

Wyroby piekarskie z mąk niestandardowych

Już w Biblii można doszukać się wielu nawiązań na temat chleba. Warto przypomnieć, że pierwszym produktem spożywczym, który Chrystus wziął do ręki był chleb (Łk 24,30) (Abdalla 2004). W wywodach Św. Efrema, wczesnochrześcijańskiego pisarza Bliskiego Wschodu czytamy, że podczas Ostatniej Wieczery Chrystus najpierw dzielił się z uczniami chlebem praśnym (Abdalla 2004), zaś następnie chlebem powstałym z ciasta fermentowanego. Dodatkowo zapiski Starego jak i Nowego Testamentu świadczą, iż chleb plackowy był wtedy wykorzystywany, gdyż ceremonia wprowadzania nowo ochrzczonych do grona braci kończyła się łamaniem chleba (Gąsiorowski 1999). W Palestynie chleb był traktowany z wielkim szacunkiem. Nie wolno było kłaść na nim surowego mięsa, ani stawiać dzbanka, a także wyrzucać okruszków (Gąsiorowski 1994). Podobnie jak w czasach Chrystusa chleb był symbolem pożywienia, pomyślności, dostatku i wiary; mimo upływu czasu jego kult trwa po dziś dzień w wielu cywilizacjach i kulturach (Gąsiorowski 1994).

Prawdziwa historia chleba sięga początków IV tysiąclecia przed Chrystusem. Sumerowie, mieszkańcy starożytnej Mezopotamii, w piśmie klinowym przedstawiali czynność jedzenia za pomocą piktogramu, który obrazował głowę z kawałkiem chleba. To właśnie im przypisuje się pierwsze zastosowanie drożdży piwowskich do spulchniania pieczywa. Już w tamtych czasach znali gatunek chleba zwanym „piwnym”. Był on głównym składnikiem przy produkcji piwa, gdyż był produkowany z jęczmienia. Warto również dodać, że wzmianki o zbożach chlebowych, a zwłaszcza pszenicy, wypieku chleba, chlebie świeżym, czerstwym i pleśniejącym sięgają pięciu tysięcy lat, gdyż zawarte są w najstarszym dziele literackim na świecie „Gilgameusz” (Gąsiorowski 1999).

Inne badania dowodzą, że przed 8-10 tysiącami lat, w wielu osadach rolniczych takich jak Dżarmo w Kurdystanie, Jerycho w Palestynie czy Catal Hüyük w Anatoli znaleziono pozostałości zbóż ziaren pszenicy płaskurki (*Tr. dicocum*), pszenicy samopszy (*Tr. monococum*), jęczmienia dwurzędowego oraz nasion soczewicy, grochu i lnu. Na tej podstawie można domniemywać, że mniej więcej przed 10 tysiącami lat na terenach Bliskiego Wschodu, stworzył człowiek „podwaliny wysokiej cywilizacji rolniczej” (Gąsiorowski 1999). To właśnie dzięki uprawie tych zbóż miał on możliwość ewoluowania od fazy zbieractwa do pierwszych poczynań w dziedzinie rolnictwa. Pierwotnymi potrawami ze zboża były prażonki, które otrzymywano poprzez rozcieranie ziarna na kamiennych żarnach. Proces prażenia powodował, że łuska i plewy odpadały z ziarna, natomiast ziarno stawało się kruche i łatwiej było można je rozetrzeć. Potrawy te szybko zostały zastąpione, gdyż nie zadowalały już ówczesnego społeczeństwa. Kolejnym krokiem było wprowadzenie potraw gotowanych, które spowodowały rewolucję w żywieniu człowieka. Od tego momentu kultowym pokarmem były wszelkie polewki, które otrzymywano poprzez gotowanie surowca np. zboża z wodą. Gotowanie odbywało się przez wrzucanie gorących kamieni do polewki, aż do momentu zagotowania się całej masy. Zastosowanie wysokiej temperatury powodowało, że podczas dłuższego gotowania polewki zbożowe gęstniały, na skutek czego powstała udoskonalona forma polewki w postaci bryi. Potrawa ta miała znacznie wyższą wartość kaloryczną i powodowała dłuższe uczucie sytości. Z upływem czasu receptura bryi uległa urozmaiceniu. Zaczęto dodawać do niej tłuszcz i mleko. Bryja odgrywała ważną rolę w żywieniu nie tylko ludów w czasach prehistorycznych, lecz również w czasach historycznych. „W starożytnej Grecji i Rzymie jadano ją codziennie i to w znacznie większej ilości niż chleb. „Żołnierze otrzymywali codziennie swoją porcję ziarna, którą melli i sami przyrządzali potrawę” (Gąsiorowski 1999). I tak przez wieki bryja była najważniejszym pokarmem ludności. Badania dowodzą, że pierwotna forma chleba pochodzi od placków z nieczyszczonego ziarna, mających postać grubej śruty. Głównym składnikiem placków były niespulchnione, płasko ugniecione i upieczone kawałki bryi. Powstały produkt, który otrzymano z ciasta, które nie podlegało fermentacji nazwano chlebem plackowym.

