

ZALEŻNOŚĆ POMIĘDZY AKTYWNOŚCIĄ ENZYMÓW
AMYLOLITYCZNYCH A CECHAMI REOLOGICZNYMI
CIASTA PSZENNEGO

Sylwia Stepniewska

Zakład Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa,
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. Wacława Dąbrowskiego
ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa
e-mail: sylwia.stepniewska@ibprs.pl

Streszczenie. Celem pracy było określenie zależności pomiędzy aktywnością enzymów amylopolitycznych a cechami reologicznymi ciasta pszenneego. Materiał badawczy stanowiły mąki uzyskane z ziarna odmian pszenicy ozimej: Tonacja, Turnia, Bogatka, Bamberka, Muszelka. Ziarno pochodziło z towarowej produkcji rolnej ze zbiorów z 2011 roku. Ziarno przemielono za pomocą młyna laboratoryjnego MLU-202 firmy Bühler. W otrzymanych mąkach oznaczono liczbę opadania, cechy amylograficzne oraz właściwości reologiczne ciasta za pomocą: farinografu, alveografu i ekstensografu. Obliczono współczynniki korelacji pomiędzy liczbą opadania a cechami amylograficznymi i cechami reologicznymi ciasta. Stwierdzono istotne dodatnie korelacje pomiędzy liczbą opadania a maksymalną lepkością kleiku skrobiowego i końcową temperaturą kleikowania. Wykazano, że wraz ze wzrostem aktywności enzymów amylopolitycznych następowało pogorszenie właściwości reologicznych ciasta, co wyrażało się obniżeniem wodochłonności mąki, skróceniem czasu stałości i rozwoju ciasta oraz wzrostem rozmiękczenia. Wzrost aktywności enzymów amylopolitycznych powodował obniżenie siły wypiekowej mąki, sprężystości ciasta oraz zwiększenie jego rozciągliwości. Nie stwierdzono istotnych korelacji pomiędzy liczbą opadania a parametrami oceny ekstensograficznej.

Słowa kluczowe: pszenica ozima, współczynniki korelacji, liczba opadania, cechy reologiczne ciasta

WSTĘP

Wartość wypiekowa mąki pszennej określana jest na podstawie oceny bezpośredniej (próbny wypiek i ocena pieczywa) i pośredniej. Jedną z metod pośrednich jest oznaczenie liczby opadania. Jest to metoda powszechnie stosowana w przemyśle zbożowo-młynarskim, która służy do określenia aktywności enzy-

mów amyloolitycznych ziarna i mąki (Gawrysiak-Witulska i Ryniecki 2005, Rogozińska i Sadkiewicz 2009). Metodyka wykonania liczby opadania opisana jest w normie PN-EN ISO 3093:2010. Oznaczenie przeprowadza się za pomocą aparatu Hagberga-Pertena. Zasada metody polega na skleikowaniu skrobi znajdującej się w wodnej zawieszynie mąki przez jej ogrzewanie. Następnie skleikowana skrobia pod wpływem działania enzymów upłynnia się (Perten 1964).

Na aktywność amyloolityczną wpływają czynniki siedliskowe (klimat, gleba, agrotechnika) oraz czynniki genetyczne (odmiana). Decydujący wpływ na poziom liczby opadania mają warunki pogodowe w okresie wegetacji roślin i zbioru ziarna. Obserwuje się dużą zmienność poziomu aktywności enzymów amyloolitycznych ziarna pszenicy zbieranego w poszczególnych latach w Polsce (Rothkaehl 2010).

