

Prof. dr hab. Bohdan ACHREMOWICZ
Wydział Biologiczno-Rolniczy, Uniwersytet Rzeszowski
Prof. dr hab. Halina GAMBUŚ
Wydział Technologii Żywności, Katedra Technologii Węglowodanów
Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
Prof. dr hab. Tadeusz HABER
Państwowa Wyższa Szkoła Informatyki i Przedsiębiorczości w Łomży

WYKORZYSTANIE SKROBI Z PSZENŻYTA®

W artykule omówiono prowadzone w Polsce badania dotyczące możliwości przetwórczego wykorzystania skrobi z pszenżyta. W okresie od 1980 do 2010 roku przebadano około 40 odmian i rodów pszenżyta. Dokonano analizy składu chemicznego ziarna i skrobi. Oznaczono czystość skrobi, właściwości fizyczno-chemiczne, ziarnistość, kleikowanie oraz masę cząsteczkową. Zbadano podatność skrobi z pszenżyta na wybrane modyfikacje: enzymatyczną i chemiczną. Na tej podstawie określono możliwości wykorzystania skrobi do celów spożywczych i przemysłowych. Dalsze badania pozwoliły na zbadanie jej przydatności w produkcji ekstrudatów, w słodownictwie, a nawet zastosowania do wytwarzania klejów. Badania skrobi z pszenżyta można określić jako pełną analizę jej wartości przetwórczej i przydatności technologicznej. W przeglądzie, omówiono tylko krajowe badania skrobi i możliwości jej przemysłowego wykorzystania. Inne kierunki jak przydatność przemiałowa i piekarnicza, wykorzystanie w słodownictwie i piwowarstwie, będą tematem oddzielnych opracowań.

Słowa kluczowe: pszenżyto, skrobia, kleikowanie, wykorzystanie, ekstruzja.

WPROWADZENIE

Pszenżyto (Triticale) jest pierwszą rośliną zbożową wyhodowaną na drodze krzyżowania pszenicy (*Triticum*) z żytem (*Secale*). Według założeń hodowców nowa forma miała dziedziczyć mniejsze wymagania glebowe i mrozoodporność żyta oraz wysoką wydajność i dobrą jakość ziarna pszenicy. Po raz pierwszy mieszańce pszenicy z żytem otrzymał w 1876 r. botanik szkocki A.S. Wilson [6]. Natomiast pierwsze plenne rośliny uzyskał niemiecki hodowca W. Rimpau (1889 r.), ale dopiero 46 lat później ustalono chromosomalny skład tej rośliny. Aparat genetyczny pszenżyta określony jako oktoploidalny, zawierał 56 chromosomów, z czego 42 odziedziczone po pszenicy i pozostałe 14 po żywie [29]. W kolejnych latach wyhodowano pszenżyto heksaploidalne o 42 chromosomach. Pierwotne formy nowego zboża nie zapewniały jednak spodziewanych efektów ekonomicznych. Lepszy wynik (wartościowe odmiany, przewyższające wielkością plonów nawet pszenicę), uzyskał A. Kiss na Węgrzech [26]. W końcu lat 50-tych XX wieku naukowe podstawy hodowli pszenżyta opracowali B.C. Jenkins na Uniwersytecie Manitoba (Kanada) i F. Zillinsky w Międzynarodowym Centrum Kukurydzy i Pszenicy CIMMYT (Meksyk) [37].

W Polsce badania dotyczące pszenżyta rozpoczęto w latach 30-tych ubiegłego wieku, ale nie przyniosły one efektów. Po wojnie prace podjęli C. Tarkowski w AR Lublin oraz W. Maćkowiak w Zakładach IHAR w Małyszynie, a hodowla odmianowa, uwieńczona licznymi sukcesami, prowadzona była w ZNRiO Dańków, pod kierownictwem prof. T. Wolskiego. W 1976 r. polski ród pszenżyta z Lasek, został uznany w doświadczeniach Eucarpii za najlepszy jakościowo w Europie. Pierwszą polską oryginalną odmianę Lasko wpisano do rejestru w 1982 r. W wielu krajach Zachodniej Europy uzyskała ona bardzo dobre oceny. Według jej twórcy prace hodowlane z pszenżytem, prowadzone na wysokim

poziomie, miały szansę uczynienia z tej rośliny naszej „specjalności narodowej”, w nie mniejszym stopniu, niż stało się to z żytem [38].

Ziarno pszenżyta charakteryzuje się wysokim poziomem zawartości białka 9,90-15% sm o korzystnym składzie aminokwasów egzogennych, a przez to lepszą akumulacją biopierwiastków. Zawartość skrobi w ziarnie jest zmienna (49-83%) [12, 23]. Zawiera ono również witaminy w ilościach zbliżonych do ziarna pszenicy. Wykazuje także dość wysoką aktywność enzymatyczną, przewyższając pod tym względem zarówno pszenicę jak i żyto [1, 3].

