

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ СИРНОГО ПРОДУКТУ М'ЯКОГО З ВИКОРИСТАННЯМ БОРОШНА КУКУРУДЗИ

Перцевой Ф.В., д.т.н., проф.,
Рубіна В.В., к.б.н., Обозна М. В., аспір.

(Харківський державний університет харчування та торгівлі)

У статті досліджено один із важливих напрямків роботи по визначенню структурно-механічних показників сирного продукту м'якого з використанням борошна кукурудзи. Визначено та проаналізовано вплив борошна кукурудзи на зміну структурно-механічних показників продукту.

Постановка проблеми. Перспективним є отримання сирного продукту м'якого на основі сухого знежиреного молока, яке багате на повноцінний молочний білок і є засобом подолання проблеми сезонності. Ґрунтуючись на попередньо проведених нами дослідженнях можемо констатувати, що використання борошна кукурудзи у технології сирного продукту м'якого є доцільним і дозволяє виготовити продукт з необхідними органолептичними характеристиками [1]. Борошно кукурудзи має у своєму складі 67...76% вуглеводів, близько 2,1% харчових волокон, з яких приблизно 0,7% – клітковина; від 7 до 20% білку, жиру – 4...8% та 1,5...2% мінеральних речовин. В складі борошно кукурудзи присутні β -каротин, вітаміни В1, В2, РР та вітамін С [2]. Консистенція сиру є органолептичним відображенням, головним чином, його структурно-механічних властивостей. Застосування об'єктивних показників дозволить конкретизувати характеристики консистенції сиру шляхом доповнення їх чисельними величинами, вираженими у визнаних фізичних одиницях, які взаємопов'язані з органолептичними показниками продукту [3; 4].

Органолептичний метод контролю консистенції сиру має певні труднощі: невизначеність і умовність словесних формулювань і термінів, досвідченість експертів і їхні сенсорні здібності, закономірні психофізіологічні похибки. Тому для отримання необхідної текстури продукту, а також для проведення подальших експериментальних досліджень, важливо дослідити реологічні

показники у відносних одиницях [3 – 6].

Метою даних досліджень є визначення впливу концентрації борошна кукурудзи на зміну ряду структурно-механічних показників сирного продукту м'якого та їхній взаємозв'язок з органолептичними показниками продукту в порівнянні з вибраним продуктом-аналогом.

Структурно-механічні властивості продукту були визначені за допомогою ваг Каргіна-Соголової шляхом вивчення деформації стиснення продукту під дією пуансона [7].

Були досліджені зразки сирного продукту м'якого із заміною молока за сухою речовиною на борошно кукурудзяне у кількості 1...5%, контрольний зразок (заміна визначається як 0%) та зразок продукту-аналогу. Експериментальні дані виражені у вигляді кривих повзучості (рис. 1). Побудована залежність відносної деформації від часу дії напруження: $\varepsilon = f(\tau)$. Реологічні характеристики дослідних зразків наведені в табл. 1.

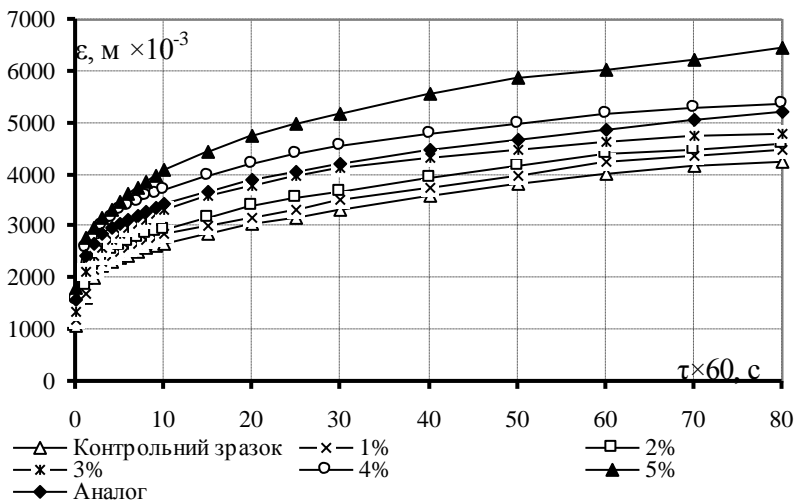


Рис. 1. Залежність відносної деформації від часу дії напруження аналогу та сирного продукту м'якого з різною концентрацією борошна кукурудзи

