

Mgr inż. Anna SZAFRAŃSKA
Zakład Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa
Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego
im. prof. Waława Dąbrowskiego w Warszawie

OCENA AKTYWNOŚCI ENZYMÓW AMYLOLITYCZNYCH ZIARNA PSZENICY ZA POMOCĄ APARATU MIXOLAB®

W przedstawionej w artykule pracy badawczej określano aktywność enzymów amylolitycznych w ziarnie pszenicy poprzez ocenę liczby opadania oraz parametrów uzyskiwanych za pomocą aparatu mixolab. Materiał doświadczalny stanowiły próbki ziarna pszenicy ze zbiorów z lat 2008-2011. Badane próbki ziarna pszenicy charakteryzowały się zróżnicowaną aktywnością enzymów amylolitycznych, o czym świadczy liczba opadania w zakresie od 62 do 455 s. Ziarno pszenicy o niższej aktywności enzymów amylolitycznych cechowało się wyższymi wartościami parametrów uzyskanych za pomocą aparatu mixolab i charakteryzujących właściwości skrobi: oporem ciasta w punktach C3 ($r = 0,810$), C4 ($r = 0,930$) i C5 ($r = 0,921$) wykresu oraz większym wskaźnikiem β ($r = 0,633$).

Słowa kluczowe: pszenica, liczba opadania, właściwości skrobi, mixolab.

WSTĘP

Aktywność enzymów amylolitycznych ziarna pszenicy jest ważna zarówno na etapie przyjęcia do magazynu, jak i w trakcie przemiału, ponieważ w dużym stopniu wpływa ona na jakość uzyskanego z tej mąki pieczywa. W przemyśle zbożowo-młynarskim i piekarskim stan aktywności enzymów amylolitycznych określany jest poprzez oznaczanie liczby opadania (według PN-EN ISO 3093) [13, 14].

Metodyka oznaczania liczby opadania umożliwia szybkie określenie stanu aktywności enzymatycznej w punkcie przyjęcia ziarna do magazynu, jednak jest to metoda „niepełna”. W ocenie aktywności enzymów amylolitycznych za pomocą liczby opadania inaktywacja enzymów pod wpływem wysokiej temperatury (100°C) następuje szybciej (już w 30. sekundzie pomiaru) niż w metodach, w których tempo wzrostu temperatury jest powolne i zbliżone do obserwowanego wewnątrz kęsa ciasta [13, 14, 15]. W tym czasie inaktywowane są enzymy, które w trakcie procesu wypieku pieczywa mogą się uaktywniać i negatywnie wpływać na jakość pieczywa pomimo, że wynik oceny za pomocą liczby opadania wskazywał na aktywność enzymów amylolitycznych [15, 19] optymalną do wypieku pieczywa.

Aparat mixolab jest nowym na rynku urządzeniem do badania właściwości reologicznych ciasta rejestrowanych w postaci wykresu. Z wykresu odczytuje się cechy ciasta za pomocą nie stosowanych dotychczas umownych parametrów jakościowych. Badanie ciasta w warunkach kontrolowanego podwyższania i obniżania temperatury w trakcie oznaczania umożliwia określenie jakości mąki z jednoczesnym uwzględnieniem właściwości białka, jak i skrobi. Na tej podstawie uzyskuje się informacje dotyczące kleikowania skrobi, retrogradacji, aktywności enzymatycznej, osłabienia struktury glutenu w trakcie ogrzewania i interakcji między wymienionymi cechami. Wykorzystanie w warunkach krajowych wyników uzyskiwanych za pomocą aparatu mixolab wymaga jednak przeprowadzenia wielu badań porównawczych z wynikami produkcji i stosowanymi tradycyjnie wyróżnikami jakościowymi, takimi jak liczba opadania [6, 7, 11, 17].

Aparat mixolab wykorzystywany jest w wielu krajach w ocenie jakości ziarna pszenicy, m.in. przez francuski Instytut Arvalis, który zamieszcza wyniki uzyskiwane za pomocą tego aparatu (wodochłonność i stałość) obok tradycyjnie stosowanych wyróżników jakościowych w corocznie publikowanych materiałach dotyczących oceny jakości zebranego w danym roku ziarna [12, 18, 21].

