

WPLYW TEMPERATURY SUSZENIA ZIARNA PSZENICY I JEGO WILGOTNOŚCI NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE GLUTENU MOKREGO

A. Miś

Instytut Agrofizyki PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

e-mail: mis@demeter.iapan.lublin.pl

Streszczenie: Określono wpływ temperatury suszenia ziarna pszenicy o zróżnicowanej wilgotności na właściwości fizyczne glutenu mokrego. Próbkę ziarna, o wilgotności początkowej 11,5%, nawilżano do wilgotności 24,1; 29,2; 33,6 i 37,5%, a następnie suszono w suszarce Brabendera w zakresie temperatury od 26 do 90 °C.

Na podstawie wyników badań wyznaczono tzw. dopuszczalne temperatury suszenia ziarna, przy których nie występowały istotne zmiany w ilości i indeksie glutenu. Wyraźne spadki ilości wymywanego glutenu odnotowano gdy temperatura suszenia przekroczyła 70 °C, u odmiany Igna, i 75°C, u odmiany Roma, bez względu na wilgotność ziarna. W przypadku indeksu glutenu, wilgotność suszonego ziarna wpływała na obniżenie wartości temperatury dopuszczalnej. Dla odmiany Roma, temperatura dopuszczalna kształtowała się w przedziale od 55 do 70°C, i była odwrotnie proporcjonalnie do wilgotności ziarna. Dla odmiany Igna, temperatura dopuszczalna przy suszeniu ziarna o wilgotności 37,5% była o 10 % niższa i wynosiła 45°C. Wartość tej temperatury wzrastała do 70°C, podobnie jak u odmiany Roma, przy wilgotności ziarna 24,1%.

Słowa kluczowe: pszenica, suszenie ziarna, gluten mokry, właściwości fizyczne, indeks glutenu.

WSTĘP

Gluten jest podstawowym składnikiem białkowym w ziarnie pszenicy, od którego zawartości i jakości zależy jego wartość technologiczna [1]. Właściwości fizyczne glutenu, w wyniku oddziaływania różnych czynników, podlegają ciągłym zmianom zarówno w okresie wzrostu i dojrzewania ziarna pszenicy, jak i po zbiorze w trakcie jego suszenia, przechowywania i przetwarzania [10].

W miarę dojrzewania ziarna stopniowo wzrasta masa cząsteczkowa białek glutenowych, stopień polimeryzacji, oraz wytrzymałość mechaniczna glutenu mokrego oceniona przy pomocy indeks glutenu. Zmiany ilościowe i jakościowe glutenu zachodzą również w okresie przedzbiorowym, w miarę opóźniania terminu zbioru pszenicy [6].

Tempo zmian nasila się gwałtownie gdy na gluten o dużej wilgotności oddziaływamy podwyższoną temperaturą. Wskazują na to wyniki badań związanych z oceną skutków suszenia glutenu witalnego w zależności od jego wilgotności [4,8,9,10]. Przemiany fizyczne i chemiczne białek, będące skutkami tego rodzaju oddziaływania, wpływają z kolei na modyfikację właściwości reologicznych glutenu. Taki gluten dodany do ciasta nadaje mu wyjątkową sztywność i zbyt małą rozciągliwość. Podczas wypieku, ciasto jest słabo wyrośnięte, a objętość chleba może być obniżona [8,9].

Podobne zmiany fizyczne i chemiczne białek glutenowych mogą mieć miejsce szczególnie podczas dosuszania ziarna bezpośrednio po jego zbiorze, kiedy jest ono zbyt wilgotne aby mogło być bezpiecznie przechowywane. W warunkach klimatycznych Polski, bardzo często istnieje potrzeba dosuszania ziarna pszenicy po zbiorze. Jednakże brakuje jednoznacznej informacji, w jakim stopniu temperatura suszenia ziarna pszenicy zmienia właściwości glutenu, zwłaszcza w ziarnie chlebowym.