Warto zadać pytanie, skąd tak naprawdę wywodzi się chleb bochenkowy. Do niedawna sądzono, że chleb bochenkowy powstał przed około 4 tysiącami lat w starożytnym Egipcie (Gąsiorowski 1999). Czasy związane z pobytem Żydów w niewoli egipskiej skutkowały poznaniem sposobu wytwarzania pieczywa z ciasta fermentowanego. Po powrocie do Palestyny ludność żydowska rozpowszechniła tą metodę wypiekania chleba. Wydarzenie to spowodowało, iż chleb bochenkowy dotarł początkowo do krajów sąsiednich, a następnie do Europy. Niestety na podstawie nowych badań archeologicznych, pogląd ten uległ zmianie. Ludność zamieszkująca obszary dawnej Helwecji od 6 tysięcy lat wytwarzała chleb w postaci bochenków. Podczas wykopalisk przeprowadzonych na tamtych terenach, znaleziono między innymi 6 sztuk chleba bochenkowego (Gąsiorowski 1999). Zaskakujące jest, że ludność epoki neolitu, zamieszkująca obszar trzech jezior jurajskich, mogła reprezentować tak zaawansowany poziom techniki, wyprzedzając przy tym ludność starożytnego Egiptu. Badania dowodzą, że najstarszy chleb świata znad jeziora Twann, jest idealny pod względem wyglądu i odzwierciedla kształt tradycyjnego pieczywa. Jego kęs jest wyrobiony na bazie mąki pszennej, dobrze

spulchniony, przygotowany do wypieku, lecz nie wypieczony. Ten prehistoryczny chleb nawiązuje do kształtu i jakości chleba wypiekanego w piecach ceramicznych z epoki brązu. Na podstawie analizy historii pieczywa można stwierdzić, że zarówno dla ludności prehistorycznej stanowił, a dla współczesnej stanowi podstawę codziennej diety.