W wielu krajach m.in. we Francji, Australii, Argentynie, Rumunii i USA, w jednostkach prowadzących prace nad wyhodowaniem nowych odmian pszenicy, aparat mixolab jest wykorzystywany do identyfikowania różnic między odmianami. Badania prowadzone w jednostkach naukowych [2, 3, 4, 10, 11, 12] w ww. krajach oraz w Polsce [17, 18] wskazują na możliwość różnicowania jakości odmian pszenicy za pomocą aparatu mixolab. Według wielu autorów [3, 4, 10, 11] na wyniki oceny jakości pszenicy uzyskane za pomocą tego urządzenia oprócz cech odmianowych istotny wpływ mają również warunki wegetacji roślin.

Banu i in. [1, 2] zwracają uwagę na zróżnicowanie kształtu wykresów uzyskiwanych za pomocą aparatu mixolab w zależności od aktywności enzymów amylolitycznych oraz jakości kompleksu skrobiowego. Badania Caffè i in. [4], Koxsel i in. [10] oraz Tulbek i in. [20] wskazują na wysokie współczynniki korelacji między parametrami oceny za pomocą aparatu mixolab a m.in. objętością chleba. Obecnie prowadzone są badania w kierunku możliwości zastąpienia czaso- i pracochłonnych testów wypiekowych oceną cech reologicznych za pomocą aparatu mixolab [6, 9, 11].

Celem artykułu jest przedstawienie uzyskanych wyników badań w zakresie możliwości wykorzystania aparatu mixolab do oceny aktywności enzymów amylolitycznych w ziarnie pszenicy.

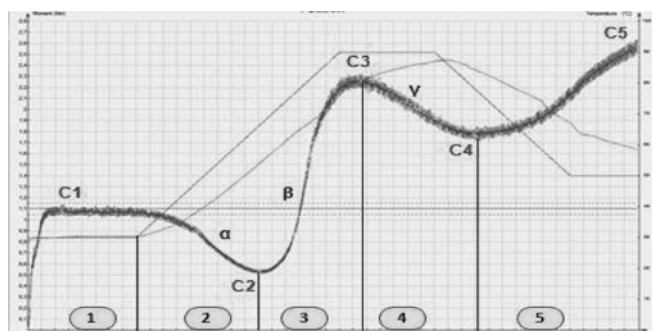
MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 196 próbek ziarna pszenicy zwyczajnej ze zbiorów z lat 2008-2011. Ziarno pochodziło z towarowej produkcji rolniczej i zostało dostarczone przez Ośrodki Doradztwa Rolniczego z terenu całego kraju. Ziarno rozdrabniano za pomocą rozdrabniacza laboratoryjnego typ FN 3100 firmy Perten Instruments. Wykonano

oznaczenia aktywności enzymów amylolitycznych poprzez ocenę liczby opadania [14] oraz ocenę cech reologicznych za pomocą aparatu mixolab według protokołu Chopin Wheat+ zgodnie z instrukcją producenta aparatu [11]. Z wykresów odczytano wartości oporu ciasta w punktach C3, C4 i C5 oraz wartości wskaźników β i γ . W próbkach ziarna ze zbiorów z lat 2009-2011 określono także temperaturę początkową kleikowania skrobi w punkcie C2 i temperaturę końcową kleikowania skrobi w punkcie C3 wykresu [7, 11].

Oznaczenie cech reologicznych ciasta za pomocą aparatu mixolab przebiegało dwuetapowo. W pierwszym etapie wyznaczono wodochłonność śrutę (odpowiadającą konsystencji ciasta 1,1 Nm). W drugim etapie badano zmiany cech ciasta podczas jego tworzenia i dalszego mieszenia w zmiennych warunkach temperatury w czasie 45 min [7, 11].

