

Одним из рациональных путей решения данной проблемы является разработка высокоэффективной технологий производства хлебобулочных изделий антидиабетического действия с применением нетрадиционного растительного сырья. Для решения этого вопроса является целесообразным применение биотехнологических и электрофизических методов при производстве нетрадиционного растительного сырья, применяемых в хлебобулочных изделиях антидиабетического действия.

В работе впервые разработан способ приготовления нового хлебобулочного изделия с растительным сырьем, полученный биотехнологическим и электрофизическими методами. В лабораторных условиях проведены выпечки по изучению возможности использования экстракта топинамбура при производстве хлебобулочных продуктов.

*Поступила 09.06.2015г.*

**N E W S**  
**OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN**  
**SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES**  
**ISSN 2224-526X**  
Volume 4, Number 28 (2015), 77 – 86

## **EFFECT OF COMPONENT COMPOSITION ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF PRODUCT**

**D. A. Tlevlessova**

Almaty Technological University, Kazakhstan.  
E-mail: tlevlessova@gmail.com

**Keywords:** processed cheese, rheology, mathematical analysis, organoleptic.

**Abstract.** Structural and mechanical properties characterize the behavior of the product under the conditions of the state of stress and allow to link the stress, strain and strain rate during the application of force. The structure of the curd, in addition to sensory evaluation, affects a number of consumer properties. By varying the quantitative content of the mixture components is obtained, processed cheeses with desired consistency. Thus consider the ratio of the protein raw material, fat raw materials and water. The results of experimental studies of the mechanical properties of new types of processed cheese with a vegetable filling, local origin, are given. The dependence of the shear stress limit of the melting point, the proportion of plant raw material, the mass fraction of fat in the formulation, the ratio of dry matter and moisture processed cheese is determined. The results obtained by studies conclude that on the course of hydro and thermal processes in the development of processed cheese is essential not only to have the component composition of the cheese mixture, and melting point. The reliability of the experimental data was determined by mathematical statistics. The adequacy of the regression equations to experimental data was verified by the Fisher test ( $F_p$ ). Trustee error equation coefficients were calculated by Student's test  $t(p,f)$ .

УДК 664.8.034

## **ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРОДУКТА**

**Д. А. Тлевлесова**

Алматинский технологический университет, Казахстан

**Ключевые слова:** плавленые сыры, реология, математический анализ, органолептика.

**Аннотация.** Структурно-механические свойства характеризуют поведение продукта в условиях напряженного состояния и позволяют связать между собой напряжение, деформацию или скорость деформации в процессе приложения усилия. Структура сырной массы, помимо органолептической оценки влияет на целый

ряд потребительских свойств. Изменяя количественное содержание компонентов смеси, получают плавленые сыры с заданной консистенцией. При этом учитывают соотношение белкового сырья, жирового сырья и воды. В статье приведены результаты экспериментальных исследований механических свойств новых видов плавленых сыров с растительным наполнителем, местного происхождения. Определена зависимость предельного напряжения сдвига от температуры плавления, доли растительного сырья, массовой доли жира в рецептуре, соотношения влаги и сухих веществ плавленого сыра. Результаты полученных исследований позволяют сделать вывод о том, что на протекание гидромеханических и тепловых процессов при выработке плавленых сыров существенное значение оказывают не только компонентный состав сырной смеси, но и температура плавления. Достоверность экспериментальных данных определяли методом математической статистики. Адекватность уравнений регрессии экспериментальным данным проверяли по критерию Фишера( $F_p$ ). Доверительную ошибку коэффициентов уравнений рассчитывали по критерию Стьюдента  $t(p,f)$ .

**Введение.** В настоящее время разработаны технологии повышения вкусовых достоинств и биологической ценности плавленых сыров за счет использования разнообразных компонентов растительного происхождения: фруктовые и ягодные сиропы, овощные соки, быстрозамороженные овощи, картофельное пюре, грибы, соя и другие продукты [1]. Реологическое поведение является важным критерием для разработки методов анализа качественных (сенсорных) показателей чувствительности материала [2]. Как отметил М. Рейнер, задачей реологии является установление связи между реологическими свойствами сложной системы и ее составных частей [3].

От реологических характеристик сыра зависит тип применяемого упаковочного материала, способ упаковки в индивидуальную и групповую тару, внешний вид сыра, способность выдерживать механические нагрузки, потери при порционировании, производительность упаковочного и порционирующего оборудования [4]. Особое значение структурно-механические (реологические) характеристики приобретают при работе с плавлеными сырами.

