

## **PORÓWNANIE WARTOŚCI PARAMETRÓW ALWEOGRAFICZNYCH UZYSKANYCH W SYSTEMIE HYDRATAcji STAŁEJ (HC) I ADAPTOWANEJ (HA)**

**Sylwia Stępniewska, Danuta Abramczyk**

Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego

Zakład Przetwórstwa Zbóż i Piekarstwa

stepniewska@ibprs.pl

### **Streszczenie**

Celem niniejszej pracy było porównanie wartości parametrów alweograficznych uzyskanych w systemie hydratacji stałej (HC) i hydratacji adaptowanej (HA) przy ocenie alweograficznej ziarna pszenicy. Materiał badawczy stanowiły 33 próbki ziarna odmian pszenicy ozimej i jarej o zróżnicowanej wartości technologicznej. Badane próbki wykazały znaczące zróżnicowanie cech alweograficznych w systemie HC i HA. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że im mąka charakteryzuje się wyższą hydratacją tym bardziej parametry alweograficzne otrzymane w systemach HC i HA różnią się między sobą. Mąki oceniane w systemie HA charakteryzowały się nieco niższymi wartościami sprężystości i mocy wypiekowej niż próbki badane w systemie HC. Ciasto charakteryzowało się większą rozciągliwością w miarę wzrostu uwodnienia. Jednak różnice te jedynie w odniesieniu do kilku próbek przekraczały granice odtwarzalności podane w normie PN-EN ISO 27971:2009 dotyczące danego parametru alweograficznego. Wskazuje to, że klasyczna metoda oceny alweograficznej w systemie hydratacji stałej (HC) jest odpowiednia do oceny jakości ziarna pszenicy uprawianej w Polsce.

**Słowa kluczowe:** pszenica, reologia, alweograf

## **COMPARISON OF VALUES OF ALVEOGRAPH PARAMETERS OBTAIN AT CONSTANT HYDRATION (HC) AND ADAPTED HYDRATION (HA) SYSTEM**

### **Summary**

The aim of this study was comparison of alveograph properties of wheat at constant hydration (HC) and adapted hydration (HA). Thirty three samples of winter and spring wheat varieties with differential technological value were tested. Differentiation between constant hydration (HC) and adapted hydration (HA) was observed in rheological properties of tested wheat flour dough. Wheat flour with higher hydration level showed greater differentiation between alveograph properties at HC and HA system. Wheat flour tested in HA system

showed lower tenacity and baking strength than those tested at HC system. Increase of hydration of flour showed increase in extensibility of dough. However, these differences were exceeded the reproducibility limit describe in PN-EN ISO 27971:2009 only for few samples. This indicates that a alveograph test at constant hydration (HC) is suitable for assessment the quality of wheat varieties cultivated in Poland.

**Key words:** wheat, rheology, alveograph

## WPROWADZENIE

Wartość technologiczna ziarna pszenicy jest bardzo dobrze charakteryzowana przez cechy reologiczne ciasta oceniane między innymi za pomocą alweografu. Klasyczna metoda alweograficzna polega na ocenie cech reologicznych ciasta sporządzonego z mąki pszennej i 2,5% roztworu NaCl w ilości zależnej od wilgotności badanej mąki [1, 8, 15].

Oznaczanie cech alweograficznych wykonuje się zgodnie z metodyką określoną w normie PN-EN ISO 27971:2009 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe - Pszenica zwyczajna (*T. aestivum* L.) – Oznaczanie właściwości alweograficznych ciasta przy stałym dodatku wody dla mąki handlowej lub laboratoryjnej oraz procedura przemiału laboratoryjnego [12]. Zasada metody polega na badaniu oporu stawianego przez próbkę ciasta podczas jej równomiernego rozdmuchiwania. Odkształcenie ciasta w znacznym stopniu odzwierciedla procesy fizyczne występujące w trakcie fermentacji ciasta i jego wypieku wskutek wydzielania się dwutlenku węgla. Oznaczanie cech alweograficznych może być wykonane tylko w przypadku mąki pszennej, co oznacza, że aby określić cechy alweograficzne ziarna pszenicy najpierw należy z ziarna uzyskać w warunkach laboratoryjnych mąkę. Dlatego ważne jest, aby przemiał ziarna na mąkę odbywał się zawsze tak samo w celu uzyskania mąki charakteryzującej się podobnym stopniem rozdrobnienia i zbliżoną zawartością popiołu [2, 3, 9].

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom użytkowników alweografów firma Chopin Technologies opracowała konsystograf, który pozwala określić ilość dodawanego roztworu NaCl niezbędnego do sporządzenia ciasta o zakładanej konsystencji. O taką właśnie modyfikację oceny alweograficznej, uwzględniającą różny poziom wodochłonności mąki pszennej, upominali się użytkownicy pszenicy zwyczajnej twardej („hard”). Uzyskana z niej mąka wykazuje wysoką wodochłonność i nie osiąga optymalnej elastyczności ciasta przy stałym dodatku wody stosowanym w systemie HC. Konsystograf jest więc uzupełnieniem klasycznej metody alweograficznej i pozwala na oznaczenie wodochłonności mąki i badanie plastyczności ciasta w czasie miesienia przy optymalnym dla danej mąki stopniu jej

uwodnienia. W systemie HA najpierw za pomocą konsystografu wyznacza się ilość roztworu chlorku sodu niezbędną do uzyskania ciasta o zakładanej konsystencji, a następnie wykonuje się badanie alweograficzne, dodając do mąki ilość roztworu NaCl wyznaczoną w badaniu konsystograficznym [6, 11].

Celowość stosowania metody alweograficznej z adaptowanym uwodnieniem jest nadal przedmiotem dyskusji naukowców i praktyków, przy czym opinie użytkowników alweografów są podzielone. Niektórzy uważają, że obiektywną ocenę cech reologicznych (zwłaszcza sprężystości i rozciągliwości) uzyskuje się tylko dla ciasta o optymalnej elastyczności, uzyskanej przy optymalnym dodatku wody (HA). Przeciwstawiana jest temu prostota klasycznej oceny alweograficznej ciasta o stałym uwodnieniu, czyli system HC [7, 16].