W związku z tym przeprowadzono w Instytucie Agrofizyki PAN badania, które miały na celu określenie wpływu temperatury suszenia ziarna pszenicy o zróżnicowanej wilgotności na właściwości fizyczne glutenu mokrego. Otrzymane zależności są tematem niniejszego artykułu.

MATERIAL I METODY

Badania przeprowadzono na ziarnie pszenicy ozimej (odm. Roma) i jarej (odm. Igna), którego charakterystykę pod względem podstawowych właściwości fizycznych glutenu zamieszczono w tabeli 1. Próbkę ziarna, o wilgotności początkowej 11,5%, nawilżano do wilgotności 24,1; 29,2; 33,6 i 37,5%. W tym celu 60-g próbki ziarna wraz z dodatkiem wody destylowanej (odpowiednio 10, 15, 20 i 25 g) umieszczano w bidonach (o poj. 0,5 dm³), które pozostawiano w mieszadzie laboratoryjnym (10 obr./min.) na 24 godziny, przy stałej temperaturze powietrza, równej 22,5 °C.

Bezpośrednio po zakończeniu nawilżania, próbki rozsypywano na sitkach i umieszczano w suszarce Brabendra. Suszenie ziarna odbywało się przy nastę-

pujących temperaturach powietrza: 26°C (minimalna dla danego typu suszarki i warunków otoczenia), 40°C i kolejne temperatury z krokiem co 5°C do 90°C. Proces suszenia przerywano kiedy wilgotność ziarna osiągała 11,5 % (wilgotność początkową). Po schłodzeniu ziarna w temperaturze otoczenia 22,5°C, próbki poddawano leżakowaniu przez okres 3 miesięcy. Próbki ziarna, nawet przy nawilżaniu do 37,5%, nie wykazywały objawów porostania, wartość liczby opadania nie obniżała się poniżej 180 s.

Tabela 1. Charakterystyka cech fizycznych glutenu mokrego otrzymanego z materiału kontrolnego (ziarno nie nawilżane i nie suszone) [%]

Table 1. Characteristics of some physical properties of wet gluten washed from control material (grain non-moistened and not dried) [%]

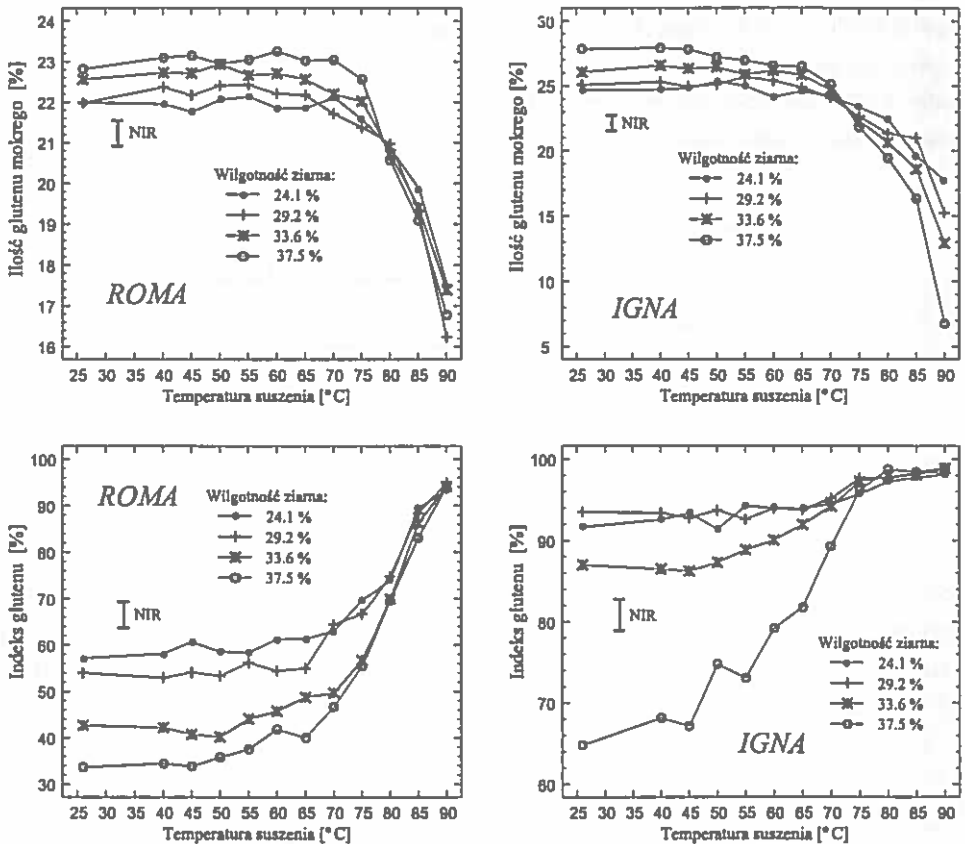
Właściwości fizyczne glutenu	Odmiana	
	ROMA	IGNA
Ilość glutenu mokrego	22,1	25,0
Indeks glutenu	53,0	91,8
Ubytek wilgotności	1,4	0,4
Wilgotność glutenu	65,9	66,6

