

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



**ШӘКӘРІМ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
Х А Б А Р Ш Ы С Ы
ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАР
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛ**

**В Е С Т Н И К
УНИВЕРСИТЕТА ШАКАРИМА
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ**

**B U L L E T I N
OF SHAKARIM UNIVERSITY
TECHNICAL SCIENCES
SCIENTIFIC JOURNAL**

№ 1 (13) 2024

Семей, 2024

Ғылыми журнал
«Шәкәрім Университетінің Хабаршысы»
Техникалық ғылымдар сериясы»

№ 1 (13) 2024

Меншік иесі:

«Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

1997 жылдан бастап шығарылады
Кезеңділігі: тоқсан сайын (жылына 4 рет)

Журнал Қазақстан Республикасы Ақпарат және қоғамдық даму министрлігінің
Ақпарат комитетінде тіркелген
Есепке қою туралы куәлік № KZ93VPY00033663 19.03.2021 ж.

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА

Бас редактор – Есимбеков Жанибек Серикбекович, PhD (Қазақстан, Семей қ.)

Амирханов Кумарбек Жунусбекович – техника ғылымдарының докторы, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ профессоры (Қазақстан, Семей қ.)

Виелеба Войтек – техника ғылымдарының докторы, Вроцлав ғылым және технология университетінің профессоры (Польша, Вроцлав қ.)

Дворцевой Александр Игоревич – техника ғылымдарының кандидаты, Новосібір мемлекеттік техникалық университетінің доценті (Ресей, Новосібір қ.)

Какимов Айтбек Калиевич – техника ғылымдарының докторы, «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» КЕАҚ профессоры (Қазақстан, Семей қ.)

Лобасенко Борис Анатольевич – техника ғылымдарының докторы, «Кемерово мемлекеттік университетінің» профессоры, Жоғары білім берудің федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесі (Ресей, Кемерово қ.)

Майоров Александр Альбертович – техника ғылымдарының докторы, федералдық Алтай агробιοтехнологиялық ғылыми орталығының профессоры (Сібір ірімшік өндіру саласындағы ғылыми зерттеу институты) (Ресей, Барнаул қ.)

Ребезов Максим Борисович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, Оңтүстік-Орал мемлекеттік университетінің профессоры (Ресей, Челябині қ.)

Узаков Ясин Маликович – техника ғылымдарының докторы, Алматы технологиялық университетінің профессоры, (Қазақстан, Алматы қ.)

Хуторянский Виталий Викторович – профессор, Реддинг университеті (Ұлыбритания, Реддинг қ.)

Чоманов Уришбай Чоманович – техника ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА академигі, Қазақ қайта өңдеу және тамақ өнеркәсібі ҒЗИ (Қазақстан, Алматы қ.)

Драгоев Стефан Георгиев – техника ғылымдарының докторы, Тағамдық технологиялар университетінің профессоры, Болгар Ғылым академиясының корреспондент-мүшес (Болгария, Пловдив қ.)

Налок Дута – PhD, Вашингтон Университеті (АҚШ, Вашингтон)

Жазылу индексі: 76172

Редакция құрамы:

Евлампиева Е.П. – редактор

Семейская З.Т. – редактор

Редакцияның мекен-жайы:

071412, Абай облысы, Семей қ., Глинки к-сі, 20а,

каб.506 Байланыс телефоны: 8(7222)31-32-49

Электрондық пошта: rio@semgu.kz

Қолжазбалар қайтарылмайды. Авторлардың пікірлері редакцияның көзқарасымен сәйкес келмеуі мүмкін. Материалдарды басқа басылымдарда пайдалануға редакцияның жазбаша келісімімен ғана рұқсат етіледі. Ұсынылған материалдардың дұрыстығына автор жауапты болады. Журналға сілтеме міндетті.

