

Mgr inż. Katarzyna SZCZEPAŃSKA

Mgr inż. Kamil DOLIK

Katedra Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego, Politechnika Koszalińska

## WPŁYW DODATKU INULINY NA TEKSTURĘ MIĘKISZU PIECZYWA PSZENNEGO®

*W artykule przedstawiono wyniki pomiaru cech tekstury miękiszu pieczywa pszennego z udziałem inuliny. Wyroby wzbogacano w preparat „INULINA frutafit” na poziomie 3%, 6% oraz 9% w stosunku do masy mąki i określono parametry tekstury z użyciem testu TPA wykonanego za pomocą teksturometru TMS-Pro Food Technology Corporation. Testy przeprowadzono w 1., 3., i 5. dniu po wypieku. Odnośnikiem był chleb pszenny bez udziału inuliny. Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ dodatku inuliny na analizowane wyróżniki tekstury miękiszu pieczywa. Badania wskazują na korzystniejszy przebieg zmian parametrów tekstury w przypadku pieczywa z dodatkiem inuliny. Zmiany parametrów tekstury w pieczywie bez dodatku inuliny zachodziły szybciej i miały znacznie wyższe wartości.*

**Słowa kluczowe:** *pieczywo pszenne, inulina, tekstura, pomiary instrumentalne.*

### WPROWADZENIE

Pieczywo jest jednym z najczęściej spożywanych produktów zbożowych. W diecie człowieka dostarcza wielu niezbędnych składników do prawidłowego funkcjonowania organizmu ludzkiego. Zawartość białka, błonnika, składników mineralnych oraz węglowodanów w pieczywie daje wysoki ich udział w diecie. Głównym surowcem wykorzystywanym do wypieku pieczywa jasnego jest mąka pszenna. W celu poprawy wartości odżywczej pieczywa w niewielkich ilościach stosuje się także dodatek innych komponentów (ziarna zbóż, spulchniacze, poprawiacze, zamienniki – ekstrakt słodowy, syrop ziemniaczany, jaja w proszku, inulina). Dodatki wpływają również na zmianę właściwości reologicznych ciasta, przedłużenie trwałości pieczywa, uatrakcyjnienie gotowego wyrobu itp. [13].

Inulina występuje w naturze w takich roślinach, jak na przykład oman, topinambur (słonecznik bulwiasty) czy cykoria. Jest wielocukrem należącym do grupy fruktanów, tj. oligo- lub wielocukrów złożonych z cząsteczek fruktozy. Zbudowana jest z wielu podjednostek  $\beta$ -D-fruktozy i jednej cząsteczki glukozy [6,12].

Znajduje ona zastosowanie jako dodatek do produktów spożywczych różnego rodzaju m.in. deserów mlecznych, jogurtów, serów, wypieków, czekolady, lodów i sosów, a także suplementów diety, dzięki wielokierunkowym pozytywnym oddziaływaniom na stan zdrowia oraz swoim własnościom fizykochemicznym [7,12]. Cechuje się neutralnym smakiem i zapachem. Może być stosowana jako składnik teksturotwórczy w produktach tłuszczowych oraz jako zamiennik cukru.

Substancja ta wykazuje korzystny wpływ na zdrowie i samopoczucie człowieka jako funkcjonalny (prozdrowotny) dodatek do żywności [2]. Prebiotyczny efekt inuliny obserwuje się przy spożyciu 10 g na dobę. Występuje wtedy wyraźny wzrost pożytecznych bifidobakterii w jelicie grubym i nie występują efekty uboczne w postaci wzdęć [10].

Główne właściwości technologiczne inuliny to: zagęszczanie i tworzenie emulsji, wpływ na konsystencję i strukturę produktu, zdolność pochłaniania wody i żelowania [3,4].

Dodana do wyrobów cukierniczo-piekarniczych zwiększa ich chrupkość i wydłuża świeżość. Inulina w produktach piekarniczo – cukierniczych, najczęściej używana jest jako zamiennik dla tłuszczu i cukru [8]. Poprawia walory smakowe i zapachowe, wpływa korzystnie na teksturę, daje odczucie sytości. Produkty z jej dodatkiem stają się lepiej strawne i przyswajalne przez organizm człowieka [11,5,9].

