

УДК 65.33

## **Изменение реологических свойств пшенично-кукурузного теста при различных скоростях сдвига и температуры продукта**

*д-р техн. наук* Арет В.А. valdurtera@rambler.ru

Щербаков А. С. alex.scherba@mail.ru

*Санкт – Петербургский национальный исследовательский университет ИТМО*

*Институт холода и биотехнологий*

*191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9*

*Расширение ассортимента хлебобулочных изделий и повышение их качества имеют важное значение в условиях современного рынка. В тоже время перспективным является использование помимо традиционных видов муки, таких как пшеничная и ржаная, нетрадиционных видов муки – кукурузной, рисовой, гречневой и овсяной. Муки разных злаков являются ценными диетическими продуктами, обладающие целебными свойствами на организм человека за счет баланса микро- и макроэлементов, углеводов, жиров и витаминов. Добавление в состав пшеничного теста муки разных злаков, например, кукурузной, является актуальным при производстве новых видов кулинарной продукции, а изучение реологических свойств данного теста - актуальным и перспективным.*

*Ключевые слова:* реология, тесто, температура, вязкость.

## **Change the rheological properties of wheat-corn dough at different shear rates and temperature of the product**

*D.Sc.* Aret V.A., Scherbakov A. S.

*National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics*

*University of Refrigeration and Biotechnologies*

*191002, St. Petersburg, Lomonosov str., 9*

*Expanding the range of bakery products and improve their quality are important in today's market. At the same time promising is the use of in addition to traditional types of flour, such as wheat and rye, alternative types of flour - corn, rice, buckwheat and oatmeal. Flour of different cereals are valuable dietary foods have healing properties on the human body due to the balance of micro-and macronutrients, carbohydrates, fats and vitamins. The addition of the wheat flour dough of different grains, such as corn, is relevant for the production of*

***new types of culinary products, and the study of the rheological properties of the dough - current and prospective.*****Keywords:** rheology, dough, temperature, viscosity.

В данной статье представлены данные зависимости эффективной вязкости и напряжений сдвига пшенично-кукурузного теста от температуры и градиента скорости. В условиях современного рынка важной задачей является расширение ассортимента, как мучных кондитерских изделий, так и диетических продуктов. Поддержание стабильного качества данных продуктов на различных стадиях производства, таких как смешение ингредиентов, перекачка сырья по трубопроводному транспорту, замес в рабочих органах машин, пластификация и дозирование не может происходить без предварительного исследования реологических показателей полуфабрикатов. Одним из направлений в решении данных задач является исследование вязкостных свойств полуфабриката в зависимости от температуры и скорости сдвига [1,2,3].

Состав исследуемого пшенично – кукурузного теста приведен в таблице 1.

*Таблица 1.***Состав пшенично-кукурузного теста**

№ п/п	Наименование сырья	Нормативный документ	Количество сырья, %
1	Мука пшеничная хлебопекарная высшего сорта	ГОСТ Р 52189-2003 Мука пшеничная. Общие технические условия.	33
2	Мука кукурузная	ГОСТ 14176-69 Мука кукурузная.	13
3	Вода дистиллированная	ГОСТ 6709-72	54

Исследования проводились на современном ротационном вискозиметре Rheotest-Medingen GmbH немецкого на кафедре пищевой биотехнологии продуктов и растительного сырья Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики. Институт холода и Биотехнологий. Перед началом исследований проводили тщательный замес тестовой массы в течение 12 минут, а затем ее термостатирование в течение 20 минут. Экспериментальные исследования проводили при температуре 20, 30 и 40°C и при

значениях градиента скорости от 5,57 до 295,5  $\text{с}^{-1}$ . Время проведения каждого исследования 30 сек.

Вискозиметр Rheotest-Medingen GmbH Rn4.1 представлен на рисунке 1. Применяется данный реометр в химической и пищевой промышленности, при производстве смазочных материалов, красок, лаков, а также при выпуске косметики и фармацевтики. Вискозиметр позволяет проводить фундаментальные исследования продукта в процессе производства, а также решать комплексные задачи контроля качества.