Dla potrzeb oznaczania ilości i jakości glutenu wg normy ICC No 155 [3], proces wymywania glutenu z pełnoziarnistego mlewa i testowania jego jakości przeprowadzono na zestawie Glutomatic 2200. Natomiast indeks glutenu (IG) oznaczono stosując stałą odważkę ($2,1 \pm 0,05$ g) glutenu mokrego podczas jego wirowania [5]. Ponadto określono ubytek wilgotności podczas wirowania glutenu, wskazujący na zawartość wody nie związanej, oraz wilgotność glutenu mokrego po wirowaniu, stosując suszarkę glutenu Glutork 2020 (150°C przez 4 minuty) [6]. Wszystkie pomiary przeprowadzono w 4 powtórzeniach.

WYNIKI I DYSKUSJA

Na rysunku 1 przedstawiono zależność ilości wymywanego glutenu i indeksu glutenu od temperatury suszenia ziarna pszenicy i jego wilgotności. Otrzymane zależności dla obu badanych odmian charakteryzowały się podobnym przebiegiem. Wartości ocenianych parametrów, pomimo wzrostu temperatury su-

szenia ziarna, utrzymywały się początkowo na wyrównanym poziomie. Następnie po przekroczeniu pewnego poziomu temperatury suszenia występowały zauważalne zmiany w ilości i indeksie glutenu, a dalszy wzrost temperatury potęgował te zmiany. Taki przebieg zależności umożliwił wyznaczenie tzw. dopuszczalnej temperatury, przy której suszenie ziarna nie powodowało jeszcze istotnych zmian w ilości i indeksie glutenu.



Rys. 1. Zależność ilości glutenu mokrego i indeksu glutenu od temperatury suszenia i wilgotności ziarna pszenicy ozimej (ROMA) i jarej (IGNA).

Fig. 1. The relation of the quantity and index of gluten to the drying temperature and the moisture content in grain of winter (ROMA) and spring (IGNA) wheat.

Wartość temperatury dopuszczalnej, jak wynika z rysunku 1, zmieniała się przede wszystkim w zależności od wilgotności suszonego ziarna. W mniejszym stopniu zależała od odmiany pszenicy i cechy glutenu, której zmiany były badane.

Przy suszeniu ziarna pszenicy w zakresie temperatur dopuszczalnych, wraz ze wzrostem wilgotności ziarna z 24,1 do 37,5 % zwiększała się ilość wymywanego glutenu z ok. 22 do 23%, u odmiany Roma, i z ok. 25 do 28%, u odmiany Igna. Wyraźne spadki w ilości glutenu mokrego, bez względu na wilgotność suszonego ziarna, odnotowano gdy temperatura przekroczyła 70 °C, u odmiany Igna, i 75°C, u odmiany Roma. Tak więc dopuszczalna temperatura suszenia ziarna badanych odmian, nie powodująca zmian w ilości wymywanego glutenu, mieściła się w przedziale 70-75°C.