© «Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғам, 2024

Научный журнал «Вестник Университета Шакарима. Серия технические науки»

№ 1 (13) 2024

Собственник:

Некоммерческое акционерное общество «Университет имени Шакарима города Семей»

Издается с 1997 года

Периодичность: ежеквартально (4 раза в год)

Журнал зарегистрирован в Комитете информации Министерства информации
и общественного развития Республики Казахстан

Свидетельство о постановке на учет № KZ93VPY00033663 от 19.03.2021 г.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – Есимбеков Жанибек Серикбекович, PhD (Казахстан, г. Семей)

Амирханов Кумарбек Жунусбекович – доктор технических наук, профессор, НАО «Университет имени Шакарима города Семей» (Казахстан, г. Семей)

Виелеба Войтек – доктор технических наук, профессор, Вроцлавский университет науки и технологии (Польша, г. Вроцлав)

Дворцовой Александр Игоревич – кандидат технических наук, доцент, Новосибирский государственный технический университет (Россия, г. Новосибирск)

Какимов Айтбек Калиевич – доктор технических наук, профессор, НАО «Университет имени Шакарима города Семей» (Казахстан, г. Семей)

Лобасенко Борис Анатольевич – доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кемеровский государственный университет» (Россия, г. Кемерово)

Майоров Александр Альбертович – доктор технических наук, профессор, Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий (отдел Сибирского научно-исследовательского института сыроделия) (Россия, г. Барнаул)

Ребезов Максим Борисович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Южно-Уральский государственный университет (Россия, г. Челябинск)

Узаков Ясин Маликович – доктор технических наук, профессор, Алматинский технологический университет (Казахстан, г. Алматы)

Хуторянский Виталий Викторович – профессор, Университет Рединга (Великобритания, г. Рединг)

Чоманов Уришбай Чоманович – доктор технических наук, профессор, академик НАН РК, Казахский НИИ перерабатывающей и пищевой промышленности (Казахстан, г. Алматы)

Драгоев Стефан Георгиев – доктор технических наук, профессор, Университет пищевых технологий, член-корреспондент Болгарской Академии наук (Болгария, г. Пловдив)

Налок Дута – PhD, Университет штата Вашингтон (США, Вашингтон)

Подписной индекс: 76172

Технические редакторы:

Евламбиева Е.П.
Семейская З.Т.

Адрес редакции:

071412, область Абай, г. Семей, ул. Глинки, 20А,
каб. 506
Контакты: телефон: 8(7222)31-32-49
Электронная почта: rio@semgu.kz

Рукописи не возвращаются. Мнения авторов могут не совпадать с точкой зрения редакции. Использование материалов в других изданиях допускается только с письменного согласия редакции. За достоверность представленных материалов ответственность несет автор. Ссылка на журнал обязательна.

© Некоммерческое акционерное общество «Университет имени Шакарима города Семей», 2024



**Z.V. Kapshakbayeva^{1*}, Zh. Kalibekkyzy², A.A. Mayorov³, Sh.K. Zhakupbekova²,
Sh.T. Kyrykbaeva⁴**

¹Toraighyrov universitet,

140008, Republic of Kazakhstan, Pavlodar, Lomov Street, 64

²Shakarim University of Semey,

071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinka Street

³Siberian research Institute of cheese making,
656016, Russian Federation, Barnaul, 66 Sovetskaya Armiya str.

⁴Alikhan Bokeikhan University

071400, Republic of Kazakhstan, Semey, ul. Mangilik EI, 11

*e-mail: z.k.87@mail.ru

RESEARCH OF CHANGES IN THE STRUCTURAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF SEMI-HARD CHEESE DURING DEFROSTING