Таблиця 1

Структурно-механічні характеристики аналогу та сирного продукту м'якого з різною концентрацією борошна кукурудзи в системі

Найменування показника	Контр. зразок	Заміна, %					Аналог
		1	2	3	4	5	
Зворот. деформ., $\text{м} \cdot 10^{-3}$	3008,00	3066,00	3272,00	3824,00	4276,00	4768,00	3740,00
Незвор. деформ., $\text{м} \cdot 10^{-3}$	1296,00	1792,00	1392,00	1024,00	1136,00	1696,00	1504,00
Загальн. деформ., $\text{м} \cdot 10^{-3}$	4304,00	4592,00	4664,00	4848,00	5412,00	6464,00	5244,00
Напруження, Па	1249,05	1249,05	1249,05	1249,05	1249,05	1249,05	1249,05
Податливість, Па^{-1}	$3,5 \cdot 10^{-3}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-3}$	$5,2 \cdot 10^{-3}$	$4,2 \cdot 10^{-3}$
Умовно миттєвий модуль пружності, Па	994,46	926,59	869,81	784,58	649,19	599,35	651,90
Високоеласт. модуль, Па	712,93	860,23	680,31	559,61	531,06	465,37	684,79
Пласт. в'язкість, $\text{Па} \times \text{с}$	$4,63 \cdot 10^6$	$3,35 \cdot 10^6$	$4,31 \cdot 10^6$	$5,85 \cdot 10^6$	$5,28 \cdot 10^6$	$3,54 \cdot 10^6$	$3,99 \cdot 10^6$
Відношення деформ звор. до заг.	0,70	0,61	0,70	0,79	0,79	0,74	0,71
В'язкість післядії, $\text{Па} \times \text{с}$	$2,43 \cdot 10^5$	$2,50 \cdot 10^5$	$235 \cdot 10^5$	$2,37 \cdot 10^5$	$2,09 \cdot 10^5$	$2,18 \cdot 10^5$	$2,42 \cdot 10^5$
Відн. пружність, %	29,18	29,36	30,79	32,84	35,55	32,24	36,54
Відн. пластичність, %	30,11	39,02	29,85	21,12	20,99	26,24	28,68
Відн. еластичність, %	40,71	31,62	39,37	46,04	43,46	41,52	34,78
Період релаксації, сек	11140,7	9943,784	11282,8	17925,0	18067,6	13494,3	11936,2

За результатами досліджень, найбільш текучим є зразок сирного продукту м'якого із заміною молока на борошно кукурудзи у кількості 5%, значення загальної деформації якого складає $6464,00 \cdot 10^{-3}$ м.

Найбільш стійким до дії зсувального напруження є зразок із заміною молока на борошно кукурудзи у кількості 1% та 2%, значення загальної деформації яких складає відповідно $4592,00 \cdot 10^{-3}$ м та $4664,00 \cdot 10^{-3}$ м, а також контрольний зразок сирного продукту м'якого, значення загальної деформації якого складає $4304,00 \cdot 10^{-3}$ м. Структурно-механічні властивості зразку аналогу із загальною деформацією $5244,00 \cdot 10^{-3}$ м наближується до структурно-механічних властивостей зразків сирного продукту м'якого із заміною молока на борошно кукурудзи у кількостях 3% та 4% із загальними деформаціями відповідно $4848,00 \cdot 10^{-3}$ м та $5412,00 \cdot 10^{-3}$ м.