Wykres uzyskany za pomocą aparatu mixolab podzielono na pięć faz (rys. 1), opisujących zmiany właściwości reologicznych ciasta w trakcie oznaczania. W poszczególnych fazach wyznaczane są tzw. punkty charakterystyczne wykresu oznaczone odpowiednio: C1, C2, C3, C4 i C5, w których mierzone są: opór ciasta (wyrażany w jednostkach Nm), temperatura ciasta ($^{\circ}\text{C}$) i czas od momentu rozpoczęcia dodawania wody do uzyskania określonej konsystencji w danym punkcie charakterystycznym wykresu (min) [7, 11].



Rys. 1. Przykładowy wykres uzyskany za pomocą aparatu mixolab.

Źródło: Opracowanie własne

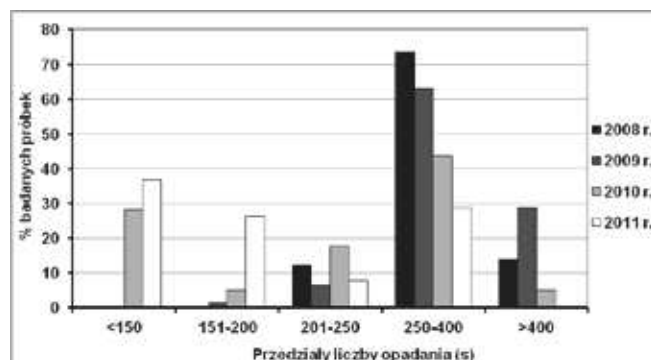
W pierwszej fazie, trwającej 8 min przy stałej temperaturze ciasta (30°C), określane są właściwości ciasta w trakcie jego tworzenia. W fazie drugiej, w trakcie dalszego mieszenia i jednocześnie wzrostu temperatury do 40°C następuje zmniejszenie oporu ciasta. W momencie kiedy temperatura osiągnie poziom temperatury początkowej kleikowania (faza 3), rozpoczyna się kleikowanie skrobi, co przejawia się wzrostem oporu ciasta. W fazie czwartej dalszy wzrost temperatury do 90°C powoduje upłynnianie kleiku skrobiowego i tym samym zmniejszenie oporu ciasta stawianego mieszadłkom. Obniżenie temperatury do 50°C w fazie piątej powoduje rekrytalizację amylozy, co na wykresie przejawia się wzrostem oporu ciasta określanym jako retrogradacja. W fazach trzeciej, czwartej i piątej wykresu badane są właściwości kompleksu skrobiowego [7, 11].

Z wykresu odczytywane są także wskaźniki opisujące tempo zmniejszania oporu ciasta w trakcie początkowego wzrostu temperatury w fazie drugiej (α), wzrostu oporu ciasta w wyniku kleikowania skrobi (β) oraz zmniejszania oporu w wyniku hydrolizy enzymatycznej (γ), (Nm/min) [7, 11].

W celu określenia zależności pomiędzy poszczególnymi cechami jakościowymi pszenicy wyliczono współczynniki korelacji liniowej prostej. Korzystano z programu statystycznego Statgraphics Plus Version 5. Obliczenia wykonano przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI I DYSKUSJA

Badane próbki ziarna pszenicy ze zbiorów z lat 2008-2011, podobnie jak w badaniach Rothkaehl [16], były zróżnicowane pod względem aktywności enzymów amylolitycznych – liczba opadania kształtowała się w zakresie od 62 do 455 s (tabela 1). W latach 2008-2009 ponad 90% zbieranego w Polsce ziarna pszenicy charakteryzowało się średnią lub niską aktywnością enzymów amylolitycznych. W tym okresie praktycznie nie wystąpił problem z obecnością na rynku ziarna porośniętego [16]. W ocenianych w niniejszej pracy próbkach nie stwierdzono ani jednej próbki ziarna pszenicy ze zbiorów z lat 2008-2009 o liczbie opadania poniżej 150 s, wskazującej na wysoką aktywność enzymów amylolitycznych (rys. 2).