Poziom aktywności amyloolitycznej mąki pszennej świadczy o jej przydatności do produkcji pieczywa. Dla właściwego przebiegu fermentacji ciasta ważne jest, aby aktywność enzymów amyloolitycznych była na odpowiednim poziomie (Harada i in. 2000, Weiner i in. 2008, Rothkaehl 2010). Mąka charakteryzująca się zbyt wysoką aktywnością amyloolityczną nie powinna być wykorzystana do wypieku pieczywa, gdyż ma obniżoną wartość wypiekową. Pieczywo wytworzone z takiej mąki charakteryzuje się niewłaściwym wyglądem, nieelastycznym i lepkiem miękiszem oraz mocno zabarwioną, często odstającą skórką (Dojczew i in. 2004). Z mąki uzyskanej z ziarna charakteryzującego się zbyt niską aktywnością enzymów amyloolitycznych otrzymuje się pieczywo o małej objętości, bladej skórce i kruszącym się miękiszem. Gwarancją uzyskania mąki pszennej o odpowiednim dla procesu wypieku chleba poziomie liczby opadania jest przemiał ziarna pszenicy o liczbie opadania w granicach 250-350 s (Szafrąńska, Rothkaehl 2011).

W Polsce coraz większa liczba odbiorców mąki pszennej zaczyna określać wymagania jakościowe w odniesieniu do wskaźników cech reologicznych ocenianych za pomocą m.in. farinografu, ekstensografu i alweografu (Stępniewska 2009). Podjęto próbę określenia zależności pomiędzy aktywnością enzymów amyloolitycznych w mące pszennej, wyrażaną za pomocą liczby opadania, a cechami reologicznymi ciasta

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 37 próbek mąki otrzymanych z ziarna pięciu odmian pszenicy ozimej: Bogatka (5 próbek), Bamberka (9 próbek), Muszelka (9 próbek), Tonacja (9 próbek), Turnia (5 próbek) ze zbiorów z 2011 roku. Próbki ziarna pochodziły z towarowej produkcji rolniczej z terenu całego kraju i były pobierane bezpośrednio u producentów przez pracowników Ośrodków Doradztwa Rolniczego.

W 2011 roku obserwowano nietypowe warunki pogodowe w okresie dojrzewania i zbioru ziarna w porównaniu do poprzednich lat. Wynikało to między innymi z opóźnionych siewów odmian ozimych w wyniku intensywne opadów deszczu jesienią 2010 roku oraz nawracających deszczów w okresie żniw. Niekorzystne warunki pogodowe przyczyniły się do wystąpienia w wielu rejonach kraju zjawiska porastania ziarna (GUS 2011). Umożliwiło to wybranie do badań próbek ziarna pszenicy reprezentujących szeroki zakres liczby opadania i uzyskanie próbek mąki pszennej zróżnicowanej pod względem aktywności enzymów amylolitycznych. Przemiał ziarna wykonano w młynie laboratoryjnym MLU-202 firmy Bühler według metodyki opracowanej w CLTPiPZ (Sitkowski 1993). Otrzymane produkty przemiału ważono, a następnie z mąk pasażowych sporządzono mąkę ogólną (o wyciągu około 70%) przeznaczoną do dalszej oceny. W uzyskanych mąkach oznaczono liczbę opadania (zgodnie z PN-EN ISO 3093:2010), cechy amylograficzne (zgodnie z PN-ISO 7973:2001) oraz przebadano je pod względem właściwości reologicznych za pomocą: alweografu (zgodnie z PN-EN ISO 27971:2009), farinografu (zgodnie z PN-ISO 5530-1:1999) oraz ekstensografu (zgodnie z PN-ISO 5530-2:2004). Przy opisywaniu wyników oceny ekstensograficznej uwzględniono wyniki po 135 minutach fermentacji. Otrzymane wyniki poddano obliczeniom statystycznym. Wartości średnie i odchylenia standardowe obliczono w programie Microsoft Excel 2010. W celu określenia zależności pomiędzy liczbą opadania mąki a cechami reologicznymi ciasta wyznaczono współczynniki korelacji liniowej Pearsona. Korzystano z programu Statgraphics Centurion 15. Obliczenia wykonano przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki oceny liczby opadania oraz oceny amylograficznej badanych próbek mąki przedstawiono w tabeli 1. Mąki uzyskane z ziarna badanych odmian pszenicy wykazały zróżnicowanie pod względem aktywności enzymów amylolitycznych. Liczba opadania mąk uzyskanych z ziarna badanych odmian pszenicy kształtowała się od 90 do 418 s, zaś średnia maksymalna lepkość kleiku skrobiowego od 60 do 960 AU. Najwyższą aktywnością enzymów amylolitycznych charakteryzowały się mąki uzyskane z ziarna odmian: Muszelka i Tonacja. Najniższym poziomem aktywności enzymów amylolitycznych charakteryzowały się mąki uzyskane z ziarna odmiany Bamberka.