Abstract: *The article presents the results of a study of the structural and mechanical properties of semi-hard cheese produced by coagulation of goat's milk with enzyme preparations of plant and animal origin. Data on the structural and mechanical properties of a freshly processed sample of cheese type halloumi and a sample subjected to low-temperature storage were obtained, and the relaxation coefficient characterizing the plastic-elastic properties of the cheese mass was calculated. The structural and mechanical properties of cheese produced using an animal-derived enzyme preparation had better indicators than those produced using a vegetable-derived enzyme preparation. Scientific research was carried out on the basis of Siberian Scientific Research Institute of Cheese Making (Barnaul, Russia). According to study, based on the experimental method, an objective indicator of the consistency of cheese was calculated-the relaxation coefficient, which fully reflects the most important rheological properties. Thus, it was found that the relaxation coefficient of defrosted cheese produced with the help of the SG-50 enzyme had better indicators and amounted to $K_{relax}=93.709$ N/s, while for cheese produced with the help of the Renin enzyme, the relaxation coefficient was $K_{relax}=89.91$ N/s. The results are of practical significance, as they allow to adjust the technological modes of cheese production and evaluate the influence of various factors on the formation of cheese consistency.*

Key words: *cheese, defrosting, relaxation coefficient, rheological properties, quality.*

Introduction

Consistency in many cases is one of the characteristics involved in assessing the quality and properties of raw materials and finished foods. Such an indicator, in addition to organoleptic properties such as hardness, viscosity, evaluated during tasting, in some cases characterizes resistance to mechanical influences during storage and transportation. Scientists from all over the world are interested in studying the qualitative characteristics of frozen cheese [1-4].

The key point in the development of cheese was the high quality of the finished product. When evaluating the quality of cheese, one of the main characteristics is the consistency, which is evaluated organoleptically, which is not always an objective assessment [5,6].

Previously, we developed the technology of semi-hard halloumi cheese of the European brand. Optimal doses of enzyme preparations of various nature and origin were determined experimentally using special experimental devices developed at the Siberian research Institute of cheese making. Since this type of cheese is subjected to low-temperature storage, the task was to investigate changes in structural and mechanical properties during its defrosting [7].

Based on the study of the rheological characteristics of the product, the initial requirements for the conditions of packaging, storage and transportation, for containers intended for these operations are formulated. Data on the structural and mechanical properties of the product are necessary when designing and selecting equipment for processing. In technological processes,

adhesion processes play an important role, characterizing the ability of the product to adhere to the working organs of the apparatus [4].

To evaluate this characteristics, various devices are used, the operation of which is based on the interaction of an indenter with a product. Various penetrometers, defometers, and adhesiometers are widely known to measure any characteristic [8].

The most common devices used in research are penetrometers and defometers. The work of the penetrometers is based on measuring the depth of penetration of the cone (indenter) deep into the product at constant load. Defometers measure the amount of deformation at a given load value. They are used to measure elasticity and plasticity.

Penetrometers are used to measure the consistency of products and materials. The penetration index (the depth of immersion of the cone into the product under study) characterizes the complex of product properties. Hardness is considered the main indicator of penetration, although it is influenced by a set of properties, including friction of the indenter surface on the product, plastic properties, connectivity and adhesion. Nevertheless, such a generalizing indicator is objective, reproducible and quite easily implemented in practice[9].

Research methods

To conduct research on the influence of various factors on the structural and mechanical characteristics of the product, a device was developed and constructed at the Siberian Research Institute of Cheese Making, the main purpose of which is to measure deformation under variable load. The design of the device is simple and consists of a support table on which the test sample of the product is installed (Figure 1).

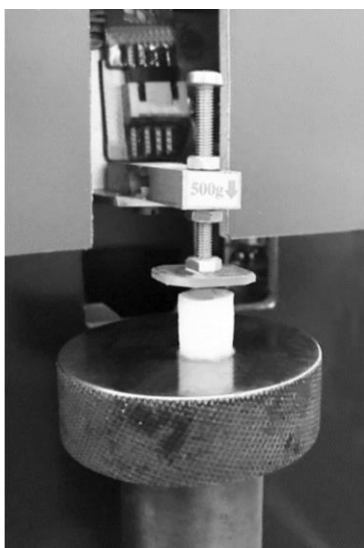


Figure 1 – Device for measuring the structural and mechanical characteristics of the product

To obtain an objective instrumental assessment of the consistency of the cheese mass, a method has been developed and a device has been manufactured that allows obtaining data on the hardness and plastic-elastic properties of the cheese mass. The rheological characteristics of cheese were determined using a device for measuring the relaxation of the cheese mass developed at the Siberian research Institute of cheese making. This device, unlike previously used ones, directly measures the change in the compression stress in the sample with a special strain gauge, while typical defometers measure the change in linear dimensions in the absence of load. In addition, the device displays data on the dynamics of the relaxation process, which allows to evaluate the elastic and relaxation properties of samples [10].

