

ZOFIA KAROLINI-SKARADZIŃSKA, HANNA SUBDA, ANNA CZUBASZEK

**WPŁYW DODATKU MĄKI JĘCZMIENNEJ NA WŁAŚCIWOŚCI
CIASTA I PIECZYWA UZYSKANEGO Z MĄKI
PSZENIC JARYCH I OZIMYCH**

Streszczenie

Badaniom poddano mąkę z ziarna 3 odmian pszenicy ozimej (Izolda, Korweta, Roma) i 4 odmian pszenicy jarej (Hena, Torka, Santa, Jasna), z dwóch lat zbioru oraz mąkę jęczmienną z przemiału laboratoryjnego. W mące pszennej określono zawartość białka ogółem, ilość i jakość glutenu mokrego, liczbę sedimentacji oraz liczbę opadania. Mieszanki pszenno-jęczmienne oceniono farinograficznie oraz wykonano z nich wypieki laboratoryjne. Stwierdzono, że 5% dodatek mąki jęczmiennej do mąki pszennej powodował wzrost wodochłonności mąki ze wszystkich ocenianych odmian pszenicy. Zastąpienie mąki pszennej mąką jęczmienną wpływało niejednakowo na cechy reologiczne ciasta wytworzonego z poszczególnych mieszanek. Objętość pieczywa pszenno-jęczmiennego była na ogół większa od objętości chleba pszennego.

Słowa kluczowe: jęczmień, pszenica, reologia ciasta, wypiek

Wprowadzenie

W diecie człowieka duży udział mają produkty zbożowe, a szczególnie pieczywo. W Polsce najwięcej pieczywa produkuje się z mąki jasnej pozbawionej cennych składników odżywczych. Mąka ta jest uboższa w witaminy, sole mineralne i błonnik pokarmowy, które są obecne w okrywie owocowo-nasiennej. W celu zwiększenia wartości odżywczej pieczywa stosuje się różnego rodzaju dodatki. Jednym z nich może być jęczmień. Wartość biologiczna białka tego zboża, ze względu na zawartość lizyny, jest wyższa niż pszenicy [15]. Ponadto jęczmień charakteryzuje się dużą zawartością błonnika pokarmowego, w tym β -glukanów odgrywających ważną rolę w profilaktyce chorób cywilizacyjnych [7, 9, 11]. Hallfrisch i wsp. [8] zwracają uwagę na to, że zwiększenie udziału jęczmienia i owsa w diecie może obniżyć ryzyko zachorowania na cukrzycę typu II. Kawka [11], w badaniach klinicznych z udziałem osób cierpiących na hipercholesterolemię, stwierdziła, że zastąpienie w diecie pieczywa tradycyjnego pieczywem z udziałem wysokobłonnikowego produktu jęczmiennego reguluje

wskaźniki gospodarki lipidowej. Ponadto podaje, że dieta zawierająca produkty jęczmienne wspomaga i uzupełnia leczenie farmakologiczne. W związku z tym wydaje się, że spożywanie pieczywa z dodatkiem nawet niewielkich ilości produktów jęczmiennych może w pewnym stopniu przyczynić się do dłuższego zachowania pełni zdrowia. Z tego względu konieczne jest prowadzenie badań nad możliwością wykorzystania jęczmienia w produkcji pieczywa oraz wdrażania uzyskanych wyników do praktyki piekarskiej.

Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu dodatku mąki jęczmiennej do mąki pszennej, na właściwości fizyczne ciasta i cechy jakościowe pieczywa. Badaniom poddano mąki pszenne uzyskane z ziarna różnych odmian pszenicy.

Materiał i metody badań

Materiał badawczy stanowiły mąki z ziarna 3 odmian pszenicy ozimej: Izolda, Korweta i Roma oraz 4 odmian pszenicy jarej: Hena, Torka, Santa i Jasna, z dwóch lat zbioru. W roku 1998 ziarno do badań uzyskano ze Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Tarnowie Śląskim, a w roku 1999 z SDOO w Jeleniej Górze. Przemiał ziarna pszenicy przeprowadzono w młynie Quadrumat Senior (Brabender OHG Duisburg/Germany), uzyskując średnią wydajność mąki 54,6% z ziarna odmian ozimych i 53,4% z ziarna pszenic jarych. Mąkę jęczmienną stosowaną w badaniach uzyskano z laboratoryjnego przemiału ziarna jęczmienia (mieszanka odmian: Rodos, Orthegea, Refren, Rodion, Rabel, Rataj, Bryl, Kroton, Gregor, Gil, Tramp, Horus) w młynie laboratoryjnym Quadrumat Junior. Średnia wydajność mąki jęczmiennej wynosiła 26,3%. Mąka ta zawierała 9,7% białka ogółem (N x 6,25) i charakteryzowała się niską aktywnością α -amylazy (liczba opadania 382 s). Udział mąki jęczmiennej w mieszankach z mąką pszenną wynosił 5%.