Podstawowy materiał zapasowy magazynowany w ziarniakach pszenżyta, stanowi skrobia. Polisacharyd ten jest syntetyzowany w amyloplastach w formie pojedynczych ziarenek, będących sferokryształami. Liniowe i rozgałęzione cząsteczki skrobi są ułożone radialnie na koncentrycznych warstwach, gdzie frakcja amylozy z przylegającymi zewnętrznymi łańcuchami rozgałęzionej amylopektyny, rozmieszczone są równolegle. Połączone wiązaniami wodorowymi, tworzą przemienne krystaliczne i amorficzne obszary. W skrobi pszenżytniej warstwowa struktura, o szerokości 0,4 do 1,0 μm , jest stosunkowo słabo widoczna. Krystaliczne rejony decydują o dwójłomności optycznej i są odpowiedzialne za dyfrakcję promieni rentgenowskich. Skrobia z pszenżyta zaliczana jest do grupy skrobi słabo świecących w świetle spolaryzowanym [12].

Ziarenka skrobi z pszenżyta charakteryzują się zróżnicowanymi rozmiarami, zależnymi od odziedziczonych genotypów. Odpowiada to różnym właściwościom fizycznym, chemicznym i funkcjonalnym skrobi. Niektórzy autorzy określili ich wielkość jako pośrednią pomiędzy ziarenkami form rodzicielskich. Inni wykazali znaczne podobieństwo skrobi pszenżytniej do pszennej, zarówno pod względem rozmiarów jak i kształtu ziarenek [12].

Celem artykułu jest dokonanie przeglądu krajowych badań skrobi i możliwości jej przemysłowego wykorzystania.

POLSKIE ODMIANY I RODY PSZENŻYTA

Uprawa pszenżyta upowszechniła się w rejonach o wysokiej kulturze rolnej, w Wielkopolsce i na Kujawach, a areal obecnie wynosi około 1,465 mln ha. Pszenżyto charakteryzują korzystne cechy agrotechniczne jak; mniejsze wymagania glebowe niż pszenicy, większa odporność na zakwaszenie gleby oraz suszę, a także większa odporność na choroby niż w przypadku pszenicy i żyta [38]. W Krajowym Rejestrze Odmian znajduje się 31 odmian pszenżyta ozimego (w tym 10 półkarłowatych) i 10 odmian pszenżyta jarego. Od roku 2000 nastąpił znaczny wzrost powierzchni zasiewów pszenżyta, a areal uprawy formy ozimej wzrósł o 111%. Obecnie zbiory pszenżyta jarego wynoszą 478 tys. ton, a ozimego 2 590 tys. ton, przy średnich plonach odpowiednio: 27,5 dt/ha i 33,9 dt/ha. Zainteresowanie pszenżycem ozimym wynika z większego plonowania i wcześniejszego terminu zbioru, co wpływa na bardziej zrównoważony rozkład prac polowych. W 2009 r. zebrano 4,3 mln ton ziarna pszenżyta i ze względu na istniejące zapotrzebowanie, prawie w całości przeznaczono na cele paszowe. Ziarno pszenżyta wykazuje lepszą strawność niż żyta. Dotychczas Polska jest największym producentem pszenżyta na świecie, na drugim miejscu są Niemcy, gdzie wprowadzona przez mieszalnię pasz kontraktacja, znacznie powiększyła areal uprawy [25]. Wysoki plon skrobi z hektara pszenżyta, duże ziarna skrobi i odpowiednia dla przetwórstwa lepkość kleików skrobiowych, umożliwiają zastosowanie tego zboża jako surowca do przemysłowej produkcji krochmalu [9, 33, 34].

BADANIA SKROBI Z PSZENŻYTA

W roku 1980 zespół M. Pałasińskiego z Akademii Rolniczej w Krakowie, jako pierwszy na świecie, rozpoczął badania właściwości skrobi otrzymanej z ziarna pszenżyta, w aspekcie możliwości jej wykorzystania w przetwórstwie [27]. Materiałem badawczym było ziarno z 48 ozimych i 5 jarych rodów polskiego pszenżyta heksaploidalnego. Zbadano właściwości fizyczno-chemiczne skrobi pszenżycy: skład chemiczny, średnią masę cząsteczkową, ziarnistość, zakres temperatury kleikowania, zdolność wiązania oraz rozpuszczalność w wodzie, charakterystykę kleikowania i krzywe płynięcia, a także zawartość sumy węglowodanów. Wyniki zamieszczono w szeregu publikacji przygotowanych przez ten zespół [8-12, 17, 18, 20].