The method for determining the relaxation of the cheese mass is based on measuring the impact force of a pre-compressed cheese sample on the indenter. Preparation of samples for analysis was carried out as follows: a special sampler was used to cut out a blank with a diameter of 10 mm and a length of 15-20 mm. The samples were a fresh and frozen cheese type halloumi produced by coagulation with animal origin «SG-50» and microbial origin «Renin» enzymes.

The resulting sample is cut off from the ends using special calibers (conductors), first with a 12 mm caliber, and then with a 10 mm caliber. As a result, a prepared sample of cheese is obtained in the form of a cylinder with a height of 10 mm and a diameter of 10 mm. The resulting cheese sample, which is subject to relaxation measurement, is thermostated to a temperature of $(20\pm 0.5)^\circ\text{C}$. After temperature control, the cheese sample is placed on an adjustable table in its central part under the indenter and subjected to compression. The force generated by the movement of the indenter is recorded via an analog-to-digital converter and sent to the USB input of the computer, where it is recorded in the form of a graph or table. Data processing and control of the measurement process is carried out using a special program.

Research results

The results of relaxation of the cheese mass produced by coagulation of «SG-50» and «Renin» are shown in figure 2. It should be noted that, studies of structural and mechanical properties were carried out with fivefold repetition under the same conditions and the average value of the results was determined.

According to the deformation graph, during the indenter movement during compression of the cheese sample and its deformation, the load increases until it reaches the point (A) where the indenter position is fixed. After stopping the indenter, there is a smooth decrease in the force (point B) of the impact of the cheese mass on the indenter, which records the impact force and transmits data for processing and writing to the memory of the microprocessor.

The stress relaxation process continues until 28 seconds have elapsed since the start of the indenter movement. Thus, the duration of relaxation was 16.91 s (27.6-10.69). The relaxation coefficient is calculated using the formula (1):

$$K_{\text{relax}} = T_{\text{relax}} / (Q_1 - Q_2) \quad (1)$$

where Q_1 – initial force on the indenter, N;
 Q_2 – indenter force at the end of measurement, N;;
 T_{relax} – time of relaxation;
 K_{relax} – relaxation coefficient, N/s.

Thus, for cheese produced by coagulation with the «SG-50» enzyme, the relaxation coefficient is $K_{\text{relax}} = 16,91 / (0,426 - 0,273) = 110,552$ N/s.

According to figure 2 b, for cheese produced from milk fermented by the «Renin» enzyme, the relaxation duration is 16.26 seconds (27.6-11.34), while the relaxation coefficient is equal to $K_{\text{relax}} = 16,26 / (0,499 - 0,339) = 101,625$ N/s.