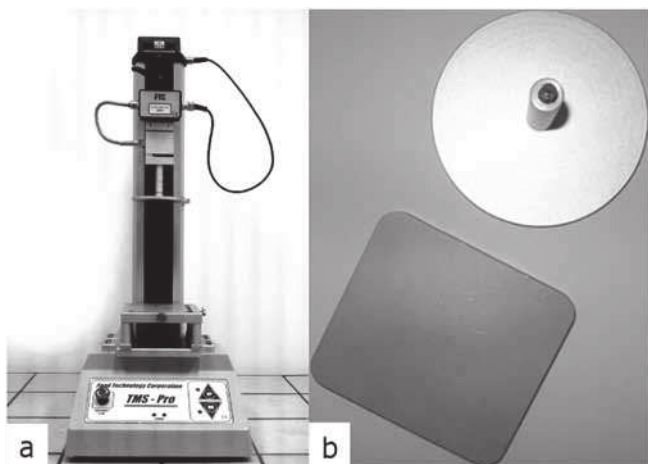
**Celem artykułu jest prezentacja wyników badań wpływu dodatku inuliny na cechy tekstury pieczywa pszennego oraz zmiany tych cech podczas przechowywania.**

Analizę parametrów tekstury przeprowadzono z wykorzystaniem teksturometru TMS-Pro firmy Food Technology Corporation, na którym przeprowadzono test analizy profilu tekstury. Badanymi parametrami były twardość oraz spoistość miękiszu pieczywa. Wartości tych parametrów mierzone dla pieczywa pszennego z dodatkiem 3%, 6% i 9% inuliny w 1, 3, i 5 dniu po wypieku. Analogiczne pomiary wykonano dla pieczywa pszennego bez dodatku inuliny.

### MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Materiał badawczy stanowiło pieczywo na bazie mąki pszennej chlebowej typu 850, wyprodukowanej przez Przedsiębiorstwo Zbożowo-Młynarskie „PZZ” w Stojsławiu. Do badań zastosowano dodatek inuliny „INULINA frutafit” w ilości: 3%, 6% i 9% w stosunku do masy mąki pszennej. Próbkę kontrolną stanowiło pieczywo bez udziału inuliny. Wypiek pieczywa przeprowadzono w trzech powtórzeniach metodą jednofazową w piecu laboratoryjnym w Katedrze Procesów i Urządzeń Przemysłu Spożywczego według następującej receptury (mąka pszenna, woda, drożdże, sól). Po wypieku chleby przechowywano w folii aluminiowej w warunkach pokojowych (temp. około 22°C) i badano w 1, 3, 5 i 7, dniu od wypieku. W celu zbadania tekstury pieczywa zdecydowano się na test, polegający na podwójnym ścisaniu próbki, umożliwiający uzyskanie informacji o takich parametrach tekstury jak: twardość, sprężystość i spoistość. Test wykonano na teksturometrze TMS-Pro firmy Food Technology Corporation (rys. 1a). Parametry tekstury miękiszu zostały określone w 1, 3, 5, dniu przechowywania. Pieczywo z dnia 7-go nie zostało poddane ocenie, ponieważ stwierdzono jego spleśnienie.

W celu przeprowadzenia badań na teksturometrze z każdej partii pieczywa pobierano po 3 próbki miękiszu o wymiarach 40x40x20mm. (długość x szerokość x grubość). Temperatura badanego surowca wynosiła ok. 22°C. Aby zapobiec wysychaniu, które mogło prowadzić do zafałszowania wyników, próbka po wycięciu była od razu umieszczana pod przystawką teksturometru i poddawana testowi.



**Rys. 1.** Stanowisko pomiarowe do instrumentalnej analizy tekstury pieczywa. Oznaczenia: a – teksturometr TMS-Pro, b - przystawka do testu TPA.

