

BADANIA ZALEŻNOŚCI INDEKSU TWARDOŚCI  
I ENERGOCHŁONNOŚCI ROZDRABNIANIA  
OD ZAWARTOŚCI BIAŁKA W PSZENICY

*Renata Różyło<sup>1</sup>, Janusz Laskowski<sup>1</sup>, Stanisław Grundas<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Akademia Rolnicza  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin

<sup>2</sup>Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin 27

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono wpływ zawartości białka w ziarnie pszenicy na indeks twardości (SKCS) oraz energochłonność rozdrabniania. Do badań wykorzystano dwanaście próbek ziarna pszenicy o zawartości białka w zakresie od 11,50% do 17,25%. Oznaczenia indeksu twardości wykonano dla ziarna o wilgotności 13,5% oraz 16,5%. Analiza statystyczna uzyskanych wyników badań wykazała dodatnie korelacje pomiędzy zawartością białka a indeksem twardości przed nawilżeniem i po nawilżeniu. Ponadto stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy energochłonnością rozdrabniania a zawartością białka ( $r = 0,76$ ).

**Słowa kluczowe:** pszenica, indeks twardości, zawartość białka, nawilżanie

WSTĘP

W przemysłowym przetwórstwie zbóż poszukuje się współzależności pomiędzy charakterystycznymi właściwościami pszenicy, jej zachowaniem się podczas procesu technologicznego a cechami gotowego produktu. Okazuje się, że w wielu przypadkach wskaźniki stosowane w ocenie wartości technologicznej nie zdają egzaminu, dlatego poszukuje się nowych metod, wśród których coraz szerszym zainteresowaniem cieszy się pomiar twardości ziarna przy wykorzystaniu aparatu SKCS. Wieloletnie obserwacje związane z oceną jakości pszenicy utrwaliły pogląd, że twardość ziarna może być cechą charakteryzującą jego przydatność technologiczną [7]. Dobraszczyk i in. [2] podają, że twardość jest jednym z ważniejszych wyznaczników jakościowych które decydują o właściwościach przemiałowych i wypiekowych pszenicy. Szukaniem relacji pomiędzy

twierdzą, że twardość warunkują czynniki genetyczne, a według Pomeranza i in. [8] także oddziaływanie środowiska. Autorzy zajmujący się wyjaśnieniem oddziaływania składu chemicznego pszenicy na cechy twardości wskazują na takie składniki, jak pentozany [1], friabiliny – osłabiające wiązania pomiędzy skrobią a matrycą białkową [3] jak również wolne lipidy polarne [5]. Szukanie zależności pomiędzy zawartością białka a twardością uzasadnia się tym, że zawartość białka jest powszechnie stosowanym wyznacznikiem jakości ziarna pszenicy. Prowadzenie badań w tym kierunku pozwoli na stwierdzenie czy, i w jakim zakresie występują zależności pomiędzy zawartością białka a twardością i energochłonnością rozdrabniania ziarna.

#### MATERIAŁ I METODY

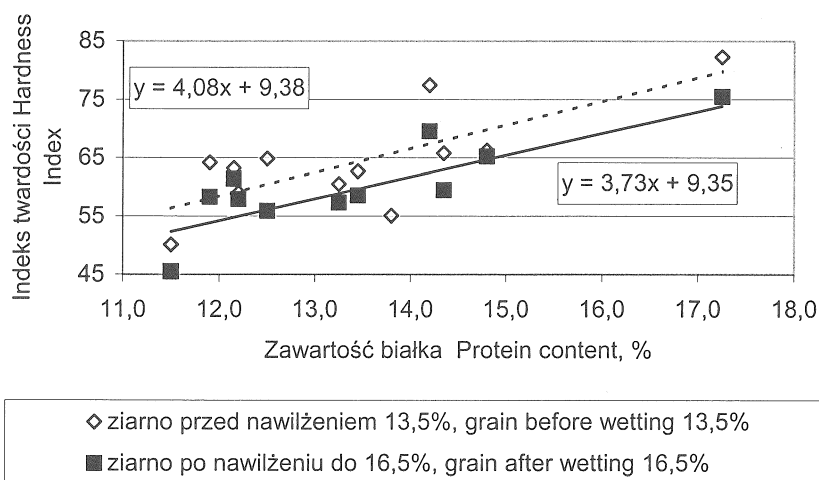
Do badań wykorzystano dwanaście próbek ziarna pszenicy pochodzących z Elewatora Zbożowego TRITICARR w Krasnymstawie. Zawartość białka ogółem w ziarnie oznaczono metodą Kjeldahla a jej wartość mieściła się w zakresie od 11,50% do 17,25%. Oznaczenia indeksu twardości wykonano dla ziarna o wilgotności 13,5% oraz dla ziarna doprowadzonego do wilgotności 16,5% i stabilizowanego przez 24 godziny, wykonano na urządzeniu SKCS 4100, firmy Perten Instruments w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie. Dla każdej próby wykonano 300 powtórzeń określając wilgotność i grubość ziarniaków oraz ich twardość. Indeks twardości był wyznaczany zgodnie z przyjętym algorytmem.