Zboże jako podstawowy surowiec do wypieku pieczywa

W piekarstwie stosowane surowce dzieli się na: podstawowe, pomocnicze i dodatki zwane funkcjonalnymi substancjami dodatkowymi. Wykorzystywane surowce powinny wykazywać jak najwyższą wartość odżywczą, smakowo-zapachową i nienaganną jakość zdrowotną (Ambroziak 1998). Najważniejszym surowcem wykorzystywanym do produkcji pieczywa jest mąka. Otrzymuje się ją w wyniku zmielenia ziaren zbóż chlebowych. Zawarte są w nich- w proporcjach zaspokajających wymogi organizmu ludzkiego składniki pokarmowe: węglowodany, białka i tłuszcze. Całe ziarna są bogate również w antyoksydanty tj. witamina E; zawierają również magnez, który jest bardzo ważnym i potrzebnym dla człowieka składnikiem mineralnym. Zboża leżą u podstaw każdej cywilizacji. W Azji ryż, w Afryce jęczmień, proso i sorgo, w Ameryce kukurydza, a w Europie pszenica. Podstawowym zbożem do wypieku pieczywa jest pszenica, chociaż z innych zbóż również można wypiekać chleb. Każde ziarno jest inne pod względem właściwości, które wpływają na smak i zapach oraz konsystencję pieczywa. Innymi zbożami, z których wypieka się chleb jest: jęczmień, gryka, kukurydza, proso, owies, żyto, soja. Jęczmień był podstawowym zbożem, z którego wypiekano chleb w Szkocji i Anglii na długo przed uprawą pszenicy. Chleb z mąki jęczmiennej jest ciężki i ma zbity miękisz, czego przyczyną jest mała zawartość glutenu w mące. Natomiast mała domieszka mąki jęczmiennej wzbogaca smak pieczywa pszennego i żytniego. Gryka jest szaro-brązowa i ma charakterystyczny, gorzkawy smak. Nie jest używana bezpośrednio do produkcji chleba lecz jako dodatek nadający pieczywu specyficzny smak, bardziej intensywny smak. Z kukurydzy produkuje się mąkę kukurydzianą, która jest żółta i mialka, czasem ziarnista. W czystszej postaci jest wykorzystywana do wypieku pieczywa spulchnianego proszkiem do pieczenia. Proso jest zbożem uprawianym już w czasach prehistorycznych. Zawiera dużą ilość białka, witamin i składników mineralnych, natomiast jest ubogi w gluten. Połączenie mąki pszennej z mąką z prosa powoduje, że wypiekany chleb jest uznawany za „zdrową żywność”. Owies i soję dodaje się również do mąki pszennej podczas produkcji pieczywa. Te pierwsze zboże nadaje interesujący aromat i konsystencję, a mąka z soi wzbogaca pieczywo w białko i opóźnia czerstwienie. Żyto natomiast było uprawiane tam gdzie klimat nie sprzyjał uprawie pszenicy. Z żyta powstaje chleb ciemny o zwartym miększu z powodu braku siatki glutenowej. Mąkę żytnią miesza się z pszeną by poprawić smak oraz by ciasto było lżejsze. Żyto jest zbożem, które posiada odmianę jarą i ozimą, jednakże ta pierwsza lepiej się adaptuje w klimacie śródziemnomorskim i jednocześnie daje lepsze ziarna (Santiveri, Royo, Romagosa 2004).

Uprawa ekologiczna

W wielu krajach Unii Europejskiej produkowany jest od niedawna pewien rodzaj żywności, który nosi miano żywności ekologicznej. Są to produkty żywnościowe, których surowce pozyskane są z rolnictwa ekologicznego, bazującego na przetwarzaniu za pomocą jak najbardziej prostych i naturalnych metod, m. in. za pomocą metody biologicznej, organicznej, organiczno-biologicznej, oraz biodynamicznej. Stymulacja rozwoju rynku żywności ekologicznej wzmacnia rozwój rolnictwa ekologicznego, które zgodnie z wymogami prawa obejmuje: uzyskiwanie i przechowywanie surowców, przetwórstwo, znakowanie i obrót produktów rolnictwa ekologicznego. Zboże uznawane jest za ekologiczne, gdy w ekologicznym gospodarstwie rolnym stosuje się m.in.:

- minimum 4-letni płodozmian z udziałem roślin motylkowych, w celu otrzymania lub podwyższenia biologicznej aktywności i żyzności gleby,
- niszczenie szkodników i chorób przez zachowanie zbilansowanego stosunku żywicieli/niszczycieli, biologiczne niszczenie szkodników, mechaniczne usuwanie szkodników oraz atakowanych przez nie roślin,
- stosowanie nawozów, środków ochrony roślin i środków żywienia zwierząt otrzymywanych z pominięciem przemysłowej syntezy chemicznej, np. nawożenia organicznego, tj. obornika, kompostów (Szafuła 2004).

W przeciwieństwie do rolnictwa konwencjonalnego charakteryzującego się chemizacją, intensyfikacją i specjalizacją, podstawowym celem rolnictwa ekologicznego jest produkcja bez agrochemii (Stus 2006). Pieczywo produkowane z mąki otrzymanej ze zbóż uprawianych w warunkach ekologicznych, odróżnia się od pieczywa konwencjonalnego mniejszą ilością azotanów i azotynów oraz pozostałości pestycydów, a także posiada więcej witamin z grupy B, węglowodanów, wartościowego białka, mikro i makroelementów (żelazo, magnez, fosfor) oraz substancji przeciwutleniających. Znikoma zawartość azotanów i azotynów wpływa korzystnie na zmniejszenie prawdopodobieństwa powstania w ludzkim organizmie rakotwórczych substancji (Ślęzak 2007). Rolnictwo ekologiczne jest szansą, a zarazem jednym z koniecznych powodów dalszego rozwoju

rolnictwa, które może prowadzić do podtrzymania życia na Ziemi w kolejnych stuleciach (Piesiewicz 1997). Wzrost zainteresowania pieczywem, a w szczególności odmianami ekologicznymi podyktowany jest, przede wszystkim zwiększoną dbałością społeczeństwa o zdrowie (Mirończuk 2007).