Badania przeprowadzone we Francji przez użytkowników alweokonsystografu wskazują, że w porównaniu do wyników uzyskanych metodą ze stałą hydratacją mąki (HC) stosując metodę z adaptowaną hydratacją (HA), uzyskuje się wyniki wskazujące na ogół na spadek sprężystości ciasta, wzrost jego rozciągliwości i zmniejszenie siły wypiekowej. W systemie hydratacji adaptowanej wartości parametrów G i L mają najczęściej tendencję wzrostu w porównaniu z wartościami uzyskanymi w systemie HC, ale mogą też pozostawać na tym samym poziomie lub nawet maleć [5].

W tabeli 1 przedstawiono parametry alweograficzne odczytywane z alweogramu uzyskanego w systemie stałego uwodnienia (HC) i odpowiadające im parametry odczytywane z wykresu uzyskanego w systemie adaptowanego uwodnienia (HA).

**Tabela 1.** Parametry alweograficzne w systemach HC i HA.

*Alveograph parameters at HC and HA system.*

Parametry alweograficzne w systemie stałego uwodnienia ( <b>HC</b> )	Parametry „odpowiadające” w systemie adaptowanego uwodnienia ( <b>HA</b> )
<b>P</b> - sprężystość, wytrzymałość	T
<b>L</b> - rozciągliwość	A
<b>G</b> - współczynnik rozdęcia	Ex
<b>W</b> - siła wypiekowa	Fb
<b>P/L</b> - kształt wykresu	T/A
<b>Ie</b> - indeks elastyczności	Iec

Istnieje dowolność stosowania określonej metodyki badania alweograficznego, ale nie można porównywać wartości liczbowych parametrów oceny alweograficznej uzyskanych w odniesieniu do tej samej próbki mąki czy ziarna w różnych systemach oceny (HC i HA),

aby sprawdzać zgodność wyników uzyskanych w dwóch różnych laboratoriach (np. dostawcy i odbiorcy mąki albo producenta mąki i jednostki kontrolnej) albo sprawdzać spełnienie poziomu wymagań ustalonych według systemu HC z wynikami otrzymanymi w systemie HA. Porównywanie wyników uzyskanych w różnych systemach oceny alveograficznej może być dokonywane jedynie aby ocenić, czy adaptacja uwodnienia zmieniła (znacząco lub tylko w zakresie precyzji metody oznaczania) wartości odpowiadających sobie parametrów w systemach HC i HA. Celowe wydaje się adaptowanie dodatku roztworu NaCl do uzyskania zakładanej konsystencji ciasta, jeżeli różnica między wartościami liczbowymi odpowiadających sobie parametrów w obu systemach oceny jest większa niż granica odtwarzalności w stosunku do danego parametru określona w normie PN-EN ISO 27971:2009.

Dla młynarza niezmiernie ważna jest znajomość relacji poziomu wartości parametrów alveograficznych oznaczanych w przypadku ziarna pszenicy i w stosunku do uzyskanej z niego w młynie przemysłowym mąki handlowej. Umożliwia to prawidłowy dobór ziarna do wyprodukowania mąki o określonych cechach jakościowych, wymaganych przez użytkownika mąki. Kształtowanie się różnic w poziomie wartości liczbowych poszczególnych wskaźników alveograficznych w odniesieniu do ziarna i mąki uzależnione jest od technologii przemiału stosowanej w danym młynie oraz metodyki przemiału próbki ziarna w warunkach laboratoryjnych, a zwłaszcza rodzaju zastosowanego rozdrabniacza laboratoryjnego.

Celem pracy było porównanie wartości parametrów alveograficznych uzyskiwanych w systemie hydratacji stałej (HC) i systemie hydratacji adaptowanej (HA) przy ocenie alveograficznej krajowego ziarna pszenicy o zróżnicowanej wartości technologicznej.

## **MATERIAŁ I METODY BADAŃ**

### **1. Materiał badawczy**

Materiał badawczy stanowiły próbki ziarna odmian pszenicy ozimej i jarej pochodzące z towarowej produkcji rolniczej z terenu całego kraju ze zbiorów 2008 roku. Ocenie poddano 24 próbki ziarna reprezentujące trzynaście odmian pszenicy ozimej i 9 próbek ziarna pięciu odmian pszenicy jarej.

### **2. Metodyka**

Oznaczanie wybranych wyróżników jakościowych ziarna pszenicy wykonywano zgodnie z metodami określonymi w następujących normach:

- zawartość białka (Nx5,7) według PN-EN ISO 20483:2007 Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych – Oznaczanie zawartości azotu i przeliczenie na zawartość białka – Metoda Kjeldahla [10],
- wskaźnik sedymentacyjny Zeleny’ego według PN-ISO 5529:1998 Pszenica – Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego – Test Zeleny’ego [13],
- ilość i jakość glutenu mokrego w systemie GLUTOMATIC według PN-93/A-74042 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczanie gluten mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych [14],
- liczba opadania według PN-EN-ISO 3093:2007 Pszenica, żyto i mąka z nich uzyskana, pszenica durum i semolina – Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena [12].

Przemiał ziarna pszenicy wykonano za pomocą laboratoryjnego sześciopasażowego młyna MLU-202. Z otrzymanych mąk pasażowych formowano mąkę ogólną przeznaczoną do oceny cech reologicznych.

Ocenę cech alweograficznych ciasta wykonano za pomocą alweografu Chopina według normy PN-EN ISO 27971:2009 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe - Pszenica zwyczajna (*T. aestivum* L.) – Oznaczanie właściwości alweograficznych ciasta przy stałym dodatku wody dla mąki handlowej lub laboratoryjnej oraz procedura przemiału laboratoryjnego [11].