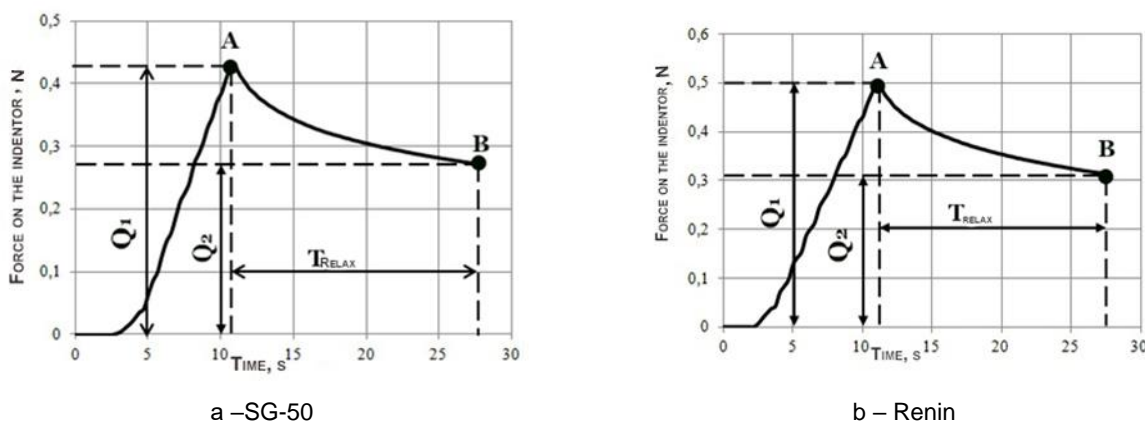


Figure 2 – Diagram of deformation and relaxation of the cheese mass

The relaxation coefficient characterizes the plastic properties of cheese, which are a manifestation of internal friction that occurs as a result of moving the cheese under load. In physics, relaxation is the transition of a body from a non-equilibrium state to an equilibrium state. When a solid body is deformed at a certain speed, its thermodynamic equilibrium is disturbed and a relaxation process occurs, due to the desire of the cheese mass to return to the state of equilibrium.

Further, the study of plastic and elastic properties was performed on cheese samples stored at low temperature (-18 °C) for 6 months.

The results of deformation and relaxation of thawed samples are shown in figure 3.

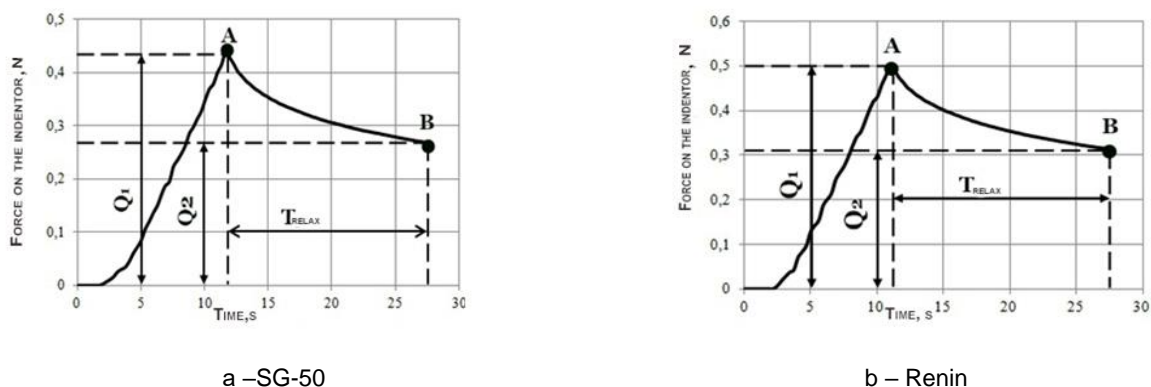


Figure 3 – Diagram of deformation and relaxation of cheese after defrosting

As shown in figure 3 a, the duration of relaxation was 15.94 s (27.6-11.66) s, with the relaxation coefficient equal to $K_{relax} = 15,94 / (0,439 - 0,269) = 93,709$ N/s.

According to the results of the graph of figure 3 b, the duration of relaxation was 16.59 s (27.6-11.01) s, with the relaxation coefficient equal to $K_{relax} = 16,59 / (0,498 - 0,314) = 89,91$ N/s.

Discussion of scientific results

The value of the relaxation coefficient depends on the quality of the rennet clot, as well as its structural and mechanical properties obtained as a result of coagulation of milk proteins. The higher the relaxation coefficient, the better the quality of the structural characteristics of the cheese and the more connected the structure of the cheese. The low relaxation coefficient indicates a hard, rubbery structure of the cheese. Note that, despite the freezing of cheese, all defrosted cheese samples had relaxing properties and withstood the load without losing the quality of the cheese consistency.