W tabeli 2 zestawiono wyniki dotyczące oceny farinograficznej. Wodochłonność mąk uzyskanych z ziarna badanych odmian pszenicy kształtowała się od 55,8 do 65,6%. Najkorzystniej pod względem wodochłonności oceniono mąkę uzyskaną z ziarna odmian: Bamberka i Turnia. Najniższą wodochłonnością cechowała się mąka uzyskana z ziarna odmiany Muszelka. Najkorzystniej pod względem pozostałych wskaźników farinograficznych oceniono ciasto z mąki

uzyskanej z ziarna odmiany Bogatka, które charakteryzowało się najdłuższym czasem rozwoju i stałości ciasta oraz najmniejszym rozmiękczeniem. Najniżej pod względem pozostałych cech farinograficznych oceniono ciasto z mąki uzyskanej z ziarna odmiany Muszelka.

Tabela 1. Wyniki oceny liczby opadania i cech amylograficznych
Table 1. Results of falling number and amylographic properties

Czynnik doświadczania Experimental factor	Liczba opadania mąki Falling number of wheat flour (s)	Maksymalna lepkość kleiku skrobiowego Peak viscosity (AU)	Początkowa temperatura kleikowania Initial temperature of gelatinization (°C)	Końcowa temperatura kleikowania Final temperature of gelatinization (°C)
Zakres wartości Range of values	90-418	60-960	54,0-58,5	64,5-89,0
Odmiany – Cultivars				
Bogatka	254	280	57,5	75,5
Bamberka	254	320	55,5	75,5
Muszelka	187	170	57,5	69,5
Tonacja	194	180	57,0	70,0
Turnia	205	340	56,5	76,0

Tabela 2. Charakterystyka właściwości farinograficznych
Table 2. Characterisation of farinographic properties

Czynnik doświadczania Experimental factor	Wodochłonność mąki Water absorption of flour (%)	Czas rozwoju ciasta Dough development time (min)	Czas stałości ciasta Dough stability time (min)	Rozmiękczenie ciasta Dough softening (FU)	Liczba jakości Quality number
Zakres wartości	55,8-65,6	1,2-5,7	1,3-9,3	50-160	23-116
Odmiany – Cultivars					
Bogatka	58,3	2,8	5,2	80	70
Bamberka	63,8	2,7	4,1	90	61
Muszelka	57,4	1,9	2,3	130	38
Tonacja	60,8	2,0	2,6	120	42
Turnia	62,6	1,8	2,3	100	40

W tabeli 3 zestawiono wyniki oceny alweograficznej. Parametr „W” kształtowała się od 91 do 394. Najwyżej pod względem cech alweograficznych oceniono ciasto z mąki uzyskanej z ziarna odmiany Bamberka. Najniżej oceniono ciasto z mąki uzyskanej z ziarna odmiany Muszelka, które charakteryzowało się najniższą pracą odkształcenia i najniższą wartością wskaźnika „P/L”.

Tabela 3. Charakterystyka właściwości alweograficznych
Table 3. Characterisation of alveographic properties

Czynnik doświadczalny Experimental factor	Praca odkształcenia Deformation work W (10 ⁻⁴ J)	Sprężystość ciasta Dough elasticity P (mm)	Rozciągliwość ciasta Dough extensibility L (mm)	Wskaźnik P/L P/L ratio	Współczynnik rozdęcia Index of swelling G	Współczynnik elastyczności Elasticity index Ie
Zakres wartości Range of values	91-394	37-127	48-141	0,33-1,79	15,4-26,4	37,0- 63,1
Odmiany – Cultivars						
Bogatka	234	69	111	0,69	23,3	23,3
Bamberka	303	100	88	1,18	20,8	20,9
Muszelka	131	47	106	0,45	22,9	22,9
Tonacja	169	61	96	0,73	21,6	21,6
Turnia	217	87	76	1,16	19,4	19,4