Wykazano, że skład chemiczny ziarna pszenżyta pod względem wartości odżywczej jest korzystniejszy w porównaniu z przyjętym wzorcem, pszenicą odmiany Grana, ponieważ zawiera więcej białka i skrobi, a mniej błonnika. Analizowane właściwości funkcjonalne skrobi z pszenżyta nie odbiegają od parametrów skrobi pszennej lub żytniej, a pod względem niektórych cech są korzystniejsze, np. wykazują większą lepkość i stabilność kleików skrobiowych [12, 13].

Ponad 60% kleików skrobi z pszenżyta odznaczało się lepkością maksymalną oraz lepkością w temp. 50°C, wyższą od wzorcowych kleików ze skrobi pszennej. Ponadto kleiki z pszenżyta były stabilne podczas gotowania oraz wykazywały dużą tendencję do retrogradacji. Stwierdzono także, że w miarę wzrostu temperatury ogrzewania (60-90 °C)

proporcjonalnie zwiększał się zarówno stopień wiązania wody, jak i rozpuszczalność badanych skrobi z pszenżyta. Krzywe wiązania wody i rozpuszczalności skrobi z pszenżyta były dla wszystkich analizowanych próbek podobne [19].

W dalszych badaniach wybranych właściwości rozpuszczalnej frakcji kleików skrobi z pszenżyta analizowano przebieg procesu kleikowania w wodzie, z uwzględnieniem wpływu amylozy z ziarenka skrobi. Oprócz skrobi naturalnych użyto także skrobi odtłuszczone oraz frakcje skrobiowe różniące się wielkością ziarenek. Wykazano, że podczas kleikowania naturalnych skrobi z pszenżyta, jak i ich frakcji skrobiowych, najpierw (ok. 60°C) wypływają z ziarenka krótkie łańcuchy amylozy, a wypływ długich łańcuchów następuje w temp. 96°C, podczas gdy amylopektyna wypływa dopiero po ogrzaniu kleików w tej temperaturze przez 20 min. W skrobiach odtłuszczonych, w temp. 60°C wypływ długich łańcuchów amylozy utrzymuje się podczas dalszego ogrzewania, a nie pojawia się rozpuszczalna amylopektyna [30].

Kontynuując badania właściwości fizyczno-chemicznych odtłuszczonej skrobi z pszenżyta, z ziarna dwóch odmian: Lasko, Grado oraz rodu LAD, wyodrębniono skrobię i poddano je odtłuszczeniu. Oznaczono w nich zawartość tłuszczu surowego, fosforu całkowitego, określono zakres temperatury kleikowania, stopień wiązania wody i rozpuszczalność skrobi w wodzie w temp. 60-90°C, lepkość graniczną oraz charakterystykę kleikowania. Zaobserwowano takie same zależności, jak w skrobi pszennej i ziemniaczanej, tj. zmniejszenie zawartości fosforu, wzrost temperatury początkowej kleikowania, większą rozpuszczalność skrobi, wzrost lepkości granicznej, obniżenie temperatury kleikowania oraz zmiany wskaźników lepkości podczas oznaczania charakterystyki kleikowania [16].

Odtłuszczenie skrobi prowadzono ekstrahując ją przez 10 godzin, stosując 75% n-propanol lub mieszaninę chloroformu, metanolu i wody (w stosunku 18:6:1) w zmiennej temperaturze. Największą skuteczność w odtłuszczeniu skrobi zapewniło stosowanie n-propanolu w temp. 80°C [14]. Skrobia pozbawiona tłuszczu wykazywała wyższą rozpuszczalność amylozy i mniejszą rozpuszczalność amylopektyny. Frakcja ziarenek małych, w przeciwieństwie do dużych, charakteryzowała się ograniczonym wpływem amylozy, większą zawartością fosforu i substancji tłuszczowych oraz większą redukcjonalnością. Rozpuszczalność w 60 i 90°C jedynie podwyższała temperaturę kleikowania nie wpływając na inne parametry tego procesu [31].

Odtłuszczenie skrobi zbożowych, w tym także z pszenżyta, wpływa na większe odstępstwa ich kleików od płynu newtonowskiego, a właściwości strukturalne kleików skorelowane są z wieloma parametrami fizyczno-chemicznymi skrobi. Spośród tych właściwości skrobi rozsegregowanych pod względem wielkości ziarenek, jedynie zawartość amylozy wywiera istotny wpływ na parametry strukturalne kleików [21]. Badając zależności pomiędzy fizyczno-chemicznymi właściwościami skrobi z pszenżyta, a wskaźnikami jej ziarnistości, wyodrębniono próbki z czterech odmian pszenżyta ozimego: Dagro, Grado, LAD i Lasko oraz do porównania użyto handlową skrobię pszenną. Skrobie rozsegregowano na 3 frakcje różniące się wielkością ziarenek. W otrzymanych frakcjach oraz próbkach niefrakcjonowanych oznaczono

ziarnistość skrobi, zawartość fosforu całkowitego, zdolność wiązania wody i rozpuszczalność skrobi w wodzie w zakresie temperatury 60-80°C, określono wskaźniki charakterystyki kleikowania oraz właściwości lepkości granicznej. Podobnie jak w skrobi pszennej, we frakcji małych ziarenek skrobi (<13,8µm), w porównaniu do frakcji średnich i dużych ziarenek, większa była zawartość fosforu całkowitego, temperatura kleikowania oraz lepkość maksymalna kleików skrobiowych, a mniejsza zdolność wiązania wody, rozpuszczalność skrobi w wodzie oraz ich lepkość graniczna [16].