Badania konsystograficzne wykonano zgodnie instrukcją producenta urządzenia, której zapisy uwzględnione są w specyfikacji technicznej CEN/TS 15731:2008 Cereals and cereal products - Common wheat (*Triticum aestivum* L.) - Determination of alveograph properties of dough at adapted hydration from commercial or test flours and test milling methodology [Ziarno zbóż i przetwory zbożowe - Pszenica zwyczajna (*Triticum aestivum* L.) – Oznaczanie właściwości alweograficznych ciasta w systemie adaptowanej hydratacji (HA) dla mąki handlowej lub laboratoryjnej oraz metodyka przemiału laboratoryjnego] [4].

## WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli 2 przedstawiono wyniki oceny wybranych wyróżników jakościowych charakteryzujących jakość kompleksu białkowego i enzymatycznego badanych próbek ziarna pszenicy. Zawartość białka kształtowała się w zakresie od 11,6 do 17,2% s.m., ilość glutenu od 22,2 do 38,0%, wskaźnik sedymentacyjnym Zeleny’ego od 36 do 67 cm<sup>3</sup>. Liczba opadania, określająca aktywność enzymów amylolitycznych, kształtowała się w przedziale od

223 do 525 s. Obliczone wartości odchyłeń standardowych, dotyczące wyróżników jakościowych charakteryzujących jakość kompleksu białkowego i enzymatycznego, przekraczały granice odtwarzalności podane w następujących normach: PN-EN ISO 20483:2007, PN-93/A-74042, PN-ISO 5529:1998 i PN-EN-ISO 3093:2007. Świadczy to o zróżnicowaniu materiału badawczego pod kątem ilości i jakości kompleksu białkowo - skrobiowego.

**Tabela 2.** Wyróżniki jakości badanych próbek ziarna pszenicy  
*Estimate of quality of wheat grain samples*

	<b>Zawartość białka (Nx5,7) (% s.m.)</b>	<b>Ilość glutenu (%)</b>	<b>Wskaźnik sedymentacyjny Zeleny'ego (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Liczba opadania (sek)</b>
Wartość średnia	14,1	29,4	48	350
Wartość minimalna	11,6	22,2	36	223
Wartość maksymalna	17,2	38,0	67	525
Odchylenie standardowe	1,4	3,9	8	64

Badane próbki ziarna pszenicy charakteryzowały się zróżnicowanym poziomem wartości wskaźników alweograficznych zarówno w systemie hydratacji stałej (HC) jak i hydratacji adaptowanej (HA). Wskazują na to wartości obliczonych odchyłeń standardowych, które przekraczały granice odtwarzalności podane w normie PN-EN ISO 27971:2009. Wyniki oceny w systemie HC przedstawiono w tabeli 3, zaś w systemie HA – w tabeli 4.

**Tabela 3.** Parametry alweograficzne badanych próbek ziarna pszenicy w systemie HC.

*The alveograph parameters of wheat grain samples at HC system.*

	Parametr <b>W</b>	Parametr <b>P</b>	Parametr <b>L</b>	Parametr <b>P/L</b>	Parametr <b>G</b>	Parametr <b>Ie</b>
Wartości średnie	273	87	93	1,06	21,2	58
Wartości minimalne	124	61	51	0,34	15,9	36
Wartości maksymalne	450	117	193	2,1	30,9	70
Odchylenie standardowe	67	16	30	0,45	3,3	6

**Tabela 4.** Parametry alweograficzne badanych próbek ziarna pszenicy w systemie HA.

*The alveograph parameters of wheat grain samples at HA system.*

	Parametr <b>Fb</b>	Parametr <b>T</b>	Parametr <b>A</b>	Parametr <b>T/A</b>	Parametr <b>Ex</b>	Parametr <b>Iec</b>	Hydratacja <b>HYD<sub>HA</sub>(%)</b>
Wartość średnia	256	81	96	1,01	21,5	58	53,2
Wartość minimalna	140	52	44	0,36	14,8	36	51,1
Wartość maksymalna	387	125	174	2,61	29,4	69	56,5
Odchylenie standardowe	55	16	33	0,60	3,8	6	1,2

W tabeli 5 podano współczynniki korelacji obliczone w odniesieniu do odpowiadających sobie parametrów alweograficznych w systemie hydratacji stałej (HC) i w systemie hydratacji adaptowanej (HA). Ich wartości - w zakresie od 0,634 w odniesieniu do parametrów P i T do

0,985 w odniesieniu do parametrów  $I_e$  i  $I_{ec}$  - świadczą o istotnym poziomie korelacji poszczególnych par tych parametrów. Najwyższe (ponad 0,9) współczynniki korelacji uzyskano w przypadku par parametrów charakteryzujących siłę wypiekową ( $W$ ,  $F_b$ ) i indeks elastyczności ( $I_e$ ,  $I_{ec}$ ).

**Tabela 5.** Współczynniki korelacji odpowiadających sobie parametrów alveograficznych w systemie HC i HA.

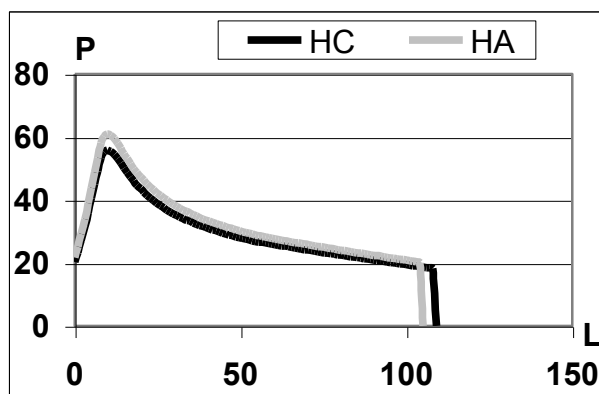
*Correlation coefficients for alveograph parameters at HC and HA system.*

