzielono je na kęsy o masie 250 g, umieszczano w foremkach i fermentowano przez kolejne kilkadziesiąt minut (temperatura 35 °C, wilgotność 80%), aż do uzyskania optymalnego rozrostu. Przeprowadzono analizę sensoryczną i fizykochemiczną uzyskanych ciast (oznaczano: pH, kwasowość ogólną oraz temperaturę). Wypiek chleba prowadzono w piecu Piccolo firmy Winkler Wachtel przez 40 minut, w temperaturze 230 °C. Wilgotność komory wypiekowej wynosiła ok. 85%. Uzyskane pieczywo było ważone po 24 h od wypieku w celu określenia straty piecowej. Wykonano analizę fizykochemiczną, w ramach której oznaczano: objętość (V_{100}) – za pomocą aparatu Sa-Wy, wilgotność, pH i kwasowość ogólną. Przeprowadzono również punktową ocenę organoleptyczną wypieków wg. PN.

- **Ocena stabilności kultury starterowej w zakwasie.**

(Monitorowanie składu mikrobioty zakwasów)

W badaniach zastosowano jedną z metod mikrobiologii molekularnej to jest technikę PCR połączoną z elektroforezą jej produktów we wzrastającym stężeniu czynnika denaturującego PCR-DGGE, ang. polymerase chain reaction - denaturing gradient gel electrophoresis). Pośród wielu opisywanych metod identyfikacji bakterii fermentacji mlekowej technika PCR-DGGE uważana jest za prostą w przeprowadzaniu, szybką i ekonomiczną, a ponadto dającą szansę na skuteczny opis struktury gatunkowej całych populacji bakteryjnych różnych środowisk.

PCR-DGGE polega na elektroforetycznym rozdziale odcinków DNA o tej samej długości, lecz różniących się sekwencją nukleotydową. Separacja dwuniciowych fragmentów o różnej sekwencji następuje pod wpływem gradientu czynnika denaturującego w żelu poliakryloamidowym. Różnice w sekwencji nukleotydowej rozdzielanych fragmentów decydują o różnej temperaturze ich denaturacji (topnienia), co z kolei determinuje sposób ich migracji w żelu. Im niższa jest temperatura topnienia tym wcześniej następuje spowolnienie migracji danego fragmentu. Różna kompozycja par zasad fragmentów o tej samej długości warunkuje różne wartości temperatury topnienia, przez co każdy z nich pokonuje różny dystans w żelu.

Techniką PCR-DGGE możliwe jest rozdzielanie fragmentów DNA otrzymanych w wyniku amplifikacji regionu genomu specyficznego dla określonego taksonu o wysokozmiennej sekwencji. Matrycą do reakcji PCR może być całkowite DNA wyizolowane z próbki materiału pobranej z danego ekosystemu - w tym przypadku zakwasu. Najczęściej w badaniach opartych na PCR-DGGE pracuje się na produktach amplifikacji

rybosomowego DNA, wykorzystując wysoki stopień konserwowania tych regionów w genomie przy równoczesnej obecności w nich krótkich, zmiennych sekwencji.

Zaletą metody PCR-DGGE jest brak konieczności prowadzenia hodowli mikroorganizmów.

Izolację całkowitego DNA z zakwasów wykonano wg procedury izolacji DNA z produktów żywnościowych dostarczonej razem z komercyjnym zestawem NucleoSpin® firmy Macherey – Nagel.

Badanie stabilności flory bakteryjnej zakwasów inokulowanych poszczególnymi kulturami starterowymi wykonano techniką PCR-DGGE, w oparciu o amplifikację regionu V3 genu 16S rDNA. Do amplifikacji tego fragmentu w reakcji PCR użyto odpowiednie primery (primer *forward 357F* oraz primer *reverse 518R*). Mieszanina reakcyjna o objętości 25 µl zawierała 12,5 µl DreamTaq™ Master Mix (Fermentas), po 1 µM każdego z primerów oraz matrycowe DNA o stężeniu końcowym 2 ng/µl. Amplifikację przeprowadzano wg następującego schematu: wstępna denaturacja DNA w 94°C przez 5 min, następnie 35 cykli obejmujących denaturację DNA w 94°C przez 30 s, aniling w 50°C przez 45 s, elongację w 72°C przez 1 min; reakcję PCR zamykała końcowa elongacja w 72°C przez 7 min. Produkty amplifikacji DNA poddawano elektroforezie w żelu poliakryloamidowym z gradientem czynnika denaturującego. Koncentracja mieszaniny akryloamid – bisakryloamid w żelu wynosiła 10% (Bio-Rad) natomiast stężenie czynników denaturujących kształtowało się w zakresie od 30 do 70% (gdzie 100% stężenie czynników denaturujących odpowiada 7M mocznika i 40% dejonizowanego formamidu). Całość rozpuszczano w 1x stężonym buforze TAE. Elektroforezę prowadzono w 1x stężonym buforze TAE przy stałym napięciu 60 V w temperaturze 60°C przez 10 godzin. Po zakończonej elektroforezie żele barwiono srebrem.

- **Analiza produktów metabolizmu mikroorganizmów** (jako ubocznych produktów fermentacji) została przeprowadzona metodą chromatografii gazowej (HS-GC) wg procedury IBPRS.

Stężenie zsyntetyzowanego przez bakterie, kwasu octowego oznaczono w zakwasach przygotowanych z udziałem monokultur wyizolowanych szczepów metodą chromatografii gazowej z detekcją płomieniowo-jonizacyjną (FID).

- **Ocena przydatności wybranej kultury starterowej** do otrzymywania wyrobów owsiano-jęczmiennych przeprowadzona została podczas próbnych wypieków z jej zastosowaniem.

- **Jakość chleba** oceniono wg PN-A-74108: 1996.

Oznaczono objętość 100g pieczywa, kwasowość ogólną oraz pH miękiszu.

Ocenę sensoryczną przeprowadzono 24h od wypieku wg PN-A- 74108:1996. W ocenie sensorycznej pieczywa brano pod uwagę wygląd zewnętrzny pieczywa, ocenę miękiszu (elastyczność porowatość, spójność, kruchość), skórki (pęcherze pęknięcia, barwa, grubość, smak i zapach).

- Przeprowadzono analizę składu pieczywa, w tym zawartości β -glukanu oraz błonnika pokarmowego (z zastosowaniem metody enzymatycznej).
- Trwałość pieczywa podczas przechowywania oceniono poprzez badanie twardości i ocenę organoleptyczną, a także monitorowanie pleśnienia.
- Wykonano próby wypieku pieczywa w skali technicznej, w piekarniach ekologicznych z zastosowaniem mąki jęczmiennej, owsianej i płatków owsianych w różnych wariantach (proporcja mąki wprowadzanej w zakwasie i bez ukwaszania, a także ilości poszczególnych mąk i innych składników) oraz z udziałem skomponowanej wcześniej kultury starterowej.

5. Wyniki badań

5.1. Określenie jakości surowca ekologicznego, wybór mąki

- **Badania mikrobiologiczne mąki ekologicznej pszennej, jęczmiennej, owsianej oraz płatków owsianych**

Charakterystykę mikrobiologiczną mąk ekologicznych przedstawiono w tabelach 1 i 2, dotyczyła ona bakterii patogennych i niepożądanych w procesie produkcyjnym.

Tabela 1. Analiza mikrobiologiczna mąki pszennej i płatków owsianych

Mikroorganizmy:	Mąka pszenna ekologiczna [j.t.k./g]	Płatki owsiane [j.t.k./g]
liczba drobnoustrojów mezofilnych	$4,0 \times 10^3$	$7,0 \times 10^3$
liczba drożdży	nie wykryto	n.w.
liczba bakterii kwaszących	$6,0 \times 10^2$	n.w.
liczba pleśni	$7,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^1$
liczba bakterii śluzowych z rodzaju <i>Leuconostoc</i>	$4,5 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$
liczba bakterii z rodzaju <i>Bacillus</i>	$2,0 \times 10^2$	n.w.
liczba bakterii proteolitycznych	nie wykryto	n.w.
liczba bakterii z rodzaju <i>Enterobacteriaceae</i>	$1,0 \times 10^4$ z gr. coli	$1,0 \times 10^1$ z gr. coli

Tabela 2 Analiza mikrobiologiczna ekologicznej mąki jęczmiennej i owsianej (cztery partie)

Mikroorganizmy:	Rodzaj mąki			
	Jęczmienna ekologiczna (partia I) [j.t.k./g]	Jęczmienna ekologiczna partia II [j.t.k./g]	Owsiana [j.t.k./g]	Owsiano – jęczmienna [j.t.k./g]
liczba drobnoustrojów mezofilnych	1,4 x 10 ⁴	5,0x10 ⁶	1,5x10 ⁶	4,0x10 ⁶
liczba drożdży	n.w.	n.w.	2,0x10 ⁴	n.w.
liczba bakterii kwaszących	3,0x10 ¹	4,0x10 ²	1,0x10 ²	2,0x10 ³
liczba pleśni	6,0x10 ³	2,0x10 ⁵	1,2x10 ¹	2,0x10 ³
liczba bakterii śluzowych z rodzaju <i>Leuconostoc</i>	2,0x10 ⁴	6,0x 10 ⁵	4,0x10 ¹	2,4x10 ⁴
liczba <i>Bacillus cereus</i>	1,0 x 10 ¹	3,0 x 10 ²	n.w.	n.w.
liczba <i>Bacillus subtilis</i>	2,0 x 10 ¹	1,0 x 10 ²	n.w.	n.w.
liczba bakterii proteolitycznych	2,0 x 10 ²	1,0 x 10 ⁴	2,0x10 ²	5,0x10 ²
Liczba bakterii przetrwalnikujących	7,0 x 10 ¹	4,0 x 10 ²	9,0x10 ⁴	2,0x10 ²
liczba bakterii z rodziny <i>Enterobacteriaceae</i> , w tym z grupy coli	9,0x10 ³ z gr. coli	3,2x10 ⁵ z gr. coli	6,4x10 ⁴	4,0x10 ⁴
liczba bakterii z rodziny <i>Enterobacteriaceae</i> , w tym z rodzaju <i>Salmonella</i>	n.w.	9,0x10 ³	5,2x10 ⁴	2,8x10 ⁴

n.w. –nie wykryto

Badania fizykochemiczne mąki ekologicznej pszennej, jęczmiennej, owsianej

Charakterystykę fizykochemiczną mąk ekologicznych przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Skład chemiczny mąki pszennej, mąki jęczmiennej i owsianej

Skład chemiczny	Mąka pszenna typ 550	Mąka jęczmienna, partia I	Mąka jęczmienna Partia II	Mąka owsiana
Wilgotność, (%)	14,5% z świadectwa 13,3 (ozn)	13,8	12,7	13,4
Białko ogółem (%)	14,36	10,70	11,27	12,36
Gluten % Rozpływalność (mm) Liczba opadania Hagberga	32,25 3,0 381			
popiół	0,51	2,0	1,7	1,52

- Oznaczenie zawartości β -glukanu,

Wyniki oznaczenia zawartości β -glukanu przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Zawartość β -glukanu w mące jęczmiennej całościarnowej

Próbka	Wilgotność, %	β -glukan, % s.m.
mąka jęczmienna, partia I	9,1	2,92
mąka jęczmienna, partia II	12,7	3,67
mąka jęczmienna, partia III	9,8	3,12
płatki owsiane	9,5	3,32
Mąka owsiana BIO, partia III	9,5	3,49

Badania farinograficzne

Badania wykonywane za pomocą farinografu pozwoliły na ocenę wodochłonności mąki i zachowania się ciasta podczas mieszenia, a więc w momencie budowania struktury glutenowej ciasta. Wykres farinograficzny przedstawia zmiany konsystencji ciasta w kolejnych fazach mieszenia: wzrost konsystencji (rozwój ciasta), niezmiennosc konsystencji (stałość) i spadek konsystencji (rozmiękczenie).

Badania farinograficzne przeprowadzono dla ciast otrzymanych w ten sposób, że oprócz mąki i wody do ciasta wprowadzano mąkę jęczmienną jak w punktach 2-4:

1. ciasto z mąki pszennej typ 550 (100%) i wody
2. ciasto z mąki pszennej typ 550 (100% - 30%), wody i mąki jęczmiennej (30% ogólnej ilości mąki)
3. ciasto z mąki pszennej typ 550 (100% - 30%), wody i mąki jęczmiennej o grubej granulacji (30% ogólnej ilości mąki)
4. ciasto z mąki pszennej typ 550 (100%- 40%), wody i maki jęczmiennej (40% ogólnej ilości mąki)

Badania farinograficzne mąki przeprowadzono zgodnie z PN ISO 5530-1,

Tabela. 5 Wyniki oceny farinograficznej mieszanki mąki pszennej i mąki jęczmiennej

Udział mąki jęczmiennej, %	Wodochłonność, %	Czas rozwoju, min	Stalność ciasta, min	Rozmiękczenie po 12 min, FU	Liczba jakości
0	56,2	2,5	25,3	22	285
30 gruba	60,3	6,7	5,7	83	103
30 drobna	60,4	5,9	8,6	70	105
40 drobna	58,7	2,2	5,8	80	75

Mąka pszenna ekologiczna pochodząca z Węgier charakteryzowała się wyjątkowo wysoką stałością. Dodatek mąki jęczmiennej spowodował wzrost wodochłonności mieszanek w stosunku do wodochłonności mąki pszennej. Mieszanki zawierające 30 i 40 % mąki jęczmiennej, niezależnie od granulacji charakteryzowały się dość wysoką stałością ciasta i niskim rozmiękczeniem, zachowywały się zatem w badaniu farinograficznym jak mąki mocne. Liczba jakości kształtowała się na poziomie odpowiednim do wypieku.

5.2. Selekcja szczepów bakterii fermentacji mlekowej, wyizolowanych z zakwasów owsianych i jęczmiennych, pod względem aktywności antypleśniowej.