Analyzing the data obtained, it becomes clear that the most relaxing properties have a sample of cheese produced as a result of coagulation with the «SG-50» enzyme both in freshly processed cheese and subjected to low-temperature freezing.

Conclusion

Based on the research conducted on the development of cheese and the determination of structural and mechanical properties, it was decided to use the enzyme preparation of animal origin SG-50. This choice is justified by the fact that the enzyme of animal origin has an obvious priority over the microbial one, since its use increases the yield of the product and improves rheological characteristics, due to the uniform flow of the coagulation process due to adequate proteolytic activity.

In addition, from the point of view of food safety, the use of an enzyme of animal origin is more acceptable, since the enzyme of microbial origin is less studied and unpredictable.

References

1. Digvijay Digvijay Ice crystallization and structural changes in cheese during freezing and frozen storage: implications for functional properties / Digvijay Digvijay, Alan L. Kelly, Prabin Lamichhane // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. – 2023. – Vol. 103. – P. 2-24. <https://doi.org/10.1080/10408398.2023.2277357>.
2. Effect of frozen and refrigerated storage on proteolysis and physicochemical properties of high-moisture citric mozzarella cheese / M. Alinovi, L. Wiking, M. Corredig, G. Mucchetti // *Journal of Dairy Science*. – 2020. – № 9, Vol 103. – P. 7775-7790.
3. Shelf-life extension of cheese: Frozen storage / N.B. Alvarenga, S.P. Ferro, A.S. Almodôvar et al // *Handbook of cheese in health Production, nutrition and medical sciences*. – 2013. – № 6. – P. 203-210.

4. Effect of freezing conditions on functional properties of low moisture Mozzarella cheese / N.C. Bertola, A.N. Califano, A.E. Bevilacqua, N.E. Zaritzky // Journal of Dairy Science. – 1996. – № 79(2). – P. 185-190.
5. Research on the possibility of extending the shelf life of cheese raw material and heat-treated cheese by their freezing for further use in Horeca / G.M. Sviridenko, V.V. Kalabushkin, A.N. Shishkina, E.E. Uskova // Food Systems. – 2020. – № 4, Vol. 17. – P. 39-44.
6. Akpanov Zh. Improving the quality and the technology of processed cheeses/ Zh. Akpanov, M. Alimardanova, A. Prosekov // Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2023. – Vol.17. – P. 788-800. <https://doi.org/10.5219/1911>.
7. Eksperimentalnoe issledovanie molokoosvertyvayushchei aktivnosti fermentnykh preparatov v kozem moloke / Z.V. Kapshakbaeva, Zh.K. Moldabaeva, A.A. Maiorov, A.N. Utegenova // Vestnik gosudarstvennogo universiteta imeni Shakarima g. Semei. – 2019. – № 185. – S. 49-52.
8. Maiorov A.A. Issledovanie strukturno-mekhanicheskikh kharakteristik produktov / A.A. Maiorov, YU.A. Sidenko, V.A. Loginov // Aktualnye problemy tekhniki i tekhnologii pererabotki moloka: sbornik nauchnykh trudov, posvyashchennyi 60-letiyu otdeleniya SIBNIIEHF FGBNU «FSKN Rossii». – Barnaul, 2018 – 14. – S. 24-29.
9. Maiorov A.A. Formirovanie strukturno-mekhanicheskikh svoistv syra: monografiya / A.A. Maiorov, E.A. Nikolaeva. – Barnaul, 2005 – 223 s.
10. Maiorov A.A. Novye naukoemkie metody otsenki reologicheskikh svoistv pri proizvodstve syra: izuchenie protsessov svertyvaniya moloka i formirovaniya struktury sgustka / A.A. Maiorov, YU.A. Sidenko, O.N. Musina // Tekhnika i tekhnologiya proizvodstva pishchevykh produktov. – 2017. – № 2(45). – S. 55-61.