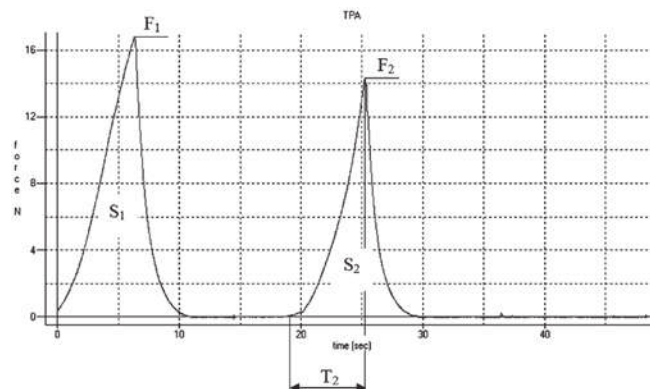
**Źródło:** Fotografia własna

Na czas badań teksturometr wyposażono w ogniwo siły o wartości 500N oraz przystawkę roboczą do testu TPA o postaci okrągłej płytki o średnicy 10cm (rys. 1b). Próbkę umieszczano na specjalnym stoliku, dokładnie pod centralnym obszarem płytki. W czasie testu każda próbka była odkształcana podwójnie. Podczas pierwszego cyklu testu próbka była ściskana o 40% w stosunku do swojej pierwotnej grubości z prędkością 100 mm/min. Następnie płytka unosiła się na wysokość 20 mm, po czym następował drugi cykl testu – ściśnięcie próbki o 40% w stosunku do jej grubości zachowanej po pierwszym cyklu ściskania. Drugi ścisk próbki również odbywał się z prędkością 100 mm/min. Podczas testu układ pomiarowy teksturometru rejestrował siłę odpowiedzi sprężystej próbki na zadane odkształcenie. Oprogramowanie teksturometru umożliwiło akwizycję wyników i ich graficzną interpretację. Przykładowy wynik zarejestrowany w oknie programu Texture Lab Pro przedstawiono na (rys. 2).

Do dalszych analiz wykorzystano wartości parametrów: twardości, sprężystości i spoistości próbek. Wartości tych parametrów były wyznaczane na podstawie wielkości zaznaczonych na rysunku 2, według reguł zawartych w [1] oraz dokumentacji teksturometru TMS-Pro.

Twardość pieczywa jest definiowana jako maksymalna siła zastosowana podczas pierwszego zadanego odkształcenia próbki [1]. Na rysunku 2 wielkość tą oznaczono jako  $F_1$ . W teście TPA twardość ma wartość maksymalnej siły w pierwszym cyklu ściskania i wyraża się ją w [N]. Im wyższa wartość tego parametru, tym pieczywo jest trudniejsze do pogryzienia przez konsumenta. Wysoka twardość pieczywa sprawia, że staje się ono niezdatne do konsumpcji.

Sprężystość pieczywa określana jest jako stopień odkształcenia, do którego zdeformowana próbka powraca po



**Rys. 2.** Wynik testu TPA w oknie programu Texture Lab Pro.  $F_1$ ,  $F_2$  – siła ściskania próbki odpowiednio w I i II cyklu,  $T_2$  – to długość cyklu kompresji do osiągnięcia maksimum siły tylko w drugim cyklu ściskania [m],  $S_1$ ,  $S_2$  – pole powierzchni pod krzywą dla I i II cyklu ściskania.

**Źródło:** Badanie własne

ustąpieniu siły odkształcającej. W analizie wartość tego parametru była wyznaczana z wartości czasów osiągnięcia maksymalnej siły ściskania ( $T_1$  i  $T_2$ ), na podstawie zależności (1).

$$T_2 [m] \tag{1}$$

Im wyższa wartość tego parametru, tym pieczywo jest bardziej sprężyste – ma lepszą zdolność powracania do swych pierwotnych wymiarów po usunięciu obciążenia.

Spoistość pieczywa definiowana jest jako stopień, do jakiego próbka się deformuje, zanim nastąpi pęknięcie wewnątrz jej struktury. W teście TPA wielkość ta wyznaczana jest z iloczynu pól powierzchni pod krzywymi w I i II cyklu ściskania (oznaczenia  $S_1$  oraz  $S_2$  na rysunku 2). Spoistość jest wartością bezwymiarową. Im niższa wartość tego parametru, tym struktura pieczywa jest bardziej podatna na kruszenie (np. podczas krojenia). Wysoce pożądane jest, aby miękisz pieczywa był spójny i nie wykruszał się podczas obróbki.