Rys. 2. Procentowy udział badanych próbek ziarna ze zbiorów z lat 2008-2011 w określonych przedziałach liczby opadania.

Źródło: Badania własne

Niekorzystne warunki pogodowe w trakcie wegetacji roślin i zbiorów ziarna w latach 2010-2011 wpłynęły na stan upraw zbożowych i jakość zbieranego ziarna zbóż, w tym znaczne podwyższenie aktywności amylolitycznej [16]. W niniejszej pracy, wśród próbek ziarna z lat 2010-2011 udział próbek o wysokiej i bardzo wysokiej aktywności enzymów amylolitycznych (liczba opadania poniżej 150 s) stanowił odpowiednio: 28 i 37%.

Liczba opadania mąki jest pochodną liczby opadania ziarna, z którego została wyprodukowana (współczynnik korelacji $r = 0,95$) [19]. Z mąki pszennej o wysokiej aktywności amylolitycznej uzyskuje się pieczywo o niewłaściwym wyglądzie, ciemnym miększu i odstającej skórce, często z kalkcem [8, 15, 19].

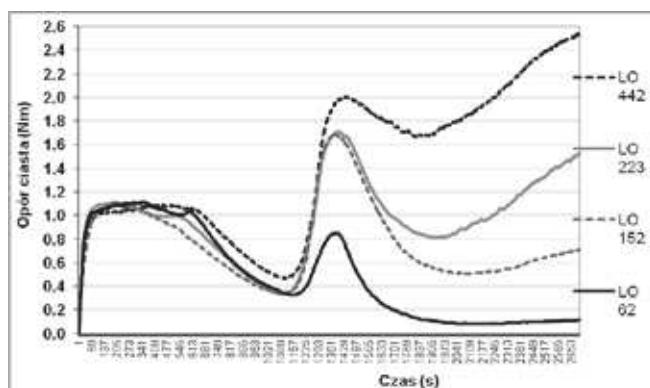
Kształt wykresów uzyskanych w ocenie badanych próbek ziarna pszenicy za pomocą aparatu mixolab był zróżnicowany w zależności od poziomu liczby opadania, co jest zgodne z badaniami Banu i in. [1, 2]. Badane w niniejszej pracy próbki ziarna o wyższej liczbie opadania charakteryzowały się większym oporem ciasta w trzeciej, czwartej i piątej fazie wykresu, co przedstawiono na rys. 3.

Tabela 1. Wyniki oceny badanych próbek ziarna pszenicy

	Liczba opadania (s)	Opór ciasta w punktach			Wskaźnik		Temperatura	
		C3 (Nm)	C4 (Nm)	C5 (Nm)	β (Nm/min)	γ (Nm/min)	D2 (°C)	D3 (°C)
Rok zbioru ziarna 2008								
śr±s*	335±62	1,88±0,12	1,35±0,30	2,05±0,45	0,60±0,08	-0,08±0,03		
min	202	1,59	0,76	1,20	0,43	-0,18	nie oznaczano	
max	454	2,13	1,88	3,11	0,82	-0,01		
Rok zbioru ziarna 2009								
śr±s*	348±61	1,82±0,15	1,30±0,33	1,97±0,46	0,61±0,10	-0,08±0,03	56,7±1,2	78,0±1,0
min	196	1,47	0,54	0,82	0,43	-0,15	53,9	75,3
max	455	2,17	1,97	2,94	0,86	-0,03	59,9	80,9
Rok zbioru ziarna 2010								
śr±s*	241±111	1,69±0,27	0,93±0,50	1,51±0,83	0,53±0,14	-0,09±0,03	57,2±1,7	76,8±2,0
min	62	0,85	0,13	0,12	0,25	-0,15	53,8	70,4
max	442	2,10	1,79	2,74	0,85	-0,03	60,9	79,5
Rok zbioru ziarna 2011								
śr±s*	190±88	1,61±0,39	0,66±0,39	1,02±0,67	0,48±0,09	-0,09±0,02	54,1±1,3	72,3±1,8
min	66	1,08	0,12	0,13	0,34	-0,13	52,0	69,0
max	370	2,00	1,45	2,46	0,68	-0,010	57,4	75,4

Objaśnienia: * s- odchylenie standardowe

Źródło: Badania własne



Rys. 3. Opór ciasta w zależności od liczby opadania (LO), (linia czarna przerywana – liczba opadania 442 s, szara – 223 s, szara przerywana – 152 s, czarna – 62 s).

