

OCENA WPŁYWU STOPNIA USZKODZENIA SKROBI W MĄCE  
PSZENNEJ NA WŁAŚCIWOŚCI REOLOGICZNE  
(ALWEOGRAFICZNE) CIASTA

*Janusz Laskowski, Renata Różyło*

Katedra Eksploatacji Maszyn Przemysłu Spożywczego, Akademia Rolnicza  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: Kempas@faunus.ar.lublin.pl

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wpływ stopnia uszkodzenia skrobi w mące pszennej na właściwości alweograficzne ciasta. Materiał badawczy stanowiło 9 próbek mąki pszennej o różnym stopniu uszkodzenia skrobi w zakresie od 23,20 do 25,78 jednostek UCD (Unite Chopin Dubois). Stwierdzono, że stopień uszkodzenia skrobi miał wpływ na właściwości alweokonsystograficzne ciasta, a najmocniej oddziaływał na wodochłonność mąki ( $r=0,99$ ). Ponadto wzrost tego parametru powodował zwiększanie sprężystości ciasta (P), jak również wskaźnika P/L, dla których współczynnik korelacji w obu przypadkach wyniósł  $r = 0,91$ . Natomiast rozciągliwość ciasta (L) malała wraz ze wzrostem stopnia uszkodzenia skrobi w mące pszennej ( $r = -0,89$ ).

**Słowa kluczowe:** mąka pszenna, stopień uszkodzenia skrobi, właściwości alweograficzne ciasta

WSTĘP

Bielmo ziarna pszenicy, z którego otrzymuje się mąkę, składa się z komórek wypełnionych ziarenkami skrobi osadzonymi w matrycy białkowej. Podczas procesu przemiałowego oprócz rozdzielania komórek bielma następuje uszkodzenie wielu granulek skrobiowych [15]. Dlatego stopień uszkodzenia skrobi jest parametrem, który może być kształtowany w procesie przemiału [13,14,16], powodując w pewnym zakresie uniezależnienie się od jakości dostarczanego surowca. Z tych względów zawartość skrobi uszkodzonej i jej wpływ na charakterystykę mąki jest tematem wielu prac [4-6,8,15]. Publikacje w większości opisują wpływ uszkodzenia skrobi na wodochłonność mąki, mało jest natomiast doniesień dotyczących wpływu stopnia uszkodzenia skrobi w mące pszennej na właściwości reologiczne ciasta, będące wskaźnikiem wartości technologicznej mąki. Za ich pomocą można określić przydatność mąki do wykorzystania na chleb, bułki, tosty czy pieczywo

cukiernicze [1]. Konopka i in. [7] podają, że pomiar cech reologicznych ciasta pozwala na badanie jego zachowania się w czasie wyrabiania i fermentacji. Spośród metod reologicznych coraz szerszym zainteresowaniem w środowisku piekarzy i młynarzy cieszą się badania reologiczne ciasta i glutenu [9], a w szczególności właściwości alweograficzne ciasta.

Celem pracy było określenie zależności pomiędzy stopniem uszkodzenia skrobi w mące pszennej a właściwościami alweograficznymi ciasta. Znajomość tych zagadnień znacznie poszerzy wiedzę z tego zakresu jak również przyczyni się do praktycznego jej wykorzystania.

#### MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiło 9 partii mąki pszennej charakteryzującej się różnym stopniem uszkodzenia skrobi. Próbki mąki otrzymano przez zmieszanie mąki bazowej pochodzącej z tradycyjnego przemiału z mąką uzyskaną w wyniku obróbki w mieszalnikowym młynie kulowym Alpine typ 315 ATR. Mąka bazowa była otrzymana z mieszanek odmian pszenicy konsumpcyjnej o zawartości białka 12,7%.

Badania stopnia uszkodzenia skrobi w mące wykonano za pomocą aparatu RAPID FT firmy TRIPETTE-RENAUD w Instytucie Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego w Warszawie. Zasada działania aparatu Rapid FT opiera się na pomiarze natężenia prądu w rozcieńczonej zawieszynie mąki. To natężenie jest funkcją ilości jodu absorbowanego w czasie testu przez uszkodzone granulki skrobi, obecne w mące. Wynik jest rejestrowany w jednostkach UCD (Unite Chopin Dubois) [4].