W celu określenia zależności pomiędzy zawartością białka a energochłonnością procesu rozdrabniania ziarna wykorzystano rozdrabniacz bijakowy POLJMIX-MICRO-HAMMERMILL MFC wyposażony w komputerowy układ rejestracji danych. Układ składał się z przetwornika mocy, przetwornika analogowo-cyfrowego i komputera. Chwilowe pobory mocy procesu rozdrabniania przesyłane były do komputera. Próbkę ziarna pszenicy o masie 2,0 g ( $\pm 0,1$ ) rozdrabniano przy wykorzystaniu sita o otworach wielkości 2,0 mm. Pomiary energochłonności procesu wykonano w piętnastu powtórzeniach.

#### WYNIKI BADAŃ

Uzyskane wyniki pozwoliły stwierdzić, że ze wzrostem zawartości białka rośnie wartość indeksu twardości zarówno dla ziaren o wilgotności 13,5% jak i 16,5% (rys. 1). Analiza statystyczna wykazała dodatnią korelację pomiędzy

zawartością białka a indeksem twardości przed nawilżeniem ( $r=0,75$ ) i po nawilżeniu do wilgotności 16,5% ( $r=0,75$ ). Indeks twardości przed nawilżeniem zawierał się w przedziale od 50,1 dla pszenicy o zawartości białka 11,50% do 82,3 dla pszenicy o zawartości białka 17,25%. Indeks twardości dla pszenicy nawilżonej do 16,5% mieścił się w zakresie 45,55 do 75,53. Na uwagę zasługuje również fakt, że nawilżenie do 16,5% i kondycjonowanie ziarna przez 24 godziny powodowało obniżenie wartości tego indeksu.

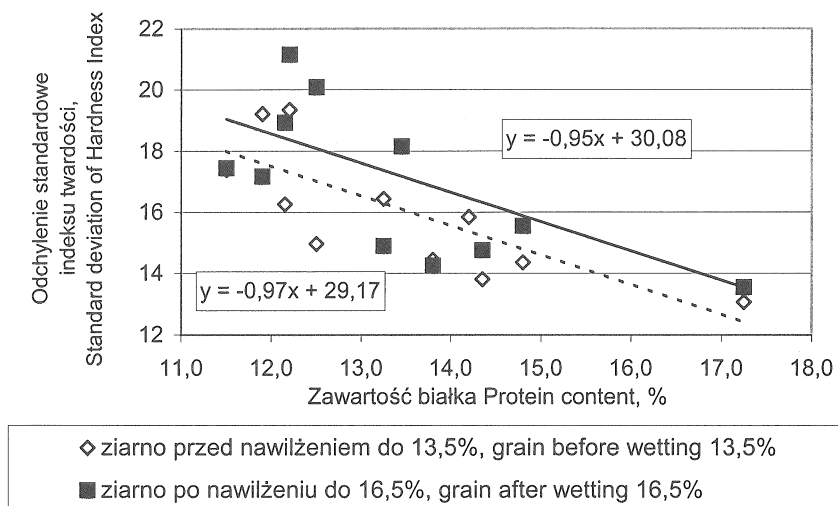


Rys. 1. Zależność indeksu twardości od zawartości białka w ziarnie pszenicy przed i po nawilżeniu do 16,5%

Fig. 1. Relationship between hardness index and protein content in wheat grain before and after wetting to 16.5%