Źródło: Badania własne

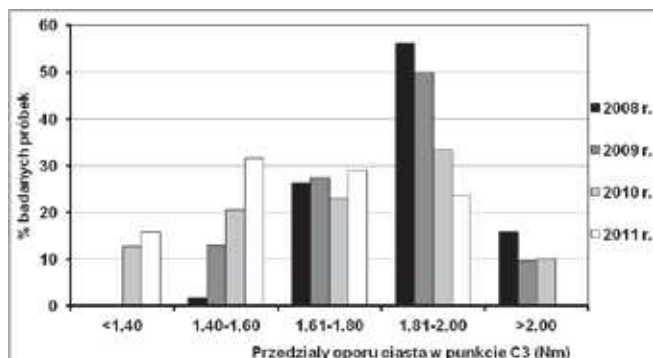
Wyniki badań dotyczących wpływu liczby opadania na cechy ciasta uzyskanego z mąki pszennej są rozbieżne. Prace realizowane w laboratorium Chopin Technologies [11] oraz przez Kahraman i in. [10] wykazały brak znaczących

zależności między liczbą opadania a oporem ciasta mierzonym w punktach wykresu C3, C4 i C5. Banu i in. [2] zaobserwowali, że wraz ze wzrostem liczby opadania wzrasta opór ciasta w punktach C4 i C5, a maleje opór ciasta w punkcie C3. W niniejszej pracy, podobnie jak w badaniach Peña i in. [12] oraz Codina i in. [5] stwierdzono, że wraz ze wzrostem liczby opadania wzrastał także opór ciasta w punktach wykresu opisujących właściwości skrobi zawartej w mące tj.: C3 ($r = 0,810$), C4 ($r = 0,930$) i C5 ($r = 0,921$) (tabela 2).

Badane próbki ziarna pszenicy z kolejnych lat zbiorów cechowały się zróżnicowanymi wartościami oporu ciasta w punktach wykresu charakteryzujących właściwości skrobi (tabela 1), co jest zgodne z badaniami Caffè-Tremil i in. [4]. Próbki ziarna pszenicy ze zbiorów z lat 2008-2009, o niższej aktywności enzymów amylolitycznych, charakteryzowały się wyższą średnią wartością oporu ciasta

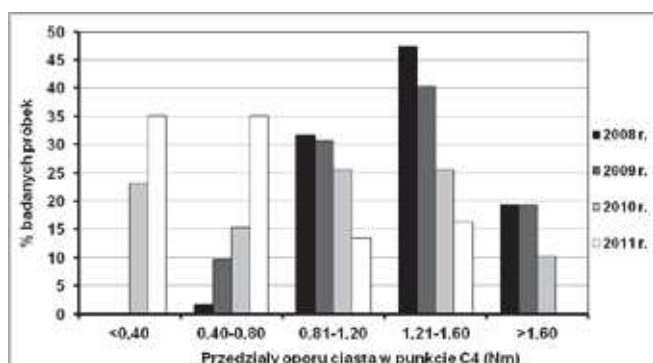
w punktach C3, C4 i C5 wykresu niż próbki ziarna ze zbiorów z lat 2010-2011, które również wykazywały większe zróżnicowanie wyników. Procentowy udział próbek o wartościach parametrów C3, C4 i C5 mieszczących się w określonych przedziałach w zależności od roku zbioru ziarna przedstawiono na rys. 4 - 6. Najniższe wartości oporu ciasta w punktach C3 (poniżej 1,4 Nm), C4 (poniżej 0,40 Nm) i C5 (poniżej 0,80 Nm) wykazywały tylko próbki ziarna pszenicy ze zbiorów z lat 2010-2011 o liczbie opadania poniżej 150 s. Żadna próbka ziarna ze zbiorów z 2011 roku nie charakteryzowała się oporem ciasta w punkcie C3 powyżej 2,0 Nm, a w punkcie C4 powyżej 1,6 Nm.