Szczególną uwagę zwraca się na niestosowanie nawozów organicznych (Mirończuk 2007). Nawożenie jest podstawowym czynnikiem produkcji w rolnictwie, a także jednym z głównych wskaźników intensywności i efektywności gospodarowania. Stosowane w procesie produkcji nawozy mineralne wywierają istotny wpływ na wzrost i rozwój roślin wzbogacając glebę w niebezpieczne składniki mineralne. Jednak stosowanie nawozów mineralnych, szczególnie w dużych dawkach to także problem. Oprócz substancji, które są glebie potrzebne w sposób naturalny dla zachowania równowagi i uzyskania wysokich plonów, intensywne nawożenie mineralne prowadzi do niepożądanych skutków ubocznych, takich jak nadmiar nawozów azotowych w glebie. Rośliny nie są w stanie przetworzyć i zmagazynować nadmiernej ilości azotanów. Azotany podczas transportu, składowania i przygotowania roślin do spożycia, a także w samym organizmie ludzkim, zmieniają się w rakotwórcze azotyny. Wahania w zawartości azotanów, które występują w poszczególnych roślinach tego samego gatunku, zależą głównie od sposobu i dawki nawożenia, od środowiska, wpływu światła na vegetację roślini oraz nawadniania (Zalewski 2000, 2007). Nawożenie mineralne stanowi podstawę nawożenia pod żyto i ono decyduje o wielkości plonu oraz jego jakości. Nawożenie azotem wpływa najsilniej na wielkość plonów. Brak azotu powoduje słaby wzrost i słabe krzewienie się roślin, kłos jest mały, a ziarno drobne - pośrednie. Jednocześnie nadmiar tego pierwiastka powoduje zbyt silne krzewienie, bardzo bujny wzrost i nadmierne wydłużanie się źdźbła. Źdźbło jest cienkie, rośliny znacznie łatwiej wylegają, zmniejsza się ich mrozoodporność i zwiększa podatność na choroby. Potrzebna ilość azotu do prawidłowego wzrostu żyta jesienią znajduje się zwykle w glebie. Żyto jest uprawiane przede wszystkim na glebach lżejszych, o kwaśnym odczynie, na których występują częste niedobory magnezu. Nawożenie roślin azotem pobudza procesy wzrostu, zwiększając tym samym krzewienie i powierzchnię asymilacyjną, a w efekcie produkcję fotosyntetyczną. Azot potrzebny jest do syntezy wielu ważnych związków niebiałkowych, takich jak: chlorofil, zasady purynowe i pirymidynowe, liczne nukleotydy, fosfolipidy, witaminy i fitohormony. Związki te są bezpośrednio zaangażowane w metabolizm roślin, w przebieg podstawowych procesów biochemicznych i fizjologicznych, jak wzrost, fotosynteza, oddychanie i inne (Olszewska 2006). Azotany, jak już wspomniano są substancjami przyczyniającymi się do wzrostu zachorowalności na nowotwory. W organizmie człowieka pod wpływem mikroflory jelitowej mogą ulegać redukcji do azotynów. Natomiast azotyny mogą łączyć się z aminami drugo- i trzeciorzędowymi oraz zasadami amoniowymi, tworząc kancerogenne N-nitrozoaminy (Gawędzki 2006). Azotany i azotyny szybko wchłaniają się z przewodu pokarmowego. Mogą być metabolizowane poprzez mikroflorę przewodu pokarmowego. W zależności od rodzaju mikroorganizmów, pH, rodzaju spożywanego pokarmu mogą tworzyć prócz azotynów, tlenki azotu, hydroksyloaminę i amoniak. Podczas badań przeprowadzonych na ludziach ustalono, iż są one szybko wydalane przez nerki. Zawartość azotanów w moczu jest proporcjonalna do ilości pobranego związku. Ponadto stwierdzono, iż azotyny mogą znajdować się również w ślinie. Są one produktem przemiany azotanów przez mikroflorę jamy ustnej. Azotyny wykazują działanie toksyczne - powodują methemoglobinemię. Rozszerzają naczynia włosowate poprzez bezpośrednie działanie rozkurczowe na mięśnie gładkie. W wyniku redukcji azotanów do azotynów powstały jon azotynowy utlenia żelazo hemoglobiny do żelaza trójwartościowego w wyniku, czego powstaje methemoglobina (Seńczuk 1994). Kwas azotawy łatwo reaguje z grupą amonową i z wolnymi grupami aminowymi, powodując tworzenie się azotu gazowego i grupy hydroksylowej w aminokwasie. Dostatecznie podkreśla to zakres destrukcyjnego udziału azotynów w metabolizmie komórek. Poza tym kwas azotawy może w pewnych warunkach tworzyć tlenki o niższym lub wyższym stopniu utlenienia, zależnie od odczynu i warunków tlenowych środowiska. Przez deaminację niektórych witamin z kompleksu B, azotyny mogą uniemożliwiać funkcje tych enzymów, których koenzym zawiera m.in. odnośną witaminę (Pijanowski 2004).