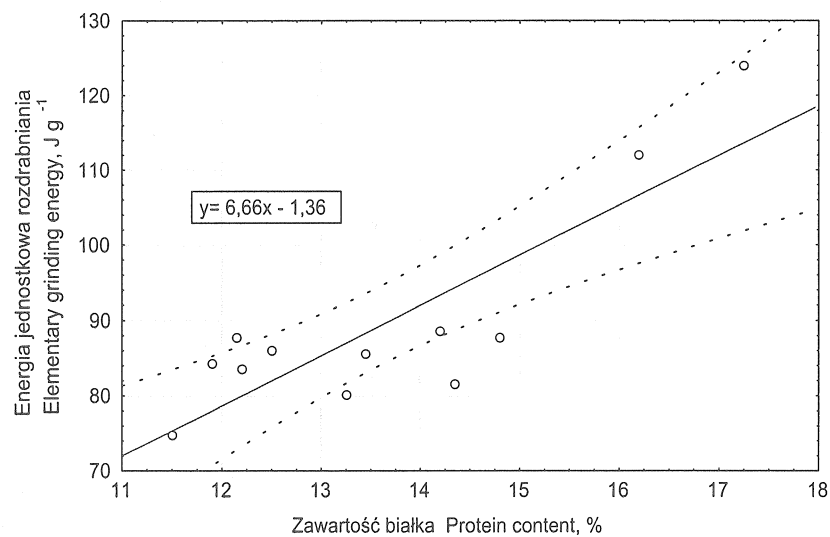
Ponadto stwierdzono ujemną korelację pomiędzy odchyleniami standardowymi indeksów twardości przed nawilżeniem ( $r = -0,74$ ) i po nawilżeniu ( $r = -0,60$ ) a zawartością białka – rys. 2. Wartości te przed nawilżeniem wahały się w granicach od 13,06 do 19,22 odpowiednio dla pszenicy o zawartości białka 17,25% i 11,90%. Natomiast dla pszenicy nawilżonej do wilgotności 16,5% odchylenie standardowe indeksu twardości mieściło się w zakresie od 13,55 do 21,15 odpowiednio dla ziarna o zawartości białka 17,25% i 12,20%.

Stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy zawartością białka a jednostkową energią rozdrabniania, dla których wartość współczynnika wyniosła  $r = 0,76$  (rys. 3). Największą jednostkową energią rozdrabniania cechowała się pszenica o zawartości białka 17,25% ( $124,02 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$ ), natomiast najmniejszą ziarno o zawartości białka 11,5% ( $74,72 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$ ).



**Rys. 2.** Wpływ zawartości białka na odchylenie standardowe indeksu twardości pszenicy przed i po nawilżeniu do wilgotności 16,5%

**Fig. 2.** The influence of protein content in wheat on standard deviation of hardness index before and after moisturizing to 16.5%



**Rys. 3.** Zależność energii jednostkowej rozdrabniania od zawartości białka

**Fig. 3.** Relationship between protein content in wheat and elementary grinding energy

## DYSKUSJA

Zależność pomiędzy twardością ziarna a zawartością białka ogółem jest interpretowana w sposób bardzo zróżnicowany. Wielu autorów zajmujących się tym tematem nie wyraziło jednoznacznego poglądu [10]. Według badań własnych stwierdzono wysoką dodatnią korelację pomiędzy zawartością białka a twardością. Potwierdzają to również badania Misia i Klockiewicz-Kamińskiej [4]. Wyniki te odbiegają od wyników innych autorów, którzy stwierdzili ujemny wpływ zawartości białka na twardość. Przykładowo Moss i in. [6] podają, że w zróżnicowanych próbach jednej odmiany twardość mierzona wskaźnikami rozdrabniania PSI i PRI (obłuskiwania) ogólnie wzrastała, gdy malała zawartość białka.

Przyczyną rozbieżności wyników badań może być różnorodność stosowanych metod oceny twardości.

Badania indeksu twardości przed nawilżeniem (dla ziarna o wilgotności około 13,5%) i po nawilżeniu do 16,5% pozwoliły stwierdzić, że wzrost zawartości wody w ziarnie spowodował obniżenie indeksu twardości. Podobny charakter zmian potwierdzają wcześniejsze własne badania. Obuchowski i inni [7] wyjaśniają przyczyny obniżania twardości ziarna wraz ze wzrostem jego wilgotności jako zmniejszenie zawartości suchej substancji „rozcieńczenie”, jak również zmniejszenie wiązań pomiędzy skrobią a białkiem i naruszenie struktury ziarna.