Wartość wypiekową mąki pszennej oceniano na podstawie oznaczenia zawartości białka ogółem metodą Kjeldahla (N x 5,7), ilości i rozplywalności glutenu mokrego według Polskich Norm [17] oraz liczby sedymentacji [2]. Określano także aktywność α -amylazy na podstawie liczby opadania [18]. Wykonywano również ocenę farinograficzną mąki pszennej i jej mieszanek z 5% dodatkiem mąki jęczmiennej według AACC [1] oraz wypieki laboratoryjne pieczywa metodą Biskupskiego opisaną przez Karolini-Skaradzińską i wsp. [10].

Wyniki badań opracowano statystycznie, obliczając wartości średnie badanych parametrów w przypadku poszczególnych odmian pszenicy oraz wartości średnie i odchylenia standardowe (SD) w przypadku jej form jarych i ozimych.

Wyniki i dyskusja

Wyniki 10-letnich badań przeprowadzonych przez Subdę [19] wskazują, że mąka pszenna zawiera od 9,8 do 12,2% białka ogółem. Podobne ilości tego składnika

oznaczono w niniejszych badaniach. Najmniej białka ogółem zawierała mąka z ziarna pszenicy jarej odmiany Hena (9,5%), a najwięcej było go w mące z ziarna pszenicy ozimej odmiany Roma (12,3%) (tab. 1). Linnemann i wsp. [14] podają, że wartość wypiekowa mąki pszennej w dużej mierze zależy od glutenu, czyli gliadyny i gluteniny, białek występujących w bielmie. W praktyce piekarskiej uważa się, że mąka chlebowa powinna zawierać powyżej 25% glutenu mokrego. W przeprowadzonych badaniach ilość glutenu mokrego uzyskana z mąki odmian jarych (31,2%) i ozimych (32,0%) była podobna (tab. 1). Dużą zawartością glutenu odznaczały się mąki z ziarna pszenicy 'Roma' i 'Santa' (35,8 i 35,1%). Jakość glutenu można określać na podstawie jego rozpląwalności. Gluten mocny tylko w niewielkim stopniu rozpląwa się podczas termostatowania w temp. 30°C. Średnia rozpląwalność glutenu była mała. W mąkach ocenianych odmian jarych i ozimych pszenicy wynosiła odpowiednio 4,6 i 4,9 mm (tab. 1). Można było jednak zauważyć znaczne różnice w wartościach tej cechy pomiędzy odmianami. Małą rozpląwalność glutenu wykazały pszenice 'Torka' (1,8 mm) oraz 'Korweta' (2,8 mm), a prawie trzykrotnie większą 'Izolda' (7,0 mm) i 'Santa' (6,8 mm). Dobrym wskaźnikiem jakości glutenu, a tym samym wartości wypiekowej mąki pszennej, jest liczba sedymentacji oznaczana w roztworze SDS [14]. Moonen i wsp. [16] wykazali wysoką zależność pomiędzy liczbą sedymentacji a objętością pieczywa. Na podstawie liczby sedymentacji korzystniej pod względem jakości białek glutenowych oceniono pszenice jare (73 cm³) niż ozime (50 cm³) (tab. 1). Na uwagę zasługuje pszenica jara odmiany – 'Torka', w mące której uzyskano największą wartość tego testu (83 cm³). Stosunkowo niskie liczby sedymentacji stwierdzono w przypadku mąki 'Korweta'* (38 cm³) i 'Izolda' (41 cm³). W ocenie jakości mąki ważna jest także aktywność enzymów amylolitycznych. Aktywność α -amylazy można określać pośrednio na podstawie liczby opadania. Przy dużej aktywności tego enzymu kleiki są szybko upłynniane, a liczba opadania jest niska [6]. Mąka z ziarna badanych odmian pszenicy charakteryzowała się liczbą opadania w granicach od 306 do 401 s, co świadczy o małej aktywności amylolitycznej.