Oznaczenia właściwości alweograficznych ciasta w badanych próbkach mąki wykonano przy wykorzystaniu urządzenia Alweokonsystografu NG firmy Chopin metodą klasyczną HC przy stałej hydratacji zgodnie z normą PN-ISO 5530-4. Pomiar polegał na wykonaniu równoważnika próbki ciasta z mąki pszennej z dodatkiem roztworu soli w wodzie (2,5%) w ilości 125 ml na 250 g mąki o wilgotności 15%, następnie miesieniu ciasta przez okres 8 minut, formowaniu 5 krążków z ciasta i umieszczeniu ich w komorach o stałej temperaturze 25°C przez 28 minut. Po tym czasie badano próbki ciasta poprzez ich rozdmuchiwanie powietrzem o określonych parametrach, aż do ich pęknięcia. Na wykresie (alweogramie) rejestrowano następujące parametry:  $P$  – ciśnienie odpowiadające maksymalnej wytrzymałości ciasta na odkształcenie (sprężystość ciasta),  $L$  – długość wykresu (rozciągliwość ciasta),  $G$  – wskaźnik rozciągania ciasta (rozdęcia),  $W$  – pole pod krzywą, równe pracy potrzebnej do odkształcenia 1 g ciasta,  $P_{200}$  – ciśnienie mierzone w pęcherzyku po wprowadzeniu 200 ml powietrza pod ciasto,  $I_e$  – indeks elastyczności – jako stosunek  $P_{200}/P_{max}$ , wyrażony w procentach [10]. Otrzymane wyniki badań poddano analizie statystycznej przy wykorzystaniu programu Statistica PL firmy Statsoft na poziomie istotności równym 0,05.

## WYNIKI BADAŃ

Wyniki badań przedstawione w postaci macierzy korelacji zestawiono w tabeli 1.

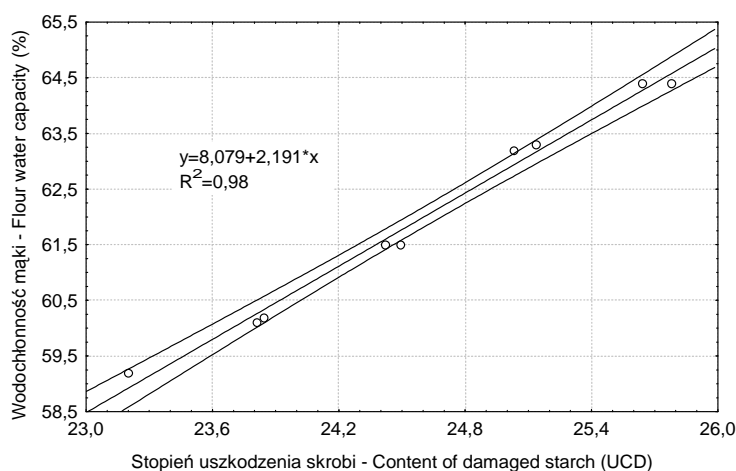
**Tabela 1.** Macierz korelacji stopnia uszkodzenia skrobi w mące pszennej oraz wybranych właściwości alveograficznych ciasta (\*\* p<0,05)

**Table 1.** Matrix of simple correlation coefficients (r) describing relationships between the content of damaged starch and rheological properties of dough by empirical alveograph method (\*\* p<0,05)

	Stopień uszkodz. skrobi Content of damaged starch	Spręż. ciasta <i>P</i> Dough tenacity <i>P</i>	Rozciągl. ciasta <i>L</i> Dough elasticity <i>L</i>	Wsk. rozc. ciasta <i>G</i> Swelling index <i>G</i>	Praca odksz. ciasta <i>W</i> Deformation work <i>W</i>	Wodochł. mąki Flour water capacity
Stopień uszkodzenia skrobi Content of damaged starch	–	0,91**	–0,89**	–0,20	0,59	0,99**
Sprężystość ciasta <i>P</i> Dough tenacity <i>P</i>		–	–0,95**	–0,29	0,67**	0,89**
Rozciągliwość ciasta <i>L</i> Dough elasticity <i>L</i>			–	0,37	–0,40	–0,88**
Wskaźnik rozciągania ciasta <i>G</i> Swelling index <i>G</i>				–	0,07	–0,22
Praca do odksz. ciasta <i>W</i> Deformation work <i>W</i>					–	0,55
Wodochł. mąki Flour water capacity						–