Reasumując w Europie sprzedaż produktów ekologicznych jest znacznie większa, niż w Polsce. Niemniej jednak w kraju wzrasta zainteresowanie tym rodzajem żywności. Głównym powodem zainteresowania żywnością ekologiczną jest fakt iż produkowana ona jest bez chemii czyli sztucznych dodatków smakowych i zapachowych. Ponadto nie stosuje się inżynierii genetycznej. Pod uprawę żyta nie stosuje się nawozów sztucznych i substancji chemicznych przyspieszających wzrost rośliny. Nadto żywność ekologiczna musi posiadać certyfikat wydany przez jednostkę kontrolującą akredytowaną przez odpowiednie władze.

W Polsce najczęściej uprawianymi zbożami na ten cel są pszenica, pszenica dzika, tzw. orkisz, żyto a niekiedy pszenżyto. Do rodzaju pszenica (*Triticum*) należy wiele gatunków i odmian botanicznych, cechujących się znacznymi różnicami morfologicznymi, genetycznym i użytkowymi. Do celów spożywczych wykorzystywana jest pszenica jara i ozima, mająca zazwyczaj 3-4 ziarniaki w kłosku, a ich barwa może być od białożółtej do czerwono-brązowej (Jurga 1997). Na świecie wykorzystuje się różne odmiany pszenicy do wypieku chleba np. w południowej części Włoch uprawiana jest pszenica *durum* i jest w pełni przeznaczona do produkcji chleba, gdzie w Polsce ten rodzaj pszenicy jest wykorzystywany głównie do produkcji makaronu (Jankowski 1988). Mąka otrzymana z pszenicy zawiera więcej białka niż mąka żytnia. Zawarta w niej *gliadyna* i *glutenina* powodują, w procesie miesienia z wodą, powstanie glutenu. Jego gąbczasta struktura nadaje ciastu

pszennemu elastyczność, sprężystość i zdolność do zatrzymywania gazów, co w konsekwencji decyduje o strukturze gotowego produktu (Gąsiorowski 2006). W oparciu o zabarwienie, pszenice można klasyfikować na białą i czerwoną. W Polsce uprawia się zarówno pszenicę białą jak i czerwoną, niestety warunki klimatyczne nie pozwalają otrzymać zboża o dobrej jakości białka, które warunkuje dobrą własność wypiekową, dlatego stosuje się mieszanki składające się z dwóch rodzajów zbóż.