	<b>W</b>	<b>P</b>	<b>L</b>	<b>P/L</b>	<b>G</b>	<b><math>I_e</math></b>
<b>Fb</b>	<b>0,937</b>					
<b>T</b>		0,634				
<b>A</b>			0,828			
<b>T/A</b>				0,747		
<b>Ex</b>					0,817	
<b>Iec</b>						<b>0,985</b>

Na rysunkach 1 – 3 przedstawiono wykresy alveograficzne uzyskane w przypadku próbek ziarna pszenicy ozimej odmian: Rywalka, Tonacja i Muza w systemie hydratacji stałej (HC) i hydratacji adaptowanej (HA). Różnice w wartościach liczbowych poszczególnych parametrów alveograficznych uzyskanych w odniesieniu do tej samej próbki pszenicy w obu systemach oceny zwiększały się w miarę wzrostu wodochłonności mąki. W przypadku odmiany Rywalka charakteryzującej się wodochłonnością wynoszącą 52% nie obserwowano znaczących różnic w wartościach parametrów alveograficznych uzyskanych w obu systemach oceny i oba wykresy na rysunku 1 prawie się pokrywają. Przedstawione na rysunku 2 wykresy, dotyczące odmiany Tonacja charakteryzującej się wodochłonnością wynoszącą 54,0%, były bardziej zróżnicowane w porównaniu do wykresów na rysunku 1. Ciasto oceniane w systemie HA charakteryzowało się mniejszą sprężystością, a większą rozciągliwością. Najbardziej zróżnicowane alveogramy otrzymano w przypadku odmiany Muza (wodochłonność 56,5%, rys. 3). Na wykresie uzyskanym przy badaniu w systemie HA nastąpiło wyraźne zmniejszenie sprężystości ciasta i jego siły wypiekowej przy

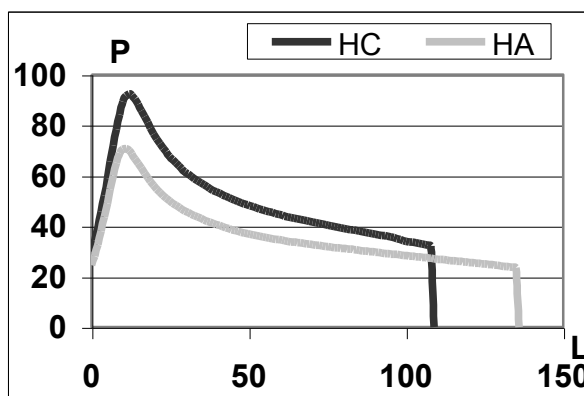


jednoczesnym zwiększeniu rozciągliwości ciasta. Obserwowano także znaczące zmiany w poziomie wartości pozostałych parametrów alveograficznych uzyskanych w obu systemach oceny.



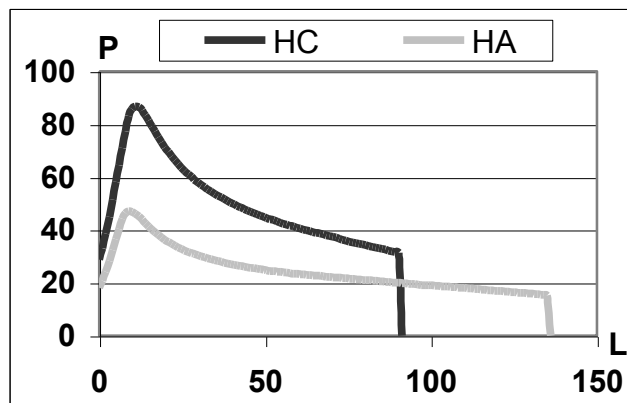
**Rysunek 1.** Wykresy alveograficzne uzyskane w systemie HC i HA - próbka ziarna pszenicy ozimej Rywalka o hydratacji mąki 52,0%.

*The alveograph curve obtain at HC and HA system - winter wheat Rywalka with hydration 52,0%.*



**Rysunek 2.** Wykresy alveograficzne próbki ziarna pszenicy ozimej Tonacja o hydratacji mąki 54,0% uzyskane w systemie HC i HA.

*The alveograph curve obtain at HC and HA system – winter wheat Tonacja with hydration 54,0%.*



**Rysunek 3.** Wykresy alweograficzne próbki ziarna pszenicy ozimej Muza o hydratacji mąki 56,5 % uzyskane w systemie HC i HA.

*The alveograph curve obtain at HC and HA system - winter wheat Muza with hydration 56,5%.*

Na rysunkach 4 – 9 zobrazowano kształtowanie się wartości parametrów alweograficznych w obu systemach oceny w zależności od poziomu wodochłonności mąki oraz kształtowanie się różnic wartości liczbowych poszczególnych parametrów alweograficznych uzyskanych w systemie oceny HC i HA na tle odtwarzalności jaka określona jest w normie PN-EN ISO 27971:2009.

W przypadku siły wypiekowej próbki ziarna o wodochłonności poniżej 52% charakteryzowały się nieco wyższą wartością omawianego parametru w systemie oceny HA niż systemie oceny HC. Odwrotną tendencję zaobserwowano w przypadku pozostałych badanych próbek ziarna pszenicy (rys. 4). Największą różnicę między siłą wypiekową w systemie hydratacji stałej (HC) i adaptowanej (HA) uzyskano w przypadku próbki ziarna o wodochłonności powyżej 56%. Tylko w odniesieniu do tej próbki ziarna pszenicy wartość bezwzględna różnicy W i Fb przekraczała odtwarzalność określoną w przypadku parametru W, podaną w normie PN-EN ISO 27971:2009.