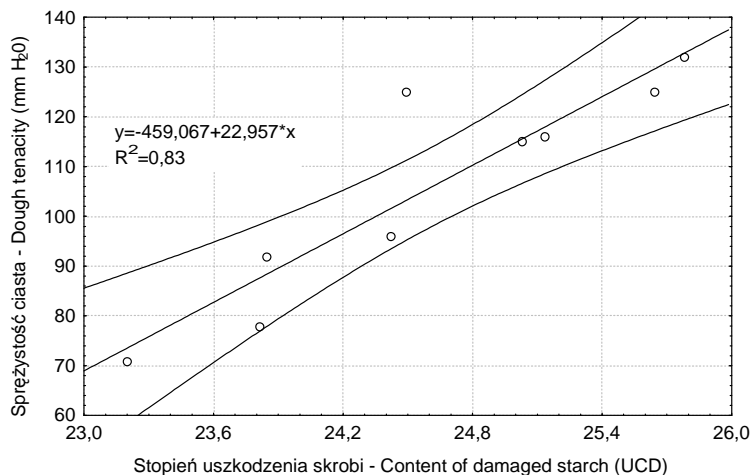
Uzyskane zależności wskazują, że stopień uszkodzenia skrobi wpływał w największym stopniu na wodochłonność mąki. Pomiedzy tymi parametrami stwierdzono ścisłą zależność liniową (rys. 1), dla której współczynnik *r* wyniósł 0,99.

Podobne zależności uzyskali inni autorzy [3,11], co wiąże się z tym, że uszkodzone granulki skrobiowe wchłaniają dużo więcej wody [12].

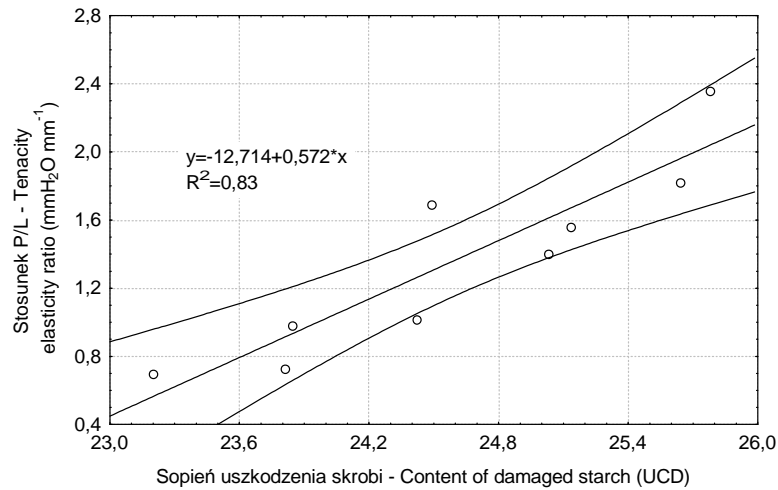


**Rys. 1.** Wpływ stopnia uszkodzenia skrobi w mące pszennej na jej wodochłonność  
**Fig. 1.** Influence of the content of damaged starch on the water capacity of wheat flour

Pomiędzy stopniem uszkodzenia skrobi a sprężystością ciasta oraz wskaźnikiem P/L stwierdzono również zależność liniową (rys. 2 i 3). Wraz ze wzrostem stopnia uszkodzenia skrobi wzrastała sprężystość ciasta jak i wartość wskaźnika P/L. Do podobnych wniosków doszli Jovanovich i in. [3].



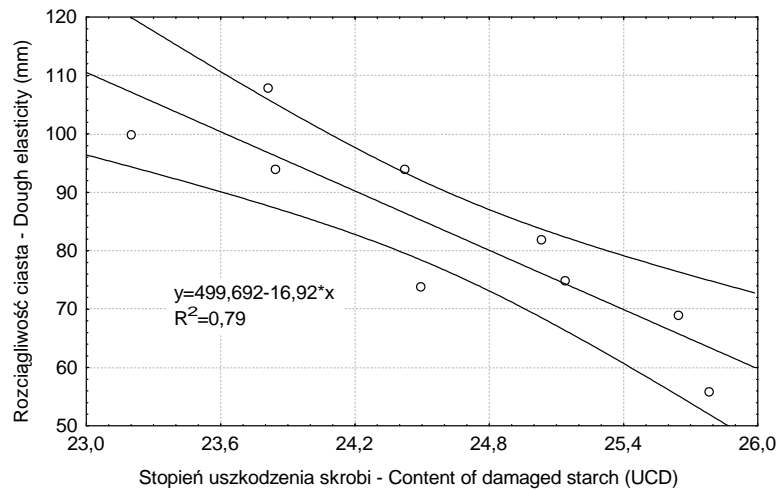
**Rys. 2.** Wpływ stopnia uszkodzenia skrobi na sprężystość ciasta  
**Fig. 2.** Influence of the content of damaged starch on dough tenacity