Dalszy wzrost temperatury suszenia ziarna do 90°C powodował gwałtowne obniżanie się ilości wymywanego glutenu. Przy temperaturze 90°C ilość glutenu mokrego wynosiła ok. 16-17%, u odmiany Roma, zaś u odmiany Igna, kształtowała się odwrotnie proporcjonalnie do wilgotności suszonego ziarna, od 7 do 18%. Oznacza to, że gluten bardziej uwodniony podlegał większym zmianom w wyniku suszenia ziarna.

Indeks glutenu w zakresie temperatur dopuszczalnych podlegał większym zmianom pod wpływem zastosowanego zabiegu nawilżania ziarna. Wzrost wilgotności suszonego ziarna z 24,1 do 37,5% spowodował spadek indeksu glutenu z ok. 60 do 34%, u odmiany Roma, i z 92 do 66%, u odmiany Igna. Od wilgotności ziarna zależała wartość dopuszczalnej temperatury suszenia, nie powodującej jeszcze istotnych zmian indeksu glutenu. W przypadku odmiany Roma, temperatura ta przy suszeniu ziarna o wilgotności 37,5% wynosiła 55°C i wzrastała do 60, 65 i 70°C, przy wilgotności ziarna odpowiednio: 33,6; 29,2 i 24,1%. Natomiast dla odmiany Igna, dopuszczalna temperatura przy suszeniu ziarna o najwyższej wilgotności (37,5%) była niższa i wynosiła 45°C. Wartość tej temperatury wzrastała, podobnie jak u odmiany Roma, do 60°C przy wilgotności ziarna 33,6%. Zaś poziomom wilgotności ziarna 29,2 i 24,1% odpowiadała ta sama temperatura dopuszczalna, 70°C. Wyniki te są potwierdzeniem istnienia znanej z literatury zależności (8,9,10), że gluten bardziej uwodniony (o wyższym stopniu hydratacji białka) podlega zmianom chemicznym przy oddziaływaniu niższych temperatur.

Stosowanie przy suszeniu ziarna wyższych temperatur niż dopuszczalne powodowało już znaczny wzrost indeksu glutenu. W miarę podwyższania temperatury, wartości indeksu glutenu stopniowo wzrastały osiągając maksimum przy 80°C, u odmiany Igna, i 90°C, u odmiany Roma. Maksymalne wartości indeksu

glutenu wynosiły ok. 94%, u odmiany Roma, oraz 98%, u odmiany Igna, bez względu na wilgotność suszonego ziarna.

Otrzymane wyniki badań wskazują, że zabieg nawilżania ziarna powoduje niewielki przyrost ilości wymywanego glutenu oraz znaczny spadek jego indeksu. Natomiast oddziaływanie procesu suszenia ziarna na właściwości glutenu ma odmienny charakter. W wyniku wzrostu temperatury suszenia, ilość wymywanego glutenu stopniowo obniża się, a równocześnie wartość indeksu glutenu wzrasta.