Promieniowanie γ powodowało degradację lepkości kleików skrobiowych, wartości malały wraz ze wzrostem zdolności wiązania wody wykazując niższą lepkość w temperaturze 60° niż przy 90 °C. Kleiki z radiolizowanej skrobi pszennej łatwiej retrogradowały niż kleiki ze skrobi z pszenżyta [2].

Postępy prac hodowlanych nad nowymi odmianami pszenżyta spowodowały konieczność przebadania zawartej w nich skrobi pod kątem właściwości fizyczno-chemicznych. Skrobię wyodrębniono z 8 polskich odmian pszenżyta (Dagro, Grado, Bolero, Lasko, Malno, Ugo, Largo, Presto) i porównano ze skrobią z pszenicy Emika i żyta Dańkowskie Złote. Badane skrobie z pszenżyta charakteryzowały się większą lepkością po ochłodzeniu, w porównaniu do skrobi pszennej i żytniej. Pozostałe właściwości skrobi z pszenżyta, jak zdolność wiązania wody i rozpuszczalność skrobi w wodzie, redukcyjność, ziarnistość oraz zawartość białka nie odbiegały od cech skrobi pszennej i żytniej użytych jako standardy, z wyjątkiem zawartości tłuszczu, która w badanych zbożach jest znacznie zróżnicowana [35].

W dalszym etapie badań możliwości przemysłowego wykorzystania skrobi z pszenżyta, sprawdzono jej podatność na modyfikację enzymatyczną i chemiczną. Przebadano skrobie wyizolowane z ziarna polskiej odmiany Lasko i rodu LAD oraz jako próbkę porównawczą skrobię z pszenicy Grana. Wykazano, że skrobia z pszenżyta była bardziej oporna na działanie alfa-amylazy. Badane skrobie pszenżytnie nie były podatne na fosforylowanie trimetafosforanem sodu [11].

Ze skrobi ziemniaczanej, kukurydzianej oraz skrobi pszenżytniej z odmiany Bolero, otrzymano w skali laboratoryjnej fosforany monoskrobiowe. Z fosforanów tych oraz przemysłowego fosforanu monoskrobiowego sporządzono skrobie wodorowe i przebadano autohydroлизę 1% wodnych suspensji tych fosforanów w temperaturze wrzenia roztworu, w ciągu 5 godzin. Zaobserwowano, że w miarę przebiegu autohydroлизy znacznie wzrastała redukcyjność i zawartość fosforu wolnego, co świadczy o hydrolizie wiązań glikozydowych oraz hydrolizie estrowego wiązania kwasu fosforowego [7].

Zbadano również rolę skrobi wyizolowanej z ziarna 28 polskich rodów pszenżyta w procesie rozrostu ciasta. Stosując ten sam gluten i próbki skrobi z różnych rodów pszenżyta wypiekano chlebki, metodą bezpośrednią, w systemie skrobia-gluten. Stwierdzono korelację pomiędzy objętością chlebków, a lepkością kleików skrobiowych, wielkością ziarenek skrobi, temperaturą kleikowania oraz zawartością białka w skrobi. Wykazano, że określone właściwości skrobi z pszenżyta w istotny sposób wpływają na objętość chlebków. Nie stwierdzono natomiast statystycznie istotnej zależności

między objętością chlebków, a stopniem wiązania wody i rozpuszczalnością skrobi pszenżytniej w wodzie, zawartością amylozy oraz tłuszczu i fosforu w skrobi z pszenżyta [15].

W trakcie 14-sto dniowych badań nad skłonnością skrobi i sporządzonych z nich maltodekstryn do retrogradacji stwierdzono, że najszybciej ulegała retrogradacji maltodekstryna ze skrobi pszennej i pszenżytniej. Wykazano, że wszystkie maltodekstryne odznaczały się mniejszą zdolnością do retrogradacji, w porównaniu ze skrobiami wyjściowymi oraz ustalono jak kształtuje się skłonność do retrogradacji badanych skrobi i maltodekstryn [36].

W polskich laboratoriach prowadzono również badania nad wpływem wielkości nawożenia azotowego na fizyczno-chemiczne cechy skrobi izolowanej z niemieckich odmian pszenżyta. Stwierdzono wpływ stosowanego, w standardowym zakresie, nawożenia azotowego na właściwości wyizolowanej skrobi. Jednak znaczne zwiększenie nawożenia nie powodowało statystycznie istotnych zmian badanych cech [32].