Структура плавленого сыра в зависимости от массовой доли влаги, жира и температуры плавления может иметь вязко-пластичную или упругую консистенцию. Микроструктура готового плавленого сыра во многом зависит от способов предварительной обработки, вида соли-плавителя, от механического воздействия при плавлении сырной смеси. Консистенция плавленого сыра формируется при всех стадиях производства плавленого сыра:

1) При разработке рецептуры зависит: от выбора сырьевых сыров и их долевого участия, от компонентного состава сырной смеси, от содержания в рецептуре количества влаги и жира, от выбора соли-плавителя, от содержания наполнителей немолочного происхождения;

2) При плавлении зависит от: очередности закладки сырья, от механического воздействия и его интенсивности, от продолжительности плавления, от температуры плавления;

3) При охлаждении: при фасовке от продолжительности охлаждения и температуры фасовки, при хранении.

Во время плавления и охлаждения образуется коагуляционно-конденсационная структура, вследствие чего увеличивается прочность сырной массы. Большое влияние на реологические свойства оказывают формы связи влаги. Для коагуляционно-конденсационной структуры плавленых сыров присущи формы связи воды: химическая, физико-химическая, физико-механическая.

Во время охлаждения и хранения сыров отдельные виды связи могут взаимно трансформироваться и соотношение их меняется, вследствие чего меняются и реологические свойства плавленых сыров [5].

Особая роль в процессе плавления смеси компонентов отводится воде, которая создает необходимые условия для эффективного взаимодействия белковых молекул с солью-плавителем. В водной среде происходит ионизация соли-плавителя и дестабилизация белковых молекул, отчего существенно повышается их реакционная способность. В результате между белком и солью-плавителем протекает реакция ионного обмена: двухвалентный кальций, участвующий в построении четвертичной структуры белка, заменяется на одновалентные ионы натрия соли-плавителя, не способные выполнять роль связывающих «мостиков» между субмицеллами вмицеллах белка. Это становится причиной диспергирования мицелл белка спустя некоторое время после охлаждения полученного расплава в статических условиях формируется качественно новая структура продукта [6, 7].

Бакланов Р.В., в своих трудах определил зоны перехода одного вида плавленого сыра в другой в зависимости от содержания влаги в рецептуре сырной смеси [8]. И. Кайрюкштене и Н. П. Захарова изучали влияние содержания влаги в пределах от 54 до 62% и добавления сухого обезжиренного молока на консистенцию плавленого сыра 20-процентной жирности [9]. Н. В. Воробьева изучала особенности формирования плавленого сыра на основе творога, полученного кислотным способом из творога и овощного сырья [10].

С целью выявления зависимости между компонентным составом продукта и его консистенцией проведены эксперименты по изучению влияния соотношения влаги и жира, дозы растительного сырья и активной кислотности сыра.

**Методы исследования.** Объект исследования – плавленый сыр с растительным сырьем, местного происхождения. Исследования проводились с использованием ротационного вискозиметра «Реотест – 4N» по методике [11]. Обработка полученных данных велась с помощью программы MicrosoftExcel методом наименьших квадратов.

### Результаты исследования

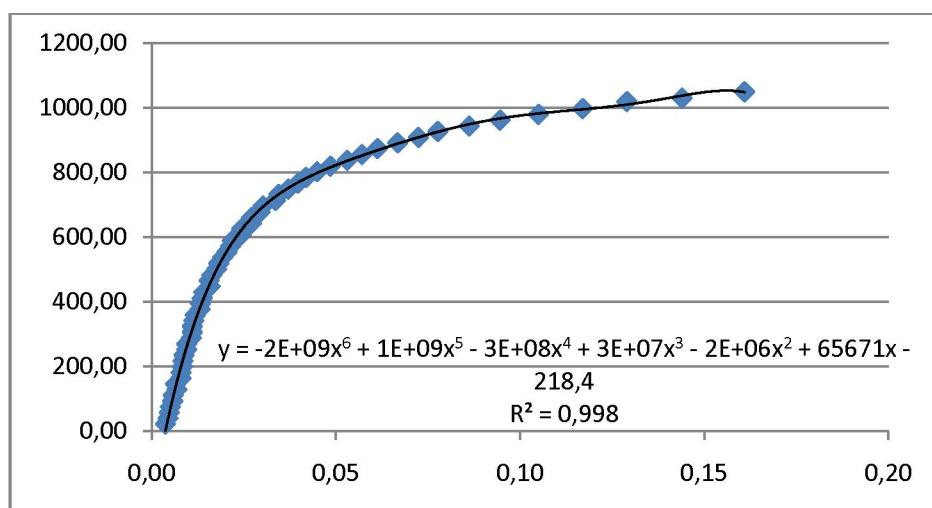


Рисунок 1 – Зависимость напряжение сдвига от скорости деформации при постоянной температуре 21°C