Obok pszenicy żyto jest drugim zbożem chlebowym używanym przez człowieka. Ten rodzaj zboża jest doskonałym surowcem do produkcji chleba, lecz także do produkcji zdrowej żywności, nie tylko z powodu wysokiej wartości żywieniowej białka, ale także wysokiej zawartości pentozanów i błonnika pokarmowego (Gąsiorowski 2000). „Skład chemiczny żyta jest wypadkową dwóch grup czynników: cech dziedzicznych oraz warunków środowiskowych, w tym wpływ środowiska jest dominujący. Jako środowisko należy wymienić: warunki glebowo-klimatyczne oraz nawożenie. Stwierdzono, że różnice w zawartości białka ogółem, azotu niebiałkowego, pentozanów i aktywności enzymatycznej spowodowane przez czynniki przyrodnicze i agrotechniczne, są większe od wywołanych czynnikami odmianowymi” (Gąsiorowski 1994). Chleb z mąki żytniej wykazuje mniejszą objętość, ponieważ ciasto żytnie jest plastyczne i ma mniejszą zdolność do utrzymywania dwutlenku węgla powstałego w procesie fermentacji, jak również ze względu na inny skład chemiczny ziarna (Jankowski 1981). Dużym atutem zdrowotnym pieczywa żytniego nad pszennym jest fakt, że produkowane jest z tzw. zakwasu piekarskiego czyli mąki żytniej poddanej fermentacji w określonych warunkach. W czasie fermentacji kwasowej wytwarzają się w dużej ilości witaminy z grupy B i aminokwasy egzogenne (np. tryptofan). Ponadto fermentacja kwasowa przyczynia się do stabilizacji bioaktywnych składników mąki takich jak kwas foliowy, β -glukany, oraz zwiększa dostępność mikro i makroelementów, które w mące związane są w postaci fitynianów (Zn, Fe, Ca, Mg, F). Tworzący się w czasie fermentacji kwas mlekowy jest w 90% lewoskrętny, czyli korzystnie wpływający na przewód pokarmowy (Dziugan 2006). Poza tym kwas mlekowy przyczynia się do rozkładu odpornych na obróbkę termiczną miotoksyn, które obecne są w mące zanieczyszczonej pleśniami. Mało tego pieczywo na zakwasie przyczynia się do obniżenia poziomu cholesterolu LDL jak również zawiera niski indeks glikemiczny (IG=48). (Diowks 2006). Kwas foliowy zapobiega powstawaniu niedokrwistości i chorobom układu krążenia. Kwas foliowy powstaje w wyniku fermentacji (Kariluoto 2006). Dodatkowo badania prowadzone przez De Angelis (2006) wykazały, iż wybrane bakterie kwasomlekowe potrafią praktycznie zhydrolizować polipeptydy, a co za tym idzie prolaminy- białka tworzące gluten, czyli stają się bardziej przystępne dla osób chorujących na celiakię.

Pszenżyto jest stosunkowo młodym gatunkiem zboża i do niedawna było wykorzystywane tylko do produkcji pasz. Obecnie coraz częściej wykorzystywane jest do wypieku chleba. Pszenżyto (*Triticale*) powstało w wyniku skrzyżowania pszenicy (*Triticum*) i żyta (*Secale*) (Kaczmarek 2007). Ziarna pszenżyta wykazują dużą zawartość białka, które w swym składzie zawiera korzystny komplet aminokwasów. Większa grubość okrywy nasiennej pszenżyta wpływa nie tylko na większą zawartość białka ogólnego, ale także charakteryzuje się wyższą obecnością pentozanów i wyższą aktywnością enzymów proteolitycznych. Białka pszenżyta w swym składzie wykazują większą zawartość aminokwasów ograniczających, tj. lizyny i treoniny, co świadczy o jego większej przyswajalności (Tarkowski 1989). Skrobia pszenżyta wykazuje większą skłonność na działanie enzymów amylolytycznych (Staszewska 1990). Pieczywo uzyskane z mąki pszenżytniej uzyskuje dobre walory smakowe, a dobrane odpowiedniej metody wypieku pozwala dorównać objętością i walorami smakowymi pieczywu pszennemu. Pszenżyto jest genetycznym skrzyżowaniem dwóch zbóż, pszenicy i żyta. Wartość odżywcza pszenżyta jest zbliżona do wyżej wymienionych dwóch zbóż. Pszenżyto uprawiane jest na całym świecie. Głównymi producentami są: Polska, Rosja, Niemcy oraz Kanada (Hosseinian 2009). Uprawy pszenżyta są wykorzystywane głównie w kierunku pozyskania pasz, jednakże, jak donosi Hosseinian (2009) pszenżyto może być cennym, nowym źródłem kwasów fenolowych, proantocyjanów i lignin. Niektórzy autorzy zwracają również uwagę na pszenżyto jako bogate źródło aminokwasów egzogennych, zwłaszcza lizyny, a także węglowodanów, błonnika, składników mineralnych i tłuszczów (Podolska 2008). Według wielu autorów pszenżyto wydaje się być interesującym alternatywnym surowcem do produkcji pieczywa. Wielu autorów wskazuje zastąpienie nim całkowicie pieczywa pszennego. Przemawia za tym większa odporność na stres, spowodowana głównie warunkami środowiskowymi, ale także odporność na ubogie warunki uprawy (Estrada-Campuzano 2008). Szczególnie ma to znaczenie w przypadku krajów o trudno przewidywalnych warunkach pogodowych, np.: Niemcy, Polska, Republika Czeska. Jak donosi Tohver (2005) uprawa pszenżyta w tych krajach uzyskała wysoki poziom wydajności oraz warunki adaptacyjne poszczególnych odmian do warunków klimatycznych danego kraju. Do podobnych wniosków dochodzą autorzy prac o uprawach pszenżyta w basenie Morza Śródziemnego (Santiveri 2004). Powyższe stwierdzenia przemawiają za podjęciem badań w kierunku konstruowania nowej, modnej, w połączeniu z uprawą ekologiczną, o właściwościach prozdrowotnych żywności.

