

МРНТИ 65.33.29

Н.В. Иванникова¹ – основной автор, | ©
Л.Ж. Алашбаева²¹Магистр техники и технологии, ²PhD

ORCID

¹<https://orcid.org/0000-0003-2739-6239>,²<https://orcid.org/0000-0003-3099-5988>^{1,2}Таразский региональный университет им. М.Х. Дулати

г. Тараз, Республика Казахстан

¹natika.77@mail.ru<https://doi.org/10.55956/UERB2878>

РАЗРАБОТКА И ОЦЕНКА РЕОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ БИСКВИТНЫХ РУЛЕТОВ

Аннотация. В статье представлена технология получения безглютеновых мучных кондитерских изделий – бисквитных рулетов из рисовой и гречневой муки в качестве специализированной пищевой продукции в рационе питания для людей больных целиакией. Проведен ряд исследований по определению качественных показателей, определены реологические характеристики полуфабрикатов и готовой продукции.

Ключевые слова: безглютеновая продукция, рисовая мука, гречневая мука, структурно - механические свойства, реология.



Иванникова, Н.В. Разработка и оценка реологических характеристик безглютеновых бисквитных рулетов [Текст] / Н.В. Иванникова, Л.Ж. Алашбаева // Механика и технологии / Научный журнал. – 2023. – №1(79). – С.49-56.
<https://doi.org/10.55956/UERB2878>

Введение. Мучные кондитерские изделия являются неотъемлемой частью пищевого рациона практически всех групп населения. Данная продукция относится к высококалорийной, чрезмерное потребление которой приводит к появлению различных заболеваний. Несмотря на огромный выбор мучных кондитерских изделий, разработка новых видов изделий с целью совершенствования структуры ассортимента, создание изделий специализированного назначения, в частности безглютеновой продукции, являются доминирующими тенденциями. Весомым сегментом рынка мучных кондитерских изделий являются бисквиты. Аглютеновые бисквитные рулеты на основе рисовой и гречневой муки могут быть рекомендованы для людей, страдающих весьма распространенным недугом целиакией (глютеновая энтеропатия) и в качестве профилактических мер. Это нарушение функции тонкой кишки, обусловленное недостатком или полным отсутствием ферментов, которые отвечают за расщепление глютена [1,2]. С точки зрения повышения диетической ценности изделий, из рецептуры удалены не только глютеносы сырьевые источники, но и удален молочный белок казеин. Появление большого числа новинок в секторе бисквитных безглютеновых

полуфабрикатов обеспечивает рост продукции специализированного назначения. Однако преимущественно это привозная продукция из стран СНГ, лишь небольшой процент составляют местные производители. Прекрасной альтернативой для расширения группы безглютеновых кондитерских изделий могут стать рулеты на основе композиционной смеси из муки гречневой и рисовой. В основу проведенных теоретических и экспериментальных исследований положена научная концепция, заключающаяся в том, что целенаправленным введением в рецептуру безглютеновых сырьевых источников, таких как, гречневая и рисовая мука, возможно получить не только продукцию высокого качества с длительными сроками хранения, но и продукцию для здорового питания, что весьма актуально сегодня. Поскольку во всем мире все больше и больше людей страдают непереносимостью глютена. Симптомы глютеновой болезни весьма сходны со многими распространенными кишечными заболеваниями и просто расстройствами, хронического характера. К этой группе относится болезнь Крона, синдром раздраженного кишечника, язвенный колит. Неверная диагностика вероятна в виду бессимптомности протекания ряда заболеваний, которые приводят к риску долгосрочных осложнений, таких как остеопороз, бесплодие и рак.

Цель исследования: разработка рецептуры мучного кондитерского изделия с целью целесообразности применения безглютеновых культур в производстве бисквитных рулетов высокого качества с длительными сроком хранения без ухудшения свойств. Вторая часть исследования была направлена на оптимизацию рецептур и определения сохранности свежести мучного кондитерского изделия, приготовленного с использованием безглютеновых злаков, а также детальное рассмотрение реологических свойств бисквитных полуфабрикатов. Объектом исследования были мучные кондитерские изделия - бисквиты, приготовленные из безглютеновых сырьевых источников: муки рисовой и гречневой. Основным сырьевым источником выступала рисовая мука. Состав рисовой муки: содержание влаги (5,47–9,87%), зольность (0,47–1,57%), сырой белок (6,51–7,27%), сырой жир (1,13–3,60%) и углеводы (77,06–85,58%). Рисовая мука полезна своим растительным белком. Известна высокая способность муки впитывать воду, то важно при обработке пищевых продуктов с мягкой и гладкой текстурой [3].

Базовым сырьем в исследуемых образцах выступала также гречневая мука. Ее относят к группе продуктов, обычно называемых псевдocereальными. Псевдocereалы – это семена, которые употребляются в пищу как злаки, но не растут на травах. Гречневая мука весьма популярна в качестве здоровой пищи благодаря высокому содержанию полифенольных соединений с антиоксидантной активностью, минеральных веществ и антиоксидантов в целом. В гречневой и рисовой муке высоко содержание фенолов и рутина.