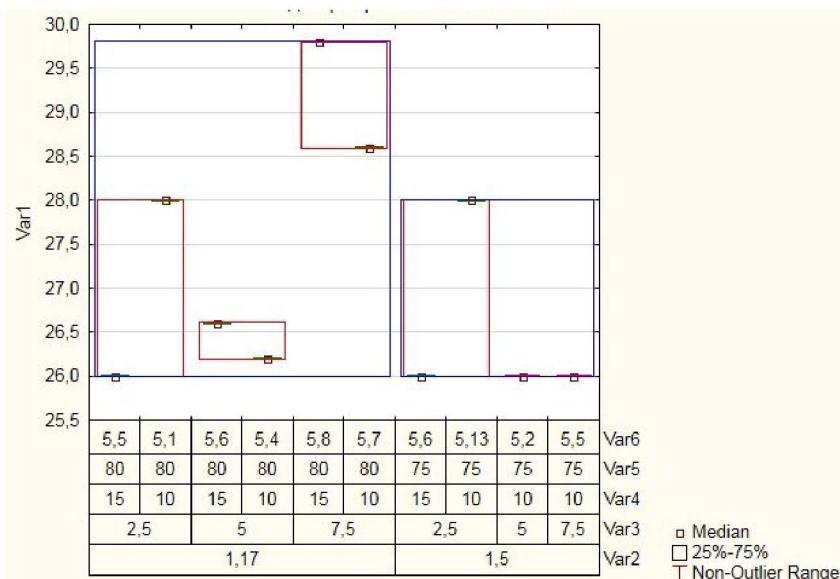


Рисунок 2 – Оптимумы в срезе баллов органолептического анализа

Данное течение показывает, что по реологическим свойствам наш продукт относится к псевдопластическим жидкостям [12].

Из рисунка 2 видно, что оптимумы в зависимости от органолептических оценок находятся при дозе растительного сырья 7,5%, при температуре плавления 80°C и при активной кислотности 5,7 и 5,8.

По результатам экспериментов наилучшим были выявлены образцы:

1. С соотношением В/СОВ 1,2 под номером 3, с массовой долей сухих веществ 45 % и массовой долей жира 20 %, так как данный образец получил самые высокие баллы, имел мягкую нежную консистенцию, однородную массу, приятный вкус и запах.

2. С соотношением В/СОВ 1,5 под номером 6, с массовой долей сухих веществ 40% и массовой долей жира 20 %, так как данный образец получил высокие баллы, имел мягкую слегка намазываемую консистенцию, приятный слегка сырно-чесночный вкус и аромат [13].

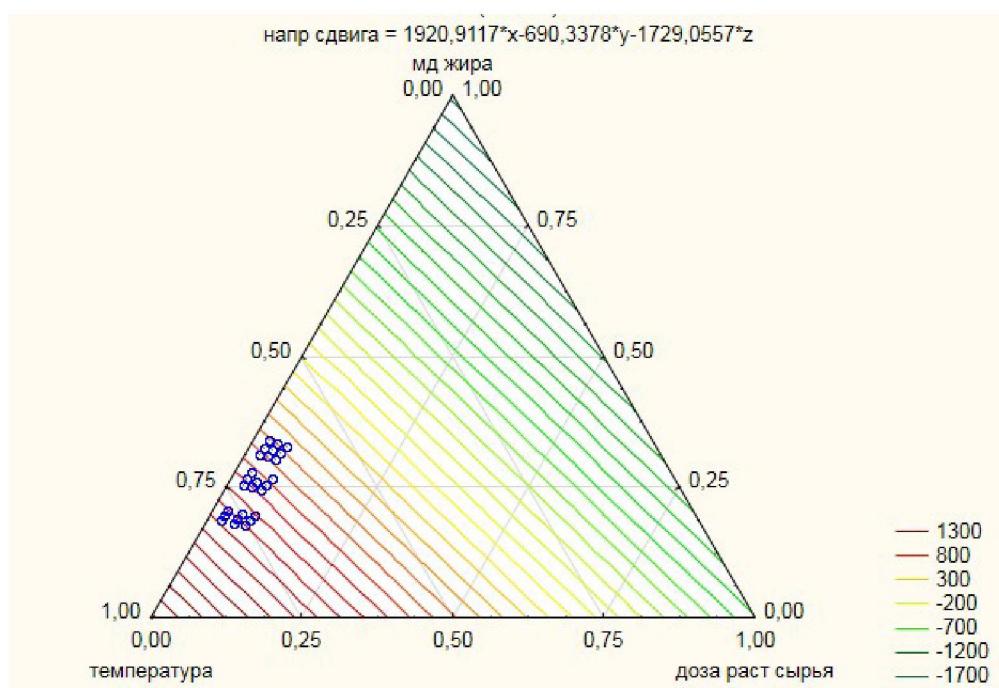


Рисунок 3 – Нахождение оптимумов в процентном соотношении

Рисунок 3 подтверждает верность зависимости текучести от дозы растительного сырья, температуры плавления и массовой доли жира.