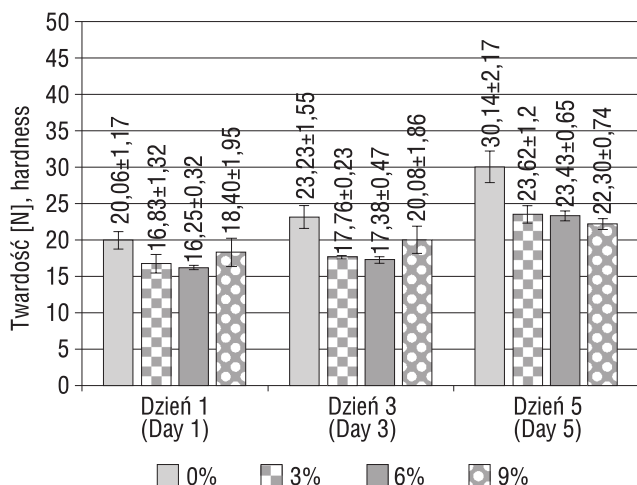
## WYNIKI I Dyskusja

Wyniki pomiarów wartości parametrów tekstury przedstawiono na wykresach (rysunki 3, 4, i 5). Wykresy utworzono na podstawie średnich wartości parametrów otrzymanych z badanych partii pieczywa. Uwzględniono na nich rozrzuty otrzymanych wyników w postaci słupków błędów. Na ich podstawie wnioskowano o istotności różnic pomiędzy poszczególnymi wynikami. Ponieważ badane rodzaje pieczywa różniły się między sobą pod względem początkowych wartości analizowanych parametrów tekstury, wartości te przeliczono na %. Przeliczenia dokonano na podstawie proporcji (2), przyjmując jako odnośnik (100%) wartości parametrów tekstury zmierzone w 1 dniu po wypieku i odnosząc do nich wyniki uzyskane w kolejnych dniach pomiaru.

$$\begin{aligned} \text{Wartość parametru tekstury w 1 dniu po wypieku} &\longrightarrow 100 \\ \text{Wartość parametru tekstury w 3 lub 5 dniu po wypieku} &\longrightarrow x \end{aligned} \tag{2}$$

Zabieg ten umożliwił porównanie stopnia zmian wartości poszczególnych parametrów w czasie przechowywania.

Twardość miększu pieczywa (rys. 3) w czasie przechowywania wzrastała dla każdej z badanych partii. Najszybszy przyrost twardości następował w przypadku pieczywa bez dodatku inuliny. Twardość miększu znacznie wzrosła w tym przypadku już w 3-cim dniu po wypieku (o 15,82%), a w 5-tym dniu po wypieku wyniosła 50,26%. Analiza słupków błędów wykazała istotność różnic między twardością miększu pieczywa w 1, 3 oraz 5 dniu po wypieku.

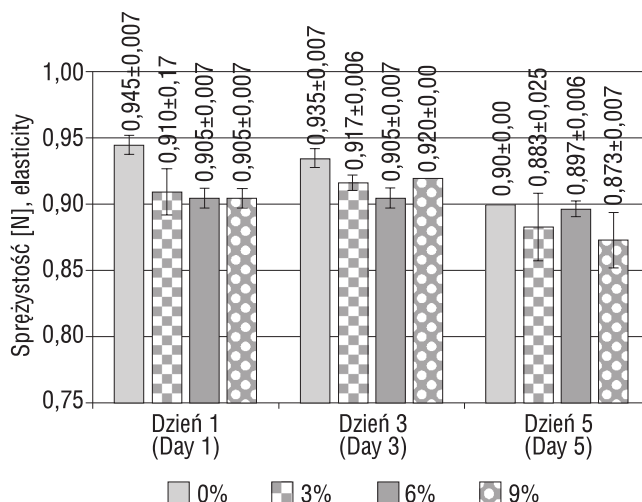


**Rys.3.** Wyniki instrumentalnych pomiarów twardości miększu pieczywa.

**Źródło:** Badanie własne

Twardość pieczywa z dodatkiem inuliny wzrastała wolniej. Ponadto próbki już w pierwszym dniu po wypieku charakteryzowały się niższą twardością niż próbki pieczywa bez dodatku inuliny. Dla partii pieczywa z dodatkiem inuliny nie wykazano istotności w różnicy twardości między próbkami pochodzącymi z 1 i 3 dnia po wypieku. Znaczący przyrost twardości nastąpił dopiero w 5 dniu po wypieku (kolejno 40,29%, 44,16% i 21,15% dla pieczywa z 3%, 6% i 9% dodatkiem inuliny). Najmniejszym przyrostem twardości charakteryzowało się pieczywo z 9% dodatkiem inuliny (przyrost twardości o 21,15%). W tym przypadku analiza słupków błędów wykazała brak istotnej różnicy między twardością pieczywa 3 i 5-ciodniowego. Wartości twardości w 5 dniu po wypieku dla pieczywa z dodatkiem inuliny w każdym przypadku były niższe niż dla pieczywa bez dodatku inuliny. Analiza słupków błędów wykazała, że twardość miększu pieczywa z dodatkiem inuliny jest istotnie niższa w 3 i 5 dniu po wypieku od twardości miększu pieczywa bez dodatku inuliny.