Przeprowadzono ocenę aktywności antypleśniowej szczepów LAB wyizolowanych w poprzednich etapach badań z zakwasów jęczmiennych (7 szczepów) i owsianych (5 szczepów). Ocena dotyczyła aktywności szczepów w monokulturach jak i różnych wariantach kultur mieszanych (kultura siedmioskładnikowa, trzyskładnikowa i dwuskładnikowa w przypadku zakwasów jęczmiennych, kultura pięcioskładnikowa do zakwasów owsianych,

kultura dwuskładnikowa do zakwasu owsiano-jęczmiennego). We wszystkich kulturach wieloskładnikowych bakterie połączone w równych proporcjach. Oceniono zdolność do hamowania wzrostu pleśni *Aspergillus niger*, *Penicilium sp.* oraz *Fusarium sp.* Wyniki przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Aktywność antypleśniowa szczepów LAB wyizolowanych z zakwasów jęczmiennych i owsianych wyrażona wielkością stref zahamowania wzrostu

Szczepy LAB	Rodzaj pleśni		
	<i>Aspergillus niger</i>	<i>Penicilium sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i>
<i>P. acidilactici 1</i>	-	-	-
<i>P. acidilactici 2</i>	-	-	-
<i>W. cibaria 3</i>	+	-	+
<i>P. pentosaceus 4</i>	-	-	-
<i>P. pentosaceus 5</i>	-	-	-
<i>P. pentosaceus 6</i>	-	-	-
<i>W. cibaria 7</i>	+++	++	++
K1	++	-	+
K2	++	-	+
K3	++	+	+
<i>L. plantarum KKP 1797</i>	+	+	+
<i>L. plantarum KKP 1803</i>	-	-	-
<i>P. pentosaceus KKP 1804</i>	+	++	+
<i>P. acidilactici KKP 1805</i>	+	+	+++
<i>Lc. mesenteroides KKP 1807</i>	-	-	-
K A	-	-	-
K D	-	-	+

K 1 – kultura mieszana do zakwasów jęczmiennych: *Pediococcus acidilactici 1* + *Pediococcus acidilactici 2* + *Weissella cibaria 3* + *Pediococcus pentosaceus 4* + *Pediococcus pentosaceus 5* + *Pediococcus pentosaceus 6* + *Weissella cibaria 7*

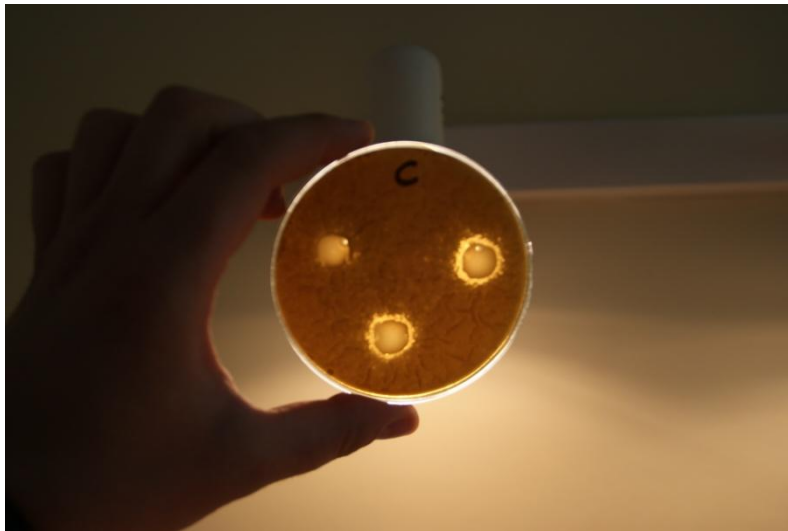
K 2 – kultura mieszana do zakwasów jęczmiennych: *Pediococcus acidilactici 2* + *Weissella cibaria 3* + *Weissella confusa 7*

K 3 – kultura mieszana do zakwasów jęczmiennych: *Pediococcus acidilactici 2* + *Weissella cibaria 7*

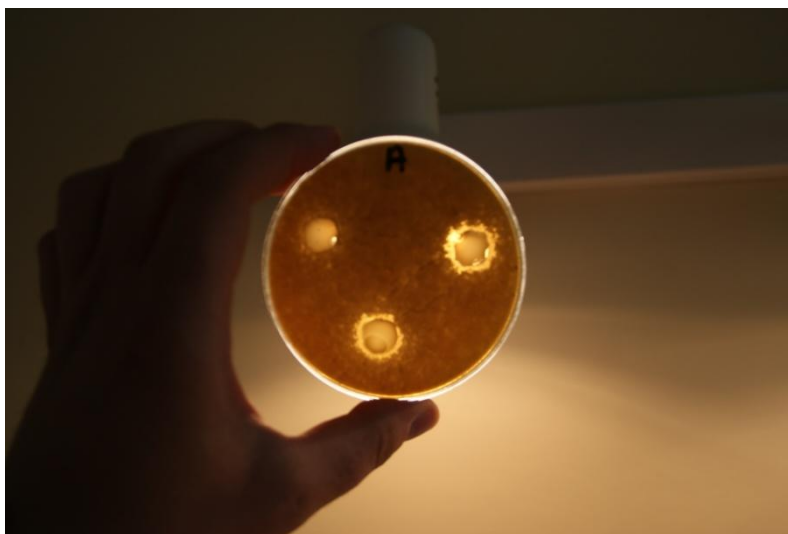
K A – kultura mieszana do zakwasów owsianych: *Lactobacillus plantarum KKP 1797* + *Lactobacillus plantarum KKP 1803* + *Pediococcus pentosaceus KKP 1804* + *Pediococcus acidilactici KKP 1805* + *Leuconostoc mesenteroides KKP 1807*

K D – Kultura dwuskładnikowa: *Pediococcus acidilactici KKP 1805* + *Weissella confusa 7*

- brak aktywności
- + aktywność słaba
- ++ aktywność dobra
- +++ aktywność bardzo dobra



Fot. 1 Aktywność przeciwpleśniowa szczepów *P.acidilactici* 2 i *W.confusa* 7 (prawa górna kolonia) wobec *Aspergillus sp.* aktywność kultury mieszanej K3 (kolonia na dole)



Fot.2. Aktywność przeciwpleśniowa szczepów *P.acidilactici* 2 i *W.confusa* 7 (prawa górna kolonia) wobec *Fusarium sp.* aktywność kultury mieszanej K3 (kolonia na dole)

Aktywność przeciwpleśniowa poszczególnych szczepów bakterii pochodzących z zakwasów jęczmiennych i owsianych kształtowała się na niskim poziomie poza szczepem *Weissella confusa* 7, wyizolowanym z jęczmienia oraz szczepami *Pediococcus acidilactici* KKP 1805 oraz *Pediococcus pentosaceus* KKP 1804 charakteryzującymi się umiarkowaną zdolnością do

hamowania wzrostu pleśni, w przypadku *Pediococcus acidilactici* KKP 1805 skierowaną przede wszystkim wobec pleśni z rodzaju *Fusarium*.

Łączenie szczepów o aktywności przeciwpleśniowej w kultury starterowe wieloskładnikowe nie przyczynia się do wzmocnienia ich aktywności, lecz raczej ją osłabia. Zatem zdolność hamowania wzrostu pleśni *in situ* nie może być jedynym kryterium wyboru kultury starterowej do prowadzenia fermentacji zakwasów jęczmiennie- owsianych.

5.3. Ocena stabilności kultury starterowej w mikrobiocie zakwasów przy użyciu techniki DGGE.

Badanie zróżnicowania gatunkowego mikroorganizmów pozwala na ściślejszą kontrolę procesu technologicznego na poszczególnych jego etapach. Metody klasycznej mikrobiologii mogą być zawodne i mają ograniczone możliwości rozróżniania bakterii na poziomie szczepu, a nawet gatunku. Identyfikacja LAB oparta na analizie cech biochemicznych nastęrcza wiele trudności wynikających m. in. z przenoszenia plazmidów w obrębie wielu grup gatunków. Dodatkowym ograniczeniem metod klasycznej mikrobiologii jest brak zdolności wzrostu pewnych organizmów w podłożach mikrobiologicznych. Metody molekularne nie są obarczone ograniczeniami, związanymi z brakiem wiedzy na temat wymaganych warunków wzrostu dla określonych mikroorganizmów i dużym stopniem trudności optymalizacji składu podłoża i warunków inkubacji, dzięki czemu są nie tylko wiarygodne, ale również mniej czasochłonne względem metod opartych na hodowli drobnoustrojów.

Wyniki analizy zakwasów otrzymanych z użyciem kultur starterowych (monokultur i kultur wieloskładnikowych) złożonych ze szczepów pochodzących z zakwasów jęczmiennych i owsianych przedstawiono na fotografiach 3 i 4.

K A

L. plantarum KKP 1797

L. plantarum KKP 1803

P. pentosaceus KKP 1804

P. acidilactici KKP 1805

L. mesenteroides KKP
1807

Zakwas po 24 h
fermentacji

Zakwas po 96 h
fermentacji

K 2

P. acidilactici 2

W. confusa 3

W. confusa 7

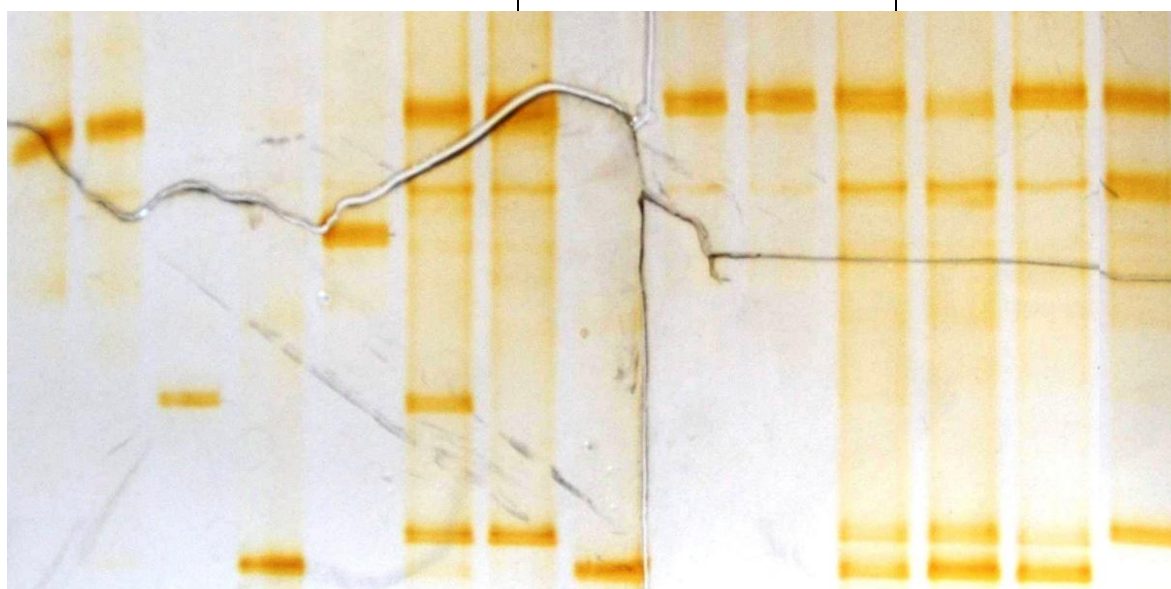
Zakwas po 24 h
fermentacji

Zakwas po 96 h
fermentacji

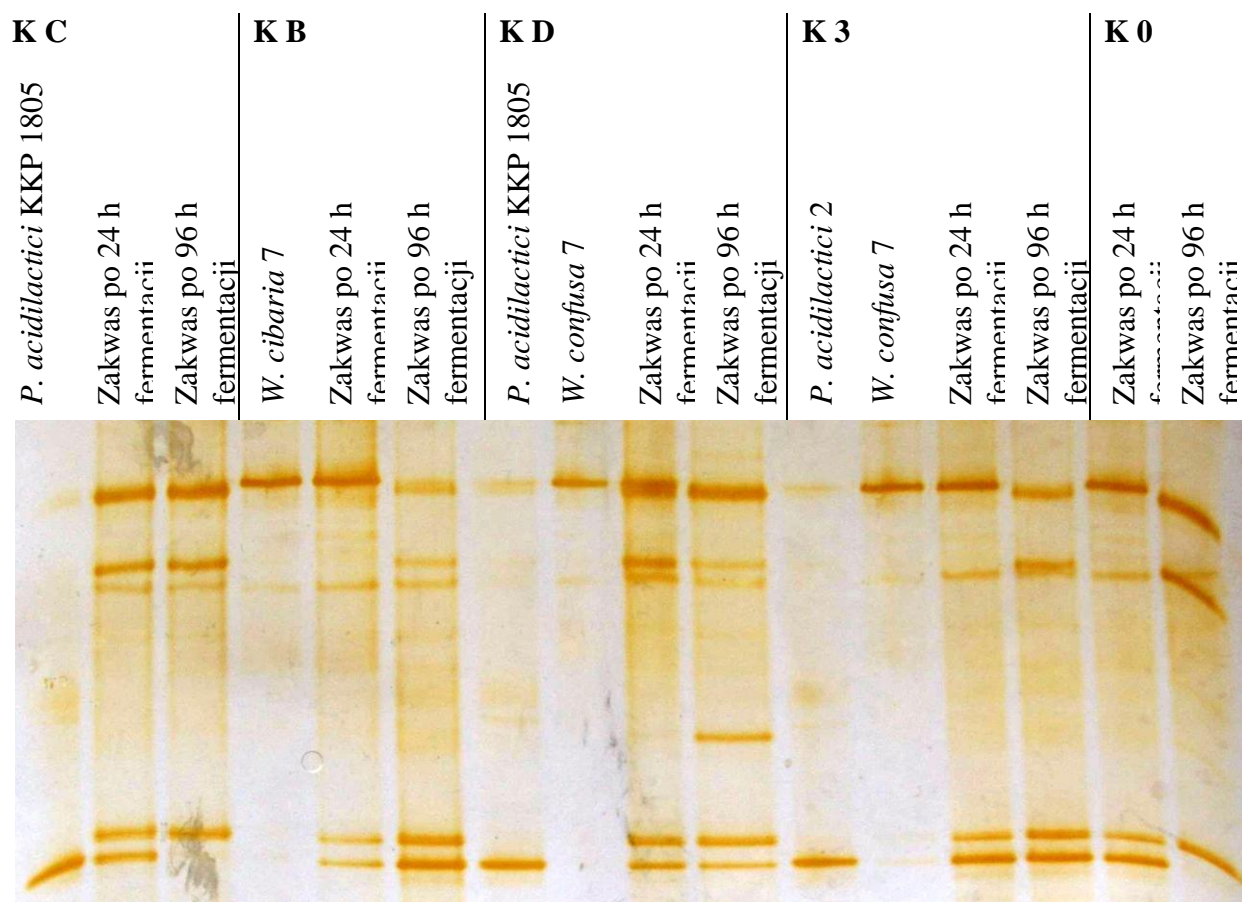
K 0

Zakwas po 24 h
fermentacji

Zakwas po 96 h
fermentacji



Zdjęcie 3. Żel sporządzony techniką DGGE przedstawiający stabilność szczepów LAB zastosowanych jako kultury starterowe (KA oraz K2) do inicjacji procesu fermentacji zakwasów jęczmienno-owsianych, K0-zakwas otrzymany poprzez fermentację spontaniczną.