Таблица 1 – Показатели органолептического анализа образцов плавленых сыров с растительным сырьем местного происхождения

	Образец							
	контроль	1	2	3	4	5	6	7
Вкус запах	15	15	14	14	15	15	15	14
Консистенция	8	9	7	9	8	7	8	8
Цвет на разрезе	2	2	2	2	2	2	2	2
Внешний вид	1	2	1	2	2	2	1	1
Общее впечатление	2	2	2	2	1	2	2	2
Итого	28	30	26	29	28	28	28	27

Таблица 2 – Матрица эксперимента

Y	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
1050	75	3	20	1.17
1052	80	3	20	1.17
1063	85	3	20	1.17
1258	75	5	20	1.17
1292	80	5	20	1.17
1290	85	5	20	1.17
1350	75	8	20	1.17
1350	80	8	20	1.17
1486	85	8	20	1.17
536	75	3	30	1.5
538	80	3	30	1.5
537	85	3	30	1.5
536	80	5	30	1.5
538	85	5	30	1.5
537	75	8	30	1.5
538	80	8	30	1.5
536	85	8	30	1.5
1250	75	3	40	1.17
1262	80	3	40	1.17
1278	85	3	40	1.17
536	75	5	40	1.5
537	80	5	40	1.5
538	85	5	40	1.5
550	75	8	40	1.5
568	80	8	40	1.5
573	85	8	40	1.5

у – напряжение сдвига, X<sub>1</sub> – температура плавления, X<sub>2</sub> – доза растительного сырья, X<sub>3</sub> – массовая доля жира в плавленом сыре, X<sub>4</sub> соотношение влаги к сухому веществу.

Уравнение регрессии (оценка уравнения регрессии)

$$Y = 3505.09 + 3.1X_1 + 25.91X_2 + 2.53X_3 - 2299.87X_4$$

**Матрица парных коэффициентов корреляции R.** Число наблюдений n = 26. Число независимых переменных в модели равно 4, а число регрессоров с учетом единичного вектора равно числу неизвестных коэффициентов. С учетом признака Y, размерность матрицы становится равным 6. Матрица, независимых переменных X имеет размерность (26 x 6).

Парные коэффициенты корреляции.

$$r_{xy} = \frac{\overline{x \cdot y} - \overline{x} \cdot \overline{y}}{s(x) \cdot s(y)}$$

$$r_{yx1} = \frac{69622.31 - 80.19 \cdot 868.42}{4.04 \cdot 362.37} = -0.0127$$

$$r_{yx2} = \frac{4547.19 - 5.35 \cdot 868.42}{2.09 \cdot 362.37} = -0.126$$

$$r_{yx3} = \frac{24476.15 - 30 \cdot 868.42}{8.32 \cdot 362.37} = -0.523$$

$$r_{yx4} = \frac{1112.49 - 1.35 \cdot 868.42}{0.16 \cdot 362.37} = -0.971$$

$$r_{x1x2} = \frac{428.65 - 5.35 \cdot 80.19}{2.09 \cdot 4.04} = -0.00788$$

$$r_{x1x3} = \frac{2405.77 - 30 \cdot 80.19}{8.32 \cdot 4.04} = -0$$

$$r_{x1x4} = \frac{108.1 - 1.35 \cdot 80.19}{0.16 \cdot 4.04} = 0.0441$$

$$r_{x2x3} = \frac{160.38 - 30 \cdot 5.35}{8.32 \cdot 2.09} = 0$$

$$r_{x2x4} = \frac{7.3 - 1.35 \cdot 5.35}{0.16 \cdot 2.09} = 0.264$$

$$r_{x3x4} = \frac{41.19 - 1.35 \cdot 30}{0.16 \cdot 8.32} = 0.556$$

В нашем случае все парные коэффициенты корреляции  $|r| < 0.7$ , что говорит об отсутствии мультиколлинеарности факторов  
Средняя ошибка аппроксимации

$$A = \frac{\sum |\varepsilon : Y|}{n} 100\% = \frac{1.799}{26} 100\% = 6.92\%$$

**Частные коэффициенты эластичности.** С целью расширения возможностей содержательного анализа модели регрессии используются частные коэффициенты эластичности, которые определяются по формуле:

$$E_i = b_i \frac{\bar{x}_i}{y}$$

Частный коэффициент эластичности показывает, насколько процентов в среднем изменяется признак-результат ус увеличением признака-фактора  $x_j$  на 1% от своего среднего уровня при фиксированном положении других факторов модели.