Sprężystość miększu (rys. 4) podczas przechowywania ulegała pogorszeniu. Najlepszą sprężystością charakteryzowało się pieczywo bez dodatku inuliny w 1 dniu po wypieku. W pieczywie tym odnotowano również największy spadek wartości tego parametru (o 4,76% w 5 dniu po wypieku). W przypadku pieczywa z dodatkiem inuliny odnotowano wzrost sprężystości dla partii z 3% i 9% dodatkiem inuliny na 3 dzień po wypieku, a następnie jej spadek (kolejno o 2,93% i 3,5%) w 5-tym dniu po wypieku. W przypadku pieczywa z dodatkiem 6% inuliny, trzeciego dnia po

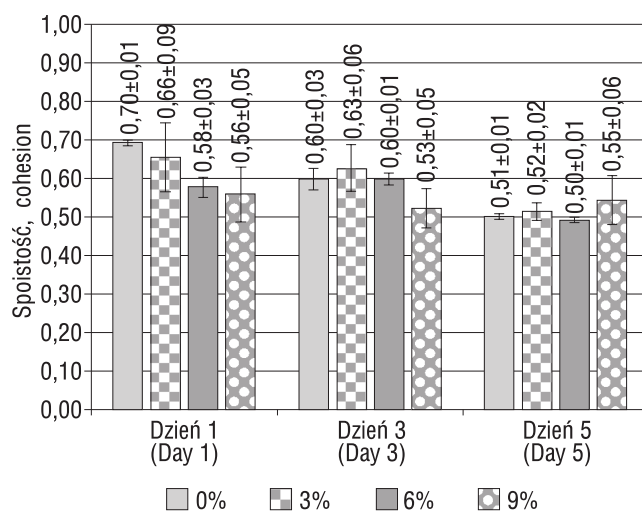


**Rys.4.** Wyniki instrumentalnych pomiarów sprężystości miększu pieczywa.

**Źródło:** Badanie własne

wypieku nie odnotowywano znaczącej zmiany w sprężystości. W 5-tym dniu po wypieku natomiast nastąpił spadek sprężystości w tej partii pieczywa (o 0,92%).

Spoistość miększu pieczywa (rys. 5) malała podczas przechowywania. Zauważono to zarówno podczas wykrajania próbek z badanych bochenków (podczas obróbki miększu pieczywa 3 i 5-cio dniowego kruszył się pod wpływem nacisku noża), wykazały to również wyniki oceny instrumentalnej. Największy spadek (o 27,34% w porównaniu do wartości początkowej) nastąpił w przypadku pieczywa bez dodatku inuliny, w 5-tym dniu po wypieku. W pieczywie tym pojawiły się istotne różnice między wszystkimi średnimi wartościami spoistości.



**Rys.5.** Wyniki instrumentalnych pomiarów spoistości miększu pieczywa.

**Źródło:** Badanie własne

W przypadku pieczywa z dodatkiem inuliny wartości spadków spoistości były mniejsze. W niektórych przypadkach nastąpił również nieznaczny wzrost spoistości miększu w czasie przechowywania (3 dniowe pieczywo z dodatkiem 6% inuliny, 5 dniowe pieczywo z dodatkiem 9% inuliny). Badania wykazały brak istotnych różnic między spoistością

miększu pieczywa 1 i 3 dniowego dla partii z 3% i 6% dodatkiem inuliny, oraz brak istotnych różnic w spoistości pieczywa 1, 3 i 5 dniowego dla partii z 9% dodatkiem inuliny. Spadek spoistości miększu w 5-tym dniu przechowywania wyniósł 21,32% dla pieczywa z dodatkiem 3% inuliny, 14,66% dla pieczywa z 6% dodatkiem inuliny oraz 2,68% dla pieczywa z 9% dodatkiem inuliny.