**З.В. Капшакбаева¹, Ж. Қалибекқызы², А.А. Майоров³, Ш.К. Жакупбекова²,
Ш.Т. Кырыкбаева⁴**

¹Университет имени Торайгырова,
140008, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64

²Университет имени Шакарима города Семей,

071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

³Сибирский научно-исследовательский институт сыроделия,
656016, Российская Федерация, г. Барнаул, ул. Советской Армии, дом 66

⁴Alikhan Bokeikhan University,

071400, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Мәңгілік Ел, 11

*e-mail: z.k.87@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУТВЕРДОГО СЫРА В ПРОЦЕССЕ ДЕФРОСТАЦИИ

В статье представлены результаты исследования структурно-механических свойств полутвердого сыра, выработанный с помощью коагуляции козьего молока ферментными препаратами растительного и животного происхождения. Получены данные по структурно-механическим свойствам свежесыродельного образца сыра халлуми и образца подвергнувшийся низкотемпературному хранению и рассчитан коэффициент релаксации, характеризующий пластическо-эластических свойствах сырной массы. Структурно-механические свойства сыра, выработанного при использовании ферментного препарата животного происхождения имели лучшие показатели, чем показатели при выработке сыра ферментным препаратом растительного происхождения. Научные исследования проводились на базе Сибирского научно-исследовательского института сыроделия (Барнаул, Россия). В ходе проведенных исследований, основанных на опытно-экспериментальном методе, рассчитан объективный показатель консистенции сыра – коэффициент релаксации, который достаточно полно отражает важнейшие реологические свойства. Так, было установлено, что коэффициент релаксации дефростированного сыра, выработанного с помощью фермента СГ-50 имел лучшие показатели и составил $K_{relax}=93,709$ N/s, в то время как для сыра, выработанного с помощью фермента «Ренин» коэффициент релаксации составил $K_{relax}=89,91$ N/s.

Результаты имеют практическое значение, поскольку позволяют корректировать технологические режимы выработки сыров и оценивать влияние различных факторов воздействия на формирование консистенции сыров.

Ключевые слова: сыр, дефростация, коэффициент релаксации, реологические свойства, качество.

**З.В. Қапшақбаева¹, Ж. Қалибекқызы², А.А. Майоров³, Ш.К. Жакупбекова²,
Ш.Т. Қырықбаева⁴**

¹Торайғыров атындағы университет,
140008, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ., Ломов к-сі, 64

²Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинка к-сі, 20 А

³Сібір ірімшігі ғылыми-зерттеу институты,
656016, Ресей Федерациясы, Барнаул қ., Совет Армиясы к-сі, 66 үй

⁴Alikhan Bokeikhan University,
071400, Қазақстан Республикасы, Семей қаласы, Мәңгілік Ел көшесі, 11

*e-mail: z.k.87@mail.ru

ЕРІТУ ПРОЦЕСІНДЕ ЖАРТЫЛАЙ ҚАТТЫ ІРІМШІКТІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ-МЕХАНИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІНІҢ ӨЗГЕРУІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада ешкі сүтін өсімдік және жануар тектес ферменттік препараттармен коагуляциялау арқылы өндірілген жартылай қатты ірімшіктің құрылымдық-механикалық қасиеттерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Халлуми ірімшігінің жаңа өңделген үлгісі мен төмен температурада сақталатын үлгінің құрылымдық-механикалық қасиеттері туралы мәліметтер алынды және ірімшік массасының пластикалық-серпімді қасиеттерін сипаттайтын релаксация коэффициенті есептелді. Жануарлардан алынатын ферменттік препаратты қолдану кезінде өндірілген ірімшіктің құрылымдық-механикалық қасиеттері өсімдік тектес ферменттік препаратпен ірімшік өндірудегі көрсеткіштерге қарағанда жақсы көрсеткіштерге ие болды. Ғылыми зерттеулер Сібір ірімшігі ғылыми-зерттеу институтының (Барнаул, Ресей) базасында жүргізілді. Тәжірибелік-эксперименттік әдіске негізделген зерттеулер барысында ірімшіктің консистенциясының объективті көрсеткіші – релаксация коэффициенті есептеледі, ол маңызды реологиялық қасиеттерді толық көрсетеді. Сонымен, СГ-50 ферментімен өндірілген дефростирленген ірімшіктің релаксация коэффициенті ең жақсы көрсеткіштерге ие болды және $K_{relax}=93,709$ N/s құрады, ал Ренин ферментімен өндірілген ірімшік үшін релаксация коэффициенті $K_{relax}=89,91$ N/s болды.