W opublikowanych pracach dotyczących skrobi brak informacji na temat starzenia się przechowywanych ziarenek. Sprawdzone czy po 24 latach przechowywania ziarna polskich rodów pszenżyta, wyodrębniona z nich skrobia uległa procesowi starzenia. Oznaczając fizyczno-chemiczne właściwości skrobi oraz porównując je z analogicznymi cechami określonymi ćwierć wieku wcześniej stwierdzono brak różnic w zawartości niewęglowodanowych składników skrobi, tj. białka i fosforu skrobiowego. W skrobkach wyizolowanych z ziarna przechowywanego pszenżyta było mniej amylozy. Skrobie te miały wyższą zdolność wiązania wody i lepiej rozpuszczały się w wodzie w temperaturze 60 °C, natomiast w temperaturze 80-90 °C wartości obu tych cech były niższe, niż dla skrobi wyodrębnionych z ziarna świeżego. Można wnioskować, że komórki bielma w ziarnie zbożowym stanowią barierę ochronną przed starzeniem się skrobi. Zmiany, które zaobserwowano, wynikały głównie z bardzo wysokiej aktywności enzymatycznej ziarna pszenżyta do momentu, zanim uzyskało ono podczas przechowywania wilgotność ok. 10% i zostały zahamowane w nim procesy życiowe [22].

INNE KIERUNKI WYKORZYSTANIA SKROBI Z PSZENŻYTA

Podstawowy związek zapasowy dojrzałego ziarna zbóż to skrobia, która jest syntetyzowana w ciągu całego okresu rozwoju ziarniaków. Jak podaje Klassen ogólna zawartość skrobi w ziarniakach pszenżyta wynosiła 39 do 57%, a według Mohanty nawet w granicach 58,5 do 60,6% [37]. W badaniach dotyczących ziarna polskich rodów i odmian pszenżyta określano zawartość skrobi na poziomie 57-83% [12, 23].

W celu uzyskania skrobi z mąki pszenżytniej zastosowano metodę frakcjonowania według Czuchajowskiej i Pomeranza. Uzyskano z mąki pszenżytniej mniejszą ilość czystej skrobi, natomiast więcej skrobi szlamowej i substancji rozpuszczalnych, w porównaniu do frakcji otrzymanych z mąki pszennej. Autorzy uznali, że metoda ta nadaje się do

otrzymywania z mąki pszenżytniej glutenu, substancji rozpuszczalnych w wodzie, skrobi szlamowej, nierozpuszczalnego błonnika oraz czystej skrobi [5].

W celu wykorzystania w procesie fermentacji alkoholowej skrobi pszenżytniej, prowadzono badania określające aktywność enzymatyczną ziarna pszenżyta [1, 3]. Wykonano analizy aktywności enzymów amylolytycznych, proteolitycznych i katalazy. Wykazano, że ziarno pszenżyta przewyższało pszenicę i żyto pod względem zawartości skrobi i białka, aktywności amylolytycznej i proteolitycznej oraz aktywności katalazy. W trakcie scukrzania skrobi nastąpił wzrost aktywności badanych enzymów w ziarnie, która dorównywała aktywności oznaczonej w słodzie jęczmiennym. Uzyskane wyniki potwierdzono w skali przemysłowej. Przeprowadzono, zakończone pomyślnym rezultatem, próby wykorzystania pszenżyta do scukrzania skrobi w gorzelniach rolniczych Lubelszczyzny [1].

Dotychczasowe próby określenia przydatności ziarna pszenżyta do produkcji sódów piwarskich wykazały, że brzeczki otrzymane z tego surowca źle się filtrują, są mętne, a ich lepkość jest większa niż dopuszczalna lepkość brzeczki jęczmiennej. W prowadzonych badaniach stwierdzono, że otrzymanie piwa ze sódów pszenżytnich wymaga dokładnego określenia wpływu zwiększonej zawartości produktów hydrolizy enzymatycznej polisacharydów nieskrobiowych (głównie pentozanów), na proces fermentacji piwa i jego walory organoleptyczne. Zastosowanie preparatów enzymatycznych, rozkładających pentozany, może poprawić warunki prowadzenia procesu filtracji brzeczki i walory organoleptyczne piwa uzyskanego z tego surowca [4].

Kontynuacją badań procesów fermentacyjnych skrobi pszenżytniej była ocena możliwości wzbogacania zacierów sokiem gęstym z cukrowni, w celu zwiększenia wydajności etanolu. Stwierdzono korzystny wpływ zasilania zacierów gęstym sokiem buraczanym, na efektywność procesu fermentacji. Największą wydajność (58,3%) w odniesieniu do teoretycznej, uzyskano stosując 5% dodatek soku gęstego co 12 godzin. Zastosowanie fermentacji skrobi pszenżytniej zalanej wodą o temperaturze 80°C i wzbogaconej 10% dodatkiem soku gęstego co 24 godziny, spowodowało wzrost wydajności o około 13%, w stosunku do wydajności teoretycznej [24].