Zdjęcie 4. Żel sporządzony techniką DGGE przedstawiający stabilność szczepów LAB zastosowanych jako kultury starterowe (KB, KC, KD oraz K3) do inicjacji procesu fermentacji zakwasów jęczmienno-owsianych. K0-zakwas otrzymany poprzez fermentację spontaniczną

Wyniki analizy PCR-DGGE zakwasów piekarskich fermentujących w obecności badanych kultur starterowych wskazują na zróżnicowaną zdolność zastosowanych szczepów LAB do opanowywania badanego środowiska. Wpływ na stabilność kultury starterowej wywierał skład gatunkowy i ekotyp szczepów wchodzących w skład kultury, a także liczba szczepów LAB wchodzących w jej skład. Stwierdzono, że gatunek *Lactobacillus plantarum* jest bardzo konkurencyjny wobec pozostałych gatunków. Zaobserwowano korzystny wzajemny wpływ obecności w inokulum szczepów należących do gatunku *Weissella confusa* i *Pediococcus acidilactici*. Dotyczy to pochodzącego z zakwasów jęczmiennych szczepu *W. confusa* 7 i *P. acidilactici* KKP 1805 wyizolowanego z owsa a także *P. acidilactici* wyizolowanego z jęczmienia.

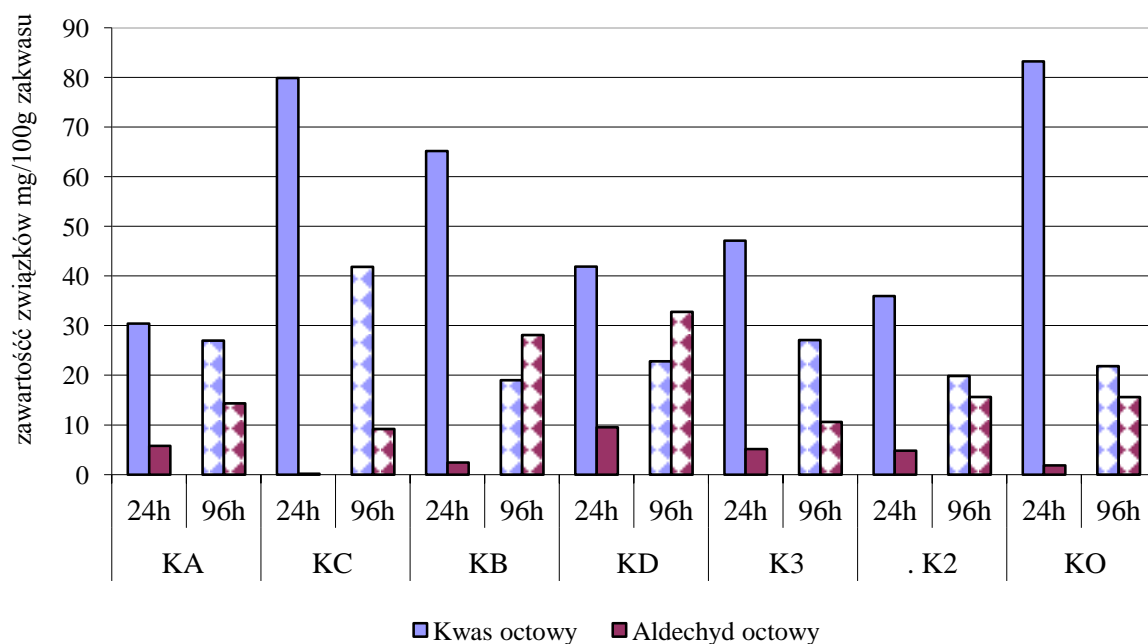
Spośród szczepów izolowanych z przefermentowanej mąki owsianej, szczepy *L. plantarum* KKP 1797 i *L. plantarum* KKP 1803 AU7 były jednymi reprezentantami pięcioskładnikowej kultury starterowej KA w zakwasie jęczmienno-owsianym po czterech dobach trwania procesu fermentacji. Szczep *P. pentosaceus* KKP 1804 AU8 zanikał w strukturze gatunkowej badanych zakwasów między pierwszą, a czwartą dobą trwania doświadczenia, natomiast szczepy *P. acidilactici* KKP 1805 AU9 i *Ln. mesenteroides* KKP 1807 AU11 nie przeżywały pierwszej doby. Szczep *P. acidilactici* KKP 1805 AU9, zastosowany jako monokultura starterowa do inicjacji procesu fermentacji badanych zakwasów (KC), wykazywał zdolność do utrzymywania się w środowisku przez pierwszą dobę. W wyniku kolejnych odświeżeń ciasta wypierany był jednak przez mikroflorę autochtoniczną. Między innymi w 96-tej godzinie doświadczenia zaobserwowano obecność autochtonicznego szczepu *P. pentosaceus* (ocena na podstawie porównania pozycji prążka szczepu autochtonicznego i szczepu *P. pentosaceus* KKP 1804 AU8).

Zastosowanie jako składnika kultury starterowej szczepu należącego do gatunku *Pediococcus acidilactici* lecz izolowanego z zakwasów jęczmiennych (*Pediococcus acidilactici* 2) skutkowało utrzymaniem się inokulum w badanym środowisku w czasie czterech dni trwania procesu fermentacji (K2 i K3). Użycie tego szczepu w połączeniu ze szczepem *W. confusa* 7 (K3) pozwoliło na skuteczną kontrolę rozwoju mikroflory autochtonicznej co wskazuje na celowość jej stosowania.

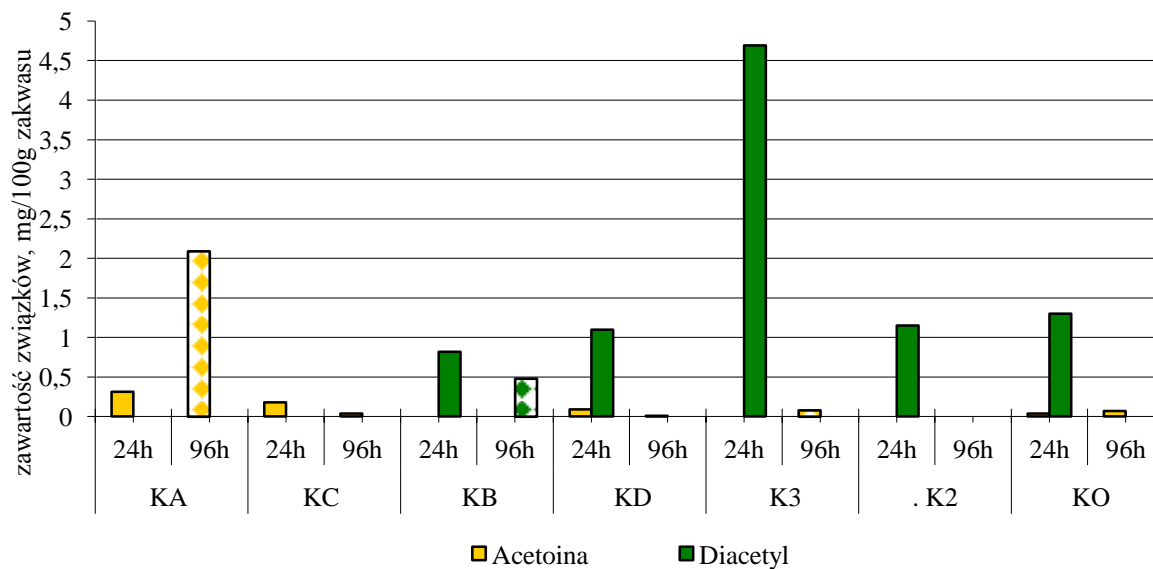
5.4. Badanie przydatności kultur do kształtowania cech sensorycznych zakwasów na podstawie ich zdolności do syntezy związków wpływających na aromat pieczywa.

Zdolność kultur starterowych do syntezy związków wpływających na aromat pieczywa oceniano na podstawie zawartości kwasu octowego i poszczególnych ubocznych produktów fermentacji w zakwasach, oznaczonych metodą chromatografii gazowej. Wyniki przedstawiono na rysunkach 1, 2 3.

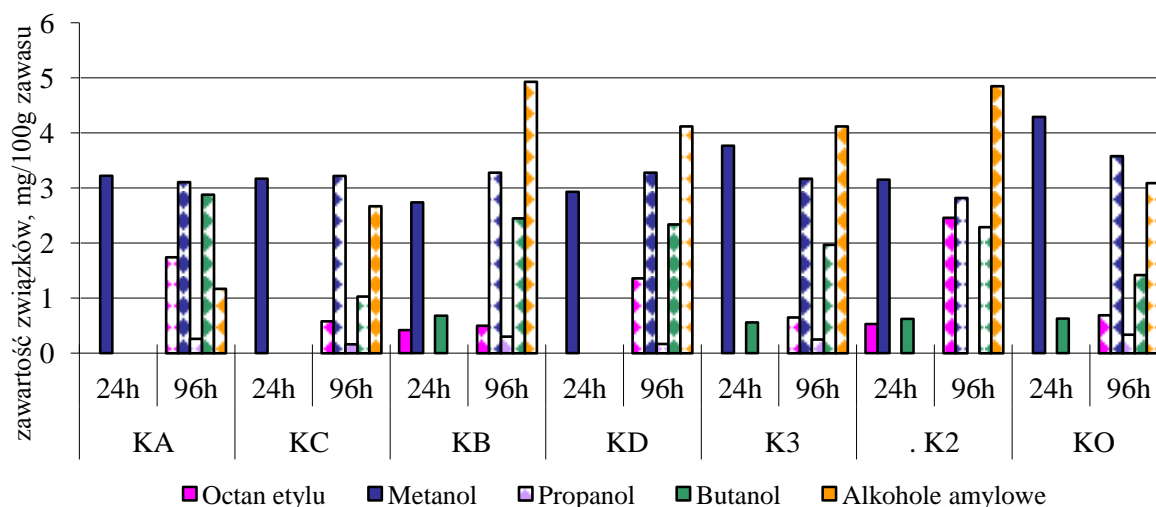
Rys.1. Wpływ kultury starterowej na zawartość kwasu octowego i aldehydu octowego w zakwasach jęczmienno-owsianych



Rys. 2. Wpływ kultury starterowej na zawartość związków kształtujących aromat w zakwasach jęczmienno-owsianych



Rys. 3. Wpływ kultury starterowej na zawartość związków kształtujących aromat w zakwasach jęczmienno- owsianych



Zawartość kwasu octowego w zakwasach owsiano-jęczmiennych różniła się przede wszystkim po 24 godzinach fermentacji, najwięcej kwasu octowego stwierdzono w zakwasie spontanicznym – 83,2 mg/100g , a następnie w zakwasach z kulturą starterową C i kulturą B. Po 96 godzinach fermentacji zawartość kwasu mlekowego we wszystkich zakwasach uległa zmniejszeniu , pojawił się w nich natomiast aldehyd octowy na poziomie od około 9 mg/100g do blisko 33 mg/100g w przypadku zakwasu z kulturą starterową KD.

Zwraca uwagę stosunkowo duża zawartość diacetylu tj. 4,7 mg/100g w zakwasie z kulturą starterową K3, związek ten w dużym stopniu kształtuje przyjemny, mleczny zapach.

Butanol był obecny po 24 h fermentacji w zakwasach z kulturą starterową KB, K2, K3 i K0 (próba kontrolna), natomiast we wszystkich zakwasach był wykrywany po 96 godzinach, pojawiły się w zakwasach również alkohole amyłowe.

5.5. Ocena przydatności szczepów LAB stosowanych w kulturach mieszanych do otrzymywania zakwasów owsiano-jęczmiennych:

- badanie cech smakowo- zapachowych oraz właściwości fizyko-chemicznych otrzymanych z ich udziałem zakwasów.

W tabeli 7 przedstawiono ocenę sensoryczną zakwasów owsiano-jęczmiennych otrzymanych z udziałem poszczególnych kultur starterowych po fermentacji zakwasów odświeżanych co 24 h, w temperaturze 25°C.

Tabela 7. Ocena sensoryczna zakwasów owsiano-jęczmiennych otrzymanych z udziałem poszczególnych kultur starterowych, fermentacja w temperaturze 25°C.

kultura starterowa	Ocena zakwasów po 24 h i po odświeżeniu			
	24 h	48 h	72 h	96 h
K 0	z: mączny, trawiasty, lekko gnilny k: zwarta b: beżowa	z: wyraźnie kwaśny, lekko stęchły k: gęsta b: beżowa	z: owocowo – estrowy, kwaśny, octowy k: gęstej śmietany b: beżowa	z: roślinny, mleczny k: gęsta b: beżowa
K 2	z : łagodny, nuta trawiasta k: zwarta, gęsta b: beżowa	z: kwiatowy, kwaśny, octowy k: gęsta b: beżowa	z: octowy, kwaśny, mleczny k: gęstej śmietany b: beżowa	z: lekko octowy, mleczny, roślinny k: gęsta b: beżowa
K 3	z: łagodny, kwaskowy, mleczny k: bardzo zwarta b: beżowa	z: kwaśny ostry octowy, lekko kwiatowy, mleczny k: gęsta b: beżowa	z: acetonu, mączny, lekko kwaśny k: gęstej śmietany b: beżowa	z: lekko octowy, mleczny, roślinny k: gęsta b: beżowa
K A	z: łagodny, kwaśny k: gęstej śmietany b: beżowa	z: kwaśny, ostry, mleczny k: gęsta b: beżowa	z: kwaśny, ostry, mleczny, octowy k: gęstej śmietany b: beżowa	z: lekko kwaśny, mleczny, mączny k: średnio gęsta b: beżowa
K B	z: octowy, łagodny, kwaśny k: rozluźniona b: beżowa	z: ostry, kwaśny, octowy k: gęsta b: beżowy rozwarstwiony	z: owocowo-estrowy , kwaśny, roślinny k: gęstej śmietany b: beżowa	z: lekko kwaśny, mleczny, roślinny, mączny k: gęsta b: beżowa
K C	z: łagodny, kwaśny, mączny k: luźnej śmietany b: beżowa	z: kwaśny, ostry, mleczny, octowy k: gęsta b: beżowa	z: kwaśny, ostry, octowy, roślinny k: gęstej śmietany b: beżowa	z: roślinny, mączny k: gęsta b: beżowa
K D	z: łagodny, nuta mączna k: rozluźniona b: beżowa	z: kwaśny ostry octowy, lekko kwiatowy, mleczny k: gęsta b: beżowa	z: kwiatowy, estrowy, lekko kwaśny, mleczny k: gęstej śmietany b: beżowa	z: lekko acetonowy, mleczny, octowy, kwaśny k: gęsta b: beżowa

z: zapach; k: konsystencja, b: barwa

K 0 – zakwas kontrolny (bez dodatku kultury starterowej)

K 2 – kultura mieszana do zakwasów jęczmiennych: *P.acidilactici* 2 + *W. cibaria* 3 + *W.confusa* 7,

K 3– kultura mieszana do zakwasów jęczmiennych: *P.acidilactici* 2 + *W. confusa* 7,

K A – kultura mieszana owsiana: *L. plantarum* KKP 1797 + *L.plantarum* KKP 1803 + *P.pentosaceus* KKP 1804 + *P. acidilactici* KKP 1805 + *L. mesenteroides* KKP 1807

K B – kultura jednoskładnikowa: *Weissella confusa* 7

K C – kultura jednoskładnikowa: *Pediococcus acidilactici* KKP 1805

K D – Kultura dwuskładnikowa: *Pediococcus acidilactici* KKP 1805 + *Weissella confusa* 7

Właściwości organoleptyczne zakwasów owsiano-jęczmiennych, otrzymanych po 24 godzinach fermentacji z udziałem poszczególnych kultur starterowych podlegały zróżnicowaniu zwłaszcza pod względem zapachu i struktury (konsystencji) po fermentacji. Wyraźnie nieprzyjemne odczucia organoleptyczne obserwowano w odniesieniu do zapachu zakwasu otrzymanego w wyniku fermentacji spontanicznej, który dopiero po drugim odświeżeniu uzyskał charakterystyczne nuty octowe i kwaśne.