Jedną z cech określanych farinograficznie jest wodochłonność, która w ocenianych mąkach pszennych wahała się od 59,4 (Izolda) do 63,8% (Hena) (tab. 2). Jak podaje Subda i wsp. [21, 22], wodochłonność mąki jęczmiennej w zależności od odmiany ziarna i warunków uprawy wynosi od 66,3 do 75,9%. Również Bhatti [5] uważa, że mąka jęczmienna odznacza się dużą zdolnością wiązania wody. Znaczna wodochłonność mąki jęczmiennej spowodowała, że w przeprowadzonych badaniach jej 5% dodatek do mąki pszennej przyczynił się do zwiększenia ilości wody wchłanianej średnio o 2,5%, zarówno przez mieszanki mąk z ziarna odmian jarych, jak i ozimych (tab. 2).

Tabela 1

* W celu uproszczenia tekstu, w dalszej analizie wyników będzie używane pojęcie: mąka 'Korweta' na określenie mąki z ziarna pszenicy odmiany Korweta. Podobne uproszczenie dotyczy badanych mąk z ziarna innych odmian pszenicy.

Średnie wartości cech jakościowych mąki z ziarna pszenicy jarej i ozimej ze zbiorów w latach 1998-1999.
Means values of qualitative traits of flour of spring and winter wheat grain, harvested in 1998-1999.

Odmiany pszenicy Wheat cultivars	Zawartość białka ogółem Total protein content [%]	Zawartość gluteu mokrego Wet gluten content [%]	Rozpływalność glutenu Flowness of gluten [mm]	Liczba sedimentacji Sedimentation value [cm ³]	Liczba opadania Falling number [s]
Ozime Winter					
Izolda	10,2	28,2	7,0	41	306
Korweta	12,0	32,1	2,8	38	401
Roma	12,3	35,8	5,0	70	385
$\bar{x} \pm SD$	11,5±1,1	32,0±5,4	4,9±3,7	50±15	364±73
Jare Spring					
Hena	9,5	28,0	4,0	67	350
Torka	10,1	27,9	1,8	83	353
Santa	11,9	35,1	6,8	69	372
Jasna	11,6	33,7	5,8	72	373
$\bar{x} \pm SD$	10,8±1,3	31,2±4,4	4,6±2,7	73±8	362±49

Ciasto pszenno-jęczmienne otrzymane z mąki pszenic odmian ozimych charakteryzowało się krótszym czasem rozwoju, w porównaniu z ciastem pszennym (średnio o 0,7 min) (tab. 2). Największe skrócenie czasu rozwoju ciasta pod wpływem dodatku mąki jęczmiennej obserwowano w mieszankach z mąką 'Roma' (1,6 min), a małe z mąką 'Izolda' (0,1 min) i 'Korweta' (0,4 min). Natomiast spośród jarych odmian pszenicy tylko mąka 'Santa' reagowała skróceniem czasu rozwoju ciasta o 0,6 min. Czas rozwoju ciasta otrzymanego z mąki pozostałych pszenic jarych ('Hena' i 'Jasna') z 5% udziałem mąki jęczmiennej był dłuższy (odpowiednio o 0,3 i 0,4 min) niż samego ciasta pszennego.

Długi czas stałości ciast pszennych świadczy o dobrej jakości technologicznej mąki z ziarna badanych odmian. Ciasta uzyskane z mąki Santa' (21,7 min) i 'Korweta' (14,0 min) (tab. 2) najdłużej utrzymywały konsystencję podczas mieszania. Pod wpływem dodatku mąki jęczmiennej czas stałości ciasta z mąki pszenic odmian ozimych skracał się średnio o 1,6 min, a z mąki pszenic jarych o 3,4 min. Wyjątek stanowiły pszenice odmian Izolda (ozima) i Jasna (jara), ponieważ po dodaniu mąki jęczmiennej stwierdzono wydłużenie czasu stałości ciasta sporządzonego z mąk tych mieszanek (odpowiednio 0,4 i 1,1 min). Największe zmiany zaobserwowano w mące z pszenicy jarej 'Santa' (stałość ciasta krótsza o 13,3 min). O osłabieniu ciasta pszennego pod wpływem udziału mąki jęczmiennej (10–40%) informują także Basman i Köksel [3]. Przyczyną niekorzystnego oddziaływania mąki jęczmiennej na właściwości ciasta pszenno-jęczmiennego jest przypuszczalnie krótki czas rozwoju i stałości ciasta jęczmiennego, co sugerują Bhatti [4] oraz Subda i wsp. [20, 21].