Nowym kierunkiem zagospodarowania skrobi z pszenżyta, jest wykorzystanie jej na cele energetyczne. Ze względu na ograniczone wymagania glebowe i stosunkowo niski koszt uprawy, pszenżyto może być surowcem do produkcji etanolu. Przydatne jest ziarno charakteryzujące się wysoką aktywnością endogennej alfa-amylazy, rozkładającej skrobię do maltozy. Do tej grupy należą polskie odmiany: Kitaro, Borowo, Tulus, Tornado, Kazo, Gniewko, Magnat (COBORU 2009). Zacier z pszenżyta fermentuje szybciej niż żytni, co skraca czas fermentacji. Zbiór pszenżyta z ha przy plonie na poziomie 3,2 t i zawartości 56,5% skrobi w ziarnie, umożliwia uzyskanie 1160 l etanolu, tj. o 20% więcej niż z ziarna żyta uprawianego na takim samym areale [25].

Interesujące wydaje się wykorzystanie skrobi z pszenżyta do wytwarzania ekstraktów spożywczych. Ważną cechą surowca wpływającą na jakość, stopień ekspansji i gęstość ekstraktów jest m.in. zawartość skrobi. W prowadzonych badaniach przemielono ziarno 10 krajowych odmian

pszenżyta, a mąkę poddano procesowi ekstruzji w jednosiłmakowym ekstruderze. Ziarno analizowanych odmian pszenżyta cechowało się dużą zmiennością zawartości skrobi; od 62,5% (Elpaso) do 83,2% (Atletico). Najwyższą wartością współczynnika ekspandowania charakteryzowały się ekstraktów uzyskane z mąki rodzaju CHD 3012/00 i odmiany Remiko. Stopień ekspandowania i gęstości ekstraktów nie zależały od zawartości skrobi w ziarnie i liczby opadania [28].

Możliwości wykorzystania skrobi zawartej w ziarnie pszenżyta, przedstawia Opis Patentowy PL 190936. Patent dotyczy produkcji kleju do tektury falistej, zawierającego bazę skrobiową i nośnik. Jednym ze składników jest m.in. wysokoskrobiowa mąka z pszenżyta. Według opisu, zastosowanie mąki jako źródła surowego materiału skrobiowego w miejsce czystej skrobi, obniża koszty wytworzonego kleju. Z mąki, zasadniczego źródła skrobi ziarnistej należy usunąć frakcję białkową [39].

PODSUMOWANIE

Już od 115 lat skrobia jest przedmiotem systematycznych badań w wielu ośrodkach naukowych w Polsce, zajmujących się postępowaniem w zakresie rolnictwa i żywności. Od pierwszej pracy prof. Syniewskiego z 1989 roku dorobek polskich uczonych w tej dziedzinie znacząco wzrósł [27].

Z przeglądu prac naukowych wynika, że centrum badań skrobi pszenżytniej znajduje się na Uniwersytecie Rolniczym w Krakowie. Głównym inspiratorem podjęcia tego tematu był prof. Mieczysław Pałasiński. W okresie od 1980 do 2010 roku przebadano około 40 odmian i rodów pszenżyta. Na podstawie przeprowadzonych prac określono możliwości wykorzystania skrobi z pszenżyta do celów spożywczych i przemysłowych. Badania, prowadzone w innych laboratoriach, pozwoliły na zbadanie przydatności skrobi w produkcji ekstraktów, w słodownictwie, a nawet w zastosowaniu do wytwarzania klejów. Szeroko prowadzone są badania nad skrobią pszenżytnią pozwalające określić jej wartość przetwórczą i przydatność technologiczną.

LITERATURA

- [1] **ACHREMOWICZ B., WIERBOL A. 1985.** *Ocena aktywności enzymów zawartych w ziarnach triticale*. Pol. Soc. Sci Lublinensis, 1(27), 69-73.
- [2] **BACHMAN S., GAMBUŚ H., NOWOTNA A. 1997.** *Efect of gamma-radiation on some physico-chemical properties of triticale starch*. Pol. J. Food Nutr. Sci., 6 (47), 31-36.
- [3] **BISKUPSKI A., SUBDA H., BOGDANOWICZ M. 1979.** *Skład chemiczny i właściwości technologiczne ziarna pszenżyta (Triticale)*. Hodowla Roślin, Aklimatyzacja i Nasiennictwo, 23, 381-390.
- [4] **BLĄŻEWICZ J., RYTEL E. 2003.** *Wpływ produktów hydrolizy enzymatycznej polisacharydów nieskrobiowych na cechy piwa pszenżytniego*. Acta Sci. Pol. Technol. Ailm., 2(1), 75-82.
- [5] **CZUCHAJOWSKA Z., PASZCZYŃSKA B., NOWOTNA A., GAMBUŚ H. 2005.** *Wykorzystanie*