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie (Katedra Technologii Żywności Wydziału Nauk o Żywności i Rybactwa oraz Katedra Agronomii Wydziału Rolnego) prowadzi badania nad

wpływem metody uprawy różnych gatunków pszenżyta (konwencjonalnej i ekologicznej) na właściwości uzyskiwanego pieczywa. Pierwszym etapem badań przydatności technologicznej z dwóch systemów uprawy było przeprowadzenie tzw. wypieku kontrolnego. Wilgotność mąk wahała się w granicach 11%, tylko konwencjonalna odmiana mąki *Benetto* wykazywała o 1% wyższą wilgotność w porównaniu z pozostałymi próbami. Świadczy to o dobrej przydatności surowca do magazynowania. Sporządzone ciasta pod względem masy wykazywały znaczny rozrzut wyników, co świadczyć może o różnej wydajności otrzymywanego ciasta. Jak zauważono podczas sporządzania ciast, te których wydajność była wyższa mogą stwarzać problemy w procesie formowania, jak też powodować duże straty na wskutek przylepiania się do maszyn formujących. Świadczyć mogą o tym istotnie niższe wartości w przypadku masy ciasta uformowanego do wypieku. Ciekawe rezultaty dotyczące objętości uzyskanego pieczywa pszenżytniego wykazała próba z mąki konwencjonalnej *Benetto*. Pomimo dużej wilgotności mąki uzyskano istotnie wyższą objętość chleba w porównaniu z pozostałymi próbami. Biorąc pod uwagę pieczywo z konwencjonalnej odmiany mąki *Benetto* uzyskało objętość o 100 cm³ większą w porównaniu z pozostałymi próbami. Pozostałe próby zarówno konwencjonalne jak i ekologiczne wykazywały objętość na poziomie 600 cm³. W porównaniu do wypieku kontrolnego pieczywa przeprowadzonego z wykorzystaniem mąk pszennych i żytnich uprawianych w obu systemach uprawy (ekologicznym i konwencjonalnym), pieczywo pszenżytnie osiągnęło pośrednią objętość, aczkolwiek zbliżoną do objętości pieczywa pszennego. Pieczywo pszenżytnie z konwencjonalnie uprawianych odmian mąk charakteryzowało się najwyższą kwasowością i ponad dwukrotnie przewyższało kwasowość pieczywa z mąk uprawianych konwencjonalnie. Kwasowość pieczywa pszenżytniego z ekologicznych i konwencjonalnych odmian mąk była zbliżona do kwasowości pieczywa pszennego. Porowatość pieczywa pszenżytniego była bardzo zbliżona do wypieków pszennych, jednakże pieczywo pszenżytnie z mąk konwencjonalnych przewyższało swą porowatością chleby pszenne z mąk konwencjonalnych. Badanie porowatości metodą Dallmana dowiodło, iż porowatość miękiszu pieczywa pszenżytniego była bardzo zbliżona do porowatości chlebów żytnich. Wypieki pszenne charakteryzowały się wyższą porowatością miękiszu. Wyniki analizy wilgotności chlebów pszenżytnich były bardzo zbliżone do wilgotności wypieków pszennych i żytnich. Analizując straty spowodowane wypiekiem pieczywa z mąk ekologicznych wykazano, że pieczywo charakteryzowało się niższymi stratami, aczkolwiek znalazło to odzwierciedlenie w końcowej objętości pieczywa. Chleby były nieco niższe niż chleby z mąk pochodzących z pszenżyta uprawianego w systemie konwencjonalnym. Można stwierdzić, że oceniając wydajność pieczywa nie stwierdzono specyficznych różnic pomiędzy wypiekiem z mąk konwencjonalnych i ekologicznych. Trzeba jednak stwierdzić, że niskie wydajności pieczywa przemawiają za wydłużeniem całkowitego czasu fermentacji i w konsekwencji za zwiększeniem objętości bochenka przy niezmienniej ilości drożdży. Zaobserwowano, iż strata piecowa pieczywa pszenżytniego była zbliżona do pieczywa pszennego, natomiast wykazano, iż pieczywo żytnie miało ogólnie mniejszą stratę piecową w stosunku do pieczywa pszenżytniego. Na podstawie obliczeń strata wypiekowa całkowita pieczywa pszenżytniego wykazała wartości pośrednie, aczkolwiek zbliżone do wypieków pszennych. Chleby żytnie charakteryzowały się niższą stratą wypiekową całkowitą w stosunku do wypieków pszenżytnich. Wydajność ciast pszenżytnich uplasowała się w takim samym zakresie jak wydajność ciast pszennych i żytnich. Warto dodać, iż wydajność ciasta żytniego z mąk konwencjonalnych była mniejsza w porównaniu do wydajności ciast pszenżytnich i pszennych. Wydajność pieczywa pszenżytniego oscylowała w podobnych granicach jak wydajność pieczywa pszennego i żytniego w obu systemach uprawy (konwencjonalnym i ekologicznym).