Średnie wartości cech farinograficznych mąki z ziarna pszenicy jarej i ozimej bez dodatku i z 5% dodatkiem mąki jęczmiennej ze zbiorów 1998-1999.

Means values of farinographic traits of flour of spring and winter wheat grain without and with 5% addition of barley flour, harvested in 1998-1999.

Odmiany pszenicy Wheat cultivars	Wodochłonność mąki Water absorption [%]		Rozwój ciasta Dough development [min]		Stalność ciasta Dough stability [min]		Czas do załamania Time to breakdown [min]		Współczynnik tolerancji na mieszenie Tolerance index [BU]	
	Dodatek mąki jęczmiennej / Addition of barley flour [%]									
	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
Ozime Winter Izolda	59,4	61,6	1,7	1,6	1,8	2,2	3,6	4,0	80	85
Korweta	60,2	63,0	2,0	1,6	14,0	11,5	18,6	13,6	30	35
Roma	62,2	64,8	3,1	1,5	6,8	4,0	9,2	7,4	45	50
$\bar{x} \pm SD$	60,6±1,9	63,1±2,5	2,3±0,4	1,6±0,1	7,5±7,0	5,9±5,5	10,5±8,7	8,3±5,3	50±26	55±23
Jare Spring Hena	63,8	66,5	1,6	1,9	4,7	4,0	8,0	6,4	35	50
Torka	62,0	65,0	1,5	1,6	7,0	6,6	9,7	9,7	25	38
Santa	63,0	65,8	2,4	1,8	21,7	8,4	31,8	11,6	30	35
Jasna	63,2	64,8	1,5	1,9	4,8	5,9	6,6	9,0	30	35
$\bar{x} \pm SD$	63,0±2,5	65,5±4,0	1,8±0,7	1,8±0,2	9,6±10,8	6,2±3,9	14,0±16,1	9,2±4,5	30±17	40±15

Ciasta z mąk ocenianych odmian pszenicy różniły się czasem do załamania. Średnia wartość tej cechy dotycząca mąk z ziarna odmian ozimych była niższa (10,5 min) w porównaniu z jarymi (14,0 min) (tab. 2). Wśród pszenic ozimych na uwagę pod względem tej cechy zasługiwała odmiana Korweta (18,6 min), a z jarych Santa (31,8 min). Dodatek mąki jęczmiennej powodował na ogół skrócenie czasu do załamania konsystencji ciasta. Tylko ciasto uzyskane z mąki 'Jasna' z udziałem mąki jęczmiennej wykazywało dłuższy czas do załamania (o 2,4 min) w porównaniu z ciastem pszennym.

Dodatek mąki jęczmiennej wpływał także niekorzystnie na współczynnik tolerancji ciasta na mieszenie. Jego wartość w cieście pszenno-jęczmiennym była większa niż w cieście pszennym (tab. 2). Jednak obniżenie jakości ciasta z dodatkiem mąki jęczmiennej było niewielkie i wynosiło w mące z pszenicy ozimej średnio 5 jB, a w przypadku mąki z pszenicy jarej 10 jB. Z badań Basmana i Köksela [3] wynika, że kierunek oddziaływania mąki jęczmiennej na wartość współczynnika tolerancji na mieszenie zależy od jakości pszenicy.

Badania Kawki i wsp. [12] wskazują, że wzrost udziału przetworów jęczmiennych w cieście pszenno-jęczmiennym może powodować poprawę jego cech reologicznych w porównaniu z ciastem kontrolnym. Autorzy ci stwierdzili, że całe płatki jęczmienne korzystniej wpływają na czas rozwoju i stałości ciasta oraz współczynnik tolerancji na mieszenie niż płatki jęczmienne o mniejszej granulacji. Rozbieżności w ocenie wpływu produktów jęczmiennych na właściwości fizyczne

ciasta podawane przez różnych autorów [3,12] mogą być powodowane użyciem do badań zróżnicowanych jakościowo mąk pszennych oraz zastosowaniem różnorodnych produktów jęczmiennych.