**Rys. 3.** Wpływ stopnia uszkodzenia skrobi na wskaźnik P/L

**Fig. 3.** Influence of the content of damaged starch on P/L alveograph index

Odmiennym związkiem (ujemnym) charakteryzowała się zależność pomiędzy parametrem uszkodzenia skrobi a rozciągliwością ciasta L (rys. 4). Wraz ze wzrostem stopnia uszkodzenia skrobi malała prostoliniowo rozciągliwość ciasta. Współczynnik korelacji dla tych zmiennych wyniósł  $-0,89$ .

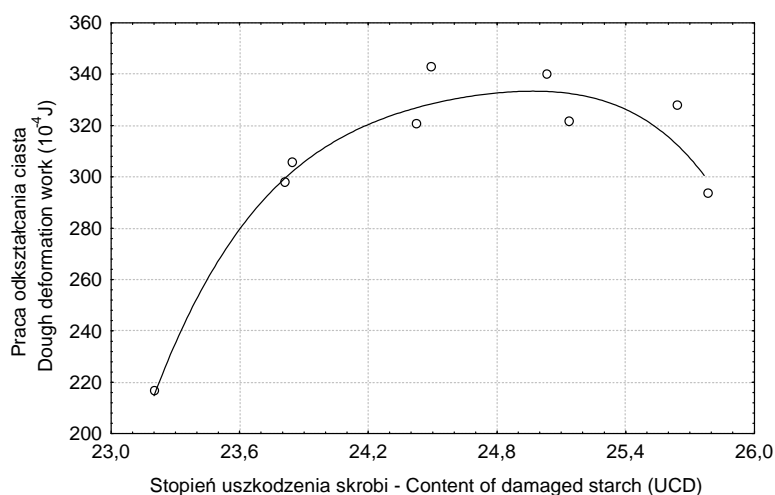


**Rys. 4.** Wpływ stopnia uszkodzenia skrobi na rozciągliwość ciasta

**Fig. 4.** Influence of the content of damaged starch on dough elasticity

Przyjmuje się, że najważniejszym parametrem alveograficznym jest praca odkształcenia ciasta  $W$ , która w badaniach Dzikiego i Laskowskiego [2] wykazywała ścisły związek liniowy z wodochłonnością mąki. Praca potrzebna na odkształcenie ciasta w badaniach własnych charakteryzowała się zależnością wielomianową ze stopniem uszkodzenia skrobi (rys. 5). Wraz ze wzrostem stopnia uszkodzenia skrobi wzrastała wartość pracy aż do momentu uzyskania maksimum ( $340 \cdot 10^{-4} \text{J}$ ) przy stopniu uszkodzenia skrobi 25,03 UCD, dalej obserwowano jej spadek.

Wykonane doświadczenia pozwoliły stwierdzić, że stopień uszkodzenia skrobi ma znaczący wpływ na większość badanych cech alveograficznych ciasta, co może pozwolić na zmianę przydatności technologicznej mąki pszennej.



**Rys. 5.** Wpływ stopnia uszkodzenia skrobi na pracę na odkształcenie ciasta  $W$

**Fig. 5.** Influence of the content of starch damage on dough deformation work  $W$

#### WNIOSKI

1. Stopień uszkodzenia skrobi w mące pszennej miał istotny wpływ na wodochłonność mąki. Pomędzy tymi parametrami stwierdzono ścisłą zależność liniową, o czym świadczy wysoka wartość współczynnika korelacji  $r = 0,99$ .

2. Stwierdzono wpływ stopnia uszkodzenia skrobi na sprężystość ciasta oraz wskaźnik P/L. Wraz ze wzrostem stopnia uszkodzenia skrobi wartości obu parametrów wzrastały prostoliniowo ( $r = 0,91$ ).

3. Wzrost stopnia uszkodzenia skrobi powodował spadek rozciągliwości ciasta L ( $r = -0,89$ ).

4. Wraz ze wzrostem stopnia uszkodzenia skrobi wzrastała wartość pracy aż do momentu uzyskania maksimum (przy wartości 25,03 UCD) wynoszącego  $340 \cdot 10^{-4} \text{J}$ , dalej obserwowano jej spadek.