$$E_1 = 3.1 \frac{80.19}{868.42} = 0.29$$

Частный коэффициент эластичности  $|E_1| < 1$ . Следовательно, его влияние на результативный признак Y незначительно.

$$E_2 = 25.91 \frac{5.35}{868.42} = 0.16$$

Частный коэффициент эластичности  $|E_2| < 1$ . Следовательно, его влияние на результативный признак Y незначительно.

$$E_3 = 2.53 \frac{30}{868.42} = 0.0872$$

Частный коэффициент эластичности  $|E_3| < 1$ . Следовательно, его влияние на результативный признак Y незначительно.

$$E_4 = -2299.87 \frac{1.35}{868.42} = -3.57$$

Частные коэффициент эластичности  $|E_i| > 1$ . Следовательно, он существенно влияет на результативный признак Y.

Сравнительная оценка влияния анализируемых факторов на результативный признак производится:

– средним коэффициентом эластичности, показывающим на сколько процентов среднем по совокупности изменится результат у от своей средней величины при изменении фактора  $x_i$  на 1% от своего среднего значения;

–  $\beta$ -коэффициенты, показывающие, что, если величина фактора изменится на одно среднеквадратическое отклонение  $S_{xi}$ , то значение результативного признака изменится в среднем на  $\beta$  своего среднеквадратического отклонения;

– долю каждого фактора в общей вариации результативного признака определяют коэффициенты раздельной детерминации (отдельного определения):  $d_i^2 = r_{yxi}\beta_i$ .

$$d_1^2 = -0.0127 \cdot 0.0345 = -0.000438$$

$$d_2^2 = -0.13 \cdot 0.15 = -0.0189$$

$$d_3^2 = -0.52 \cdot 0.058 = -0.0303$$

$$d_4^2 = -0.97 \cdot (-1.044) = 1.01$$

При этом должно выполняться равенство:

$$\sum d_i^2 = R^2 = 0.96$$

#### Коэффициент детерминации.

$$R^2 = 0.982^2 = 0.964$$

**Проверка общего качества уравнения множественной регрессии.** Оценка значимости уравнения множественной регрессии осуществляется путем проверки гипотезы о равенстве нулю коэффициент детерминации рассчитанного по данным генеральной совокупности:  $R^2$  или  $b_1 = b_2 = \dots = b_m = 0$  (гипотеза о незначимости уравнения регрессии, рассчитанного по данным генеральной совокупности).

Для ее проверки используют F-критерий Фишера.

При этом вычисляют фактическое (наблюдаемое) значение F-критерия, через коэффициент детерминации  $R^2$ , рассчитанный по данным конкретного наблюдения.

По таблицам распределения Фишера-Сnedоккора находят критическое значение F-критерия ( $F_{кр}$ ). Для этого задаются уровнем значимости  $\alpha$  (обычно его берут равным 0,05) и двумя числами степеней свободы  $k_1=m$  и  $k_2=n-m-1$ .

#### 2) F-статистика. Критерий Фишера.

$$R^2 = 1 - \frac{s_e^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{122746.02}{3414120.35} = 0.964$$

Чем ближе этот коэффициент к единице, тем больше уравнение регрессии объясняет поведение Y.

Более объективной оценкой является скорректированный коэффициент детерминации:

$$\overline{R}^2 = 1 - (1 - 0.964) \frac{26-1}{26-4-1} = 0.957$$

Добавление в модель новых объясняющих переменных осуществляется до тех пор, пока растет скорректированный коэффициент детерминации.

Проверим гипотезу об общей значимости - гипотезу об одновременном равенстве нулю всех коэффициентов регрессии при объясняющих переменных:

$$H_0: R^2 = 0; \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0.$$

$$H_1: R^2 \neq 0.$$

Проверка этой гипотезы осуществляется с помощью F-статистики распределения Фишера (правосторонняя проверка). [14]

Если  $F < F_{kp} = F_{\alpha ; n-m-1}$ , то нет оснований для отклонения гипотезы  $H_0$ .

$$F = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{(n - m - 1)}{m} = \frac{0.964}{1 - 0.964} \cdot \frac{26 - 4 - 1}{4} = 140.99$$

Табличное значение при степенях свободы  $k_1 = 4$  и  $k_2 = n-m-1 = 26 - 4 - 1 = 21$ ,  $F_{kp}(4;21) = 2.87$ . Отметим значения на числовой оси.

Принятие $H_0$	Отклонение $H_0$ , принятие $H_1$
95%	5%
2.87	140.99

Поскольку фактическое значение  $F > F_{kp}$ , то коэффициент детерминации статистически значим и уравнение регрессии статистически надежно

### **Обсуждение результатов**

Баркан С. М. при изучении плавленых сыров сделал вывод, что на консистенцию плавленых сыров большое влияние оказывает содержание влаги и жира в рецептуре [15].