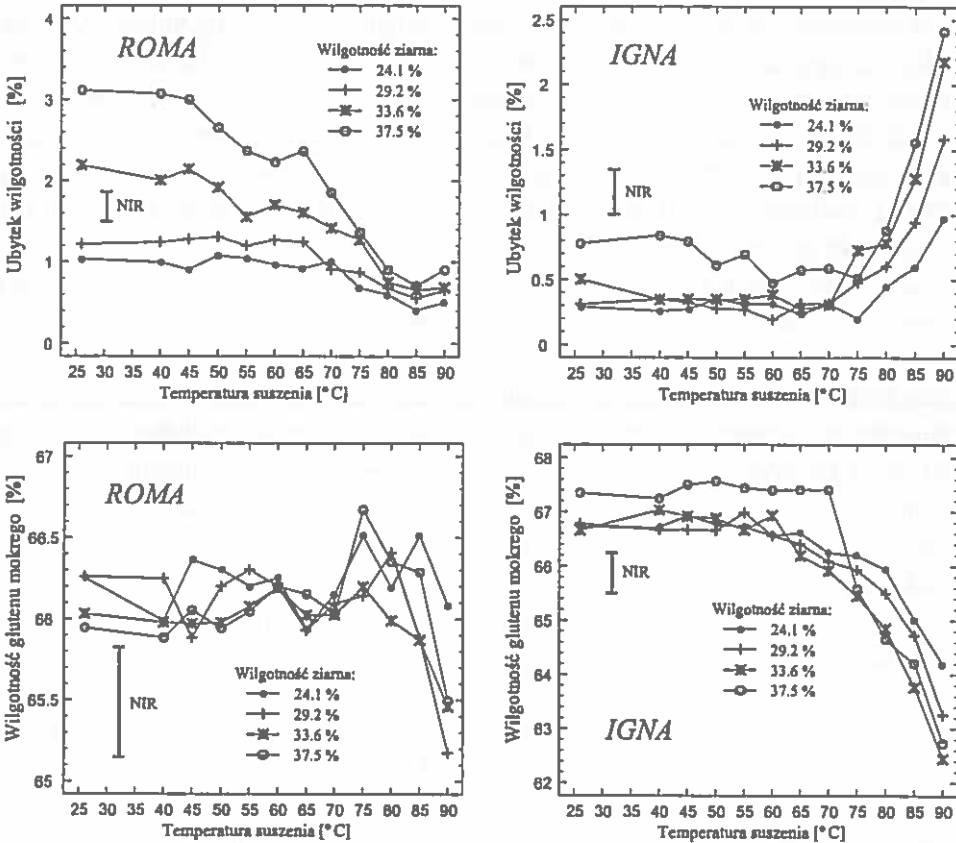
Jako próbę wyjaśnienia zaobserwowanych zmian w ilości i indeksie glutenu, na rysunku 2 przedstawiono zależność ubytku wilgotności glutenu podczas jego wirowania i wilgotności glutenu po odwirowaniu od temperatury suszenia i wilgotności ziarna pszenicy. Przebieg tych zależności, jak i głębokość zmian jakim podlegały te cechy glutenu w trakcie suszenia ziarna, zależały przede wszystkim od odmiany pszenicy.

W przypadku odmiany Roma, wzrost wilgotności ziarna z 24,1 do 37,5% spowodował proporcjonalny wzrost ubytku wilgotności glutenu podczas wirowania z 1 do ponad 3%, przy temperaturze suszenia 26°C. Jednak w miarę podwyższenia temperatury, wielkość tego ubytku zaczynała stopniowo spadać. Przy temperaturze 85°C odnotowano minimalne wartości ubytku wilgotności w przedziale od 0,4 do 0,8%, które były proporcjonalne do wilgotności suszonego ziarna.

W przypadku odmiany Igna, wzrost wilgotności ziarna z 24,1 do 37,5% wpływał na wyraźnie mniejszy wzrost ubytku wilgotności glutenu podczas wirowania z 0,3 do 0,8%. W zakresie temperatur suszenia od 26 do 70°C, zanotowano podobne wartości ubytku wilgotności, jedynie dla najwyższej wilgotności ziarna (37,5%) zaznaczył się łagodny ich spadek. Z chwilą, gdy temperatura przekroczyła 70-75°C rozpoczął się szybki wzrost ubytku wilgotności glutenu. Maksymalne wartości tego ubytku odnotowane przy temperaturze 90°C, wynosiły od 1,0 do 2,4% i były proporcjonalne do wilgotności suszonego ziarna. W tym miejscu należy wspomnieć, że przy suszeniu ziarna w temperaturze 75-90°C, wymywany gluten odznaczał się brakiem spójności, a próbka glutenu składała się z oddzielnych fragmentów nasączonych wodą. Mogło to być przyczyną odnotowanego u odmiany Igna znacznego wzrostu ubytku wilgotności glutenu przy tym zakresie temperatur.