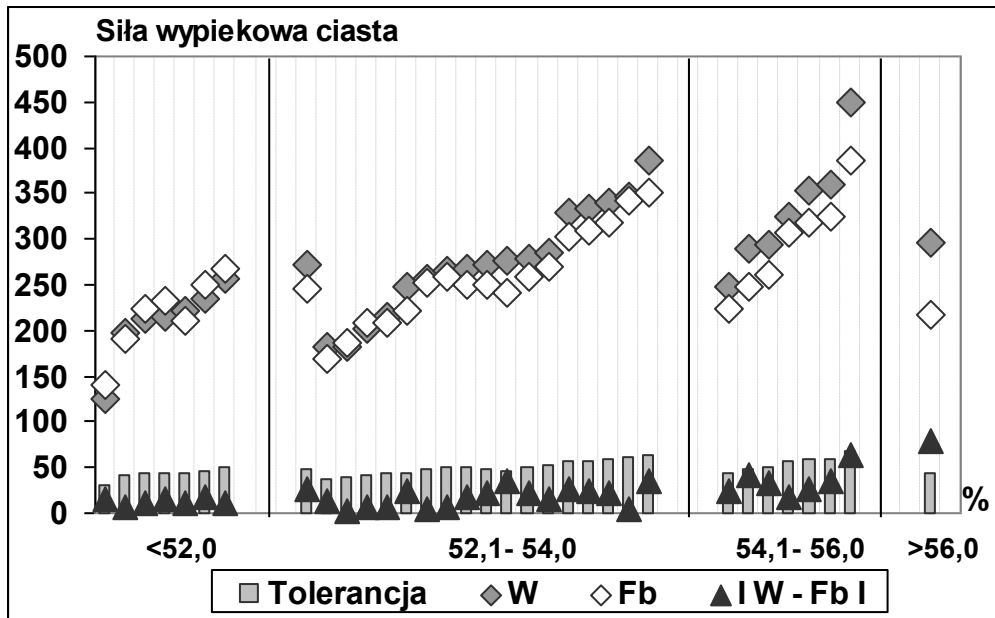
Większość przebadanych próbek ziarna pszenicy charakteryzowało się mniejszą sprężystością w systemie hydratacji adaptowanej (HA) niż w systemie hydratacji stałej (HC). Obserwowano wpływ wodochłonności na poziom różnic wartości liczbowych omawianego parametru w systemie oceny HC i HA. Wraz ze wzrostem wodochłonności zwiększała się różnica między wartością liczbową sprężystości ciasta w obu systemach oceny alweograficznej (rys. 5). Różnice wartości bezwzględnej P i T w przypadku większości próbek ziarna pszenicy o wodochłonności powyżej 54% przekraczały

odtworzalność określoną w odniesieniu do parametru P. W odniesieniu do pozostałych próbek ziarna pszenicy różnice te nie przekraczały tolerancji podanej w normie PN-EN ISO 27971:2009.

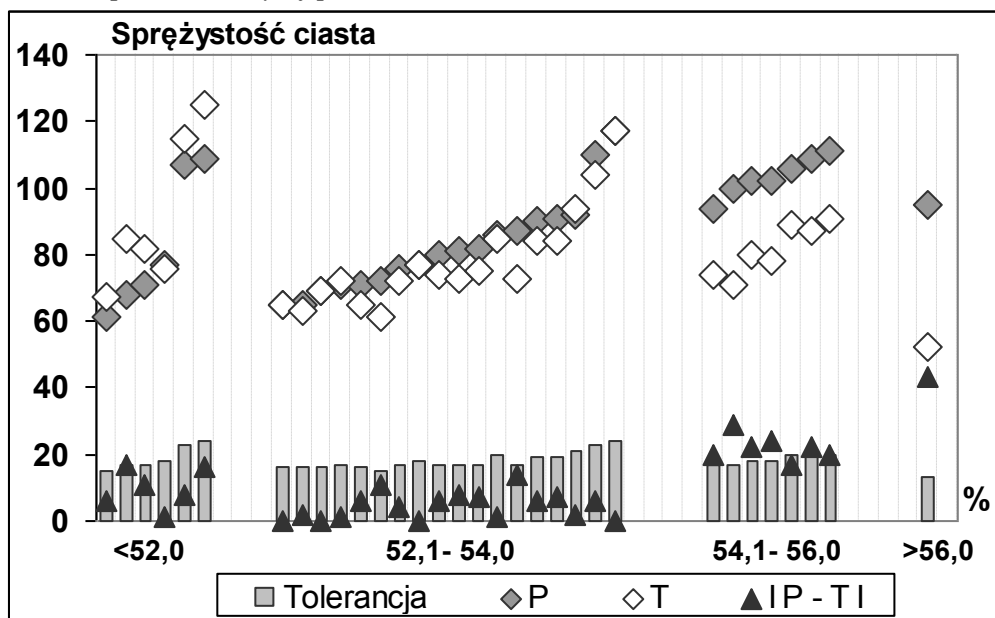
W przypadku parametru alweograficznego rozciągliwość ciasta, większość próbek pszenicy charakteryzowała się zbliżoną wartością liczbową tego parametru w obu systemach oceny (rys. 6). Wyjątkiem była próbka ziarna pszenicy ozimej – Muza (wodochłonność 56,5%) oraz próbka ziarna pszenicy jarej – Żura (wodochłonność 55,2%). Tylko w przypadku tych dwóch próbek ziarna pszenicy wartość bezwzględna różnicy L i A przekraczała wartość granicy odtwarzalności dotyczącej parametru L. Podobną tendencję jak w przypadku rozciągliwości ciasta obserwowano w odniesieniu do parametru G i Ex określonego jako współczynnik rozdęcia (rys 7).