По мнению Hong Y.H. [16] увеличение влагосодержания в плавленом сыре связано с увеличением активности воды, что приводит к снижению плотности (твёрдости) продукта. Японскими исследователями установлено, что содержание влаги в плавленом сыре зависит от pH исходного сыра – сырья. Так, из пяти видов исследованных сыров с pH в интервале от 5,1 до 5,7 наибольшим содержанием влаги отличался плавленый сыр, приготовленный из сыра с РН = 5,5. [17] Так Захаровой Н.П., Лепилкиной О.В. и др. [18] было установлено, что эффект пластификации больше проявляется в случае использования растительных масел, что является следствием преобладания в их составе непредельных жирных кислот. Консистенция плавленого сыра зависит также от дисперсности жировой фазы. Как известно [19], жир в структуре плавленого сыра распределен в виде крупных и мелких частиц округлой формы, удерживаемых белковым каркасом. Размеры жировых частиц превышают размеры мицелл и субмицелл казеина на 2 – 3 порядка и могут достигать 60 мкм. Встречаются и мелкие частицы размером около 1 мкм. Как считает M. Johnson [20], крупные жировые капли способны снижать прочность казеинового каркаса, ослабляя взаимодействие между белковыми частицами.

Данный эксперимент показал, что выбранное нами растительное сырье местного происхождения, улучшает реологические свойства плавленого сыра, так как в зависимости от минимальной скорости деформации, меняется напряжение сдвига, что говорит о нежности полученного продукта. По органолептическим показателям выявлено, что оптимумы находятся при дозе растительного сырья 7,5%, при температуре плавления 80°C и при активной кислотности 5,7 и 5,8. Из таблицы 1 видно, что новые виды плавленых сыров не уступают по органолептическим показателем контрольному образцу.

**Выводы.** Исследования показали, что с увеличением содержания влаги в сыре его модули упругости и эластичности поникаются в большей степени, чем величина вязкости. Отсюда следует, что влага оказывает большее влияние на силы взаимодействия между звенями гелевой структурной сетки сыра, чем на силы, действующие между отдельными частицами в этих звеньях. Поэтому при повышении содержания влаги в сыре, прежде всего, ослабляется взаимодействие звеньев друг с другом, вследствие чего наблюдается повышение выраженности эластических свойств продукта по сравнению с его пластическими и прочностными свойствами.

Следовательно, влага сыра с растворенными в ней веществами является не только пластификатором, но и эластификатором структуры сыра.

Поведение плавленого сыра с растительным сырьем местного происхождения при вискосимметрическом течении можно описать с помощью степенного уравнения Оствальда Де Виля. Это – реологическая модель псевдо пластической жидкости, в которой динамическая вязкость материала не определена.