Wilgotność glutenu odwirowanego podlegała wyraźnie mniejszym zmianom w przypadku odmiany Roma (Rys. 2). W zakresie temperatur 26-70°C, wilgotność glutenu utrzymywała się na podobnym poziomie, ok. 66%, a jej zakres

zmienności mieścił się w obrębie przedziału ufności (NIR). Jedynie przy wzroście temperatury z 75 do 90°C zaobserwowano istotny spadek wilgotności o ok. 1%, z wyjątkiem suszenia ziarna o wilgotności 24,1%.



Rys. 2. Zależność ubytku wilgotności i wilgotności glutenu mokrego od temperatury suszenia i wilgotności ziarna pszenicy ozimej (ROMA) i jarej (IGNA)

Fig. 2. The relation of the loss in moisture and the moisture content of gluten to the drying temperature and the moisture content in grain of winter (ROMA) and spring (IGNA) wheat

W przypadku odmiany Igna, najwyższej wilgotności suszonego ziarna (37,5%) w stosunku do pozostałych towarzyszył istotny przyrost wilgotności glutenu, z 66,7 do 67,4%. Podobnie jak u odmiany Roma, w początkowym zakresie temperatur 26-70°C wilgotność glutenu nie podlegała zmianom. Jednakże zastososo-

wanie wyższych temperatur suszenia ziarna spowodowało intensywny spadek wilgotności glutenu. Minimalną jego wilgotność odnotowano przy temperaturze 90°C. Wynosiła ona od 62,4 do 64,2%, i była z reguły tym niższa im wyższą wilgotność posiadało ziarno podczas suszenia.

Omówione powyżej zmiany ubytku wilgotności i wilgotności glutenu wskazują, że zastosowany zabieg nawilżania i suszenia ziarna wpływa na te właściwości glutenu, które są odpowiedzialne za różnicowanie jego wodochłonności. W zależności od odmiany, świeżo wymyty gluten różni się znacznie stopniem magazynowania wody nie związanej [2], która jest tracona podczas wirowania glutenu (ubytek wilgotności) [6,7], i wody zaabsorbowanej przez gluten (wilgotność glutenu odwirowanego).

Odmiana Roma odznaczała się wyższą zawartością wody nie związanej w glutenie, która zwiększała się kilkakrotnie w wyniku nawilżania ziarna. Zabieg suszenia, wraz ze wzrostem temperatury, powodował stopniowe zmniejszanie się zawartości wody nie związanej. Zmiany jej zawartości można łatwo powiązać ze zmianami wymywalności glutenu i jego indeksu. W wyniku nawilżania, wraz ze wzrostem zawartości wody nie związanej, ilość wymywanego glutenu wzrastała, a wartość indeksu glutenu obniżała się. Podczas suszenia, wyniku wzrostu temperatury, zawartość wody nie związanej oraz ilość glutenu obniżała się, a indeks glutenu wzrastał.

Natomiast odmiana Igna posiadała gluten o wyraźnie niższej zawartości wody nie związanej (ubytek wilgotności), podlegającej mniejszym zmianom w wyniku stosowania zabiegu nawilżania ziarna (Rys.2). Dlatego też gluten odmiany Igna w porównaniu z odmianą Roma charakteryzował się ogólnie wyższym indeksem glutenu (Rys. 1). Gluten odmiany Igna ponadto wyróżnił się wyższą zawartością wody zaabsorbowanej (wilgotność glutenu), która podlegała zmianom pod wpływem stosowania zarówno zabiegu nawilżania, jak i suszenia ziarna. Wzrostowi zawartości wody zaabsorbowanej, w wyniku nawilżania zwłaszcza do najwyższej wilgotności (37,5%), towarzyszyło zwiększenie ilości wymywanego glutenu oraz znaczny spadek indeksu glutenu. W miarę wzrostu temperatury suszenia powyżej dopuszczalnej obserwowano stopniowy spadek zawartości wody zaabsorbowanej i ilości wymywanego glutenu, przy równoczesnym wzroście jego indeksu.