W przypadku parametru P/L (ocena w systemie HC) i T/A (ocena w systemie HA) próbki ziarna pszenicy o wodochłonności poniżej 52% charakteryzowały się wyższą wartością tego parametru w systemie hydratacji adaptowanej (HA) niż w systemie stałej (HC). W przypadku pozostałych próbek ziarna pszenicy obserwowano odwrotną tendencję. Różnice między wartością liczbową P/L i T/A zwiększały się wraz ze wzrostem wodochłonności przebadanych próbek ziarna pszenicy (rys. 8). W przypadku próbek ziarna pszenicy charakteryzujących się wodochłonnością poniżej 54%, dwóch próbek ziarna pszenicy ozimej o wodochłonności wynoszącej 54,7% oraz próbki ziarna pszenicy jarej o wodochłonności 55,2%, bezwzględna różnica P/L i T/A nie przekraczała odtwarzalności określonej w odniesieniu do parametru P/L podanej w normie PN-EN ISO 27971:2009. W przypadku pozostałych przebadanych próbek ziarna pszenicy różnice te przekraczały granicę tolerancji dotyczącą omawianego parametru alweograficznego.

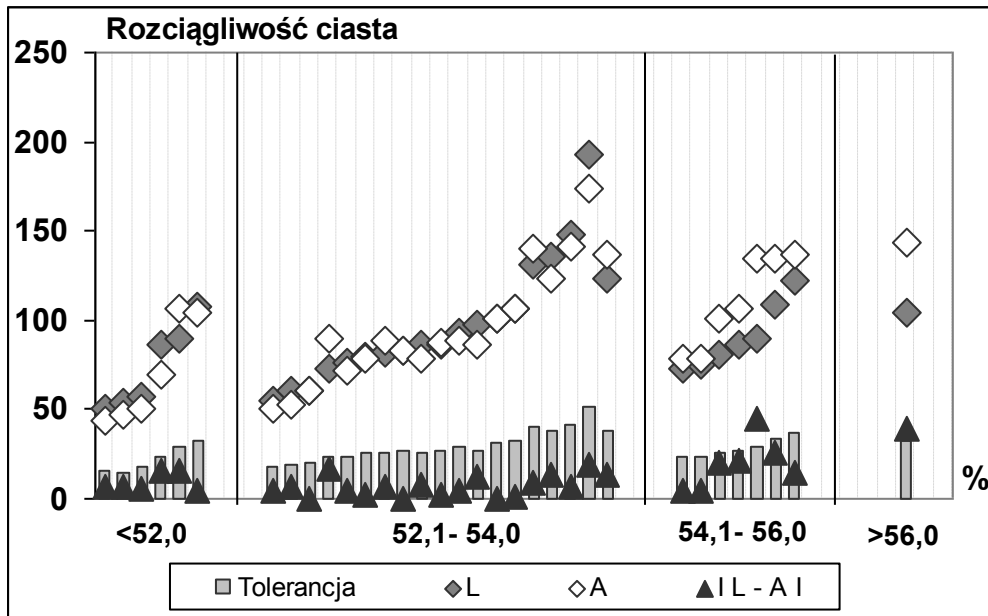
Nie obserwowano istotnych różnic między indeksem elastyczności w systemie oceny HC i HA. W przypadku wszystkich przebadanych próbek ziarna pszenicy wartość indeksu elastyczności w systemie oceny HC i HA była na zbliżonym poziomie. Nie obserwowano wpływu wodochłonności mąki na wielkość różnic w wartościach liczbowych I<sub>e</sub> i I<sub>ec</sub> (rysunek 9).



**Rysunek 4.** Siła wypiekowa ciasta (W i Fb) oznaczona w systemie hydratacji stałej (HC) i adaptowanej (HA) oraz różnica wyników (wartość bezwzględna) na tle odtwarzalności parametru W  
*Baking strength of dough (W and Fb) at constant (HC) and adapted hydration (HA) system and difference of results (absolute value) according to reproducibility of parameter W*

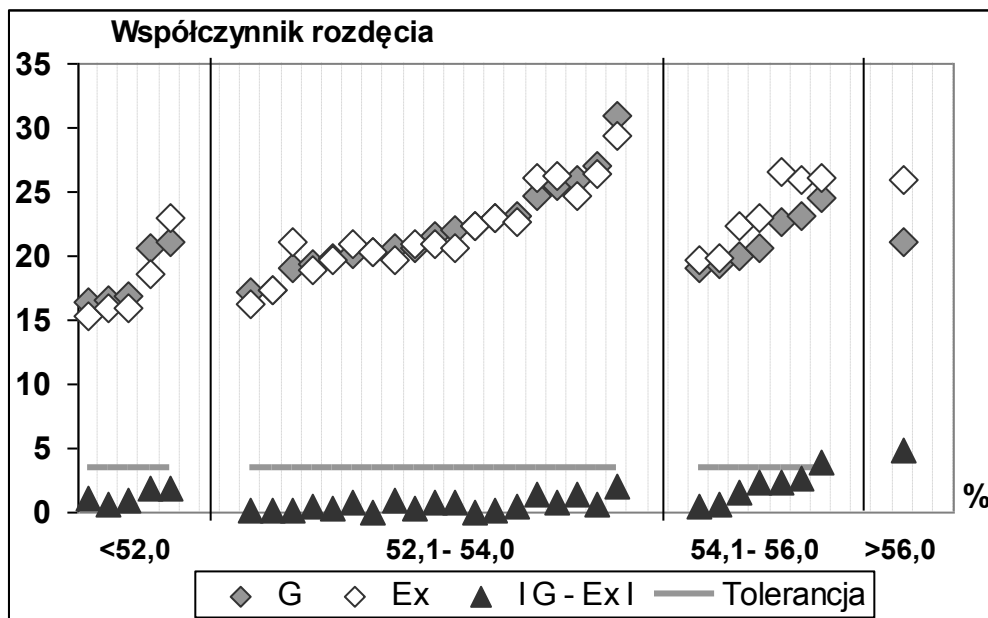


**Rysunek 5.** Sprężystość ciasta (P i T) oznaczona w systemie hydratacji stałej (HC) i adaptowanej (HA) oraz różnica wyników (wartość bezwzględna) na tle odtwarzalności parametru P  
*Tenacity of dough (P and T) at constant hydration (HC) and adapted hydration (HA) system and difference of results (absolute value) according to reproducibility of parameter P*