Tabela 8. Ocena fizykochemiczna zakwasów owsiano-jęczmiennych otrzymanych z użyciem poszczególnych kultur starterowych, w wyniku trwającej przez 24 h jednostopniowej fermentacji w temperaturze 25°C oraz po odświeżaniu.

Kultura starterowa	pH				Kwasowość ogólna [°kw]			
	24h	odświeżenie			24h	odświeżenie		
		48h	72h	96h		48h	72h	96h
K 0	3,62	3,56	3,42	3,48	13,12	15,35	15,13	14,65
K 2	3,54	3,45	3,44	3,44	13,48	14,30	14,46	14,72
K 3	3,53	3,43	3,45	3,45	14,52	14,26	14,65	14,48
K A	3,34	3,42	3,45	3,45	17,01	16,40	15,60	14,32
K B	3,65	3,48	3,46	3,46	14,7	14,1	14,60	14,20
K C	3,32	3,38	3,42	3,42	17,42	16,08	15,25	14,34
K D	3,35	3,37	3,49	3,49	16,73	15,56	13,38	14,18

Kwasowość ogólna zakwasów owsiano-jęczmiennych otrzymanych z kulturami starterowymi po 24 godzinach fermentacji była wyższa w przypadku zastosowania kultur starterowych złożonych ze szczepów wyizolowanych z zakwasów owsianych. Stabilną kwasowością (po każdym odświeżeniu) utrzymującą się na poziomie około 14,5 stopni charakteryzował się zakwas otrzymany z udziałem kultury starterowej K3.

W zakwasach oznaczono zawartość kwasu mlekowego (tabela 9).

Tabela 9. Ilość kwasu mlekowego w wybranych zakwasach owsiano-jęczmiennych po 24 h fermentacji

Kultura starterowa	Ilość kwasu mlekowego (g/100g)		
	Kwas D - mlekowy	Kwas L - mlekowy	Suma
K2	0,56	0,68	1,24
K3	0,52	0,64	1,16
KA	0,45	0,57	1,02
KB	0,30	0,38	0,68
KC	0,80	0,50	1,30
KD	0,77	0,81	1,58
Próba kontrolna K0	0,47	0,46	0,93

Najwięcej kwasu mlekowego stwierdzono w zakwasie otrzymanym z udziałem kultury starterowej KD zawierającej szczepy *W.confusa* 7 i *P.acidilactici* KKP 1805 wyizolowane odpowiednio – z zakwasu jęczmiennego i zakwasu owsianego. Natomiast zastosowanie szczepu *W.confusa* 7 do inicjowania fermentacji w monokulturze skutkuje znacznie mniejszym (prawie o połowę) stężeniem kwasu mlekowego w zakwasie.

Oceniono wpływ kultur starterowych na zawartość poszczególnych grup drobnoustrojów w zakwasach. Wyniki przedstawiono w tabelach 10,11,

Tabela 10. Wpływ zastosowanej kultury starterowej na liczbę bakterii fermentacji mlekowej w zakwasach owsiano-jęczmiennych po 24 h fermentacji i po odświeżaniu jedno (48 h) i trzykrotnym (96 h).

Rodzaj kultury starterowej	Liczba LAB po fermentacji (j.t.k./g)		
	24h	48h	96h
K 0	$7,0 \times 10^8$	$1,4 \times 10^9$	$1,4 \times 10^9$
K 2	$1,0 \times 10^9$	$6,0 \times 10^8$	$1,2 \times 10^9$
K 3	$1,2 \times 10^9$	$8,0 \times 10^8$	$1,9 \times 10^9$
K A	$3,1 \times 10^9$	$4,7 \times 10^9$	$2,8 \times 10^9$
K B	$8,0 \times 10^8$	$8,0 \times 10^8$	$4,0 \times 10^8$
K C	$2,7 \times 10^9$	$2,8 \times 10^9$	$3,2 \times 10^9$
K D	$2,9 \times 10^9$	$4,4 \times 10^9$	$2,1 \times 10^9$

n.w.- nie wykryto

Tabela 11. Wpływ kultury starterowej na liczbę drożdży w zakwasach owsiano-jęczmiennych po 24 h fermentacji i po odświeżaniu jedno (48h) i trzykrotnym (96 h).

Rodzaj kultury starterowej	Liczba drożdży po fermentacji (j.t.k./g)		
	24h	48h	96h
K 0	$8,0 \times 10^4$	$1,7 \times 10^7$	$1,8 \times 10^7$
K 2	$1,0 \times 10^5$	$1,6 \times 10^7$	$2,2 \times 10^7$
K 3	$6,0 \times 10^4$	$4,5 \times 10^6$	$2,0 \times 10^7$
K A	$1,4 \times 10^5$	$1,0 \times 10^7$	$1,1 \times 10^7$
K B	$1,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^6$	$1,2 \times 10^7$
K C	$1,6 \times 10^4$	$4,2 \times 10^6$	$1,0 \times 10^7$
K D	$2,8 \times 10^5$	$3,0 \times 10^6$	$2,0 \times 10^7$

n.w.- nie wykryto

Liczba bakterii fermentacji mlekowej i drożdży w zakwasach utrzymywała się na właściwym dla tego środowiska poziomie, przy czym w zakwasach, których fermentacja była inicjowana poprzez dodatek kultur starterowych już po pierwszej dobie fermentacji liczba LAB osiągała poziom 10^9 j.t.k./g.

Tabela 12. Wpływ zastosowanej kultury starterowej na liczbę pleśni w zakwasach owsiano-jęczmiennych po 24 h fermentacji i po odświeżaniu jedno (48h) i trzykrotnym (96 h).

Rodzaj kultury starterowej	Liczba pleśni po fermentacji (j.t.k./g)		
	24h	48h	96h
K 0	$1,0 \times 10^2$	n.w	n.w.
K 2	n.w	n.w	n.w
K 3	n.w	n.w	n.w
K A	n.w	n.w	n.w.
K B	n.w	n.w	n.w
K C	$1,0 \times 10^2$	n.w	n.w.
K D	n.w	n.w	n.w

n.w.- nie wykryto

Zastosowanie kultur starterowych skutecznie hamuje rozwój pleśni już po 24h fermentacji. Po tym czasie obecność pleśni wykryto jedynie w zakwasie fermentującym spontanicznie i z udziałem monokultury szczepu *P.pentosaceus* KKP1805.

Tabela 13. Wpływ zastosowanej kultury starterowej na liczbę bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* w zakwasach owsiano-jęczmiennych po 24 h fermentacji i po odświeżaniu jedno (48h) i trzykrotnym (96 h).

Rodzaj kultury starterowej	Liczba bakterii z rodziny <i>Enterobacteriaceae</i> po fermentacji (j.t.k./g)		
	24h	48h	96h
K 0	n.w	n.w	n.w
K 2	n.w	n.w	n.w
K 3	n.w	n.w	n.w
K A	n.w	n.w	n.w
K B	n.w	n.w	n.w
K C	n.w	n.w	n.w
K D	n.w	n.w	n.w

n.w.- nie wykryto

Obecności bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* nie wykryto w żadnym z zakwasów po 24 h fermentacji, warto zaznaczyć, że na początku fermentacji (bezpośrednio po zaszczepleniu kulturą starterową) w zakwasach stwierdzono obecność *E.coli* na poziomie $4,0 \times 10^3$ j.t.k./g i $7,4 \times 10^3$ j.t.k./g bakterii rodzaju *Salmonella*.

Tabela 14. Wpływ zastosowanej kultury starterowej na liczbę bakterii z rodzaju *Bacillus cereus* w zakwasach owsiano-jęczmiennych po 24 h fermentacji i po odświeżaniu jedno (48h) i trzykrotnym (96 h).

Rodzaj kultury starterowej	Liczba bakterii z rodzaju <i>Bacillus cereus</i> po fermentacji (j.t.k./g)		
	24h	48h	96h
K 0	$2,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	n.w
K 2	n.w	$1,0 \times 10^1$	n.w
K 3	n.w.	$1,0 \times 10^1$	n.w
K A	n.w	$3,0 \times 10^1$	n.w
K B	10jtk/10g	$2,0 \times 10^1$	n.w
K C	n.w	$1,0 \times 10^1$	n.w
K D	n.w	$1,0 \times 10^1$	n.w

n.w.- nie wykryto

Tabela 15. Wpływ zastosowanej kultury starterowej na liczbę bakterii z rodzaju *Bacillus subtilis* w zakwasach owsiano-jęczmiennych po 24 h fermentacji i po odświeżaniu jedno (48h) i trzykrotnym (96 h).

Rodzaj kultury starterowej	Liczba bakterii z rodzaju <i>Bacillus subtilis</i> po fermentacji (j.t.k./g)		
	24h	48h	96h
K 0	1,0x10 ¹	n.w	n.w
K 2	n.w	n.w	n.w
K 3	n.w	n.w	n.w
K A	1,0x10 ¹	n.w	n.w
K B	n.w	n.w	n.w
K C	1,0x10 ¹	n.w	n.w
K D	1,0x10 ¹	n.w	n.w

n.w.- nie wykryto

Zastosowanie kultury starterowej do inicjowania fermentacji zakwasów wpłynęło na wyeliminowanie obecności pleśni (we wszystkich zakwasach poza zakwasem kontrolnym oraz otrzymanym z kulturą starterową KC, nie stwierdzono obecności bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae*, wykryto natomiast obecność bakterii przetrwalnikujących z rodzaju *Bacillus*; *Bacillus subtilis* był obecny w zakwasach po 24 fermentacji, natomiast *Bacillus cereus* po 48h fermentacji rozwijał się we wszystkich badanych zakwasach, natomiast nie był obecny po 4 dobach fermentacji.

Ze względu na niższą zawartość β -glukanu w mące owsianej zakwasy w większości otrzymywano z mąki jęczmiennej. Do badań wytypowano kulturę starterową K3.

5.6. Ocena możliwości zwiększenia atrakcyjności rynkowej ekologicznych zakwasowych wyrobów piekarskich z udziałem mąki jęczmiennej i owsianej

Możliwość zwiększenia atrakcyjności dla konsumentów wyrobów owsiano-jęczmiennych zakładano osiągnąć poprzez urozmaicenie asortymentu (chleb tostowy, paluszki chlebowe) oraz poprzez zwiększenie zawartości składników bioaktywnych: błonnika pokarmowego i β -glukanu, w celu możliwości umieszczenia na etykiecie oświadczeń zdrowotnych i żywieniowych.

5.6.1 Badania w skali mikrotechnicznej

W badaniach w skali laboratoryjnej (mikrotechnicznej) opracowano i oceniono receptury wyrobów piekarskich z udziałem mąki jęczmiennej i owsianej.

Opracowanie składu i receptury tostowego pieczywa pszenno-jęczmiennego i pszenno-jęczmiennie-owsianego. Próby obejmowały szereg receptur opisanych poniżej, szczegółowe receptury przedstawiono w tabelach 16,17,i 18.

1. Chleb tostowy pszenno-jęczmienny (60:40) na zakwasie jęczmiennym (30% mąki w zakwasie) z dodatkiem inuliny (8%), gumy guar (1%), mleka odtłuszczonego w proszku (3%) i margaryny (6%)
2. Chleb tostowy pszenno-jęczmienny (60:40) na zakwasie jęczmiennym (30% mąki w zakwasie) z dodatkiem mleka odtłuszczonego w proszku (3%), cukru (3%) i margaryny (6%)
3. Chleb pszenny tostowy (próba zerowa) z dodatkiem mleka odtłuszczonego w proszku (3%), cukru (3%) i margaryny (6%)
4. Chleb tostowy pszenno-jęczmiennie-owsiany (60:30:10- płatki owsiane) na zakwasie jęczmiennym (30% mąki w zakwasie) z dodatkiem inuliny (8%) i gumy guar (1%), mleka odtłuszczonego w proszku (3%) i margaryny (6%)
5. Chleb tostowy pszenno-jęczmiennie-owsiany (60:30:10- płatki owsiane) na zakwasie jęczmiennym (30% mąki w zakwasie) z dodatkiem mleka odtłuszczonego w proszku (3%), cukru (3%) i margaryny (6%)- próba zerowa
6. Chleb tostowy pszenno-jęczmienny (60:40) na zakwasie jęczmiennym (20% mąki w zakwasie) z dodatkiem inuliny (8%), cukru (3%), gumy guar (1%), mleka odtłuszczonego w proszku (3%) i margaryny (6%)
7. Chleb tostowy pszenno-jęczmiennie-owsiany (60:30:10- płatki owsiane) na zakwasie jęczmiennym (30% mąki w zakwasie) z dodatkiem inuliny (8%) i gumy guar (0,5%), mleka odtłuszczonego w proszku (3%) i margaryny (6%) jak pr.4 ze zmniejszoną ilością gumy guar.
8. Chleb tostowy pszenno-jęczmiennie-owsiany (60:30:10) na zakwasie jęczmiennie-owsianym (20% mąki w zakwasie) z dodatkiem inuliny (8%) i gumy guar (1%), mleka odtłuszczonego w proszku (3%) i margaryny (6%)
9. Chleb tostowy pszenno-jęczmiennie-owsiany (70:20:10 płatki owsiane) na zakwasie jęczmiennie-owsianym (20% mąki w zakwasie) z dodatkiem gumy guar (1%), mleka odtłuszczonego w proszku (3%), cukru (3%) i margaryny (6%)
10. Chleb tostowy pszenno-jęczmiennie-owsiany (60:20:20- płatki owsiane) na zakwasie jęczmiennie-owsianym (20% mąki w zakwasie) z dodatkiem inuliny (8%) i gumy guar (1%), mleka odtłuszczonego w proszku (3%) i oleju zamiast margaryny (6%)

W powyższych wypiekach stosowano zakwasy jęczmienne i owsiano-jęczmienne, o charakterystyce przedstawionej poniżej.