Wskaźnik β , opisujący tempo kleikowania skrobi, przyjmował wartości od 0,248 do 0,858 Nm/min. Próbki ziarna ze zbiorów z 2011 roku charakteryzowały się najniższą średnią wartością wskaźnika β (tabela 1). Największe zróżnicowanie wyników, podobnie jak w przypadku oporu ciasta w punktach C3, C4 i C5, stwierdzono dla próbek ziarna pochodzących ze zbiorów z 2010 roku. Wartość wskaźnika β wzrastała wraz ze wzrostem liczby opadania ($r = 0,633$) (tabela 2).



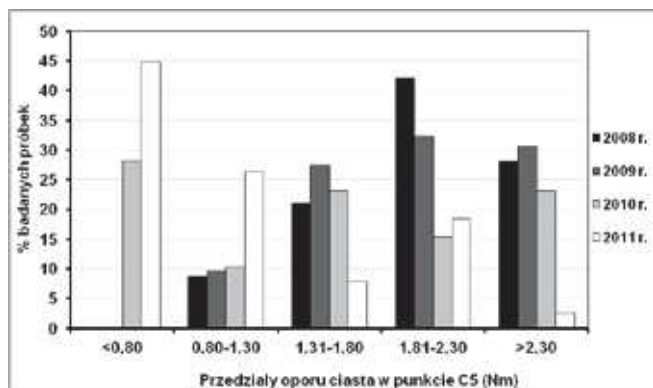
Rys. 4. Procentowy udział badanych próbek ziarna ze zbiorów z lat 2008-2011 wykazujących opór ciasta w punkcie C3 w określonych przedziałach.

Źródło: Badania własne



Rys. 5. Procentowy udział badanych próbek ziarna ze zbiorów z lat 2008-2011 wykazujących opór ciasta w punkcie C4 w określonych przedziałach.

Źródło: Badania własne



Rys. 6. Procentowy udział badanych próbek ziarna ze zbiorów lat 2008-2011 wykazujących opór ciasta w punkcie C5 w określonych przedziałach.

Źródło: Badania własne

Większość badanych próbek ziarna pszenicy, charakteryzowała się wartością wskaźnika γ , odzwierciedlającej zmiany oporu ciasta w wyniku hydrolizy enzymatycznej, w zakresie od -0,120 do -0,060 Nm/min. Nie stwierdzono zróżnicowania omawianego parametru w zależności od roku zbioru ziarna.

Temperatura początkowa kleikowania skrobi (D2) wynosiła od 52,0 do 60,9°C a temperatura końcowa kleikowania (D3) od 69,0 do 80,9°C (dane dotyczą ziarna ze zbiorów z lat 2009-2011). Dane literaturowe [8, 13] wskazują, że

temperatury początkowa i końcowa kleikowania skrobi pszennej przyjmują nieco wyższe wartości niż uzyskane w opisanych badaniach. Zaobserwowane różnice mogą być wynikiem innej metodyki oznaczania tych parametrów oraz innej konsystencji ciasta poddawanego obróbce cieplnej. Najwyższą średnią temperaturą D2 charakteryzowały się próbki ziarna ze zbiorów z 2010 roku (średnia 57,2°C), a najniższą – próbki ziarna ze zbiorów z 2011 roku (54,1°C). Aż 53% próbek ziarna z tego roku zbiorów charakteryzowało się temperaturą początkową kleikowania poniżej 54°C. Próbkę ziarna ze zbiorów z 2009 roku charakteryzowały się najwyższą temperaturą D3 (średnia 78,0°C), zaś najniższą próbkę ziarna ze zbiorów z 2011 roku (średnia 72,3°C).