З підвищенням концентрації борошна кукурудзи в системі підвищується податливість сирного продукту. В діапазоні заміни молока на борошно кукурудзи у кількості 0...1% податливість підвищується приблизно на 2,9%; у діапазоні 1...2% податливість підвищується на 2,8%; в діапазоні заміни 2...3% – на 5,1%; в діапазоні заміни 3...4% – на 9,3%; в діапазоні заміни 4...5% – на 17,3%. Значення податливості продукту-аналогу ($4,2 \cdot 10^{-3}$ Па⁻¹) наближується до значення податливості сирного продукту м'якого із заміною молока на борошно у кількості 4% ($4,3 \cdot 10^{-3}$ Па⁻¹).

Умовно миттєвий модуль пружності знижується з підвищенням концентрації борошна кукурудзи в системі: в діапазоні заміни молока на борошно у кількості 0...1% на 6,8%; у кількості 1...2% на 6,1%; у кількості 2...3% на 9,8%; у кількості 3...4% на 17,3%; у кількості 4...5% на 7,7%. Підвищення в системі концентрації борошна кукурудзи понад 4% призводить до подальшого зниження модуля пружності, а також появи надмірної крихкості сирного продукту м'якого, що є недопустимим. Значення умовно миттєвого модуля пружності продукту-аналогу (651,90 Па) наближується до відповідного значення сирного продукту м'якого із заміною молока на борошно у кількості 4% (649,19 Па).

Результати досліджень свідчать, що підвищення заміни молока на борошно кукурудзи в сирному продукті м'якому має несуттєвий вплив на величину високоеластичного модуля, який знижується повільно та інтенсивно знижується при заміні молока на борошно у кількості 3%. Значення високоеластичного модуля

продукту-аналогу наближується до значення розробленого продукту, яке відповідає заміні молока на борошно кукурудзи у кількості 2% – відповідно 684,79 Па і 680,31 Па.

Збільшення заміни молока на борошно кукурудзи в діапазоні 0...4% призводить до підвищення відносної пружності на 17,9%. В діапазоні заміни 4...5% відносна пружність знижується на 9,3%. Значення відносної пружності продукту-аналогу (36,54%) наближується до відповідного значення сирного продукту м'якого із заміною молока на борошно у кількості 4% (35,55%).

Збільшення заміни молока на борошно кукурудзи в діапазоні 0...4% призводить до зниження відносної пластичності на 30,3%, причому суттєве зниження відносної пластичності спостерігається в діапазоні заміни 2...3% – 29,3%. В діапазоні заміни 4...5% відносна пластичність підвищується на 20%. Значення відносної пластичності продукту-аналогу наближується до відповідного значення показника розробленого продукту, яке відповідає заміні молока на борошно кукурудзи у кількості 2%: відповідно 28,68% та 29,85%.

Вплив заміни молока сирного продукту м'якого не має визначеного характеру на еластичність. Підвищення відносної еластичності та зниження відносної пружності для зразка сирного продукту м'якого із заміною молока на борошно кукурудзи у кількості 3% призводить до отримання високих реологічних характеристик текстури, які характерні для вибраної групи м'яких сирів. Встановлено, що для зразка сирного продукту із заміною 5% характерна надто крихка текстура.

Збільшення заміни молока на борошно кукурудзи в діапазоні 0...4% призводить до підвищення часу релаксації на 6927 с, що свідчить про зростання пружних та еластичних властивостей і зменшення пластичних, які відповідають необхідній текстурі сирного продукту м'якого (рис. 2). В діапазоні заміни 4...5% час релаксації знижується на 4573 с, що свідчить про зростання пластичних властивостей і зменшення пружних та еластичних властивостей продукту. Час релаксації продукту-аналогу (11936,17 с) наближується за значенням до сирного продукту із заміною 2% (11282,76 с).

Визначено, що зразок сирного продукту м'якого із заміною молока на борошно кукурудзи 5%, за сукупних значень показників – відносної пружності, пластичності та еластичності, відповідно 32,24%, 26,24% та 41,52% – набуває крихкості.