- metody frakcjonowania do pozyskania glutenu i czystej skrobi z mąki pszenżytniej. Acta Sci. Pol. Technol. Alim.*, 4(2), 17-24.
- [6] **DZIAMBA S. 1979.** *Zboże przyszłości.* Postępy Nauk Rolniczych, 26 (31), 3-12.
- [7] **FORTUNA T. 1991.** *Autohydrolysis of monostarch phosphates.* Acta Alim. Pol., 17 (41), 193-200.
- [8] **FORTUNA T., GAMBUŚ H., NOWOTNA A. 1985.** *Oznaczanie czystości skrobi.* Zesz. Nauk AR Krak. Techn. Żywn., 1 (193), 35-45.
- [9] **FORTUNA T., GAMBUŚ H., NOWOTNA A., PAŁASIŃSKI M. 1985.** *Studies on the suitability of triticale for starch production.* Acta Alim. Pol., 11, 53-62.
- [10] **FORTUNA T., GAMBUŚ H., NOWOTNA A., PAŁASIŃSKI M. 1985.** *Uproszczony sposób oznaczania liczbowo średniej masy cząsteczkowej skrobi.* Zesz. Nauk AR Krak. Techn. Żywn., 1 (193), 47-55.
- [11] **FORTUNA T., GAMBUŚ H., NOWOTNA A., PAŁASIŃSKI M. 1989.** *Podatność skrobi pszenżyta na modyfikację enzymatyczną i chemiczną.* Zesz. Nauk AR Krak., Techn. Żywn., 3 (231), 29-37.
- [12] **GAMBUŚ H. 1983.** *Charakterystyka fizyko-chemicznych właściwości skrobi polskich rodów pszenżyta (Triticale).* Praca doktorska, AR Kraków, str. 89.
- [13] **GAMBUŚ H., FORTUNA T., NOWOTNA A. 1994.** *Zależność fizykochemicznych właściwości skrobi pszenżytniej od sposobu jej wyodrębniania.* Zesz. Nauk AR Krak. Techn. Żywn., 6 (295), 97-105.
- [14] **GAMBUŚ H., GUTTERCH R., NOWOTNA A., PRAZNIK W. 1996.** *Fizyko-chemiczne właściwości odtłuszczonej skrobi pszenżytniej.* Żywność. Technologia. Jakość, 2(7), 158-165.
- [15] **GAMBUŚ H., LEWCZUK J., NOWOTNA A., FORTUNA T. 1988.** *Effect of physico-chemical properties of triticale starch on selected indices quality.* Acta Alim. Pol., 3 (14), 131-137.
- [16] **GAMBUŚ H., NOWOTNA A. 1992.** *Physicochemical properties of defatted triticale starch.* Pol. J. Food Nutr. Sci., 1 (42), 101-107.
- [17] **GAMBUŚ H., NOWOTNA A., KRAWONTKA J. 1993.** *Effect of triticale starch graininess on its physico-chemical properties.* Pol. J. Food Nutr. Sci., 2 (43), 25-31.
- [18] **GAMBUŚ H., FORTUNA T., NOWOTNA A., PAŁASIŃSKI M. 1987a.** *Physical properties of triticale starch. Part I. Characteristic of starch pasting.* Acta Alim. Pol., 1 (13), 3-13.
- [19] **GAMBUŚ H., FORTUNA T., NOWOTNA A., PAŁASIŃSKI M. 1987b.** *Physical properties of triticale starch. Part II. Water binding capacity and solubility of starch.* Acta Alim. Pol., 2 (13), 99-106.
- [20] **GAMBUŚ H., FORTUNA T., NOWOTNA A., PAŁASIŃSKI M. 1987c.** *Physical properties of triticale starch. Part III. Determination of flow curves of triticale starch.* Acta Alim. Pol., 2(13), 107-114.
- [21] **GAMBUŚ H., NOWOTNA A., ZIOBRO R., NOWOTNY-RÓŻAŃSKA M. 1997.** *Zależność wybranych reologicznych parametrów kleików od fizyko-chemicznych właściwości skrobi.* Zesz. Nauk. AR Krak., Techn. Żywn., 9 (324), 45-53.
- [22] **GAMBUŚ H., SZARY K., SABAT R., MATUSZ-MIRLAK A. 2005.** *Wybrane właściwości ziarna pszenżyta przechowywanego przez 24 lata oraz wyizolowanej z niego skrobi.* Folia Univ. Stetin., Scientia Alimentaria 246 (4): 95-106.
- [23] **GIL Z. 2001.** *Charakterystyka cech fizycznych, chemicznych i przemiałowych ziarna pszenżyta jarego i ozimego.* Biul. Inst. Hod. i Aklim. Rośl., 220, 139-149.
- [24] **GUMIENNA M., LASIK M., CZARNECKI Z., SZAMBELAN K. 2010.** *Dobór parametrów procesu scukrzania gęstych zacierów zbożowo-buraczanych dla efektywnej produkcji etanolu.* Aparatura Badawcza i Dydaktyczna. 4(15), 15-20.
- [25] **JAŚKIEWICZ B. 2010.** *Kierunki wykorzystania ziarna pszenżyta.* Wieś Jutra. 4 (141), 25-26.
- [26] **KISS A. 1966.** *Neue Richtung In der Triticale Zuchtung.* Z. Pflanzenzuchtung, 55, 309-329.
- [27] **LESZCZYŃSKI W., PAŁASIŃSKI M. 1998.** *Stulecie badań nad skrobią w Polsce (1898-1998).* Wyd. PTTŻ Oddz. Małopolski. Kraków, str. 63.
- [28] **MAKOWSKA A., CHMIELIŃSKA A., KIRYLUK J., GUTSCHE M. 2010.** *Wpływ wybranych cech surowca na współczynnik ekspansji i gęstość właściwą ekstrudatów pszenżytnich.* Przegląd Zbożowo-Młynarski, 8(54), 38-41.
- [29] **MUNTZIG A. 1936.** *Über die entstehungsweise 56-chromosomiger Weizen-Rogen-bastarden.* Der Züchter, 8, 188-191.
- [30] **NOWOTNA A. 1991.** *Studies on selected properties of the soluble fraction in triticale starch paste.* Acta Alim. Pol., 4 (17), 339-344.
- [31] **NOWOTNA A. 1996.** *Wpływ sposobu przygotowania skrobi pszenżytniej na jej właściwości oraz charakterystykę frakcji rozpuszczalnej kleików skrobiowych.* Zesz. Nauk. AR Krak., Rozprawy, 214, str. 87.
- [32] **NOWOTNA A., GAMBUŚ H., KRATSH G., KRAWONTKA J., GAMBUŚ F., SABAT R., ZIOBRO R. 2007.** *Effect of nitrogen on the physico-chemical properties of starch isolated from german triticale varieties.* Starch/Starke, 59, 397-399.
- [33] **PAŁASIŃSKI M., FORTUNA T., GAMBUŚ H., NOWOTNA A. 1985.** *Physikalisch-chemische Eigenschaften der Triticale-Starke.* Die Nahrung, 9 (29), 857-866.
- [34] **PAŁASIŃSKI M., FORTUNA T., GAMBUŚ H., NOWOTNA A. 1987.** *Eigenschaften der Triticale-starke am Beispiel polnischer Triticalesorten.* Starch/Starke, 10 (39), 343-346.
- [35] **PAŁASIŃSKI M., FORTUNA T., GAMBUŚ H., NOWOTNA A. 1991.** *Physico-chemical properties of triticale starch used for commercial starch production.* Acta Alim. Pol., 4 (17), 419-423.