W tabeli 4 zestawiono wyniki oceny ekstensograficznej. Energia ciasta mąk uzyskanych z ziarna badanych odmian pszenicy kształtowała się od 8,1 do 122,1 cm³, zaś wartość wskaźnika R_m/E od 0,3 do 2,5. Najniżej, podobnie jak w przypadku oceny farinograficznej i alweograficznej, oceniono ciasto z mąki uzyskanej z ziarna odmiany Muszelka, które charakteryzowało się najniższą energią ciasta i oporem: maksymalnym i przy stałej deformacji. Najwyżej oceniono ciasta z mąk uzyskanych z ziarna odmian: Bogatka i Turnia, które stawiały największy opór podczas ich rozciągania i charakteryzowały się najwyższą energią ciasta.

Stwierdzono wysoką, istotną, dodatnią korelację pomiędzy poziomem liczby opadania a maksymalną lepkością kleiku skrobiowego ($r = 0,90$) (tab. 5). Według Szafrąńskiej i Rothkaehl (2011) poziom aktywności enzymów amylolitycznych może być charakteryzowany zarówno liczbą opadania, jak i maksymalną lepkością kleiku skrobiowego, co znalazło potwierdzenie w wynikach niniejszej pracy. Próbkę mąki o wyższej liczbie opadania charakteryzowały się wyższymi warto-

ściami maksymalnej lepkości kleiku skrobiowego. Wyniki te są zbieżne z wynikami Tkachuka i in. (1991) oraz Schmiedera (1976), odnoszącymi się do pszenic uprawianych w Niemczech (współczynnik korelacji pomiędzy liczbą opadania a maksymalną lepkością kleiku skrobiowego $r = 0,97$). Podobne zależności uzyskano w badaniach przeprowadzonych przez autorów metody (Perten 1964). Badania przeprowadzone w latach 60-tych w Zakładzie Badawczym Przemysłu Piernikarskiego (Burdka i Żelazowa-Major 1964) wykazały, że chociaż pomiędzy wartościami uzyskanymi w obu metodach nie ma zależności prostoliniowej, to jednak najczęściej dla wyższych wartości liczby opadania obserwuje się wyższe wartości maksymalnej lepkości kleiku skrobiowego. W innych badaniach przeprowadzonych przez Konopkę i in. (2004) wykazano istotne zależności pomiędzy omawianymi parametrami dla pszenic należących do klasy A (pszenica jakościowa) i klasy C (pszenica pozostała – w tym paszowa). Nie stwierdzono istotnych zależności pomiędzy liczbą opadania a wysokością amylogramu w odniesieniu do ziarna odmian pszenic należących do klasy B (pszenica chlebowa). Korelacje pomiędzy liczbą opadania a początkową temperaturą kleikowania okazały się statystycznie nieistotne. Stwierdzono natomiast wysoce istotną dodatnią korelację pomiędzy poziomem liczby opadania a końcową temperaturą kleikowania ($r = 0,92$). Zawiesiny, uzyskane z mąki i wody, charakteryzujące się wyższą aktywnością enzymów amylolitycznych, kleikowały szybciej niż zawiesiny o niższej aktywności enzymów amylolitycznych.

Tabela 4. Charakterystyka właściwości ekstensograficznych
Table 4. Characterisation of extensographic properties

Czynnik doświadczalnego Experimental factor	Opór maksymalny Maximum resistance R _m (EU)	Opór przy stałej deformacji Resistance at constant deformation R ₅₀ (EU)	Wskaźnik R _m /E R _m /E ratio	Rozciągliwość ciasta Dough extensibility E (mm)	Energia ciasta Dough energy (cm ²)
Zakres wartości Range of values	40-455	40-320	0,3-2,5	133-250	8,1-122,1
Odmiany – Cultivars					
Bogatka	340	240	1,7	205	99,5
Bamberka	300	210	1,5	200	85,4
Muszelka	180	140	1,0	192	48,8
Tonacja	280	220	1,6	176	70,6
Turnia	345	210	1,4	184	91,3