Zakwas 1

1. Mąka jęczmienna całościarna - 500 g
 2. Woda - 750 cm³
 3. Kultura starterowa 2,5- g
- Masa ogółem 1250 g

Receptury ciast przedstawiono w tabelach 16, 17, 18:

Tabela 16. Receptury pieczywa tostowego pszenno- jęczmiennego .

Skład ciast	masy poszczególnych składników ciast, g			
	1'	1	2	3
1. Zakwas 1	510	405	510	-
2. Mąka pszenna typ 550	408	324	408	680
3. Mąka jęczmienna	68	54	68	-
4. Inulina HD	54	42	-	-
5. Drożdże	27	21	27,2	27
6. Margaryna	40	32	40,8	40,8
7. Mleko w proszku odtł.	20	16	20,4	20,4
8. Cukier	-	-	20,4	20,4
9. Guma guar	13 (2%)	6,8 (1,2%)	-	-
10. Sól	10,2	8	10,2	10,2
11. Woda	286	194	200	408

Tabela 17. Receptury pieczywa pszenno- jęczmienno-owsianego tostowego.

Skład ciast	masy poszczególnych składników ciast, g			
	4	5	6	7
1. Zakwas 1	510	510	400	400
2. Mąka pszenna typ 550	408	408	480	320
3. Mąka jęczmienna	-	-	160	-
4. Płatki owsiane drobne	68	68	-	53,3
5. Inulina HD	54,4	-	64	42,7
6. Drożdże	27,2	27,2	32	21,3
7. Margaryna	40,8	40,8	48	32
8. Mleko w proszku odtł.	20,4	20,4	24	16
9. Cukier	-	20,4	24	-
10. Guma guar	6,8	-	8	2,65
11. Sól 1,5%	10,2	10,2	12	8
12. Woda	240	170	420	150

Zakwas 2 (jęczmienno –owsiany)

1. Mąka jęczmienna całościarna	- 450 g
2. Mąka owsiana	- 450g
3. Woda	- 1350 cm ³
4. Kultur starterowa	-4,5 g
Masa ogółem	2250 g

Tabela 18. Receptury pieczywa pszenno- jęczmienno-owsianego tostowego

Skład ciast	masy poszczególnych składników ciast, g		
	8	9	10
1. zakwas jęczmienno-owsiany	400	400	400
2. Mąka pszenna typ 550	480	560	480
3. Mąka jęczmienna	160	-	-
4. Płatki owsiane drobne	-	80 dr.	160 gr.
5. Inulina HD	64	-	64
6. Drożdże	32	32	32
7. Margaryna	48	48	-
8. Olej	-	-	48
9. Mleko w proszku odł.	24	24	24
10. Cukier	-	24	-
11. Guma guar	8	8	8
12. Sól	12	12	12
13. Woda	440	440	330
Ogółem	1668	1628	1558

Charakterystykę technologiczną poszczególnych ciast przedstawiono poniżej w tabelach 19a, 19b, 19c.

Tabela 19a. Parametry technologiczne ciast

Lp.	Wyszczególnienie	1	2	3	
1.	Wydajność	181	174,4	160	
2.	Kwasowość faz				
	zakwas	kwaskowość, stopnie	14,5		
		pH	3,78		
	Ciasto	kwaskowość, stopnie	8,0	8,8	3,9
		pH	4,48	4,42	5,81
3.	Czas fermentacji ciasta w masie, min	30	30	30	
	Czas fermentacji kęsów ciasta, min	33	33	43	

Tabela 19b. Parametry technologiczne ciast

Lp.	Wyszczególnienie	4	5	6	7		
1.	Wydajność	180	170	182,5	173		
2.	Kwasowość faz						
	zakwas	kwasowość, stopnie		14,1			
		pH		3,8			
	Ciasto	kwasowość, stopnie		8,2	7,7	6,3	8,9
		pH		4,35	4,34	4,72	4,36
3.	Czas fermentacji ciasta w masie, min	30	30	30	30		
	Czas fermentacji kęsów ciasta, min	50	48	56	51		

Tabela 19c. Parametry technologiczne ciast

Lp.	Wyszczególnienie	8	9	10		
1.	Wydajność	185	185	171		
2.	Kwasowość faz					
	zakwas	kwasowość, stopnie		13,4		
	jęczmienny	pH		4,06		
	owsiano-jęczmienny					
3.	Ciasto	kwasowość, stopnie		6,2	6,6	5,4
		pH		4,87	4,61	4,64
3.	Czas fermentacji ciasta w masie, min	30	30	30		
	Czas fermentacji kęsów ciasta, min	57	50	46		

Charakterystykę jakościową otrzymanego pieczywa przedstawiono w tabelach 20 a i 20b.

Tabela 20 a. Charakterystyka jakościowa chleba tostowego

Lp	Wyszczególnienie	1	2	3	4	5
1.	Wydajność (masa chleba ze 100 g mąki)	170,9	162,3	147,7	170,3	158,9
2.	Objętość, cm ³ /100g pieczywa	330	269	471	359	274
3.	Objętość, cm ³ /100 g mąki	564	437	696	611	435
4.	Wilgotność miękiszu, %	46,5	44,2	43,7	46,4	44,9
5.	Kwasowość miękiszu, stopnie	5,2	5,3	1,6	5,5	5,0
6.	Twardość (Instron), G	700	1660	650	910	1650

Tabela 20 b. Charakterystyka jakościowa chleba tostowego

Lp	Wyszczególnienie	6	7	8	9	10
1.	Wydajność (masa chleba ze 100 g mąki)	177,8	166,3	174,6	165,5	163,4
2.	Objętość, cm ³ /100g pieczywa	395	339	425	429	328
3.	Objętość, cm ³ /100 g mąki	702	564	742	710	536
4.	Wilgotność miękiszu, %	45,5	44,4	48,0	49,3	44,6
5.	Kwasowość miękiszu, stopnie	4,2	5,8	3,7	3,7	3,7
6.	Twardość (Instron), G	700	1250	550	425	1100

Z przygotowanego według receptury 5 i 6 ciasta otrzymano pieczywo przekąskowe typu paluszki grissini, które wypiekano w temperaturze 320 przez 6 minut.

Przeprowadzono ocenę sensoryczną otrzymanego wyrobu; oceniając zapach, wygląd zewnętrzny i smak, stosując 9-punktową skalę w ocenie hedonicznej: od zdecydowanie nie lubię – 1 punkt do bardzo lubię 9 punktów.



Fot. 5. Paluszki smakowe typu grissini

Ocena organoleptyczna otrzymanych wyrobów przedstawiona jest w tabeli 21.

Tabela 21. Ocena organoleptyczna pieczywa

Oznaczenie pieczywa	Ocena pieczywa	
	uwagi	Ocena /suma punktów
1.tostowy pszenno-jęczmienny (60:40) na zakwasie jęczmiennym z inuliną	Z. słodowy, słodki, mączny, kwiatowy S. kwaśny, przypieczony, słodowy	7,0
2.tostowy pszenno-jęczmienny (60:40) na zakwasie jęczmiennym	Z. słodowy, słodki, S. kwaśny, słodowy, mączny	7,75
3. pszenno tostowy (próba zerowa)	Z. słodki, mączny, S. kwaśny, słodki, orzechowy,	7,0

	gorzki	
4.tostowy pszenno-jęczmiennowo-owsiany z inuliną	Z. kwaśny, słodowy S. kwaśny, orzechowy	8,25
5.tostowy pszenno-jęczmiennowo-owsiany na zakwasie jęczmiennym (30%)	Z. kwaśny, słodowy S. kwaśny, słodowy, piwny	7,0
6.tostowy pszenno-jęczmienny (60:40) na zakwasie jęczmiennym (20%) z inuliną	Z. kwaśny, słodowy S. kwaśny, orzechowy, gorzki	8,5
7.tostowy pszenno-jęczmiennowo-owsiany na zakwasie jęczmiennym (30%) z inuliną (8%) i gumą guar	Z. kwaśny, słodowy S. kwaśny, słodki, orzechowy, gorzki	7,5
8.tostowy pszenno-jęczmiennowo-owsiany na zakwasie jęczmiennowo-owsianym (20% mąki w zakwasie) z inuliną i gumą guar,	Z. kwaśny, słodowy S. słodowy, orzechowy, słodki, gorzki	7,5
9.tostowy pszenno-jęczmiennowo-owsiany (70:20:10 płatki owsiane) na zakwasie jęczmiennowo-owsianym (20%)	Z. kwaśny, słodowy S. kwaśny, orzechowy, kwaśny	8,0
10.tostowy pszenno-jęczmiennowo-owsiany (z płatkami owsianymi) na zakwasie jęczmiennowo-owsianym (20% mąki w zakwasie) z dodatkiem inuliny i gumą guar i oleju zamiast margaryny (6%)	Z. kwaśny, S. kwaśny, orzechowy, słodki, gorzki	6,75
Paluszki grissini z ciasta 5 (z dodatkiem płatków owsianych)	Zapach. Przypieczony, słodowy, Smak. – przypieczony, orzechowy, słony, kwaśny, słodowy	8,0
Paluszki grissini z ciasta 6	Zapach. Przypieczony, słodowy, Smak. – przypieczony, słony, kwaśny, słodowy	8,5

Pieczywo otrzymane z 30% udziałem maki wprowadzonej w zakwasie charakteryzowało się mniejszą objętością niż pieczywo z 20% udziałem mąki ukwaszonej, kwasowość miększu tego pieczywa była wyższa. Wprowadzenie do receptury płatków owsianych zwiększyło wilgotność miększu. Walory organoleptyczne chlebów oceniono wysoko, dodatek inuliny, będącej składnikiem oddziaływującym prebiotycznie wpływa korzystnie na smak i zapach pieczywa.

5.6.2. Badania w skali technicznej w wybranych piekarniach.

Receptury pieczywa wykonywanego w skali technicznej opracowano w oparciu o wyniki prób w skali laboratoryjnej wprowadzając pewne modyfikacje. Podstawą modyfikacji były receptury 4 i 9.

Zakwas do wypieków w piekarni przygotowano z mąki jęczmiennej z udziałem kultury starterowej (0,5%), wydajność zakwasu 250.

Poniżej przedstawiono rodzaje wypiekanego pieczywa w piekarni I oraz receptury (w tabelach).

Chleb I V- tostowy pszenno-jęczmienno-owsiany (70:20:10 płatki owsiane) na zakwasie jęczmiennym (20%)

Chleb II V- chleb pszenno-jęczmienno-owsiany (50:30:20 20% mąki jęczmiennej w zakwasie, 10% nieukwaszonej; płatki owsiane 20%, dodatek gumy ksantanowej i mleka

Chleb III V- tostowy pszenno-jęczmienno-owsiany (60:30:10- płatki owsiane) na zakwasie jęczmiennym (30% mąki w zakwasie) z dodatkiem inuliny (8%)

Tabela 22. Receptury pieczywa pszenno-jęczmienno- owsianego

Składniki ciasta	Chleb I V	Chleb II V	Chleb III V
zakwas jęczmienny	2,5 kg	2,5 kg	3,75 kg
Mąka pszenna typ 550	3,5 kg	2,5 kg	3,0 kg
Mąka jęczmienna	-	0,5 kg	-
Płatki owsiane drobne	0,5 kg	1,0 kg	0,5 kg
Inulina	-	-	0,4 kg
Drożdże	0,2 kg	0,2 kg	0,2 kg
Margaryna	0,3 kg	0,3 kg	-
Mleko w proszku odtłuszczone	0,15 kg	0,15 kg	0,15 kg
Cukier	0,15 kg	0,15 kg	-
Guma ksantanowa	50 g	50 g	50 g
Sól	75 g	75 g	75 g

W kolejnej serii badań przeprowadzono optymalizację receptury, przygotowania i prowadzenia ciasta oraz wypieku.