Добавленное нами растительное сырье влияет на вкус, запах, цвет, пластичность, придает глянец и нежность готовому продукту. В данный момент исследуется влияние данного растительного сырья на сроки хранения плавленого сыра.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Внукова, Е.О. Разработка и оценка потребительских свойств плавленых сыров, обогащенных белково-томатно-масляной пастой: автореф. дисс.канд. техн. наук: 05.18.15 – Товароведение пищевых продуктов и технология продуктов общественного питания; Е.О. Внукова / КубГТУ. – Краснодар, 2006. 24 с
- [2] Система научного и инженерного обеспечения пищевых и перерабатывающих отраслей АПК России /А.Н. Богатырев, В.А. Панфилов и др. – М.: Пищевая промышленность, 1995. – 528с.
- [3] Рейнер, М. Реология; пер.с англ / М. Рейнер; Под ред. Э.И. Григолюка. – М.: Наука, 1965. –224 с.
- [4] Захарова Н.П. Научное обеспечение, производственная и сырьевая база увеличения выпуска плавленых сыров в России // Сборник материалов III научно-практической конференции «Развитие масложировой, маслодельной и сыродельной промышленности». 7-10 июня 2005 года. М.: Издательский комплекс МГУПП, 2005, С. 26-28.
- [5] Лепилкина, О. В. Пищевая ценность сырных продуктов с растительными жирами / О. В. Лепилкина // Сыроделие и маслоделие. –2010. – № 4. – С. 20–21.
- [6] Захарова, Н.П. Физико-химические основы процесса производства плавленых сыров: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.18.04 / Захарова Надежда Павловна. – М., 1992. - 43 с.
- [7] Захарова, Н.П. Структурообразование в плавленых сырах / Н.П. Захарова, О.В. Лепилкина, Т.М. Коновалова, Г.Б. Бухарина // Сыроделие и маслоделие. – 2002. - №2.- с.27.
- [8] Бакланов, Р.В. Статистическая оценка устойчивости свойств плавленых сыров в процессе их производства / Р.В. Бакланов, Н.П. Захарова, И.Т. // Сборник научн. тр. «Развитие идей академика Липатова Н.Н. на рубеже столетий научные и практические аспекты переработки молока». – М.- 2003. – с.8-14.
- [9] КайрюкитенЕ., Захарова Н.П. Исследования консистенции низкожирных плавленых сыров // XXI международный молочный конгресс.- М., 1982.- Т.1.- С.370-371
- [10] Н.Воробьева Н.В. Исследование и разработка технологии плавленых сыров из творога и овощного сырья: Автореф. дисс. канд. техн. наук.- Кемерово, 2004.- 18 с.
- [11] Кузнецов, О. А. Реология пищевых масс : учебное пособие / О. А. Кузнецов, Е. В. Волопчин, Р. Ф. Сагитов. – Оренбург : ГОУ ОГУ, 2005. – 106 с.
- [12] Горбатов А.В. Реология мясных молочных продуктов. – М.: Изд. "Пищевая промышленность", 1979. – 384 с.
- [13] Вержбицкий В.М. Основы численных методов.-М.:Высшая школа, 2002.840 с.
- [14] Алимарданова М.К.Формирование потребительских свойств у новых видов плавленых сыров с помощью математического моделирования./Алимарданова М.К., Тлевлесова Д.А. и др//Вестник КазНТУ.-2015.-№2.-С. 360-36.
- [15] Баркан, С.М. Плавленые сыры / С.М. Баркан, М.Ф. Кулешова. – М. : Пищевая промышленность, 1967.– 283 с.
- [16] Hong, Y.H. Influencesof ingrediens and melting temperatures on the physicochemical properties of process cheese / Y.H. Hong // Korean J. of food science technology. -1989, v.21. - №5. –р. 710-713.
- [17] Tatsumi, K. Влияние температуры тепловой обработки и величины pH на эмульгирование сыра безэмульгирующих солей/ K. Tatsumi, T. Nishiya et al. // J. Jaap. soc. food science and technologi.- 1989, v.36. - №12.-р.1000-1002.
- [18] Захарова, Н.П., Лепилкина О.В., Стаковская Н.В., Кононова Е.В. Влияние жировых компонентов сырья на реологические свойства плавленого сыра / Н.П. Захарова, О.В. Лепилкина, Н.В. Стаковская, Е.В. Кононова // Тез.докл. научн.-технич. конф. «Научные основы прогрессивных технологий хранения и переработки с.-х. продукции для создания продуктов питания человека». - Углич, 1995 – с. 370-371.
- [19] Тиняков, Г.Г. Микроструктура молока и молочных продуктов / Г.Г. Тиняков, В.Г. Тиняков. - М.: Пищевая промышленность, 1972. - 256 с.,
- [20] Johnson, M. The Melt and Stretch of Cheese / Mark Johnson //A Technical Resourse for Dairy Manufacturers. - 2000, v. 12. - № 1. – Режимдоступа: www.cdr.wisc.edu/pdf/winter2000.pdf. Датаобращения 12.01.2011.

## REFERENCES

- [1] Vnukova E.O. Development and evaluation of consumer properties of processed cheese, protein-enriched tomato paste oil: Author. diss. cand. eng.: 05.18.15 - Commodity research of foodstuff and technology of products of public catering: E.O. Vnukova KubGTU. Krasnodar, **2006**. 24 p. (in Russ.).
- [2] The system of scientific and engineering food processing and agricultural industries of Russia / A.N. Bogatyrev, V.A. Panfilov and others. - M .: Food Industry, **1995**. 528p.(in Russ.).
- [3] Rejner M. Rheology; tran. From Eng. M. Rejner, Ed. E'I. Grigolyuk. M.: Nauka, **1965**.224 p.(in Russ.).
- [4] ZaharovaN.P. Scientific support, production and resource base increase the output of processed cheese in Russia // Collection of Materials III scientific-practical conference "Development of oil and fat, dairy and cheese-making industry." 7-10 June 2005. M.: Izdatel'skijkompleks MGUPP, **2005**, p. 26-28.(in Russ.).