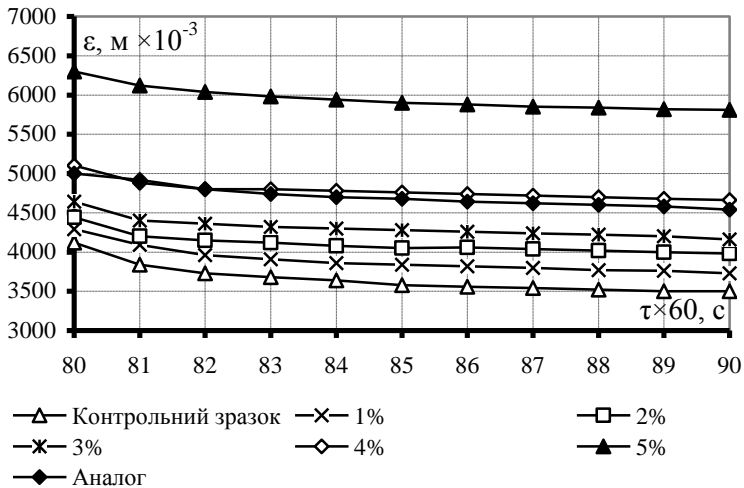


Рис. 2. Залежність зворотної деформації аналогу та сирного продукту м'якого з різною концентрацією борошна кукурудзи

Висновки. Отже, на основі проведених досліджень можна констатувати, що сирний продукт м'який із підвищенням концентрації борошна кукурудзи набуває змін структурно-механічних показників:

- підвищення загальної деформації, податливості та відносної пружності;
- зменшення умовно миттєвого модуля пружності, високоеластичного модуля та відносної пластичності;
- вплив борошна кукурудзи на інші структурно-механічні показники має непропорційний характер.

Список літератури

1. Асафов В.А. Перспективы использования растительного сырья в производстве молочных продуктов [Текст] / В.А. Асафов, О.Г. Фоломеева // Сыроделие и маслоделие. – 2001. – № 1. – С. 37–38.
2. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетическая ценность пищевых продуктов / [ред. Покровский А.А.]. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 227 с.

3. Гурський П.В. Технологія паст закусочних на основі кисломолочного сиру нежирного: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.18.16 – технологія продуктів харчування / П.В. Гурський. – Х., 2008. – 20 с.

4. Зобкова З.С. О консистенции кисломолочных продуктов / З. С. Зобкова, Фурсова Т.П. // Молочная пром-сть. – 2002. – №11. – С. 27–29.

5. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов/А.В. Горбатов, А.М. Маслов, Ю.А. Мачихин и др.; Под ред. А.В. Горбатова. – М.: Легкая и пищевая промышленность. – 1982. – 296 с.

6. Методы исследования молока и молочных продуктов / Под общ. редакцией А.М. Шалыгиной. – М.: Колос, 2000. – 368 с.

7. Реологічні методи дослідження сировини і харчових продуктів та автоматизація розрахунків реологічних характеристик: навчальний посібник / [Горальчук А.Б., Пивоваров П.П., Гринченко О.О., Погожих М.І., Полевич В.В., Гурський П.В.]. – Харківський державний університет харчування та торгівлі. – Харків, 2006. – 63 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫРНОГО ПРОДУКТА МЯГКОГО С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МУКИ КУКУРУЗНОЙ

В статье исследован один из важнейших направлений работы по определению структурно-механических показателей сырного продукта мягкого с использованием муки кукурузной. Определено и проанализировано влияние муки кукурузной на изменение структурно-механических показателей продукта.

RESEARCH OF STRUCTURALLY-MECHANICAL INDICATORS OF THE CHEESE PRODUCT SOFT WITH USE OF THE FLOUR CORN

In article one of the major directions of work by definition of structurally-mechanical indicators of a cheese product soft with use of a flour corn is investigated. Influence of a flour corn on change of structurally-mechanical indicators of a product is defined and analysed.