Нәтижелер практикалық мәнге ие, өйткені олар ірімшіктерді өндірудің технологиялық режимдерін түзетуге және ірімшіктердің консистенциясын қалыптастыруға әсер ететін әртүрлі факторлардың әсерін бағалауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: ірімшік, дефростация, релаксация коэффициенті, реологиялық қасиеттері, сапа.

Information about the authors

Zarina Vladimirovna Kapshakbayeva* – PhD, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Toraigyrov University, Republic of Kazakhstan; e-mail: z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Zhanar Kalibekkyzy – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Science and Innovation, Shakarim University of Semey, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-001-6384-0646>.

Alexander Albertovich Mayorov – Doctor of Technical Sciences, Professor, Siberian research Institute of Cheese Making, Barnaul, leading Researcher, Russian Federation; e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0405-9259>.

Shynar Turarbekovna Kyrykbaeva – Master of Technical Sciences, Senior Lecturer of the Department of Applied Biology, Alikhan Bokeikhan University, Republic of Kazakhstan; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Shugyla Kadyrovna Zhakupbekova – Master of Technical Sciences, 3rd-year doctoral student of the specialty «Food Safety», NPJSC «Shakarim University of Semey», Republic of Kazakhstan; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Авторлар туралы мәліметтер

Зарина Владимировна Қапшақбаева* – PhD, «Биотехнология» кафедрасының қауымдастырылған профессоры, Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Жанар Қалибекқызы – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, ғылым және инновациялар жөніндегі проректор, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-001-6384-0646>.

Александр Альбертович Майоров – техника ғылымдарының докторы, профессор, Сібір ірімшік ғылыми зерттеу институты, жетекші ғылыми қызметкер, Ресей Федерациясы; e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0405-9259>.

Шұғыла Қадырқызы Жакупбекова – техника ғылымдарының магистрі, «Тамақ қауіпсіздігі» мамандығының 3-курс докторанты, Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Шынар Тұрарбекқызы Қырықбаева – техника ғылымдарының магистрі, қолданбалы биология кафедрасының аға оқытушысы, Alikhan Bokeikhan University, Қазақстан Республикасы; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Сведения об авторах

Зарина Владимировна Капшақбаева* – PhD, ассоциированный профессор кафедры «Биотехнология», Торайғыров университет, Республика Казахстан; e-mail: z.k.87@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7989-5270>.

Жанар Калибекқызы – кандидат биологических наук, ассоциированный профессор, проректор по науке и инновациям, НАО «Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан; email: zhanar_moldabaeva@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-001-6384-0646>.

Александр Альбертович Майоров – доктор технических наук, профессор, СибНИИ сыроделия, г. Барнаул, ведущий научный сотрудник, Российская Федерация; e-mail: maiorov.alex@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0405-9259>.

Шынар Тұрарбековна Кырықбаева – магистр технических наук, старший преподаватель кафедры прикладной биологии, Alikhan Bokeikhan University, Республика Казахстан; e-mail: kyrykbaeva.shynar@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7622-3978>.

Шугыла Кадыровна Жакупбекова – магистр технических наук, докторант 3-курса специальности «Пищевая безопасность», Университет имени Шакарима города Семей, Республика Казахстан. e-mail: siyanie__88@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7558-9871>.

Received 12.12.2023

Revised 28.12.2023

Accepted 03.01.2024