Tabela 5. Współczynniki korelacji liniowej prostej pomiędzy liczbą opadania a parametrami oceny: amylograficznej, farinograficznej, alveograficznej, ekstensograficznej**Table 5.** Linear correlation coefficients between the falling number and farinograph, alveograph and extensograph parameters

Parametry amylograficzne – Amylographic parameters					
Maksymalna lepkość kleiku skrobiowego Peak Viscosity	Początkowa temperatura kleikowania Initial temperature of gelatinization			Końcowa temperatura kleikowania Final temperature of gelatinization	
0,90*	-0,23			0,92*	
Parametry farinograficzne – Farinographic parameters					
Wodochłonność mąki Water absorption of flour	Czas rozwoju ciasta Dough development time	Czas stałości ciasta Dough stability time	Rozmiękczenie ciasta Degree of dough softening	Liczba jakości Quality number	
0,45*	0,59*	0,71*	-0,82*	0,75*	
Parametry alveograficzne – Alveographic parameters					
Praca odkształcenia Deformation work, W	Sprężystość ciasta Dough elasticity, P	Rozciągliwość ciasta Dough extensibility, L	Wskaźnik P/L Ratio P/L	Współczynnik rozdęcia Index of swelling, G	Współczynnik elastyczności Elasticity index, Ie
0,42*	0,60*	-0,38*	0,57*	-0,42*	0,05
Parametry ekstensograficzne – Extensographic parameters					
Opór maksymalny Maximum resistance, R _m	Opór przy stałej deformacji Resistance at constant deformation, R ₅₀	Rozciągliwość ciasta Dough extensibility, E	Energia ciasta Dough energy	Wskaźnik R _m /E R _m /E ratio	
0,06	0,07	0,04	0,10	0,06	

*istotne przy $\alpha = 0,05$ – significant at $\alpha = 0.05$.

Wykazano istotne statystycznie zależności pomiędzy liczbą opadania a wskaźnikami oceny farinograficznej (tab. 5). Ciasta z mąki o wyższej aktywności amylo-

litycznej (niższa liczba opadania) cechowały się gorszymi właściwościami farinograficznymi w porównaniu do ciast z mąki o niższej aktywności enzymów amylopolitycznych (wyższa liczba opadania). Wraz ze wzrostem aktywności enzymów amylopolitycznych następowało obniżenie wodochłonności ($r = 0,45$), skrócenie czasu rozwoju ($r = 0,59$) i stałości ciasta ($r = 0,71$) oraz wzrost rozmiękczenia ciasta ($r = -0,82$). Wyniki te są zbieżne z wynikami badań (Ibrahim i D'Appolonia 1979, Lukow i Bushuk 1984, Dojczew i in. 2003, 2004). Karolini-Skaradzińska i in. (2001) wykazali istotne korelacje pomiędzy liczbą opadania a wodochłonnością mąki ($r = 0,49$) oraz liczbą opadania a czasem rozwoju ciasta ($r = 0,57$). Wymienieni autorzy nie stwierdzili zależności pomiędzy liczbą opadania a takimi wskaźnikami farinograficznymi jak: czas stałości i rozmiękczenie ciasta. Słabą korelację liczby opadania z cechami farinograficznymi wykazano w badaniach przeprowadzonych przez Śmiałowskiego i in. (2008).

Wykazano statystycznie istotny wpływ poziomu liczby opadania na kształtowanie się cech alveograficznych ciasta (tab. 5). Wzrost aktywności enzymów amylopolitycznych powodował obniżenie pracy odkształcenia ($r = 0,42$), sprężystości ciasta ($r = 0,60$) oraz zwiększenie rozciągliwości ciasta ($r = -0,38$). Wyniki te są zbieżne z wcześniejszymi wynikami badań (Konopka i in. 2004), dotyczącymi ziarna odmian pszenicy należących do klasy B. Obliczone przez tych autorów współczynniki korelacji wynosiły od $r = -0,51$ w przypadku korelacji pomiędzy liczbą opadania a parametrami: „L” i „G” do $r = 0,66$ w odniesieniu do korelacji pomiędzy liczbą opadania a parametrem „W”.