Uzyskane pieczywo różniło się objętością (tab. 3). Małą objętością odznaczały się chleby wypieczone z mąki z pszenicy ozimej 'Izolda' (549 cm³) oraz z mąki pszenic jarych 'Santa' (542 cm³) i 'Torka' (548 cm³). Największą objętością charakteryzowały się chleby z mąki pszenicy ozimej 'Roma' (628 cm³) i jarej 'Hena' (597 cm³). Nadpiek chleba pszennego kształtował się na poziomie od 47,9% ('Izolda') do 52,0% ('Hena'). Dodatek mąki jęczmiennej do mąki pszennej powodował na ogół wzrost objętości pieczywa oraz nadpieku chleba. Obserwowano znaczne zwiększenie objętości chleba z mąki pszenicy jarej 'Santa' (34 cm³) oraz z mąki pszenicy ozimej 'Izolda' (18 cm³). Podobnie, jak w niniejszych badaniach, Subda i wsp. [22], określając wpływ 5% dodatku mąki różnych odmian jęczmienia do mąki pszennej, uzyskali wzrost objętości chleba pszenno-jęczmiennego od 4 do 56 cm³. Natomiast Kawka i wsp. [12] wykazali, że dodatek produktów jęczmiennych powyżej 5% do mąki pszennej powoduje obniżenie objętości chleba. Subda i Karolini-Skaradzińska [23], oceniając mieszanki mąk z różnych odmian pszenicy z udziałem 20% dodatku śruty i otrąb jęczmiennych oraz dodatku cukru, tłuszczu i odtłuszczonego mleka w proszku, stwierdziły wzrost objętości chleba. Według Klamczyńskiego i Czuchajowskiej [13] pieczywo pszenno-jęczmienne z 20% udziałem mąki z jęczmienia woskowego wykazuje mniejszą objętość w porównaniu z chlebem kontrolnym, a dodatek takiej samej ilości mąki z jęczmienia niewoskowego nie przyczynia się do zmiany objętości gotowego produktu, w stosunku do pieczywa wytworzonego z mąki pszennej.

Porowatość miękiszu chleba pszennego, oceniana w skali 8-punktowej, wahała się od 6 do 8 pkt (tab. 3). Spośród pszenic ozimych wysoko oceniono mięksiz chleba z mąki 'Korweta', a nisko z mąki 'Izolda'. Mięksiz pieczywa z mąki pszenic jarych odznaczał się jednakową porowatością (6,5 pkt). Mąka jęczmienna w mieszanke z mąką pszenną różnie wpływała na porowatość miękiszu. Mięksiz chleba wypieczonego z mieszanek mąki pszennej 'Roma', 'Torka' i 'Santa' oraz z mąki jęczmiennej odznaczał się lepszą porowatością, w porównaniu z chlebem wypieczonym tylko z mąki pszennej. Natomiast porowatość miękiszu chleba pszenno-jęczmiennego uzyskanego z mąki 'Izolda' i 'Korweta' została niżej oceniona w stosunku do chleba kontrolnego. Struktura miękiszu pieczywa z mąki 'Hena' i 'Jasna' nie zmieniała się pod wpływem dodatku mąki jęczmiennej. Subda i Karolini-Skaradzińska [23] wykazały, że pieczywo pszenno-jęczmienne uzyskane z mąki pszenicy jarej miało mniej równomierną porowatość w porównaniu z chlebem kontrolnym, a chleb z mąki pszenic ozimych charakteryzował się lepszą strukturą miękiszu. Według Toufeili'ego i wsp. [24] zastąpienie skrobi pszennej skrobią jęczmienną w modelowym chlebie arabskim nie powodowało zmian w strukturze miękiszu tego pieczywa. Podobnie wyniki badań Basmana i Köksela [3] oraz Klamczyńskiego i Czuchajowskiej [13]

wskazują na to, że porowatość chleba pszenno-jęczmiennego jest porównywalna z pieczywem pszenным.

Tabela 3

Średnie wartości cech wypiekowych mąki z pszenicy jarej i ozimej bez dodatku i z 5% dodatkiem mąki jęczmiennej ze zbioru 1998-1999.

Mean values of baking traits of flour of spring and winter wheat without and with 5% addition of barley flour, harvested in 1998-1999.