Основные характеристики:

Диапазон вязкости: 1 ... 3 \* 10<sup>9</sup> мПа

Диапазон скорости сдвига: 0,04 ... 2 \* 10<sup>4</sup> с<sup>-1</sup>

Диапазон напряжений сдвига: 1,3 ... 3,5 \* 10<sup>5</sup> Па

Температурный диапазон: -60 ... +200 °С

Крутящий момент: 0,1 ... 150 мНм

Диапазон скоростей: 0,1 ... Число оборотов в минуту 1000

Угловой диапазон: -50 ... 300 °

Угловое разрешение: 0,001 °

Частотный диапазон: 0,001 ... 10 Гц



Рис. 1. Ротационный вискозиметр Rheotest-Medingen GmbH Rn4.1

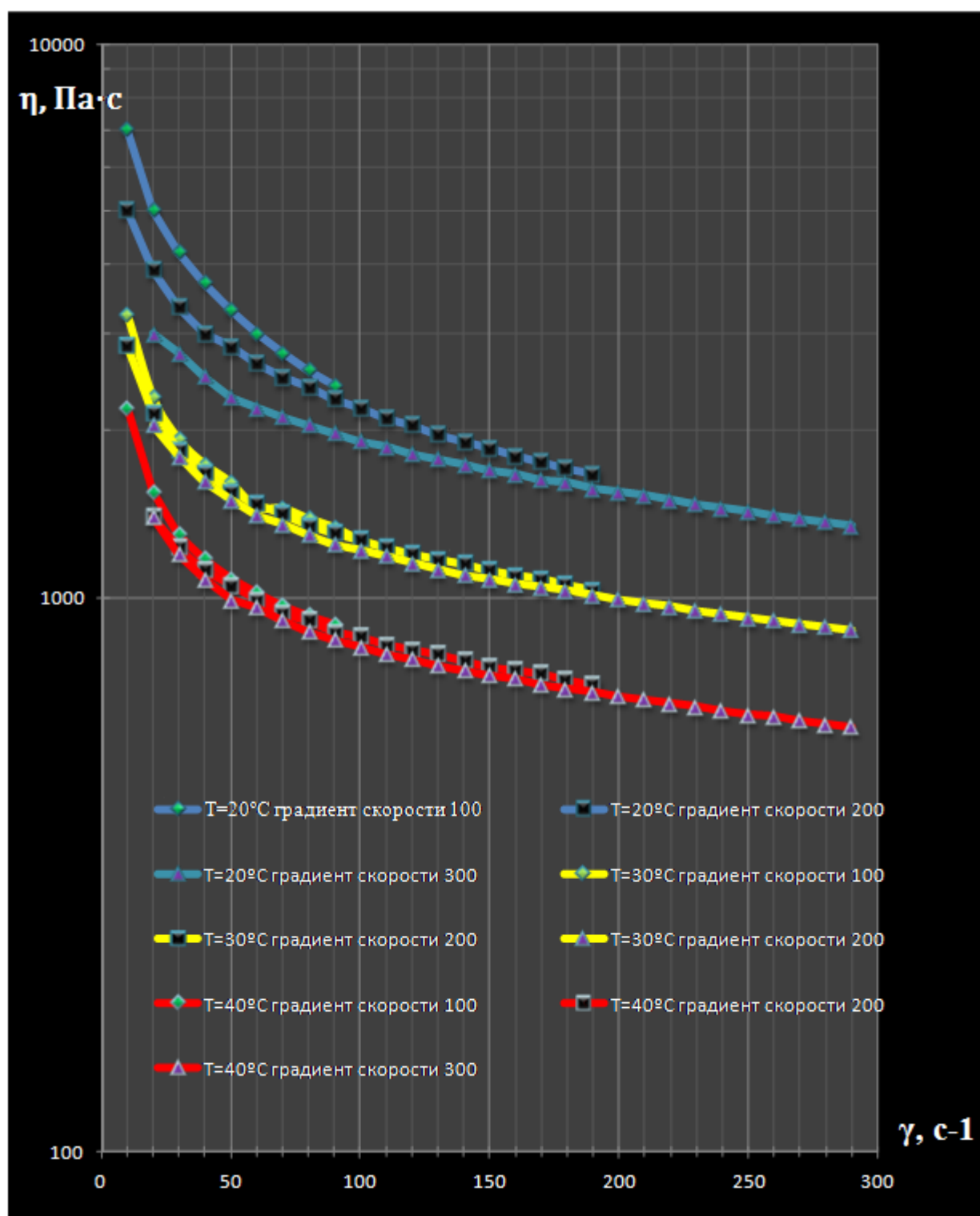


Рис.2. Вязкостно-скоростные характеристики пшенично-кукурузного теста при температурах  $T=20^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}\text{C}$  и  $40^{\circ}\text{C}$ .

Результаты исследований в виде вязкостно-скоростных характеристик представлены на рис. 2.

Исходя из полученных экспериментальных данных, можно сделать вывод, что изменение эффективной вязкости пшенично-кукурузного теста от градиента скорости зависит от температуры. Например, при градиенте скорости  $50\text{с}^{-1}$  эффективная вязкость при температуре  $30^\circ\text{C}$  имеет значение около  $1500\text{ Па}\cdot\text{с}$ , а при  $40^\circ\text{C}$  около  $1050\text{ Па}\cdot\text{с}$ .

На графике видно, что с увеличением температуры продукта разница эффективной вязкости от скорости сдвига уменьшается, и графики находятся практически в одном диапазоне. Так, например, для  $T=20^\circ\text{C}$  при значении градиента скорости  $30\text{с}^{-1}$  эффективная вязкость имеет значения  $4200\text{ Па}\cdot\text{с}$ ,  $3350\text{ Па}\cdot\text{с}$  и  $2760\text{ Па}\cdot\text{с}$ , а для  $T=40^\circ\text{C}$  при том же градиенте скорости эффективная вязкость имеет значения  $1300\text{ Па}\cdot\text{с}$ ,  $1230\text{ Па}\cdot\text{с}$  и  $1200\text{ Па}\cdot\text{с}$ .