Tabela 2. Istotne statystycznie wartości współczynników korelacji liniowej prostej pomiędzy liczbą opadania a parametrami oceny cech reologicznych za pomocą aparatu mixolab

Cecha	Liczba opadania	C3	C4	C5	β	γ	D2	D3
Liczba opadania								
C3	0,804							
C4	0,951	0,873						
C5	0,935	0,869	0,990					
β	0,694	0,745	0,741	0,727				
γ	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.			
D2	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.		
D3	0,388	0,443	0,631	0,625	0,388	r.n.	0,560	

* – istotne dla poziomu $\alpha=0,05$

Źródło: Badania własne

WNIOSKI

1. Aktywność enzymów amylolitycznych, wyrażana liczbą opadania oraz oporem ciasta w punktach C3, C4 i C5 wykresu uzyskanego za pomocą aparatu mixolab, była zróżnicowana w zależności od roku zbioru ziarna pszenicy.
2. Badane próbki ziarna pszenicy ze zbiorów z lat 2010-2011 charakteryzowały się mniejszą liczbą opadania i mniejszym oporem ciasta w punktach C3, C4 i C5 wykresu niż próbki ziarna ze zbiorów z lat 2008-2009.
3. Wartości oporu ciasta w punktach C3, C4 i C5 wykresu zależały dodatnio od aktywności enzymów amylolitycznych wyrażonych liczbą opadania (współczynniki korelacji odpowiednio: $r = 0,810$; $r = 0,960$ i $r = 0,921$).
4. Wyższą temperaturę końcową kleikowania skrobi (D3) stwierdzono w przypadku prób ziarna o wyższej liczbie opadania ($r = 0,671$).
5. Wskaźnik β , opisujący tempo kleikowania skrobi, zależał istotnie od aktywności enzymów amylolitycznych

($r = 0,633$). Takiej zależności nie stwierdzono w przypadku wskaźnika γ .

6. Wyniki niniejszej pracy potwierdzają możliwość wykorzystania aparatu mixolab w ocenie aktywności enzymów amylolytycznych ziarna pszenicy uprawianego w Polsce.