## WNIOSKI

1. Stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy zawartością białka a indeksem twardości pszenicy przed nawilżeniem ( $r = 0,75$ ) i po nawilżeniu do wilgotności 16,5% ( $r = 0,75$ ). Twardość (SKCS) przed nawilżeniem wzrastała od 50,13 dla pszenicy o zawartości białka 11,50% do 82,29% dla pszenicy o zawartości białka 17,25%.
2. Zwiększenie wilgotności z 13,5% do 16,5% powodowało obniżenie wartości indeksu twardości. Procentowy spadek tego wskaźnika mieścił się w zakresie 1,51% i 13,73% odpowiednio dla pszenicy o zawartości białka 14,8% i 12,5%.
3. Stwierdzono ujemną korelację pomiędzy odchyleniami standardowymi indeksów twardości przed nawilżeniem ( $r = -0,74$ ) i po nawilżeniu ( $r = -0,60$ ) a zawartością białka. Wartość odchylenia standardowego indeksu twardości ziarna pszenicy przed nawilżeniem wahała się w granicach od 13,06 do 19,22. Dla ziarna nawilżonego do wilgotności 16,5% odchylenie standardowe tego indeksu mieściło się w zakresie od 13,55 do 21,15.
4. Stwierdzono dodatnią korelację pomiędzy zawartością białka a energochłonnością rozdrabniania, dla których wartość współczynnika wyniosła  $r = 0,76$ . Największą jednostkową energią rozdrabniania cechowało się ziarno o zawartości

białka 17,25% ( $124,02 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$ ), natomiast najmniejszą ziarno o zawartości białka 11,5% dla którego wartość energii jednostkowej wyniosła  $74,72 \text{ J}\cdot\text{g}^{-1}$ .

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Bettge A.D., Morris C.F.**: Relationship among grain hardness, pentosan fractions and end-use quality of wheat. *Cereal Chem.*, 77, 241-247, 2000.
2. **Dobraszczyk B. J., Whitworth M. B., Vincent J. F. V., Khan A. A.**: Single Kernel Wheat Hardness and Fracture Properties in Relation to Density and the Modelling of Fracture in Wheat Endosperm. *J. of Cereal Sci.*, 35, 245-263, 2002.
3. **Greenwell P.**: Biochemical studies of endosperm texture in wheat. *Chorleywood Digest*, 118, 74-76, 1992.
4. **Miś A., Klockiewicz-Kamińska E.**: Znaczenie technologiczne oceny właściwości fizycznych pojedynczych ziarniaków i ich niejednorodności. *Acta Agrophysica*, 78, 189-197, 2002.
5. **Morrison W.R., Law, C.N., Wylie, L.J., Coventry, A.M., Seekings, J.**: The effect of group 5 chromosomes on the free polar lipids and breadmaking quality of wheat. *J. of Cereal Sci.*, 9, 41-51, 1989.
6. **Moss H.J., Edwards, C.S., Goodchild, N.A.**: Small scale tests of soft wheat quality. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 13, 299, 1973.
7. **Obuchowski W., Gąsiorowski H., Kołodziejczyk P.**: Twardość ziarna pszenicy jako kryterium jego jakości. *Post. Nauk Roln.*, 5, 97-108, 1981.
8. **Pomeranz Y., Peterson, C.J. and Mattern, P.J.**: Hardness of winter wheats grown under widely different climatic conditions. *Cereal Chemistry*, 62, 463-467, 1985.
9. **Pomeranz Y., Williams P.C.**: Wheat hardness: Its genetic, structural and biochemical background, measurement and significance. *Advances in Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemistry, St Paul, MN*, 10, 471-557, 1990.
10. **Soszyńska M., Cacak-Pietrzak G.**: Twardość ziarna pszenicy jako kryterium oceny jego jakości. *Przegl. Zboż.-Młyn.*, 2/3, 7-8. 1992.

#### STUDY OF HOW PROTEIN CONTENT IN WHEAT GRAIN RELATES TO HARDNESS INDEX AND GRINDING ENERGY

*Renata Różyło, Janusz Laskowski, Stanisław Grundas<sup>1</sup>*

Department of Machine Operation in Food Industry, University of Agriculture  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin

<sup>1</sup>Institute of Agrophysics, Polish Academy of Sciences, ul. Doświadczalna 4, 20-290 Lublin

**Abstract.** The influence of protein content in wheat grain on the SKCS hardness index and grinding energy was presented. The 12 wheat samples of different protein content ranged from 11.50% to 17.25% were used in this study. The hardness index was measured on two kind of samples: kernel of moisture content 13.5% and 16.5%. The statistical analysis of results show the positive correlations between the protein content in wheat and the hardness index before and after wetting. The positive correlation was affirmed between the grinding energy and the protein content.

**Key words:** wheat, hardness index, protein content, wetting