Odmiany pszenicy Wheat cultivars	Objętość chleba ze 100 g mąki Bread volume from 100 g of flour [cm ³]		Nadpiek chleba Overbake [%]		Porowatość miękiszu według skali Dallmanna Crumb porosity by Dallmanns scale	
	Dodatek mąki jęczmiennej Addition of barley flour [%]					
	0	5	0	5	0	5
Ozime Winter						
Izolda	549	567	47,9	49,2	6,0	5,5
Korweta	581	589	50,5	51,5	8,0	7,0
Roma	628	617	48,0	51,2	6,5	7,5
$\bar{x} \pm SD$	586±48	591±28	48,8±1,7	50,6±1,4	6,8±1,6	6,7±1,4
Jare Spring						
Hena	597	595	52,0	52,0	6,5	6,5
Torka	548	553	51,7	51,8	6,5	7,0
Santa	542	576	50,0	50,2	6,5	7,0
Jasna	580	583	49,2	50,8	6,5	6,5
$\bar{x} \pm SD$	567±28	577±22	50,7±2,7	51,2±3,0	6,5±0,5	6,8±1

Wnioski

1. Udział mąki jęczmiennej w mieszance z pszeną powodował wzrost wodochłonności mąki uzyskanej z ziarna wszystkich ocenianych odmian pszenicy.
2. Dodatek 5% mąki jęczmiennej do mąki pszennej, uzyskanej z ziarna poszczególnych odmian, niejednakowo wpływał na cechy reologiczne ciasta sporządzonego z tych mieszanek. Korzystny wpływ dodatku mąki jęczmiennej zaobserwowano tylko w mieszance z mąką pszenicy jarej 'Jasna', której wszystkie parametry oceny farinograficznej były bardziej korzystne niż ciasta pszenne.
3. Objętość i nadpiek pieczywa pszenno-jęczmiennego były na ogół większe niż chleba pszenne.

4. Wpływ dodatku mąki jęczmiennej na porowatość miększu był niejednakowy. Korzystne zmiany stwierdzono w miększu chleba z mąki pszenicy ozimej 'Roma' oraz jarej 'Torka' i 'Santa'.

Literatura

- [1] American Association of Cereal Chemists. Approved methods of the AACC. 10th ed. Method 54-21. The Association, St. Paul.MN 2000.
- [2] Axford D.W.E., Mc Dermott E.E., Redman D.G.: Note on the sodium dodecyl sulfate test on bread making quality comparison with Pelshenke and Zeleny tests. *Cereal Chem.*, 1979, **56**, 582-584.
- [3] Basman A., Köksel H.: Properties and composition of Turkish flat bread (bazlama) supplemented with barley flour and wheat bran. *Cereal Chem.*, 1999, **76**, 506-511.
- [4] Bhatti R.S.: Physicochemical properties of roller-milled barley bran and flour. *Cereal Chem.*, 1993, **70**, 397-402.
- [5] Bhatti R.S.: Milling of regular and waxy starch hull - less barley for the production of bran and flour. *Cereal Chem.*, 1997, **74**, 693-699.
- [6] Gąsiorowski H., Kołodziejczyk P.: Wartość technologiczna żyta i metody jej oceny. W: *Żyto chemia i technologia - pod red. H. Gąsiorowskiego*. PWRiL. Poznań 1994, s. 170-184.
- [7] Hallfrisch J., Behal K.M.: Physiological responses of men and women to barley and oat extracts (Nu-trim X). I. Breath hydrogen, methane, and gastrointestinal symptoms. *Cereal Chem.*, 2003, **80**, 76-79.
- [8] Hallfrisch J., Schfield D.J., Behal K.M.: Physiological responses of men and women to barley and oat extracts (Nu-trim X). II. Comparison of glucose and insulin responses. *Cereal Chem.*, 2003, **80**, 80-83.
- [9] Kahlon T.S., Woodruff C.L.: In vitro binding of bile acids by rice bran, oat bran, barley and B-glucan enriched barley. *Cereal Chem.*, 2003, **80**, 260-263.
- [10] Karolini-Skaradzińska Z., Subda H., Korczak B., Kowalska M., Żmijewski M., Czubaszek A.: Ocena technologiczna ziarna i mąki wybranych odmian pszenicy ozimej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2001, **2 (87)**, 68-77.
- [11] Kawka A.: Jęczmień i jego produkty. Charakterystyka, otrzymywanie i wykorzystanie w żywieniu człowieka. *Rocz. Akademii Rolniczej w Poznaniu. Rozprawy naukowe. Zeszyt 342*. Poznań 2004.
- [12] Kawka A., Górecka D., Gąsiorowski H.: The effects commercial barley flakes on dough characteristic and bread composition. *Electr. J. Pol. Agri. Univ. Food Sci. Techn.*, 1999, **2**, 1- 8.
- [13] Klamczyński A.P., Czuchajowska Z.: Quality of flours waxy and nonwaxy barley for production of baked products. *Cereal Chem.*, 1999, **76**, 530-535.
- [14] Linnemann L., Leithold G., Rauber R.: Kleberqualität als Bewertungs-kriterium der Backqualität von Weizen – Neue Erkenntnisse zu einem alten Thema. *Getreide Mehl u. Brot*, 2002, **56 (3)**, 147-153.
- [15] Maciejewicz-Ryś J., Hanczakowski P.: Improvement of the nutritive value of cereals by leaf protein supplementation. *J. Sci. Food Agric.*, 1990, **50**, 99-104.
- [16] Moonen J.H.E., Scheepstra A., Graveland A.: Use of the SDS-sedimentation test and SDS-polyacrylamidgel electrophoresis for screening breeders samples of wheat for bread making quality. *Euphytica*, 1982, **31**, 677-690.
- [17] PN-77/A-74041:1989. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe. Oznaczanie glutenu mokrego.
- [18] PN-ISO 3093:1996. Zboża. Oznaczanie liczby opadania.
- [19] Subda H.: Charakterystyka biochemiczna i technologiczna pszenicy jarej i ozimej. Cz. I. Ilość i jakość białek. *Hod. Rośl. Aklim.*, 1991, **35**, 69-82.