LITERATURA

- [1] **BANU I., STOENESCU G., IONESCU V. 2008.** *Improvement of dough rheology and bread quality by enzymes combination.* Bulletin UASVM, Agriculture 65(2): 194-199.
- [2] **BANU I., STOENESCU G., IONESCU V., VASILEAN I., APRODU I. 2009.** *Rheological behavior of different wheat varieties.* The Annals of the Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI – Food Technology, New Series Year III (XXXII): 25-30.
- [3] **CAFFE M., GLOVER K., KRISHNAN P. 2008.** *Utilization of mixolab for end-use quality and bread wheat loaf volume prediction.* South Dakota State University SD, USA.
- [4] **CAFFE-TREML M., GLOVER K.D., KRISHNAN P.G., HARELAND G. 2010.** *Variability and relationships among mixolab, mixograph, and baking parameters based on multienvironment Spring Wheat Trials.* Cereal Chemistry, Vol. 87 (6), 574-580.
- [5] **CODINA G.G., MIRONEASA S., BORDEI D., LEAHU A. 2010.** *Mixolab versus alveograph and falling number.* Czech J. Food Sci. Vol. 28, No. 3: 185-191.
- [6] **DAPČEVIĆ T., HADNADEV M., POJIĆ M. 2009.** *Evaluation of the possibility to replace conventional rheological wheat flour quality control instruments with the new measurement tool – Mixolab.* Agriculturae Conspectus Scientificus Vol. 74, No. 3: 169-174.
- [7] **DUBAT A. 2010.** *A new AACC International Approved Method to Measure Rheological Properties of a Dough Sample.* Cereal Foods World Vol. 55, No.3: 150-153.
- [8] **JAKUBCZYK T., HABER T. 1983.** *Analiza zbóż i przetworów zbożowych.* Wydawnictwo SGGW-AR, Warszawa.
- [9] **KAHRAMAN K., SAKRYAN O., OZTURK S., KOKSEL H., SUMMU G., DUBAT A. 2008.** *Utilization of Mixolab® to predict the suitability of flours in terms of cake quality.* Eur. Food Res. Technol. 227: 565-570.
- [10] **KOKSEL H., KAHRAMAN K., SANAL T., OZAY D.S., DUBAT A. 2009.** *Potential utilization of Mixolab for quality evaluation of bread wheat genotypes.* Cereal Chemistry Vol. 86 (5), 522-526.
- [11] *Mixolab Applications Handbook. Rheological and enzyme analyses.* Chopin Applications Laboratory, France, 2012.
- [12] **PEŃA R.J., POSADAS-ROMANO G., ESPINOZA-GARCIA B.M., DUBAT A. 2007.** *Evaluation of gluten and starch quality parameters with the Chopin – Mixolab and other traditional flour and dough testing instruments.* Conferencia Internacional Cereales y Productos de Cereales Calidad e Inocuidad, 1; Rosario (Argentina): 23-26.
- [13] **PERTEN H. 1964.** *Application of the falling number method for evaluating alpha-amylase activity.* Cereal Chemistry Vol. 41 (3): 127-140.
- [14] **PN-EN ISO 3093:2010** *Pszenica, żyto i mąki z nich uzyskane, pszenica durum i semolina – Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena (oryg.).*
- [15] **ROTHKAEHL J. 2003.** *Ocena stopnia aktywności alfa-amylazy przy zastosowaniu amylografu.* Przegląd Zbożowo-Młynarski, (8): 20, 25-26.
- [16] **ROTHKAEHL J. 2012.** *Ocena podstawowych cech technologicznych ziarna pszenicy ze zbiorów 2011 roku.* Przegląd Zbożowo-Młynarski (1): 12-15.
- [17] **SZAFRAŃSKA A. 2010.** *Ocena jakości odmian pszenicy za pomocą aparatu mixolab.* XXXI Konferencja w Krynicy Morskiej „Jakość produktu finalnego elementem sukcesu przedsiębiorstwa”. Krynica Morska 26-29 maja. Warszawa: Wydaw. IBPRS, 10-13.
- [18] **SZAFRAŃSKA A. 2011.** *Ocena jakości wybranych odmian pszenicy za pomocą aparatu mixolab.* Postępy Nauki i Technologii Przemysłu Rolno-Spożywczego t. LXVI nr 4, 5-16. Wydawnictwo IBPRS Warszawa.
- [19] **SZAFRAŃSKA A., ROTHKAEHL J. 2011.** *Relacja poziomu wartości liczby opadania i maksymalnej lepkości kleiku skrobiowego mąki pszennej.* XXXII Konferencja w Krynicy Morskiej – Znaczenie jakości surowca w sukcesie ekonomicznym przedsiębiorstw zbożowo-młynarskich i piekarskich. Krynica Morska 25-28 maja, Wydawnictwo IBPRS Warszawa, 20-24.
- [20] **TULBEK M.C., HALL C., SIMSEK S., MANTHEY F. 2008.** *Mixolab – R&D point of view for millers and bakers.* ICC International Conference Bosphorus. Istanbul 2008.
- [21] *Quality of French wheats. Harvest 2012.* http://www.franceexportcereales.org/IMG/pdf/Plaquette_QBT_2012_UK_web.pdf

EVALUATION OF AMYLOLYTIC ACTIVITY OF WHEAT GRAIN USING MIXOLAB

SUMMARY

In this study the alpha-amylase activity of wheat grain by falling number method and Mixolab test were determined. Wheat grain samples from 2008-2011 harvests were tested. Alpha-amylase activity of wheat grain sample determined by falling number method was differentiated – falling number was in the range 62-455 s. Wheat grain with lower alpha-amylase activity was characterized by higher Mixolab parameters related to starch pasting properties: torque value in point C3 ($r = 0,810$), C4 ($r = 0,930$) i C5 ($r = 0,921$) and higher slope β ($r = 0,633$).

Key words: wheat, falling number, starch properties, mixolab.