- [5] Lepilkina O. V. Nutritional value of cheese products with vegetable fats // cheese and butter. **2010**. № 4. P. 20–21.(in Russ.).
- [6] Zaharova N.P. Physico-chemical basis of the production process of processed cheese: Author. Dis. dr. eng.: 05.18.04. M., **1992**.43 p.(in Russ.).
- [7] Zaharova N.P. Pattern formation in processed cheese / cheese and butter. **2002**. - №2.- p.27.(in Russ.).
- [8] Baklanov R.V. Statistical evaluation of the stability properties of processed cheese in the process of production // Collection of scientific. tr. "The development of the ideas of Academician N.N. Lipatov at the turn of the century scientific and practical aspects of milk processing ".M.**2003**. p.8-14.(in Russ.).
- [9] Kajrykshtene., Zaharova N.P. Research consistency low-fat processed cheese // XXI International Dairy Congress. M., **1982**.V.1. p.370-371(in Russ.).
- [10] Vorob'eva N.V. Research and development of technology of processed cheese curd and vegetable raw materials: Autoref. diss. cand. eng.Kemerovo, **2004**.18 p.(in Russ.).
- [11] Kuznecov O. A. Rheology of food masses: a tutorial. O. A. Kuznecov, E. V. Voloshin, R. F. Sagitov.*Orenburg : GOU OGU*, **2005**. 106 p.(in Russ.).
- [12] Gorbatov A.V.Rheology meat dairy products. - M.: Publishing House. "Food Industry", **1979**.384 p.(in Russ.).
- [13] Verzhbickij V.M.Basics of numerical methods.-M.:*Vysshayashkola*, **2002**.840 p.(in Russ.).
- [14] Alimardanova M.K.Formation of consumer properties of the new types of processed cheese with the help of mathematical modeling.*VestnikKazNTU*.**2015**.№2. p. 360-36.(in Russ.).
- [15] Barkan S.M. Cream cheese / SM Barkan, MF Kuleshov. - M.: Food Industry, **1967**.283 p.(in Russ.).
- [16] Hong, Y.H. Influences of ingrediens and melting temperatures on the physicochemical properties of process cheese. Y.H. Hong.*Korean J. of food science tehnology*. **1989**, v.21.№5.r. 710-713.
- [17] Tatsumi, K. Effect of heat treatment temperature and pH on the emulsification of cheese without emulsifying salts. K. Tatsumi, T. Nishiya et al. J. Jaap. soc. food science and technologi.**1989**, v.36. №12.p.1000-1002.(in Russ.).
- [18] Zaharova, N.P., Lepilkina O.V., Stahovskaya N.V., Kononova E.V. Effect of fat feed components on the rheological properties of processed cheese.Thes.reports. scienc.-tech. Conf. "Scientific basis of progressive technologies of storage and processing of agricultural products for the creation of human food ".Uglich, **1995**,p. 370-371.(in Russ.).
- [19] Tinyakov, G.G. Microstructure of milk and milk products / GG Tinyakov, VG Tinyakov. - M.: Food Industry, **1972**. 256 p.(in Russ.).
- [20] Johnson, M. The Melt and Stretch of Cheese.Mark Johnson .A Technical Resourse for Dairy Manufacturers.**2000**, v. 12.№ 1.[www.cdr.wisc.edu.pdf.winter](http://www.cdr.wisc.edu.pdf.winter). **2000**.pdf.12.01.2011.

## **ӨНІМНІҢ КОМПОНЕНТТИК ҚҰРАМЫНЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРГЕ ӘСЕРІН АНЫҚТАУ**

Д. А. Тлевлесова

Алматы технологиялық университеті, Қазақстан

**Тірек сөздер:** өндөлген ірімшік, реологиялық қасиеттер, математикалық талдау, органолептика.

**Аннотация.** Құрылымдық және механикалық қасиеттер – стресс жағдайында және деформация жылдамдығын, кернеуді өзара байланыстыруға мүмкіндік береді. Сыр массасының құрылымы сенсорлық бағалау қосымша тұтынушылық қасиеттеріне бірқатар әсер етеді. Құрамын өзгерте отырып сырдың алынған қажетті консистенциясы бар ірімшік өндөуге мүмкіндік береді. Құрамын өзгерту барысында өнімнің ақуызы шикізат, май шикізат және су байланысын ескеру қажет. Жергілікті есімдік қосылған балқытылған сырдың жаңа түрлерінің механикалық қасиеттерін эксперименттік зерттеу нәтижелері макалада көрсетілген. Балқытылған сырдың ылғал, май, балқыту температурасы, құрғақ заттары қатынасын, есімдік шикізаттың үлесі жылжу шекті кернеуі тәуелділігі анықталынған. Алынған зерттеулердің нәтижесінде, гидромеханикалық және жылу процестерінің агуына балқытылған сырды өндіру кезінде сырдың құрамынан басқа оны балқыту температурасы да маңызды рөл атқаратыны көрсетілген. Эксперименталді деректердің анықтығын математикалық статистика көмегімен көрсетілген. Эксперименталді деректердің регрессия тендеулерінің дұрыстығын ( $F_p$ ) Фишердің белгісі бойынша тексерілді. Тендеулердің коэффициенттерін сенімгерлік катесін  $t(p,f)$  Стюдент белгісі бойынша есептелді.

Поступила 09.06.2015г.