Omówione powyżej związki między zawartością wody nie związanej (ubytkiem wilgotności) i zaabsorbowanej w glutenie mokrym (wilgotnością glutenu) a jego jakością (indeksem glutenu) znajdują również potwierdzenie w wynikach wcześniejszych badań Misia i Grundasa [7], i wskazują na decydującą rolę wody nie związanej w kształtowaniu właściwości mechanicznych

glutenu. Niemniej jednak omawiane zależności są odbiciem rzeczywistych procesów fizycznych i chemicznych [4,8,9,10], jakim podlegają białka glutenowe w trakcie suszenia nawilżonego ziarna pszenicy. Gdy temperatura suszenia znacznie przekracza wartość dopuszczalną, zachodzące procesy prowadzą stopniowo do denaturacji białek glutenowych, przez co oddziałują min. na obniżenie ilości wymywanego glutenu i jego wodochłonności oraz wzmocnienie wytrzymałości mechanicznej glutenu mokrego.

Skutki suszenia ziarna pszenicy o różnej wilgotności, prezentowane na rysunkach 1 i 2, można również odnosić do charakterystyki materiału kontrolnego, ziarna nie nawilżanego i nie suszonego (Tab. 1). W porównaniu z materiałem kontrolnym, suszenie ziarna o wilgotności 24,1 i 29,2%, przeprowadzane w zakresie temperatur dopuszczalnych, wpływało na nieznaczną poprawę jakości glutenu (wzrost indeksu glutenu, mniejszy ubytek wilgotności glutenu), przy nie zmienionej ilości wymywanego glutenu. Stosowanie wyższych poziomów nawilżania ziarna wywierało już niekorzystny wpływ na jakość glutenu (spadek indeksu glutenu, wyższy ubytek wilgotności). Wyniku suszenia ziarna w wyższych temperaturach niż dopuszczalne, ilość wymywanego glutenu znacznie się obniżyła w stosunku do materiału kontrolnego, a indeks glutenu istotnie wzrósł, co nie należy utożsamiać z poprawą jakości glutenu. Odnotowany wzrost indeksu glutenu oraz spadek ilości i wilgotności glutenu są przede wszystkim skutkami postępującej denaturacji białek glutenowych podczas suszenia ziarna w zbyt wysokiej temperaturze.

WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania nad oddziaływaniem temperatury podczas suszenia ziarna pszenicy o zróżnicowanej wilgotności na właściwości fizyczne glutenu pozwoliły wyznaczyć dopuszczalne temperatury suszenia, które nie powodowały jeszcze istotnych zmian w ilości i indeksie glutenu.
2. Ilość wymywanego glutenu zaczęła istotnie obniżać się dopiero, gdy temperatura suszenia przekroczyła 70-75°C, bez względu na wilgotność suszonego ziarna.
3. Dla indeksu glutenu, wartości temperatury dopuszczalnej mieściły się w przedziale od 45 do 70°C i były odwrotnie proporcjonalne do wilgotności suszonego ziarna.
4. Przy suszeniu ziarna w zakresie temperatury dopuszczalnej, wraz ze wzrostem wilgotności ziarna z 24,1 do 37,5% zwiększała się ilość wymywanego glutenu o 1-3% oraz obniżała się znacznie wartość indeksu glutenu, prawie

- o 30%. Równocześnie z pogorszeniem jakości glutenu wiązała się podwyższona jego wodochłonność.
5. Stosowanie przy suszeniu ziarna temperatur wyższych niż dopuszczalne powodowało, że ilość wymywanego glutenu i jego wodochłonność wyraźnie się obniżała, a indeks gluten gwałtownie wzrastał.
 6. Badania te wskazują, że istnieją potencjalne możliwości do wpływania na właściwości fizyczne glutenu poprzez odpowiednie stosowanie zabiegów nawilżania i suszenia ziarna pszenicy.