Следует отметить отсутствие влияния градиента скорости на эффективную вязкость пшенично-кукурузного теста с ростом температуры продукта. Так для  $T=20^\circ\text{C}$  при проведении опыта для значений градиента скорости до  $200\text{с}^{-1}$  вязкость менялась следующим образом: при  $20\text{с}^{-1}$  -  $3900\text{ Па}\cdot\text{с}$ ,  $50\text{с}^{-1}$  -  $2840\text{ Па}\cdot\text{с}$ ,  $100\text{с}^{-1}$  -  $2200\text{ Па}\cdot\text{с}$ ,  $150\text{с}^{-1}$  -  $1860\text{ Па}\cdot\text{с}$ ,  $190\text{с}^{-1}$  -  $1670\text{ Па}\cdot\text{с}$ , что показывает снижение эффективной вязкости в 2,3 раза. Для  $T=40^\circ\text{C}$  при проведении опыта для значений градиента скорости до  $200\text{с}^{-1}$  вязкость менялась следующим образом: при  $20\text{с}^{-1}$  -  $1400\text{ Па}\cdot\text{с}$ ,  $50\text{с}^{-1}$  -  $1050\text{ Па}\cdot\text{с}$ ,  $100\text{с}^{-1}$  -  $850\text{ Па}\cdot\text{с}$ ,  $150\text{с}^{-1}$  -  $750\text{ Па}\cdot\text{с}$ ,  $190\text{с}^{-1}$  -  $695\text{ Па}\cdot\text{с}$ , что показывает снижение эффективной вязкости в 2,0 раза.

#### Список литературы:

1. Арет В.А. и др. Физико-механические свойства сырья и готовой продукции / В. А. Арет, Б. Л. Николаев, Л. К. Николаев. – СПб.: ГИОРД, 2009. С.86-98.
2. Мачихин Ю.А., Мачихин С.А. Инженерная реология пищевых материалов. – М. Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 216 С.
3. Щербаков А.С. Вискозиметрия пшеничного теста. / Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Процессы и аппараты пищевых производств», 2012. - №2. [Электронный ресурс]: <http://www.processes.ihbt.ifmo.ru>