Nie stwierdzono, aby poziom aktywności enzymów amylopolitycznych wpływał istotnie na wartości wskaźników ekstensograficznych (tab. 5). Śmiałowski i in. (2008) badając mąki uzyskane z ziarna odmian pszenicy ozimej ze zbiorów z 2005 roku wykazali słabą korelację pomiędzy liczbą opadania a energią ciasta ($r = 0,33$). Natomiast w późniejszych badaniach prowadzonych przez tych autorów takich zależności nie stwierdzono.

WNIOSKI

1. Stwierdzono istotne dodatnie korelacje pomiędzy poziomem liczby opadania a parametrami oceny amylograficznej: maksymalną lepkością kleiku skrobiowego i końcową temperaturą kleikowania.

2. Wykazano istotny wpływ liczby opadania na parametry oceny farinograficznej. Wraz ze wzrostem aktywności enzymów amylopolitycznych następowało obniżenie wodochłonności mąki, skrócenie czasu rozwoju i stałości ciasta oraz zwiększenie rozmiękczenia ciasta.

3. Stwierdzono statystycznie istotny wpływ poziomu liczby opadania na wskaźniki oceny alveograficznej. Wraz ze wzrostem aktywności enzymów amy-

lalitycznych obserwowano obniżenie siły wypiekowej mąki, spadek sprężystości ciasta i wzrost jego rozciągliwości.

4. Nie stwierdzono istotnego wpływu aktywności enzymów amyloalitycznych na wartości wskaźników ekstensograficznych.

PIŚMIENNICTWO

- Brudka J., Żelazowska-Major Z., 1964. „Liczba opadania” jako metoda oznaczania aktywności alfa-amylazy. *Zagadnienia Piekarskie*, 3-4, 1-6.
- Dojczew D., Pietrych A., Haber T., 2003. Wpływ aktywności wybranych hydrolaz na wartość wypiekową mąk pszennych z ziarna porośniętego. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 3 (36), 93-100.
- Dojczew D., Sobczyk M., Grodzicki K., Haber T., 2004. Wpływ porostu ziarna na wartość wypiekową mąki pszennej, pszenżytniej i żytniej. *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.*, 3(2), 127-136.
- Gawrysiak-Witulska M., Ryniecki A., 2005. Wartość technologiczna pszenicy wysuszonej metodą niskotemperaturową. *Inżynieria Rolnicza*, 11 (71), 137-143.
- Harada O., Lysenko E.D., Preston K.R., 2000. Effect of commercial hydrolytic enzyme additives on Canadian short process bread properties and processing characteristics. *Cereal Chemistry*, 77(1), 70-76.
- Ibrahim Y., D'Appolonia B.L., 1979. Sprouting in Hard Red Spring Wheat. *Bakers Digest*, 10, 17-19.
- Karolini-Skaradzińska Z., Subda H., Korczak B., Kowalska M., Żmijewski M., Czubašek A., 2001. Ocena technologiczna ziarna i mąki wybranych odmian pszenicy ozimej. *Żywność, Nauka, Technologia, Jakość*, 27(2), 68-77.
- Konopka I., Fornal L., Abramczyk D., Rothkael J., Rotkiewicz D., 2004. Statistical evaluation of different technological and rheological tests of Polish wheat varieties from bread volume prediction. *International Journal of Food Science and Technology*, 39 (1), 11-20.
- Lukow O.M., Bushuk W., 1984. Influence of germination on wheat quality. I. Functional (bread-making) and Biochemical Properties. *Cereal Chem.*, 61(4), 336-339.
- Perten H. 1964. Application of the falling number method for evaluating alpha-amylase activity. *Cereal Chem.*, 41 (3), 127-140
- PN-EN ISO 27971:2009. Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* L.) – Oznaczenie właściwości alveograficznych ciasta przy stałym dodatku wody dla mąki handlowej lub laboratoryjnej oraz procedura przemiału laboratoryjnego.
- PN-EN ISO 3093:2010. Pszenica, żyto i mąka z nich uzyskana, pszenica durum i semolina – Oznaczenie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena (oryg.).
- PN-ISO 5530-1:1999. Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta – Oznaczenie wodochłonności i właściwości reologicznych.
- PN-ISO 5530-2:2004. Mąka pszenna – Fizyczne właściwości ciasta. Część 2: Oznaczenie właściwości reologicznych za pomocą ekstensografu.
- PN-ISO 7973:2001. Ziarno zbóż przetwory zbożowe – Oznaczenie lepkości mąki – Metoda z zastosowaniem amylografu.
- Rogozińska I., Sadkiewicz J., 2009. Wybrane parametry jakościowe zbóż wpływające na jakość pszenicy oraz wartość wypiekową pieczywa. Część I. Właściwości fizykochemiczne ziarna pszenicy i cechy wypiekowe mąki. *Inż. Ap. Chem.*, 48 (2), 118-119.
- Rothkaehl J., 2010. Liczba opadania – wyróżnik jakościowy charakteryzujący aktywność enzymatyczną ziarna pszenicy i żyta. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 12, 24-26.