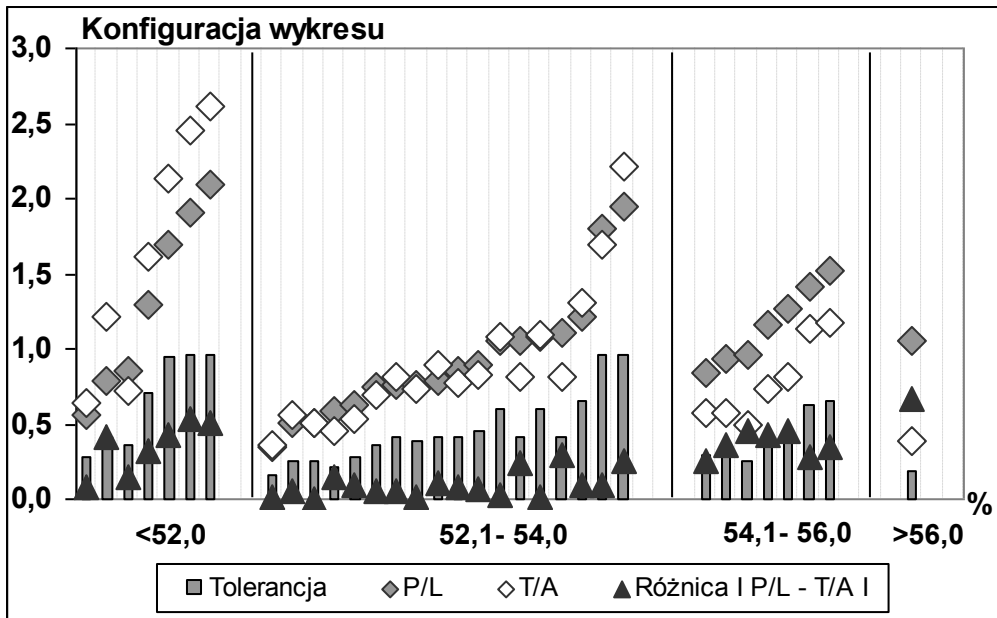
**Rysunek 6.** Rozciągliwości ciasta (L i A) oznaczona w systemie hydratacji stałej (HC) i adaptowanej (HA) oraz różnica wyników (wartość bezwzględna) na tle odtwarzalności parametru L

*Extensibility of dough (L and A) at constant hydration (HC) and adapted hydration (HA) system and difference of results (absolute value) according to reproducibility of parameter L*

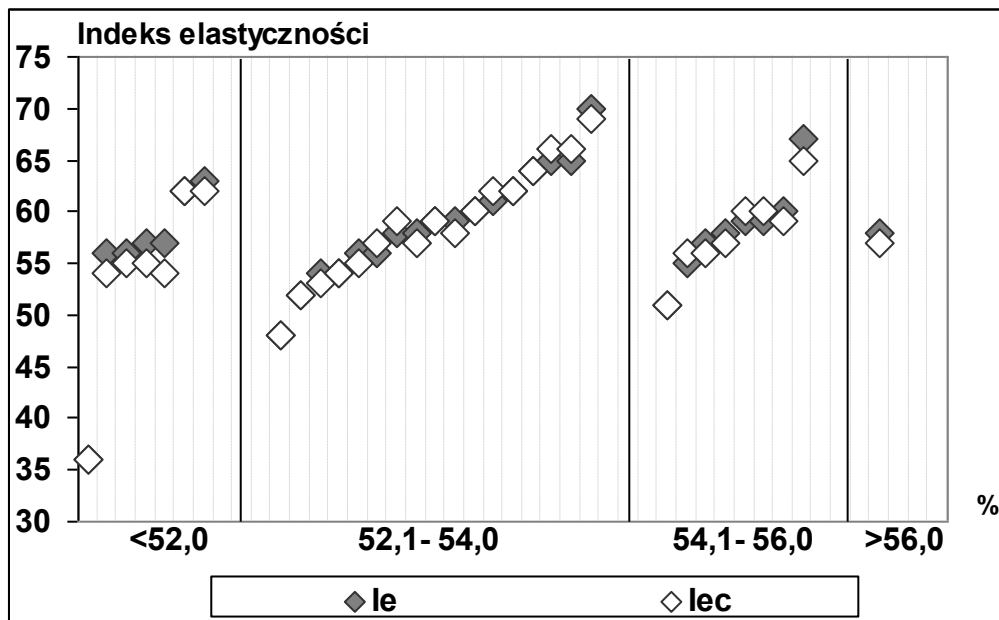


**Rysunek 7.** Współczynnik rozděcia (G i Ex) oznaczony w systemie hydratacji stałej (HC) i adaptowanej (HA) oraz różnica wyników (wartość bezwzględna) na tle odtwarzalności parametru G

*Ratio of expanding (G and Ex) at constant hydration (HC) and adapted hydration (HA) system and difference of results (absolute value) according to reproducibility of parameter G*



**Rysunek 8.** Wartość współczynnika (P/L i T/A) oznaczona w systemie hydratacji stałej (HC) i adaptowanej (HA) oraz różnica wyników (wartość bezwzględna) na tle odtwarzalności parametru P/L  
*Value of ratio (P/L and T/A) at constant hydration (HC) and adapted hydration (HA) system and difference of results (absolute value) according to reproducibility of parameter P/L*



**Rysunek 9.** Indeks elastyczności (Ie i Iec) w systemie hydratacji stałej (HC) i adaptowanej (HA)  
*Elasticity Index (Ie and Iec) at constant hydration (HC) and adapted hydration (HA) system*

W podsumowaniu należy stwierdzić, że różnica w wartościach liczbowych poszczególnych parametrów alweograficznych uzyskanych w wyniku badania tej samej próbki ziarna pszenicy ocenianej w systemie hydratacji stałej (HC) i w systemie hydratacji adaptowanej (HA) zwiększa się w miarę zwiększania się poziomu wodochłonności mąki. W badaniach wykonanych w ramach niniejszej pracy największe różnice obserwowano przy poziomie wodochłonności mąki powyżej 54%. Jednak różnice te jedynie w przypadku kilku badanych próbek przekraczały granicę odtwarzalności danego parametru alweograficznego określoną w normie PN-EN ISO 27971:2009. Oznacza to, że klasyczna metoda alweograficzna (system HC) jest odpowiednia do oceny alweograficznej większości próbek ziarna pszenicy przebadanych w ramach niniejszej pracy.