- [36] SOBOLEWSKA-ZIELIŃSKA J., FORTUNA T. 2010. *Retrogradation of starch and maltodextrin of origin various*. Acta Sci. Pol. Technol. Alim., 9(1), 71-81.
- [37] TARKOWSKI Cz. 1975. *Triticale. Cytogenetyka, hodowla i uprawa*. Roczn. Nauk Roln. Seria D, Monografie, t. 157, PWN.
- [38] TARKOWSKI Cz. (red.) 1989. *Biologia pszenżyta*. PWN Warszawa, 383.
- [39] WALKOWSKI A., MAĆZYŃSKI M., GUCKI Z., LEWANDOWICZ G., GZYL P., SZYMAŃSKA G., URBANIAK G. 2000. *Klej do tektury falistej*. Opis Patentowy PL-190936, 4.

THE USE OF TRITICALE STARCH

SUMMARY

The study describes studies conducted in Poland on the possibilities of industrial utilization of triticale starch. In the period from 1980 to 2010 about 40 varieties and cultivars of triticale were evaluated. Analyses of chemical composition of grains and starch were performed. The research on starch purity, its physico-chemical properties, granularity, pasting and molecular weight were done. The susceptibility of starch from triticale on selected modifications: enzymatic and chemical was also investigated. The work allowed to identify the possibility of using triticale starch for food and industrial applications. Further studies allowed to establish the usefulness of starch in the production of extrudates, in malting, and even the use for the manufacture of starch-based adhesives. Wide survey conducted on triticale starch can be described as a complete analysis of its value and usefulness of the technological processing.

In the present review, only national study on starch and its possible industrial use is discussed. Other issues such as milling and bakery usefulness, usability in malting and brewing, due to the large size of content, will be the subject of further studies in this series.

Key words: triticale, starch pastes, bioethanol, extrusion.