Tabela 23. Receptura pieczywa pszenno-jęczmienno- owsianego

Składniki ciasta	II V d.	III V d.
1. Kwas jęczmienny	2,5 kg	3,75 kg
2. Mąka pszenna typ 550	2,5 kg	3,0 kg
3. Mąka jęczmienna	0,5 kg	-
4. Płatki owsiane drobne	1,0 kg	0,5 kg
5. Inulina	-	0,4 kg
6. Drożdże	0,2 kg	0,2 kg
7. Margaryna	-	-
8. Mleko w proszku odtłuszcz	0,15 kg	0,15 kg
9. Cukier	-	-
10. Guma ksantanowa	50 g	50 g
11. Sól	75 g	75 g
12. Woda	2,5 l	1,9 l

Tabela 24. Charakterystyka jakościowa chleba pszenno-jęczmienno- owsianego

Lp	Wyszczególnienie	Oznaczenie pieczywa				
		Chleb I V	Chleb II V	Chleb III V	Chleb II V d	Chleb III Vd
1.	Objętość, cm ³ /100g pieczywa	248	236	325	253	241
2.	Wilgotność mięszu, %	49,4	48,1	47,3	48,3	49,6
3.	Kwasowość mięszu, stopnie	4,9	4,0	4,0	4,6	3,8
4.	Twardość, po 24 h (Instron), [G]	2850	2900	1150	3600	3400
	[N]	27,96	28,45	11,28	35,32	33,35
	po 5 dobach (Instron), [G]	-	-	-	4250	-
	[N]	-	-	-	41,69	-

Chleby I i II z d-doskonalone warunki przygotowania ciast, ich rozrostu, wypieku

Tabela 25. Ocena organoleptyczna pieczywa pszenno-jęczmienno-owsianego

Wyróżniki oceny jakości	Wariant pieczywa		Wariant pieczywa po optymalizacji	
	II V	III V	IIId V	IIIId V
Wygląd zewnętrzny	2,5	3,0	2,33	4,0
Barwa skórki	2,5	2,75	3,0	3,0
Grubość skórki	3,0	3,25	3,3	4,33
Pozostałe cechy skórki (pęcherze, pęknięcia)	1,5	2,75	2,33	3,0
smak	3,5	4,75	4,0	4,33
zapach	3,5	4,0	4,66	5,33
Elastyczność miększu	3,0	3,5	4,33	3,67
Porowatość miększu	1,75	2,0	1,66	2,33
Pozostałe cechy miększu (spójność i kruchość)	1,5	2,0	2,33	2,67
Suma punktów	22,75	28	27,94	32,67

Tabela 25a Ocena sensoryczna pieczywa pszenno-jęczmienno-owsianego – wariant I V z opiekaniem

Nr próby	Ocena organoleptyczna chleb I V					
	Kształt i wygląd	skórka	Miękisz nieopiekany	Miękisz opiekany	Smak/ zapach	Ogółem pkt.
I	3,75	4,67	3,75	4,5	4,5/4,75	24,5

Tabela 26. Ocena sensoryczna pieczywa przekąskowego pszenno-jęczmienno-owsianego, paluszków grissini

Wyróżniki oceny	Paluszki smakowe typu grissini z ciasta I	Paluszki smakowe typu grissini z ciasta II	Paluszki smakowe typu grissini z ciasta III
Wygląd zewnętrzny	grubość paluszków nie jest równomierna na całej długości, rumiane	grubość paluszków nie jest równomierna na całej długości, rumiane	grubość paluszków nie jest równomierna na całej długości, rumiane
Smak	smak przypieczony, słony , gorzki, kwaśny	smak przypieczony, słony , gorzki, kwaśny, orzechowy	smak przypieczony, słodki, słony , gorzki, kwaśny
Zapach	przypieczony, słodowy,	przypieczony, słodowy	przypieczony, słodowy
Chrupkość	chrupkie	chrupkie	chrupkie
ocena hedoniczna	8	8	8,5



Fot. Wypiek pieczywa typu paluszki grissini w piekarni

Wszystkie warianty paluszków były bardzo atrakcyjne pod względem smakowo-zapachowym. Dominującą nutą smakowo-zapachową był wyróżnik opisany jako „przypieczony”. Paluszki charakteryzowały się dużą chrupkością.

Pieczywo przygotowane poprzez wprowadzenie całej przewidzianej recepturą ilości mąki jęczmiennej w postaci zakwasu oraz zawierające inulinę oceniono najwyżej w ocenie organoleptycznej.

Ocena mikrobiologiczna pieczywa

Posiewy pieczywa wykonywano po dwóch dobach od wypieku. Objawy mikrobiologicznego zepsucia pieczywa tostowego pszenno-jęczmiennego-owsianego pojawiały się po 7-8 dobach przechowywania, w I i III wariantcie doświadczeń. Najdłuższą trwałością odznaczał się chleb wg II receptury (chleby oznaczone: II V i II d V).

Tabela 27. Ocena mikrobiologiczna pieczywa pszenno-jęczmiennego-owsianego

Grupy drobnoustrojów	Próbki pieczywa, liczba komórek (j.t.k/ml)				
	chleb I V	chleb II V	chleb III	chleb IIId V	chleb IIIId V
LAB	$2,0 \times 10^1$	$1,4 \times 10^1$	$1,1 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$2,4 \times 10^1$
ogólna liczba bakterii	$3,0 \times 10^3$	$2,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$
bakterie przetrwalnikujące	$2,6 \times 10^1$	n.w.	n.w.	$2,0 \times 10^1$	n.w.
<i>Bacillus cereus</i>	$1,0 \times 10^1$	n.w.	$1,0 \times 10^1$	$2,0 \times 10^1$	n.w.
<i>Bacillus subtilis</i>	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
drożdże	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
pleśnie	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
bakterie z grupy coli	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
bakterie rodzaju <i>Salmonella</i>	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.	n.w.
Trwałość, objawy pleśnienia po dobach	po 7 dobach	po 10 dobach brak oznak	po 10 dobach brak oznak	po 8 dobach brak oznak	po 8 dobach oznaki pleśnienia

Pieczywo otrzymane w piekarni I charakteryzowało się dobrą jakością mikrobiologiczną tj. niską zawartością bakterii, a także brakiem pleśni, co skutkowało dobrą trwałością.

Biorąc pod uwagę dużą zawartość składników podwyższających wartość odżywczą chleba jak inulina, płatki owsiane oraz mąka jęczmienna, które negatywnie wpływają m.in. na objętość pieczywa, a także na właściwości reologiczne ciasta m.in. jego elastyczność i odporność na zrywanie w badaniach ekstensograficznych, jakość pieczywa oceniono jako właściwą.

Otrzymywanie i optymalizacja technologii w skali technicznej w piekarni II.

W piekarni wykonano próby włączenia w skład pieczywa mąki orkiszowej, charakteryzującej m.in. wysoką zawartością białka, NNKT i składników mineralnych.

Receptury pieczywa przedstawiono w tabelach 28 i 32.

Tabela 28. Receptura pieczywa

Składniki pieczywa	Chleb I P	Chleb II P
1. zakwas jęczmienny	5 kg	5 kg
2. mąka orkiszowa	-	5 kg
3. mąka pszenna typ 550	5 kg	2 kg
4. mąka jęczmienna całościarna	1 kg	-
5. płatki owsiane drobne	2 kg	1 kg
6. drożdże	0,4 kg	0,4 kg
7. sól	0,15 kg	0,15 kg
8. guma ksantanowa	0,1 kg	0,1 kg
Masa ciasta	165 kg	174 kg

Tabela 29. Charakterystyka jakościowa chleba orkiszowo- jęczmienno- owsianego

Lp	Wyszczególnienie	Chleb I P	Chleb II P
1.	Wydajność (masa chleba ze 100 g mąki)	144	152
2.	Objętość, cm ³ /100g pieczywa	193	238
3.	Objętość, cm ³ /100 g mąki	264	362
4.	Wilgotność miększu, %	48,5	48,7
5.	Kwasowość miększu, stopnie	4,4	4,0
6.	Twardość (Instron), G [N]	2750 28,03	3350 34,14

Tabela 30. Ocena organoleptyczna pieczywa orkiszowo-jęczmienno- owsianego

Wyróżniki oceny jakości	I P	II P
Wygląd zewnętrzny	2,5	2,75
Barwa skórki	3,0	3,0
Grubość skórki	3,5	3,5
Pozostałe cechy skórki (pęcherze, pęknięcia)	3,75	4,0
smak	4,75	5,0
zapach	5,0	5,25
Elastyczność miększu	2,75	3,0
Porowatość miększu	2,0	2,0
Pozostałe cechy miększu (spójność i kruchość)	2,25	2,5
Suma punktów	29,5	31

Tabela 31. Ocena mikrobiologiczna pieczywa

Grupy drobnoustrojów	Próbki pieczywa, Liczba komórek (j.t.k/ml)	
	chleb I P	chleb II P
LAB	4,0x10 ¹	1,0x10 ²
ogólna liczba bakterii	2,2x10 ³	3,4x10 ³
Przetrwalniki	1,0x10 ¹	1,0x10 ¹
<i>Bacillus cereus</i>	n.w.	n.w.
<i>Bacillus subtilis</i>	n.w.	n.w.
bakterie z rodzaju <i>Leuconostoc</i>	n.w.	n.w.
drożdże	n.w.	n.w.
pleśnie	n.w.	n.w.
bakterie z grupy coli	n.w.	n.w.
bakterie <i>Salmonella</i>	n.w.	n.w.
Trwałość, objawy pleśnienia po dobach	po 7 dobach brak oznak pleśnienia	po 7 dobach brak oznak pleśnienia

Tabela 32. Receptura pieczywa, optymalizacja

Składniki pieczywa	Id P tostowy	IId P	IIId P
1. zakwas jęczmienny	5 kg	5 kg	7,5 kg
2. Mąka orkiszowa	-	3 kg	-
3. Mąka pszenna typ 550	6 kg	4 kg	5 kg
4. Płatki owsiane mielone	2 kg	1 kg	2 kg
5. Drożdże	0,4 kg	0,4 kg	0,4 kg
6. Sól	0,15 kg	0,15 kg	0,15 kg
7. Guma guar	0,1 kg	-	0,1 kg
8. Mleko w proszku	0,25 kg	-	-
9. Margaryna	0,5 kg	-	-
10. Woda	1,2	3,0	1,6

Tabela 33. Charakterystyka jakościowa chleba

Lp	Wyszczególnienie	Id P tostowy	IId P	IIId P
1.	Objętość, cm ³ /100g pieczywa	448	288	298
2.	Wilgotność miększu, %	44,4	43,6	45,8
3.	Kwasowość miększu, stopnie	3,7	4,5	4,7
4.	Twardość (Instron), [G] [N]	975 9,56	3225 31,64	2050 20,11

Tabela 34. Ocena organoleptyczna pieczywa

Wyróżniki oceny jakości	IIIdP	IIIIdP
Wygląd zewnętrzny	4,75	4,75
Barwa skórki	3,0	3,0
Grubość skórki	3,75	3,75
Pozostałe cechy skórki (pęcherze, pęknięcia)	3,75	4,0
smak	5,25	5,5
zapach	5,125	5,25
Elastyczność mięksizu	3,0	3,75
Porowatość mięksizu	2,25	2,5
Pozostałe cechy mięksizu (spójność i kruchość)	2,25	2,75
Suma punktów	33,125	35,25

Tabela 35. Ocena organoleptyczna pieczywa tostowego Id P z opiekaniem

Nr próby	Ocena organoleptyczna						
	Kształt i wygląd	skórka	Miękisz nieopiekany	Miękisz opiekany	Smak	zapach	Ogółem pkt. (max 30)
Id P	5	4,75	4,5	5,0	4,7	5,0	29

Zaobserwowano, że wprowadzenie do receptury ciasta mąki orkiszowej w miejsce mąki pszennej wpłynęło na zwiększenie jego twardości. Biorąc pod uwagę dużą zawartość składników zwiększających funkcjonalność pieczywa jego walory smakowo zapachowe oceniono wysoko.

Tabela 36. Ocena mikrobiologiczna pieczywa pszenno-jęczmienno-owsianego

Grupy drobnoustrojów	Próbki pieczywa, liczba komórek (j.t.k/ml)		
	chleb Id P	chleb IIId P	chleb IIIId P
LAB	$2,0 \times 10^1$	$3,0 \times 10^1$	$3,0 \times 10^1$
ogólna liczba bakterii	$1,3 \times 10^3$	$6,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$
Bakterie przetrwalnikujące	$2,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$
<i>Bacillus cereus</i>	n.w.	n.w.	n.w.
<i>Bacillus subtilis</i>	n.w.	n.w.	n.w.
bakterie rodzaju	n.w.	n.w.	n.w.

Leuconostoc			
drożdże	n.w.	n.w.	n.w.
Pleśnie	n.w.	n.w.	n.w.
bakterie z grupy coli	n.w.	n.w.	n.w.
bakterie <i>Salmonella</i>	n.w.	n.w.	n.w.
Trwałość, objawy pleśnienia po dobach	po 7 dobach oznaki pleśnienia	po 8 dobach oznaki pleśnienia	Po 8 dobach oznaki pleśnienia

n.w. nie wykryto

Objawy mikrobiologicznego zepsucia pieczywa tostowego pszenno-jęczmiennego-owsianego pojawiały się po 7-8 dobach przechowywania.

5.6. Ocena wartości odżywczej pieczywa

Otrzymane pieczywo oceniono pod względem wartości odżywczej. Określono poziom zawartości białka (metodą Kiejdahla), tłuszczu (metodą Soxhleta), popiołu (metodą grawimetryczną), wody (w wagosuszarce) a także β -glukan metodą enzymatyczną przy użyciu spektrometru Beckman. Zbadano również zawartość błonnika metodą enzymatyczno-wagową (metodą AOAC 991 43:1994), zawartość węglowodanów obliczona została jako pozostały składnik z różnicy:

$$ZWG = 100 - (ZW+ZP+ZB+ZT+ZB)$$

Gdzie odpowiednio:

ZWG – zawartość węglowodanów (g/100g)

ZW – zawartość wody (g/100g)

ZP – zawartość popiołu (g/100g)

ZB – zawartość białka (g/100g)

ZT – zawartość tłuszczu (g/100g)

ZB – zawartość błonnika (g/100g)

Do obliczeń wartości energetycznej pieczywa przyjęte zostały średnie współczynniki energetyczne Atwatera, które wynoszą odpowiednio: dla białka 4kcal/g, dla tłuszczów 9 kcal/g, dla węglowodanów 4kcal/g. Kaloryczność błonnika przyjmowana jest jako 2 kcal. Obliczenia te wykonane zostały na podstawie metody opisanej w Dzienniku Ustaw 2007/137 poz. 967.

Wartość energetyczną pieczywa pszenno-jęczmiennego przedstawiono w tabeli 37.

W tabeli umieszczono również zawartość β -glukanu, który nie był brany pod uwagę przy obliczeniu wartości odżywczej pieczywa.