Przeprowadzone badania wykazały różnice w zmianach tekstury pieczywa bez i z dodatkiem inuliny. Zmiany analizowanych parametrów tekstury w badanym pieczywie zachodzą mniej intensywnie, dzięki czemu pieczywo zachowuje dobre właściwości również na 3 dzień po wypieku, a znaczące ich pogorszenie następuje dopiero w dniach późniejszych.

## WNIOSKI

1. Przeprowadzone badania wykazały istotny wpływ dodatku inuliny na wartości parametrów tekstury pieczywa. Miększu pieczywa z dodatkiem inuliny charakteryzował się mniejszą twardością oraz lepszą spoistością.
2. Wyniki przeprowadzonych badań wskazują na korzystniejszy przebieg zmian parametrów tekstury w przypadku pieczywa z dodatkiem inuliny. Zmiany parametrów tekstury w pieczywie bez dodatku inuliny zachodziły szybciej i miały znacznie wyższe wartości.

## LITERATURA

- [1] **BALEJKO J. 2007.** Reologia Żywności. Wyd. Naukowe Akademii Rolniczej w Szczecinie, ss. 131-133.
- [2] **CHERBUT C. 2002.** *Inulin and oligofructose in the dietary fibre concept.* Br. Journal of Nutrition, (2), 159-162.
- [3] **COUSSEMENT P., FRANCK A. 2001.** Inulin and oligofructose, w Handbook of dietary fiber. Red. Sungsoo Cho S., Dreher M.L., Wyd. Taylor & Francis.
- [4] **FLOROWSKAA., JUDYTAA., KRYGIER K. 2004.** *Powstawanie i właściwości żeli inulinowych.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość; 3(40), 56-67.
- [5] **FLOROWSKA A., KRYGIER K. 2007.** *Inulina jako zamiennik tłuszczu w produktach spożywczych.* Przemysł Spożywczy, 5, 18-21.
- [6] **FRANCK A. 2002.** *Technological functionality of inulin and oligofructose.* Br. Journal of Nutrition; (87), 287-291.

- [7] **GÓRECKA D., BUTKA A., KORCZAK J. 2001.** *Wpływ dodatku inuliny na jakość pieczywa cukierniczego.* Żywność. Nauka. Technologia. Jakość., (3), 125-133.
- [8] **KIM Y., FAQIH M.N., WANG S.S. 2001.** *Factors affecting gel formation of inulin.* Carbohydrate Polymers, (46), 135-145.
- [9] **KOLIDA S., TUOHY K., GIBSON G. R. 2002.** *Prebiotic effects of inulin and oligofructose.* Br Journal of Nutrition, (2), 193-197.
- [10] **ROBERFROID M.B., VAN LOO J.A.E., GIBSON G.R. 1998.** *The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis product.* Journal of Nutrition, 128, 11-19.
- [11] **ROBERFROID M.B. 1998.** *Caloric value of inulin and oligofructose.* Journal of Nutrition, (7) 129, 1436-1437.
- [12] **SIKORSKI Z.E. 2007 (red.).** Chemia żywności. Składniki żywności. T. I. Wyd. 5. WNT, Warszawa.
- [13] **ZDROJEWSKA I., SZEFER P. 2003.** *Wartość odżywcza wybranych nasion oraz innych dodatków używanych do wyrobu pieczywa, produktów zbożowych oraz cukierniczych.* Bromat. Chem. Toksykol., 71-76.

## EFFECT OF INULIN THE TEXTURE OF THE CRUMB WHEAT BREAD

### SUMMARY

*In the article a results of bread crumb texture analysis were introduced. An analysed material was the wheat bread with a 3%, 6% and 9% in to relative the mass inulin addition. To the texture analysis was used a TPA test, which was done on TMS-Pro texture analysis system produced by the Food Technology Corporation. The test was to carried in the 1st, 3rd and 5th day after baking. The reference material was a wheat bread without the inulin addition. Conducted tests showed the significant income of the inulin addiction on the bread texture. Studies indicate a more favorable course of changes in parameters of texture in the case of bread with added inulin. Changes in texture parameters in bread without the addition of inulin occurred rapidly and were significantly higher values.*

**Key words:** wheat bread, inulin, texture, instrumental measurement.