Analizując podstawowe cechy teksturo metryczne pieczywa testem TPA można stwierdzić, że próby zachowały się różnie. Biorąc pod uwagę pieczywo produkowane z mąki ekologicznej stwierdzono większe rozbieżności w twardości w porównaniu z pieczywem wypiekowanym z mąk uprawianych konwencjonalnie. Stwierdzono, iż pieczywo pszenżytnie wykazało podobną twardość do pieczywa pszennego. Twardość pieczywa żytniego była wyraźnie wyższa. Elastyczność pieczywa wykazała pośrednie wartości w stosunku do wypieków pszennych i żytnich. Gumowatość pieczywa była zbliżona do chlebów uzyskanych z mąk pszennych. Wypieki żytnie z kolei wykazały wyższą gumowatość w stosunku do pieczywa pszenżytniego. Spoistość i sprężystość miękiszu wykazały wartość pośrednią w odniesieniu do chlebów pszennych i żytnich. Po zbadaniu zżuwalności wypieków pszenno-żytnich stwierdzono, że ona jest zbliżona do zżuwalności chlebów pszennych. Zanotowano istotnie wyższą zżuwalność pieczywa żytniego. Wyższa wilgotność pieczywa przyczyniła się do zwiększonej przylepności pieczywa pszenżytniego. Wypieki żytnie charakteryzowały się równie wysoką przylepnością.

Ocena organoleptyczna dowiodła, że pieczywo pszenżytnie otrzymało niższą notę w ocenie wyglądu zewnętrznego w stosunku do chlebów z mąk pszennych i żytnich, jednak wypieki z mąki z ekologicznego systemu uprawy dorównywały oceną pieczywa żytniemu i pszennemu. W ocenie barwy skórki pieczywo pszenżytnie otrzymało niższe noty od pieczywa pszennego, tylko pieczywo z mąk ekologicznych wykazało identyczną oceną równą wypiekom pszennym. Pieczywo pszenżytnie cechowało się identyczną oceną pod kątem grubości skórki w porównaniu do chlebów żytnich i pszennych.