#### PIŚMIENNICTWO

1. **Abramczyk D.:** Ocena alweograficzna wartości wypiekowej ziarna pszenicy i mąki pszennej. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 12, 32-34, 1997.
2. **Dziki D., Laskowski J.:** Ocena właściwości reologicznych ciasta przy wykorzystaniu konsystografu i alweografu. Acta Agrophysica, 82, 23-32, 2003.
3. **Jovanovich G., Campana L., Cardos M., Lupano C.E.:** Correlation between starch damage, alveograph parameters, water absorption and gelatinization enthalpy in flours obtained by industrial milling of Argentinian wheats. Journal of Food Technology, 1(4), 168-172, 2003.
4. **Jurga R.:** Wartość wypiekowa mąki pszennej oceniana za pomocą stopnia uszkodzenia skrobi. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 11, 4-5, 1998.
5. **Jurga R.:** Uszkodzenie skrobi i jego wpływ na wartość wypiekową mąki. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 4, 12-13, 2000.
6. **Jurga R.:** Mechaniczne uszkodzenie skrobi w mące pszennej szansą na zwiększenie jej wodochłonności. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 4, 5-7, 2003.
7. **Konopka I., Abramczyk D., Rothkaehl J., Fornal L., Madej M.:** Porównanie cech reologicznych ciasta pszennego przy użyciu różnych aparatów pomiarowych. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 6, 23-26, 2000
8. **Maklakiewicz M.:** Wpływ granulacji i uszkodzenia skrobi na właściwości mąki chlebowej. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 4, 14-15, 1996.
9. **Miś A.:** Ocena właściwości reologicznych glutenu mokrego przy pomocy testu pełzania. Acta Agrophysica, 46, 124-144, 2001.
10. PN-ISO 5530-4: 2004. Mąka pszenna (*Triticum aestivum L.*) Fizyczne właściwości ciasta Część 4: Oznaczanie właściwości reologicznych za pomocą alweografu. Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa, 2004
11. **Ranhotra G.S., Gelroth J.A., Eisenbraun G.R.:** Correlation between Chopin and AACC Methods of determining damaged starch. Cereal Chemistry, 70, 235-236, 1993.
12. **Rasper V.F., De Man J.M.:** Measurement of hydration capacity of wheat flour /starch mixtures. Cereal Chemistry, 48, 27-31, 1980.
13. **Tyburcy A.:** Zwiększenie wodochłonności mąki przez jej rozdrabnianie w urządzeniu uderzeniowym. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 8, 9, 2001.
14. **Zawadzki K.:** Stopień uszkodzenia skrobi – zastosowanie urządzenia PeriTec. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 10, 19-20, 1997.
15. **Zawadzki K.:** Uszkodzenie skrobi w mące pszennej – przyczyny i wpływ na charakterystykę mąki. Przegląd Zbożowo-Młynarski, 8, 14-15, 2002.
16. **Zawadzki K.:** Nowe rozwiązania pozwalające zwiększyć wodochłonność mąk pszennych w młynie (poprzez dodatkowe działanie rozdrabniające – uszkadzające skrobię). Przegląd Zbożowo-Młynarski, 1, 28-31, 2003.

## INFLUENCE OF STARCH DAMAGE EXTENT IN WHEAT FLOUR ON RHEOLOGICAL (ALVEOGRAPH) PROPERTIES OF DOUGH

*Janusz Laskowski, Renata Różyło*

Department of Machine Operation in Food Industry, University of Agriculture  
ul. Doświadczalna 44, 20-236 Lublin  
e-mail: Kemps@faunus.ar.lublin.pl

**Abstract.** The aim of the work was to study relations between starch damage in wheat flour and rheological (alveograph) properties of dough. Nine sorts of wheat flour samples were used in the research, with varying damaged starch content, from 23.20 to 25.78 UCD. The analyses were made according to producers' procedure with the help of RAPID FT tester offered by TRIPETTE-RENAUD. The rheological properties of dough were measured with alveo-konsystograph, produced by Chopin Company. Relevant relations between starch damage in wheat flour and the rheological properties of dough were observed. The content of damaged starch showed significant correlation with both water capacity of the flour ( $r = 0.99$ ) and tenacity of the dough ( $r = 0.91$ ). The negative and significant relation was observed between damaged starch content and the dough elasticity ( $r = -0.88$ ).

**Key words:** damaged starch, wheat flour, rheological properties, dough, alveograph