PIŚMIENNICTWO

1. Bloksma A. H., Bushuk W.: Rheology and chemistry of dough. In: Wheat: Chemistry and technology. Ed. Y. Pomeranz AACC Inc., St. Paul, MN, 131-217, 1988.
2. Freeman T.P., Shelton D.R., Bjerke J.M., Skierkowski K.: The ultrastructure of wheat gluten: Variation related to sample preparation. *Cereal Chemistry*, 68, 5, 492-498, 1991.
3. International Association for Cereal Science and Technology: ICC Standard No. 155. Determination of wet gluten quantity and quality (Gluten Index ac. to Perten) of whole wheat meal and wheat flour (*Triticum aestivum*), 1994.
4. Jeanjean M.F., Damidaux R., Feillet P.: Effect of heat treatment on protein solubility and viscoelastic properties of wheat gluten. *Cereal Chemistry*, 57, 5, 325-331, 1980.
5. Miś A.: Some methodological aspects of determining wet gluten quality by the glutomatic method. *Int. Agrophysics*, 14, 263-267, 2000.
6. Miś A.: Wpływ stadium dojrzałości ziarna pszenicy i terminu zbioru na właściwości glutenu mokrego. *Acta Agrophysica*, 37, 131-144, 2000.
7. Miś A., Grundas S.: Zmiany właściwości fizycznych glutenu mokrego w wyniku nawilżania ziarna pszenicy. *Przegląd Zbożowo-Młynarski*, 4, 29-32, 1999.
8. Weegels P.L., de Groot A.M.G., Verhoek J.A., Hamer R.J.: Effects on gluten of heating at different moisture contents. II. Changes in physico-chemical properties and secondary structure. *Journal of Cereal Science*, 19, 39-47, 1994.
9. Weegels P.L., Verhoek J.A., de Groot A.M.G., Hamer R.J.: Effects on gluten of heating at different moisture contents. I. Changes in functional properties. *Journal of Cereal Science*, 19, 31-38, 1994.
10. Wrigley C.W., Bekes F.: Glutenin-protein formation during the continuum from anthesis to processing. *Cereal Foods World*, 44 (8), 562-565, 1999.

INFLUENCE OF THE DRYING TEMPERATURE OF WHEAT GRAIN
AND ITS MOISTURE ON PHYSICAL PROPERTIES OF WET GLUTEN*A. Miś*

Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

e-mail: mis@demeter.iapan.lublin.pl

Summary: The object of conducted studies was to determine effects of the drying temperature and moisture content of wheat grain on some physical properties of wet gluten. Grain samples at initial moisture of 11.5% were moistened to 24.1, 29.2, 33.6 and 37.5%. During the grain drying, there were used air temperatures from 26 to 90 °C.

On the basis of obtained results, there were determined so called the allowed temperatures, at which the grain drying did not cause significant changes in the quantity and index of glutenu. Significant decreases in the quantity of washed out gluten, with no relation to moisture content in grain, were noted when drying temperature exceeded 70 °C, for cultivar Igna, and 75 °C, for cultivar Roma. In the case of the gluten index, the increase in grain moisture influenced the decrease in a value of the allowed temperature. For cultivar Roma, this temperature ranged from 55 to 70°C, inversely proportional to the grain moisture. For cultivar Jgna, the allowed temperature at drying the grain of the highest moisture (37.5%) was lower and amounted to 45°C. The value of this temperature increased, likely as for cultivar Roma, to 70°C at grain moisture of 24,1%.

Keywords: wheat, grain drying, wet gluten, physical properties, gluten index.