- [20] Subda H., Gniłka P., Czubaszek A.: Charakterystyka jakości ziarna i mąki jęczmienia jarego i ozimego. Mat. XXVII Sesji Nauk. KTiChŻ PAN. Szczecin 1996, s. 24-31.
- [21] Subda H., Gniłka P., Czubaszek A., Karolini-Skaradzińska Z.: Skład chemiczny i wartość technologiczna mąki odmian jęczmienia jarego i ozimego. Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl., 1997, **203**, 147-157.
- [22] Subda H., Piątek A., Augustowska I., Karolini-Skaradzińska Z., Czubaszek A.: Charakterystyka wartości technologicznej ziarna i mąki kilku odmian jęczmienia. Biul. Inst. Hod. Aklim. Rośl., 2000, **215**, 167-177.
- [23] Subda H., Karolini-Skaradzińska Z.: Jakość chleba pszennego z dodatkiem produktów jęczmiennych. W: *Technologia żywności a oczekiwania konsumentów - pod red. T. Haber, H. Porzucek*. Wyd. Technologii Żywności SGGW, KTiChŻ PAN, Warszawa 2001, 4 s.
- [24] Toufeili I., Habbal Y., Shadarevian S., Olabi A.: Substitution of wheat starch with non-wheat starches and cross-linked waxy barley starch affects sensory properties and staling of Arabic bread. *J. Sci Food Agric.*, 1999, **79**, 1855-1860.

INFLUENCE OF ADDITION OF BARLEY FLOUR ON PROPERTIES OF DOUGH AND BREAD OBTAINED FROM FLOURS OF SPRING AND WINTER WHEAT'S

S u m m a r y

The tests were conducted on flour from grain of 3 cultivars of winter wheat ('Izolda', 'Korweta', 'Roma') and 4 spring cultivars ('Hena', 'Torka', 'Santa', 'Jasna') coming from two years of harvest, and on barley flour from laboratory grinding. The total amount of proteins, quantity and quality of wet gluten, sedimentation number and drop (precipitation) number were described in the flour. In wheat-barley blends a farinographic evaluation was performed together with laboratory baking. It was stated that a 5% addition of barley flour to wheat flour caused an increase in water absorbency of flour from all evaluated wheat cultivars. Replacement of wheat flour with barley flour had a diverse influence on rheologic features of dough produced from flour particular cultivars. Volume of wheat-barley bread was generally larger than comparing to volume of wheat bread.

Key words: barley, wheat, dough rheology, baking 