Tabela 37. Składniki pokarmowe i wartość energetyczna pieczywa pszenno-jęczmiennego w przeliczeniu na 100g produktu

próbka	Zawartość składników w %							Wartość energetyczna kcal/100g
	β-glukan	błonnik	białko	popiół	tłuszcz	woda	węglowodany z różnicy	
Chleb rec. 2	0,72	5,6	8,0	1,12	2,8	44,4	38,08	220,72
Chleb rec.6	0,74	5,8	8,1	1,02	2,7	45,5	36,88	215,82
Chleb rec.4	0,70	7,8	8,2	0,97	2,6	46,4	34,03	207,92
Chleb rec.9	0,66	8,3	7,9	0,82	2,8	49,3	30,88	196,92
Chleb rec. 3	0	2,3	8,3	0,68	2,9	43,7	42,12	232,38
II V	0,82	8,5	7,9	0,78	2,7	48,1	32,02	200,98
III V	0,53	6,3	7,3	0,81	1,7	47,3	36,59	203,46
Id V	0,74	7,5	6,9	0,81	1,6	48,3	34,89	196,56
IId V	0,66	7,1	7,0	0,83	1,6	49,6	33,87	192,08
Id P	0,56	6,6	8,3	0,74	2,6	44,4	37,36	219,24
IIId P	0,71	6,3	7,4	0,92	1,7	45,8	37,88	209,02

Pieczywo pszenno-jęczmiennie-owsiane charakteryzowało się stosunkowo niską kalorycznością i wysoką zawartością błonnika pokarmowego a także β-glukanu. Najwyższą zawartość β-glukanu uzyskano w pieczywie IIV.

Najwyższą zawartość błonnika stwierdzono w pieczywie otrzymanym według receptury 9, a także w pieczywie z piekarni I oznaczonym II V, odpowiednio 8,3 i 8,5 g/ 100g produktu.

Zgodnie z Rozporządzeniem WE nr 1924/2006 wszystkie podane w tabeli 37 rodzaje pieczywa (z wyjątkiem próby zerowej wg rec. 3 - pieczywo pszenne bez dodatku produktów jęczmiennych i owsianych) mogą być opatrzone oświadczeniem żywieniowym o „**podwyższonej zawartości błonnika**”, ponieważ zawierają go co najmniej o 30% więcej w porównaniu do podobnych produktów. Większość powyżej prezentowanych chlebów (z wyjątkiem chleba wg rec. 2, 3 i 6) może być nawet oznakowana oświadczeniem żywieniowym: „**wysoka zawartość błonnika pokarmowego**”, wymienionym w załączniku do rozporządzenia (WE) nr 1924/2006, które może być stosowane gdy produkt zawiera przynajmniej 6 g błonnika na 100 g.

W odniesieniu do ww. pieczywa o dużej zawartości błonnika owsianego i lub jęczmiennego zgodnie z oświadczeniem „wysoka zawartość błonnika pokarmowego”, może być stosowane oświadczenie zdrowotne: **„błonnik jęczmienny (owsiany) przyczynia się do zwiększenia masy kału”**, wymienione w rozporządzeniu Komisji (UE) nr 432/2012 ustanawiającym wykaz 222 dopuszczonych oświadczeń zdrowotnych czyli stwierdzeń dających do zrozumienia, że istnieje udowodniony związek między żywnością będącą przedmiotem oświadczenia a zdrowiem.

Rozporządzenie Komisji (UE) nr 432/2012 zawiera także następujące oświadczenia zdrowotne odnośnie do beta-glukanu:

1. Oświadczenie: Beta-glukany pomagają w utrzymaniu prawidłowego poziomu cholesterolu we krwi.

Warunki stosowania oświadczenia zdrowotnego: oświadczenie może być stosowane wyłącznie w odniesieniu do żywności, która zawiera co najmniej 1 g beta-glukanów pochodzących z owsa, otrębów owsianych, jęczmienia, otrębów jęczmiennych lub mieszanek tych źródeł na określoną ilościowo porcję. Aby oświadczenie mogło być stosowane, podaje się informację dla konsumenta, że korzystne działanie występuje w przypadku spożywania dziennie 3 g beta-glukanów pochodzących z owsa, otrębów owsianych, jęczmienia, otrębów jęczmiennych lub mieszanek tych beta-glukanów.

2. Oświadczenie: Spożycie beta-glukanów pochodzących z owsa lub jęczmienia w ramach posiłku pomaga ograniczyć wzrost poziomu glukozy we krwi po tym posiłku.

Warunki stosowania oświadczenia zdrowotnego: Oświadczenie może być stosowane wyłącznie w odniesieniu do żywności zawierającej co najmniej 4 g beta-glukanów z owsa lub jęczmienia na każde 30 g węglowodanów przyswajalnych w określonej ilościowo porcji w ramach posiłku. Aby oświadczenie mogło być stosowane, podaje się informację dla konsumenta, że korzystne działanie występuje w przypadku spożycia beta-glukanów pochodzących z owsa lub jęczmienia w ramach posiłku.

Komisja (UE) udzieliła również zezwolenia na oświadczenie zdrowotne związane z zawartością beta-glukanów dotyczące zmniejszenia ryzyka choroby: **„Wykazano, że beta-glukan obniża/redukuje poziom cholesterolu we krwi. Wysoki poziom cholesterolu jest czynnikiem ryzyka rozwoju choroby wieńcowej serca”** (rozp. nr1048/2012). W przypadku stosowania tego oświadczenia należy podać informację dla konsumenta, że korzystne działanie występuje w przypadku spożywania dziennie 3 g beta-glukanu występującego w jęczmieniu. Oświadczenie można stosować w przypadku żywności zawierającej co najmniej 1 g beta-glukanu występującego w jęczmieniu na określoną ilościowo porcję.

Zatwierdzone oświadczenia żywieniowe i zdrowotne, mogą być stosowane przez wszystkie podmioty działające na rynku spożywczym, pod warunkiem, że spełniają szczegółowe warunki stosowania dopuszczonych oświadczeń oraz są zgodne z zasadami i wymaganiami rozporządzenia (WE) nr 1924/2006.

Podsumowanie

Opracowano receptury zakwasowego pieczywa jęczmienno- owsianego i paluszków przekąskowych typu grissini otrzymywanego z zastosowaniem wyselekcjonowanych kultur starterowych bakterii fermentacji mlekowej. Skład kultur starterowych był dobierany biorąc pod uwagę zdolność do hamowania wzrostu pleśni i innych niepożądanych drobnoustrojów w zakwasach, zdolność do syntezy metabolitów kształtujących aromat pieczywa, a także cechy fizykochemiczne i organoleptyczne zakwasów jęczmienno- owsianych. Stwierdzono także, że zastosowane jako inokulum do prowadzenia zakwasów szczepy *Pediococcus acidilactici* 2 i *W.cofusa* 7 pozostają/utrzymują się w ekosystemie zakwasu podczas odświeżania wobec tego przyczyniają się do utrzymania stałej jakości zakwasów i pieczywa.

Zastosowanie wybranej kultury starterowej o symbolu K3 do otrzymywania pieczywa pozwoliło na uzyskanie wyrobów charakteryzujących się dobrą jakością sensoryczną i trwałością.

Wszystkie opracowane receptury umożliwiają otrzymanie pieczywa, na którym można umieścić oświadczenie, że jest źródłem błonnika pokarmowego. Wysoką zawartością błonnika charakteryzowały się próbki pieczywa oznaczone: rec. 4, rec. 9. II V, III V, Id V, IId V, Id P i III dP gdyż zawierają powyżej 6g błonnika na 100g.

Najwyższą zawartość β -glukanu uzyskano w próbce II V tj.0,82g na 100g produktu. W takim chlebie korzystne działanie β -glukanu występuje w przypadku spożywania dziennie 365 g pieczywa w których znajduje się 3 g beta-glukanów. Możliwość umieszczania odpowiednich oświadczeń odnosi się również do pieczywa przekąskowego (paluszków typu grissini) otrzymanego z ciasta przygotowanego z takich samych receptur.

Zawartość beta glukanu i błonnika pokarmowego w wyrobach uzyskiwanych na podstawie opracowanych w wyniku realizacji projektu receptur może być wyższa pod warunkiem doboru surowca pieczywie.

Piśmiennictwo:

1. Arent E, Ryan L, Dal Bello F.; (2007), Impact of sourdough on texture of bread. *Food Microbiology*. 24,165-174
2. Coda R.,Casserone A., Rizzello C., Nionelli L., Cardinali G., Gobetti M. (2008) . Antifungal activity of *Wickerhamomyces anomalus* and *Lactobacillus plantarum* during sourdough fermentation . Identification of novel compounds and long-term effect during storage of wheat bread. *Appl. Environ. Micr.*77: 3484-92
3. Calabarello P., Gomez M., Rossel C.: (2007), Bread quality and dough rheology of enzyme-supplemented wheat flour. *Eur. Food Res., Technol.*, 224; 525-534
4. Corsetti A, Gobetti M, De Marco B, Balestrieri F, Paoletti F, Russi L, Rossi J.: (2000), Combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling. *J. Agric Food Chem.*, 48(7), 3044-51.
5. Flander L., Salamenkallio-Marttila M., Suortti T., Autio K. (2006): Optimization of ingredients and baking process for improved wholemeal oat bread quality. *LWT – Food Science and Technology*, 40 (5); 860-870
6. Flander L., Roau X., Morel M. H., Autio K., Seppanen-Laakso T., Kruus K., Buchert J.: Effects of laccase and xylanase on chemical and rheological properties of oat and wheat doughs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2008, 56 (14), 5732-5742.
7. Havrlentowa M., Petrulakova Z., Burgarova A., Gago F., Hlinkova A., Sturlik E.: (2011), Cereal β -glukans and their significance for preparation of functional foods-a review, *Czech J.Food Sci.*, 29, 1, 1-14
8. Karolini – Szkaradzińska Z., Subda H., Czubaszek A.: (2006) Wpływ dodatku mąki jęczmiennej na właściwości ciasta i pieczywa uzyskiwanego z mąki pszenic jarych i ozimych. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 2 (47), 124-132
9. Katina K: (2005), Sourdough: a tool for the improved flavour, texture and shelf-life of wheat bread, academic dissertation, VTT Helsinki, Finland
10. Katina K., Arendt E., Liukkonen K., Autio K., Flander L., Poutanen K (2005): Potential of sourdough for healthier cereal products. *Trends in Food Science and Technology*, , vol 16, iss.1-3,104-112
11. Kawka A. Rausch P., Świerczyński J.: (2007) Możliwość stosowania kultur starterowych do produkcji pieczywa pszenno-jęczmiennego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*. 6,(55), 219-233
12. Kawka A.: (2010) Współczesne trendy w produkcji piekarskiej –wykorzystanie owsa i

- jęczmienia jako zbóż niechlebowych. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*.3 970, 25-43
13. Kawka A., Górecka D.: (2010) Porównanie składu chemicznego pieczywa pszenno-owsianego i pszenno-jęczmiennego z udziałem zakwasów fermentowanych z udziałem zakwasów fermentowanych starterem LV2. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*.3 970), 44-55
 14. Van Kerrebroeck S. Harth H. De Viuyst. (2012) Investigation of the influence of process condition on the microbiota of spontaneous spurdough fermentations reveals insights into the choice of an appropriate starter culture. V Symposium on Sourdough. Helsinki .Finland.
 15. Marklinder I., Johansson (1996): Influence of lactic acid bacteria on technological, nutritional and sensory properties of barley sour doughbread. *Food Quality Pref.*, 7, 285-292
 16. Marklinder I., Johansson L., Haglund A., Nagel- Held B., Seibel W.: (1996), Effects of flours from different barley varieties on barley sour dough bread. *Food Quality and Preference*, 7, 275-284
 17. Meroni A., Dal Bello F., Arendt E.: (2009) Sourdough in gluten –free bread making: An ancient technology to solve a novel issue? *Food Microbiology*, 26, 676-684
 18. Miśniakiewicz M.: (2010) Wpływ procesu fermentacji na poziom zanieczyszczeń ciasta chlebowego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*.6 (73),67-82
 19. Piesiewicz H. (2009), Aspekty technologiczne produkcji pieczywa na naturalnych zakwasach. *Przegląd piekarski i Cukierniczy*. 4, 6-10
 20. Poutanen K., Flander L., Katina K., (2009) Sourdough and cereal fermentation in nutritional perspective. *Food Microbiology* 26, 693-699
 21. Waszkiewicz-Robak B., Świdorski F.: (2006) Beta glukany jako nowe, bioaktywne składniki żywności, *Materiały XXXVII Sesji Naukowej KNoŻ PAN, Gdynia 26-27 września*, 145.
 22. Zannini E., Garofalo C. Aquilanti L., Santarelli S., Silvestri, Clementi F. (2009) Microbiological and technological characterization of sourdough destined for bread making with barley flour. *Food Microbiology*, 26, 744-753



**INSTYTUT BIOTECHNOLOGII
PRZEMYSŁU ROLNO-SPOŻYWCZEGO
im. prof. Wacława Dąbrowskiego**

Sprawozdanie merytoryczne z zadania:

„Ekologiczne metody produkcji pieczywa i produktów zbożowych oraz metody wydłużania trwałości, świeżości i parametrów przechowalniczych tych wyrobów.”

Dokumentacja techniczno technologiczna chleba tostowego ekologicznego i paluszków chlebowych ekologicznych o podwyższonej zawartości błonnika(pieczyno pszenno-jęczmienno-owsiane)



Warszawa 14.11.2013

Dokumentacja techniczno technologiczna chleba tostowego ekologicznego i paluszków chlebowych ekologicznych o podwyższonej zawartości błonnika (pieczywo pszenno-jęczmiennie-owsiane)

Receptura 1

A. Opis

Chleb tostowy ekologiczny produkowany z surowców rolnictwa ekologicznego, na zakwasie jęczmiennym uzyskanym w procesie fermentacji zapoczątkowanej poprzez dodatek kultur starterowych bakterii mlekowych, z dodatkiem płatków owsianych, inuliny, drożdży, mleka odtłuszczonego w proszku, gumy guar i soli do ciasta, w bochenkach fermentujących w formach.

B. Receptura

1. mąka pszenna typ 550 ekologiczna - 60,00 kg
2. mąka jęczmienna całościarna ekologiczna- 30,00 kg
3. płatki owsiane ekologiczne (drobne) - 10,00 kg
4. inulina ekologiczna - 8,00 kg
5. drożdże ekologiczne - 4,00 kg
6. mleko odtłuszczone w proszku ekologiczne 3,00 kg
7. sól - 1,50 kg
8. guma guar - 1,00 kg
9. kultura starterowa - od 0,03 do 0,05 kg
10. olej jadalny do smarowania form - do 0,30 kg

C. Wydajność średnia przy masie jednostkowej 0,45 kg (bochenki fermentujące w formach) – ok. 173,0%

D. Wymagania jakościowe - wg ZN -X/2013

E. Informacje żywieniowe:

Wartość energetyczna i składniki odżywcze w 100 g wyrobu:

wartość energetyczna	832kJ/197kcal
tłuszcz	1,6 g
- w tym kwasy tłuszczowe nasycone	
węglowodany	35 g
- w tym cukry	
błonnik	7,5 g
białko	6,9 g
sól	

Receptura 2

A. Opis

Chleb tostowy ekologiczny produkowany z surowców rolnictwa ekologicznego, na zakwasie jęczmiennym uzyskanym z zastosowaniem kultur starterowych bakterii

mlekowych, z dodatkiem płatków owsianych, margaryny, drożdży, mleka odtłuszczonego w proszku, gumy guar i soli do ciasta, w bochenkach fermentujących w formach.