- Rothkaehl J., 2012. Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna pszenicy ze zbiorów 2011 roku. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 1, 12-14.
- Schmieder W., 1976. Diastatyczny rozkład skrobi i możliwości praktyczne jego oznaczania. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 12, 374-377.
- Sitkowski T., 1993. Opracowanie kompleksowej metody oceny wartości przemiałowej ziarna pszenicy. CLTPiPZ, Warszawa.
- Stepniowska S., 2009. Cechy reologiczne ciasta pszennego. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 5, 12-14.
- Szafrńska A., Rothkaehl J., 2011. Liczba opadania a maksymalna lepkość kleiku skrobiowego mąki pszennej. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 11, 6-7.
- Śmiałowski T., Węgrzyn S., Stachowicz M., 2008. Analiza zmienności i korelacji ważnych cech technologicznych rodów i odmian pszenicy ozimej. *Biuletyn IHAR*, 249, 59-66.
- Tkachuk R., Dexter J.E., Tipples K.H., 1991. Removal of sprouted kernels from Hard Red Spring wheat with a specific gravity table. *Cereal Chem.*, 68(4), 390-395.
- Weiner W., Gozdecka G., Korpala W., 2008. Badania możliwości pozyskania siodła z ziarna wybranych zbóż. *Acta Agrophysica*, 12(3), 813-823.
- Wynikowy szacunek głównych ziemioplodów rolnych i ogrodniczych w 2011 r. GUS, Warszawa 19.12.2011

RELATIONSHIP BETWEEN AMYLOLYTIC ACTIVITY AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF WHEAT DOUGH

Sylvia Stepniowska

Department of Grain Processing and Bakery, Institute of Agricultural and Food Biotechnology
ul. Rakowiecka 36, 02-532 Warszawa
e-mail: sylvia.stepniowska@ibprs.pl

A b s t r a c t. The aim of this study was to determine the relationship between amylolytic activity and rheological properties of wheat dough. The test material was flour obtained from the grain of winter wheat cultivars Tonacja, Turnia, Bogatka, Bamberka, Muszelka. The grain originated from production farms, from the crop of 2011. The grains were milled using the MLU-202 Bühler laboratory mill. Falling number, amylographic properties and rheological properties of dough were evaluated. The correlation coefficients between falling number and the amylographic and rheological properties of dough were calculated. A significant correlation was observed between falling number and peak viscosity and final temperature of gelatization. Increase in amylolytic activity caused a deterioration of rheological properties of dough, observed as a decrease in water absorption, reduction of dough development and dough stability time, and an increase of dough softening. Increase of the activity of amylolytic enzymes caused a reduction of deformation work and dough elasticity, and an increase of dough extensibility. No significant correlations between falling number and extenso-graph properties were observed.

K e y w o r d s : winter wheat, correlation coefficients, falling number, rheological properties of dough