Stosowanie nowego wariantu oceny alweograficznej tj. z adaptowaną hydratacją, powoduje konieczność nabycia umiejętności interpretacji wyników uzyskiwanych w tym systemie oceny oraz określania wymagań jakościowych w odniesieniu do ziarna pszenicy i mąki pszennej przeznaczonej na określone wyroby piekarskie i ciastkarskie. Problem ten może być rozwiązany jedynie przy współpracy pomiędzy producentem mąki pszennej i jej końcowym użytkownikiem czyli najczęściej pomiędzy młynarzem i piekarzem.

### **WNIOSKI**

1. Różnice w wartościach liczbowych poszczególnych parametrów alweograficznych uzyskanych w odniesieniu do tej samej próbki pszenicy ocenianej w systemie hydratacji stałej (HC) i w systemie hydratacji adaptowanej (HA) zwiększają się w miarę wzrostu wodochłonności mąki. Do poziomu wodochłonności 54% nie przekraczają wartości granicy odtwarzalności określonej w normie PN-EN ISO 27971:2009. Wraz ze wzrostem wodochłonności mąki obserwuje się w odniesieniu do tej samej próbki ziarna pszenicy obniżenie sprężystości ciasta oraz jego siły wypiekowej przy ocenie alweograficznej w systemie hydratacji stałej (HC) w porównaniu do oceny w systemie hydratacji adaptowanej (HA). Ciasto uzyskane z mąki o wyższej wodochłonności charakteryzuje się podczas badania alweograficznego w systemie HA większą rozciągliwością niż podczas badania w systemie HC (parametry A i L). Wskaźnik elastyczności (parametry  $I_e$  i  $I_{ec}$ ) wykazuje praktycznie taki sam poziom w obu systemach oceny.
3. *Celowe jest badanie cech alweograficznych w systemie hydratacji adaptowanej (HA) ziarna pszenicy o wysokiej wodochłonności i wysokiej zawartości białka. W odniesieniu do ziarna pszenicy o wodochłonności nie większej niż 54% klasyczne badanie cech alweograficznych tj. w systemie hydratacji stałej (HC), jest wystarczające.*

## PIŚMIENNICTWO

1. Abramczyk D., Rothkaehl J. (2002). Cechy reologiczne ciasta pszennego w badaniach CLTPiPZ. *Prz. Zboż.-Młyn.*, 12, 27 – 30.
2. Abramczyk D. (2009). Wyniki oceny alveograficznej ziarna pszenicy i mąki pszennej uzyskiwane w systemie HA i HC. *Prz. Zboż.-Młyn.*, 6, 6 – 7.
3. Abramczyk D., Stępniewska S. (2009). Porównanie wyników oceny alveograficznej ziarna pszenicy uzyskiwanych w systemie HA i HC. *Prz. Zboż.-Młyn.*, 6, 22–24.
4. CEN/TS 15731:2008 Cereals and cereal products – Common wheat (*Triticum aestivum* L.) – Determination of alveograph properties of dough at adapted hydration from commercial or test flours and test milling methodology.
5. Chopin Tribune (2004). Porównanie wyników z alveografu przy stałym i adaptowanym uwodnieniu. *Gazeta producentów i odbiorców mąki*, Nr 16 (cz. 1), nr 17 (cz. 2).
6. Dubois M, Dubat A., Launay B. (2008). *The Alveoconsistograph Handbook. Second Edition.* AACC International .
7. Hruskova M., Famera O. (2003). Evaluation of wheat flour characteristics by the alveoconsistograph. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 12/53, SI 2, 25-28.
8. Jurga R. (2003). Wartość wypiekowa mąki pszennej oceniana za pomocą właściwości reologicznych ciasta. *Prz. Zboż.-Młyn.*, 8, 15–20.
9. Konopka I., Abramczyk D., Rothkaehl J., Fornal Ł., Madej M. (2000): Porównanie cech reologicznych ciasta pszennego przy użyciu różnych aparatów pomiarowych. *Prz. Zboż.-Młyn.*, 6, 23–26.
10. PN-EN ISO 20483:2007 Ziarno zbóż i nasiona roślin strączkowych – Oznaczanie zawartości azotu i przeliczenie na zawartość białka – Metoda Kjeldahla.
11. PN-EN ISO 27971:2009 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe - Pszenica zwyczajna (*T. aestivum* L.) – Oznaczanie właściwości alveograficznych ciasta przy stałym dodatku wody dla mąki handlowej lub laboratoryjnej oraz procedura przemiału laboratoryjnego.
12. PN-EN ISO 3093:2007 Pszenica, żyto i mąka z nich uzyskana, pszenica durum i semolina – Oznaczanie liczby opadania metodą Hagberga-Pertena.
13. PN-EN ISO 5529:1998 Pszenica – Oznaczanie wskaźnika sedymentacyjnego – Test Zeleny’ego.
14. PN-93/A-74042 Ziarno zbóż i przetwory zbożowe – Oznaczanie glutenu mokrego za pomocą urządzeń mechanicznych.
15. Stępniewska S. (2009). Cechy reologiczne ciasta pszennego. *Prz. Zboż.-Młyn.*, 5, 12-14.
16. Walker C.E., Hazelton J.L. (1996). Dough rheological tests. *Cereal Foods World*, 41, 23–28.