B. Receptura

1. mąka pszenna typ 550 ekologiczna - 60,00 kg
2. mąka jęczmienna całościarna ekologiczna- 20,00 kg
3. płatki owsiane ekologiczne (drobne) - 20,00 kg
4. margaryna ekologiczna - 5,00 kg
5. drożdże ekologiczne - 4,00 kg
6. mleko odtłuszczone w proszku ekologiczne - 2,50 kg
7. sól - 1,50 kg
8. guma guar - 1,00 kg
9. kultura starterowa - od 0,03 do 0,05 kg
10. olej jadalny do smarowania form - do 0,30 kg

C. Wydajność średnia przy masie jednostkowej 0,45 kg (bochenki fermentujące w formach) – ok. 140,3%

D. Wymagania jakościowe - wg ZN -Y/2013

E. Informacje żywieniowe:

Wartość energetyczna i składniki odżywcze w 100 g wyrobu:

wartość energetyczna	919 kJ/218 kcal
tłuszcz	2,6 g
- w tym kwasy tłuszczowe nasycone	
węglowodany	37 g
- w tym cukry	
błonnik	6,6 g
białko	8,3 g
sól	

Receptura 3

A. Opis

Paluszki chlebowe ekologiczne produkowane z surowców rolnictwa ekologicznego, na zakwasie jęczmiennym uzyskanym w procesie fermentacji zapoczątkowanej poprzez dodatek kultur starterowych bakterii mlekowych, z dodatkiem płatków owsianych, inuliny, mleka odtłuszczonego w proszku, gumy guar i soli do ciasta.

B. Receptura

1. mąka pszenna typ 550 ekologiczna - 60,00 kg
2. mąka jęczmienna całościarna ekologiczna - 30,00 kg
3. płatki owsiane ekologiczne (drobne) - 10,00 kg
4. inulina ekologiczna - 8,00 kg

- 5. drożdże ekologiczne - 4,00 kg
- 6. mleko odtłuszczone w proszku ekologiczne 3,00 kg
- 7. sól - 1,50 kg
- 8. guma guar - 1,00 kg
- 9. kultura starterowa - od 0,03 do 0,05 kg
- 10. olej jadalny do smarowania form - do 0,30 kg

C. Wydajność średnia - ok.100,0

D. Wymagania jakościowe - wg ZN -Z/2013

E. Informacje żywieniowe:

Wartość energetyczna i składniki odżywcze w 100 g wyrobu:

wartość energetyczna	1449kJ/343kcal
tłuszcz	2,8 g
- w tym kwasy tłuszczowe nasycone	
węglowodany	61 g
- w tym cukry	
błonnik	13 g
białko	12 g
sól	

2. Wymagania dotyczące surowców

Surowce ekologiczne muszą posiadać aktualne certyfikaty zgodności z wymogami rolnictwa ekologicznego, wystawione przez jednostki certyfikujące, zatwierdzone w państwach UE.

Mąka pszenna ekologiczna do produkcji pieczywa ekologicznego pszenno-jęczmienno-owsianego wg receptur 1 - 3 powinna charakteryzować się bardzo dobrą wartością wypiekową - wyższą niż mąka stosowana do produkcji zwykłego chleba pszennego. Wynika to z konieczności zrównoważenia ujemnego wpływu na ciasto wysokiego udziału mąki jęczmiennej, która obniża sprężystość i zwiększa plastyczność ciasta.

3. Proces technologiczny

Proces technologiczny obejmuje wyłącznie metody tradycyjne: sporządzanie ciasta w wyniku mieszenia, dojrzewanie poszczególnych faz ciasta na drodze fermentacji, obróbkę termiczną. Instrukcja obejmuje proces otrzymywania pieczywa ekologicznego. Powinien być kontrolowany na każdym etapie począwszy od przyjmowania surowców po dostarczenie gotowych wyrobów do sprzedaży detalicznej. W szczególności należy zabezpieczyć oddzielenie surowców i produktów ekologicznych od konwencjonalnych w przypadku równoległej produkcji wyrobów konwencjonalnych i ekologicznych. Produkcja taka powinna być rozdzielona w przestrzeni (osobne budynki lub linie technologiczne) lub czasie (wyroby ekologiczne i konwencjonalne powinny być produkowane w inne dni). W przypadku wykorzystania tej samej linii produkcyjnej do dwóch rodzajów produkcji, przed produkcją wyrobów ekologicznych urządzenia muszą być dokładnie oczyszczone i fakt ten musi być odnotowywany w dokumentacji. Fakt prowadzenia procesu produkcji chleba tostowego

ekologicznego wyłącznie metodami ekologicznymi musi być potwierdzony certyfikatem zgodności wydanym przez upoważnione jednostki certyfikujące. Certyfikaty wydawane są na podstawie kontroli w piekarniach z produkcją ekologiczną przeprowadzanych co najmniej raz w roku.

3.1. Wytwarzanie ciasta

Ciasto wytwarzane jest metodą dwufazową. Zakwas stanowi 1. fazę fermentacji i sporządzany jest z całościarnowej mąki jęczmiennej i wody w proporcji 1:1,5, zatem jego wydajność wynosi 250. Na ciasto należy przygotować kwas z całej mąki jęczmiennej przewidzianej recepturą. Do zapoczątkowania fermentacji stosuje się kulturę starterową bakterii mlekowych (w badaniach stosowano kulturę zawierającą szczepy *Weissella confusa* 7 i *Pediococcus acidilactici* 2 w ilości 0,1% w stosunku do mąki użytej do sporządzenia zakwasu. Fermentację zakwasu należy prowadzić przez 24 godziny w temperaturze 30°C, co pozwala na uzyskanie jego pełnej dojrzałości.

Ciasto przygotowywane jest z dojrzałego zakwasu, do którego dodawane są pozostałe składniki przewidziane recepturą i woda. Inulina i mleko w proszku powinny być wymieszane z mąką natomiast drożdże powinny być dodawane do ciasta po rozplawieniu w wodzie a sól w postaci wodnego roztworu. Margaryna w postaci upłynnionej dodawana jest pod koniec procesu mieszenia ciasta. Wydajność ciasta na chleb z 30% udziałem całościarnowej mąki jęczmiennej jest o ok. 1,5-4% wyższa niż ciasta uzyskanego z samej mąki pszennej typ 550. Konsystencja ciasta na paluszki chlebowe powinna być nieco ściślejsza niż ciasta na chleb.

Ciasto należy miesić do uzyskania optymalnego rozwoju. Temperatura ciasta po mieszeniu powinna wynosić ok. 28°C. Fermentację ciasta w masie należy prowadzić przez 30 min. Schematy fermentacyjne ciasta ze 100 kg mąki (łącznie z płatkami owsianymi) przedstawiono w tabelach 1-3.

Tabela 1. Schemat fermentacji ciasta na chleb tostowy ekologiczny wg receptury 1

Nazwa fazy fermentacji	Faza poprzednia	Mąka pszenna ekologiczna typ 550	Mąka jęczmienna całościarnowa ekologiczna	Płatki owsiane ekologiczne	Starter fermentacji	Woda	Inulina*, drożdże*, mleko odtł. w pr. *, sól, guma guar	Masa ogółem	Temperatura fermentacji	Czas fermentacji
	kg	kg	kg	kg	g	l	kg	kg	°C	godziny
zakwas	-	-	30	-	30-50	45	-	75,03	30	24
ciasto	75,03	60	-	10	-	ok. 38	Inulina - 8 Drożdże - 4 Mleko w pr. - 3 Sól - 1,5 Guma guar - 1	ok. 200,53	28-30	30 min

*Surowce rolnictwa ekologicznego

Tabela 2. Schemat fermentacji ciasta na chleb tostowy ekologiczny wg receptury 2

Nazwa fazy fermentacji	Faza poprzednia	Mąka pszenna ekologiczna typ 550	Mąka jęczmienna całoziarnowa ekologiczna	Płatki owsiane ekologiczne	Starter fermentacji	Woda	Margaryna*, drożdże*, mleko odtł. w pr. *, sól, guma guar	Masa ogółem	Temperatura fermentacji	Czas fermentacji
	kg	kg	kg	kg	g	l	kg	kg	°C	godziny
zakwas	-	-	20	-	20-40	30	-	50,02	30	24
Ciasto	50,02	60	-	20	-	ok. 20	Margaryna - 5 Drożdże - 4 Mleko w pr. 2,5 Sól - 1,5 Guma guar - 1	ok. 164,02	28-30	30 min

*Surowce rolnictwa ekologicznego

Tabela 3. Schemat fermentacji ciasta na paluszki chlebowe ekologiczne wg receptury 3

Nazwa fazy fermentacji	Faza poprzednia	Mąka pszenna ekologiczna typ 550	Mąka jęczmienna całoziarnowa ekologiczna	Płatki owsiane ekologiczne	Starter fermentacji	Woda	Inulina*, drożdże*, mleko odtł. w pr. *, sól, guma guar	Masa ogółem	Temperatura fermentacji	Czas fermentacji
	kg	kg	kg	kg	g	l	kg	kg	°C	godziny
zakwas	-	-	30	-	30-50	45	-	75,03	30	24
Ciasto	75,03	60	-	10	-	ok. 15	Inulina - 8 Drożdże - 4 Mleko w pr. - 3 Sól - 1,5 Guma guar - 1	ok. 177,53	28-30	30 min

*Surowce rolnictwa ekologicznego

3.2. Dzielenie ciasta i fermentacja kęsów

Dojrzałe ciasto na chleb dzieli się za pomocą dzielarki na kęsy o masie zwiększonej w stosunku do żądanej masy gotowego wyrobu o wielkość ubytku masy podczas wypieku i studzenia chleba. Kęsy z dzielarki mogą być podawane bezpośrednio do forem. Kęsy ciasta na chleb poddaje się fermentacji końcowej w komorze fermentacyjnej o temperaturze ok. 35°C i wilgotności względnej powietrza 75%.

Paluszki można produkować ręcznie lub na liniach produkcyjnych. Ciasto po uprzedniej fermentacji podaje się do urządzenia formującego lub poddaje obróbce ręcznej (wałkuje na

placek, dzieli na paski, które następnie wydłuża się do kształtu wałków o długości np. 200 – 300 mm i średnicy ok. 7 mm). Po obróbce następuje końcowy rozrost kęsów w komorze fermentacyjnej o temperaturze ok. 35°C i wilgotności względnej powietrza 75%.

3.3. Wypiek

Wypiek chleba prowadzi się sposobem tradycyjnym dwustopniowym - zapiekanie w temperaturze wyższej, dopiekanie w temperaturze niższej, z zastosowaniem parametrów uzależnionych od typu pieca, w czasie pozwalającym na uzyskanie upieku na poziomie ok. 12-13% w zależności od masy kęsa.

Wypiek paluszków chlebowych powinien być przeprowadzany w piecu o wysokiej temperaturze ok. 300°C przez kilka minut ze spadkiem podczas dopiekania, dzięki czemu uzyskuje się kruchą i chrupką strukturę na powierzchni i nie wysuszony miękisz w środku.

4. Znakowanie, pakowanie, przechowywanie i transport

Pakowanie

Bochenki i paluszki przeznaczone do pakowania należy wystudzić i zapakować - ręcznie lub za pomocą pakowarek.

Znakowanie

Znakowanie musi być zgodne z ogólnymi wymogami dotyczącymi znakowania produktów spożywczych, a także wymogami dotyczącymi produktów ekologicznych.

Obowiązkowe oznaczenia wyrobów paczkowanych związane z ekologicznymi metodami produkcji:

- nazwa produktu z odniesieniem do jego ekologiczności,
- nazwa producenta,
- logo UE,
- miejsce produkcji surowców rolniczych (w tym samym polu widzenia co logo),
- nr kodowy organu kontroli lub jednostki certyfikującej,
- wskazanie składników ekologicznych w składzie surowcowym.

Projekty etykiet produktów ekologicznych powinny być zatwierdzone przez jednostkę certyfikującą.

W przypadku produkcji w zakładzie równolegle wyrobów ekologicznych i konwencjonalnych, ich etykiety powinny wyraźnie różnić się od siebie.

Przykład oznakowania składu surowcowego na etykiecie chleba wg receptury 1:

mąka pszenna typ 550 ekologiczna*(34,7%), woda, mąka jęczmienna całoziarnowa ekologiczna*(17,3%), płatki owsiane ekologiczne*(5,8%), inulina ekologiczna*, drożdże ekologiczne*, mleko odtłuszczone w proszku ekologiczne*, sól, stabilizator: guma guar, kultura starterowa, olej.

* 97% składników rolniczych pochodzi z rolnictwa ekologicznego
rolnictwo UE (ewentualnie: rolnictwo polskie)

Na etykiecie pieczywa można umieścić oświadczenie żywieniowe: „wysoka zawartość błonnika pokarmowego”, oraz oświadczenie zdrowotne: „Błonnik jęczmienny przyczynia się do zwiększenia masy kału”.

Przechowywanie i transport

Wyroby gotowe ekologiczne i konwencjonalne mogą być przechowywane w tych samych obiektach i transportowane w tych samych jednostkach transportowych pod warunkiem ich fizycznego rozdzielania i właściwego oznakowania.

W transporcie do produktów musi być dołączona dokumentacja z odniesieniem do statusu produktu (czy ekologiczny), z informacją dotyczącą jednostki certyfikującej, danych producenta.

5. Okres minimalnej trwałości

Okres minimalnej trwałości chleba tostowego ekologicznego pakowanego wynosi 5 dni, natomiast paluszków chlebowych ekologicznych (o zawartości suchej masy powyżej 90%) - ok. 3 miesiące

Okres ten może być zmieniony na podstawie badań przechowalniczych pieczywa ekologicznego wyprodukowanego w danej piekarni.

6. Dokumenty związane

Rozporządzenie (WE) Nr 834/2007 z późniejszymi zmianami.

Rozporządzenie (WE) Nr 889/2008 z późniejszymi zmianami.

Ustawa z dnia 25 czerwca 2009 r. o rolnictwie ekologicznym