

*Перепёлкина Яна Юрьевна*

студентка

*Болтенко Юрий Алексеевич*

канд. техн. наук, старший преподаватель

ФГАОУ ВПО «Белгородский государственный  
национальный исследовательский университет»

г. Белгород, Белгородская область

## **ВЛИЯНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПШЕНИЧНОГО ТЕСТА ПОСЛЕ ЗАМЕСА НА КАЧЕСТВО ГОТОВОГО ХЛЕБА**

*Аннотация:* на хлебозаводах оценка качества хлебобулочных изделий в соответствии с требованиями ГОСТов осуществляется по органолептическим и физико-химическим параметрам. В данной статье обосновывается мысль о том, что реологические параметры являются наиболее оперативными параметрами и позволяют объективно и достаточно точно оценить состояние текстуры готовых изделий.

*Ключевые слова:* хлеб, пшеничная мука, текстура, замес теста, консистенция, реология.

Производство хлебобулочных изделий с наилучшими показателями качества, которые можно обеспечить из конкретной партии перерабатываемой муки, – одна из главных задач хлебопекарных предприятий.

Целью настоящей работы являлось исследование влияния хлебопекарных свойств пшеничной муки на изменение реологических характеристик теста после замеса при условии получения его с одинаковой консистенцией – интегральной реологической характеристикой – 640–650 ЕФ.

Исследования проводили с использованием 3 проб пшеничной муки высшего сорта, хлебопекарные свойства которой приведены в таблице 1.

Для замеса теста использовался информационно-измерительную систему, включающую прибор «Do-corder С3», месильную емкость S300 и ультратермостат Т150. Тесто готовили безопасным способом по рецептуре батона нарезного.

Показатели качества пшеничной муки высшего сорта

Наименование показателей	Значение показателей		
	Проба №1	Проба №2	Проба №3
Влажность, %	13,6	13,0	12,0
Кислотность, град	2,5	2,6	2,1
Содержание сырой клейковины, %	30	28	27
Общая деформация клейковины, ед. пр. ИДК	63	53	59
Белизна муки, ед. прибора Блик-РЗ	55	55	54
Число падения, с	240	340	370

На основании проведенных исследований установлено, что увеличение влажности теста от 40,5% до 42,8% приводило к уменьшению количества механической энергии затрачиваемой на формирование структуры теста до готовности с 74,0 до 36,5 кДж/кг. Продолжительность замеса теста до готовности находилась в диапазоне от 200 до 120 с.

Определение реологических характеристик пшеничного теста после замеса осуществляли путем математической обработки экспоненциальной кривой релаксации механических напряжений, возникающих на цилиндрическом инденторе при его внедрении в тесто при следующем режиме нагружения: усилие касания ( $F_k = 5$  г); скорость деформации ( $V_d = 1$  мм/с); глубина внедрения индентора в пробу теста ( $h_v = 5$  мм); продолжительность стабилизации глубины внедрения ( $t_{ст} = 120$  с).

Изменение единичных реологических характеристик пшеничного теста (пшеничная мука проба №1) в зависимости от его консистенции, смоделированной путем внесения разного количества воды, представлено в таблице 2.

Реологические характеристики пшеничного теста после замеса  
в зависимости от его консистенции

Показатели	Значения показателей при разной влажности теста				
	40,5%	40,8%	41,3%	41,8%	42,1%
Консистенция теста, ед. пр. Ф.	740	690	640	590	540
Эффективная вязкость теста, Па*с	1916	1429	1197	856	1024
Скорость мгновенной релаксации напряжений $\lambda_1$ , с-1	0.479	0.525	0.571	0.663	0.636
Скорость длительной релаксации напряжений $\lambda_2$ , с-1	0.033	0.034	0.036	0.040	0.038
Удельная работа Ауд, кДж/кг	74.0	46.7	52.8	31.8	36.5

После проведения пробной лабораторной выпечки было подтверждено, что наилучшие показатели качества имел хлеб с консистенцией 640 ЕФ.

Далее провели исследования влияния хлебопекарных свойств пшеничной муки (при условии замеса теста с одинаковой консистенцией) на изменение единичных реологических характеристик теста (таблица 3) и качество батона нарезного (таблица 4).

Таблица 3

Влияние хлебопекарных свойств пшеничной муки на изменение реологических характеристик пшеничного теста при консистенции – 640 ЕФ

Наименование	1 пр. мука	2 пр. мука	3 пр. мука
Скорость мгновенной релаксации напряжений $\lambda_1$ , с <sup>-1</sup>	0.571	1.162	0.983
Скорость длительной релаксации напряжений $\lambda_2$ , с <sup>-1</sup>	0.036	0.058	0.059
Эффективная вязкость, Па*с	1197	1907	792

Вязкость пшеничного теста обусловлена содержанием клейковины и значением «числа падения», т. е. автолитической активностью муки.

Влияние хлебопекарных свойств пшеничной муки на изменение реологических и физико-химических характеристик мякиша батана нарезного при одинаковой его консистенции теста – 640 ЕФ

Наименование	1 пр. мука	2 пр. мука	3 пр. мука
Модуль упругости $E_1$ , Па	4587	3279	3325
Модуль упругости $E_2$ , Па	2274	7444	2015
Модуль упругости $E_3$ , Па	6154	2496	6477
Коэффициент динамической вязкости $\eta_1$ , Па·с	8166	1082	6347
Коэффициент динамической вязкости $\eta_2$ , Па·с	5781	3997	6784
Скорость мгновенной релаксации напряжений $\lambda_1$ , с <sup>-1</sup>	0.5618	0.7355	0.5242
Скорость длительной релаксации напряжений $\lambda_2$ , с <sup>-1</sup>	0.0383	0.1862	0.0301
Общая деформация $h_{об}$ , мм	7.84	4.7	10.3
Упругая деформация $h_{уп}$ , мм	3.4	2.1	4.6
Пластическая деформация $h_{пл}$ , мм	4.4	2.6	5.7
Усилие нагружения $F$ гр	482	310	274
Крошковатость, %	5.0	15.8	9.2
Пористость, %	82.0	85.0	84.0
Удельный объем, см <sup>3</sup> /г	3.75	4.89	3.9

Наилучшими физико-химическими и реологическими характеристиками обладает мякиш батана нарезного с консистенцией теста 640 ЕФ приготовленного из пшеничной муки проба №1.

Таким образом, на основании приведенных исследований подтверждена оптимальная консистенция теста, равная 640–650 ЕФ, позволяющая определять водопоглотительную способность муки с учетом ее хлебопекарных свойств и рецептуры теста, а также точно устанавливать дозировку воды, необходимой для замеса теста. Установлено влияние влажности теста на продолжительность его замеса до готовности, на количество механической энергии затрачиваемой на формирование структуры теста при замесе и на изменение единичных реологических характеристик пшеничного теста.

### *Список литературы*

1. Косой В.Д. Инженерная реология биотехнологических сред [Текст] / В.Д. Косой, Я.И. Виноградов, А.Д. Малышев. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 648 с.

2. Кузнецов О.А. Реология пищевых масс [Текст] / О.А. Кузнецов, Е.В. Волошин, Р.Ф. Сагитов. – Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2005. – 106 с.

3. Мачихин Ю.А. Инженерная реология пищевых материалов [Текст] / Ю.А. Мачихин, С.А. Мачихин. – ИК МГУПП, 2004. – 216 с.

4. Мука пшеничная. Физические характеристики теста. Определение водопоглощения и реологических свойств с применением фаринографа [Текст]: ГОСТ Р 51404–99. – Введ. 01.01.2001. – М., 2001. – 12 с.