Известно, что белки гречихи, количество которых не особенно велико, богаты лизином и лейцином и содержат меньше глутаминовой кислоты, пролина и аргинина и больше аспарагиновой кислоты, чем белки других зерновых культур. Причем около 56% глутаминовой и аспарагиновой кислот представлены в виде амидов [4]. Отсутствие глютена сказывается на текстуре теста и соответственно готового полуфабриката, его объеме. Крахмал гречневой муки обеспечивает консистенцию теста и влияет на желатинизацию крахмала. Крахмал рисовой муки выполняет роль загустителя, стабилизирующего, удерживающего влагу и предотвращающего черствение готового продукта. В процессе приготовления аглютенового бисквита крахмал

рисовой муки связывает воду при замесе, участвуя в формировании теста, а затем клейстеризуется при выпечке, при этом участвует в формировании каркаса бисквита.

Условия и методы исследования. Для проведения научного эксперимента за основу была принята рецептура, разработанная на основе унифицированной рецептуры на бисквит из пшеничной муки, соответствующая по ГОСТу 14621-78. Для разработки технологии безглютенового бисквита на основе рисовой и гречневой муки первоначально проводили подбор соотношения основных компонентов рецептуры. Таким образом готовили контрольный и экспериментальные образцы.

В исследовании были использованы общепринятые методы исследования сырья, полуфабрикатов и готовой продукции. Исследованию подлежали образцы готовых бисквитов на текстуранализаторе TexVol TVT - 300XP/XPН. Прибор позволяет регистрировать деформации и нагрузки по времени. Для работы при помощи программного обеспечения задается перемещение тела пенетрации, измеряется возникающее при этом усилие, или наоборот задается усилие и измеряется, какое перемещение совершает тело пенетрации для его достижения [5,6]. В эксперименте были использованы цилиндрические насадки РСУ45S. Несколько образцов аглютеновых рулетов, приготовленных по разным рецептурам и с разными сроками хранения, были подвергнуты сенсорному и инструментальному анализу на предмет их текстурных свойств и сравнены результаты. Образцы подвергались режиму тестирования, состоящему из последовательных сжатий. Была определена нагрузка, как сила, необходимая для достижения деформации, энергия деформации, упругость как соотношение между маршрутами, пройденными испытательным устройством для достижения сжатия, указанного в циклах. Определяли также остаточную деформацию в образцах после снятия нагрузки. Анализатор текстуры измеряет силу сжатия или растяжения продукта в зависимости от времени или расстояния. Это делается путем перемещения и измерения силы, или путем создания усилия и измерения перемещения.

Научная работа посвящена изучению возможности использования безглютеновых составляющих: рисовой и гречневой муки в производстве бисквитных рулетов и определению реологических характеристик с целью установления сроков годности готовых изделий.

Результаты исследований. Для определения оптимальных дозировок проводили серию лабораторных выпечек. Компонентный состав аглютеновых рецептур образцов рулетов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Компонентный состав аглютеновых рецептур образцов рулетов

Компоненты смеси	Соотношение компонентов рецептурной смеси в образцах, %			
	№1	№2	№3	№4
Рисовая мука	60	50	100	80
Гречневая мука	40	50	-	20
Сахарозаменитель Сладис Элит с сукралозой	5	5	5	5
Яйцо	150	150	150	150
Мед	25	25	25	25
Разрыхлитель	3	3	3	3

На рисунках 1 изображены образцы аглютеновых рулетов с различной дозировкой компонентов: рисовой и гречневой муки.

Оптимальными характеристиками обладал образец №4. Процентное соотношение компонентов: мука рисовая – 80%, гречневая мука – 20%.



Рис. 1. Образцы безглютеновых рулетов с различным процентным соотношением рецептурных компонентов

Технологическая схема приготовления безглютенового рулета с использованием рисовой и гречневой муки в производственных условиях предусматривает следующие технологические операции: подготовка сырья с качественным определением сырьевых ингредиентов; приготовления теста холодным способом при взбивании яиц с медом и сахарозаменителем в сбивальной машине в течении 12-15 мин до увеличения объема смеси в 2 раза; внесение муки и разрыхлителя при продолжающемся сбивании в течение 15-20 с.; формование готового теста влажностью 33-34 % в виде тестовой ленты толщиной 4-5 мм с подачей на стальную ленту печного конвейера; выпечка при температуре 180°C в течении 10-12 мин; охлаждение. После выпечки тесто разрезается дисковым ножом и подрезается струной для перехода на сетчатую ленту охлаждающего конвейера, находящегося на уровне печной ленты. Продолжительность охлаждения 10-15 минут. На столе-транспортере последовательно осуществляются промочка бисквитной ленты сиропом; отсадка крема или джема на верхнюю поверхность заготовки; сворачивание, резка и взвешивание бисквитных рулетов. После этого рулеты поступают в охлаждающую камеру. Крем, джем и глазурь, транспортируются к агрегатам для приготовления рулетов насосами. Готовые бисквитные рулеты укладывают в V-образный картон и упаковывают в целлофановую пленку на автомате. хранят в чистых, сухих местах, при температуре 4-6°C и относительной влажности воздуха 70-75%, срок хранения не более 6-10 суток.

Допустимые сроки хранения были подтверждены серией проводимых испытаний структурно – механических свойств выпеченных безглютеновых бисквитных полуфабрикатов. На рисунках 2, 3 показаны графики, для определения пластичности безглютенового и контрольного пшеничного бисквита, то есть способности бисквитного полуфабриката сохранять деформацию после снятия нагрузки. Определено затраченное время и сила для сжатия бисквитных пластов контрольного образца бисквита из пшеничной муки и безглютеновых образцов.

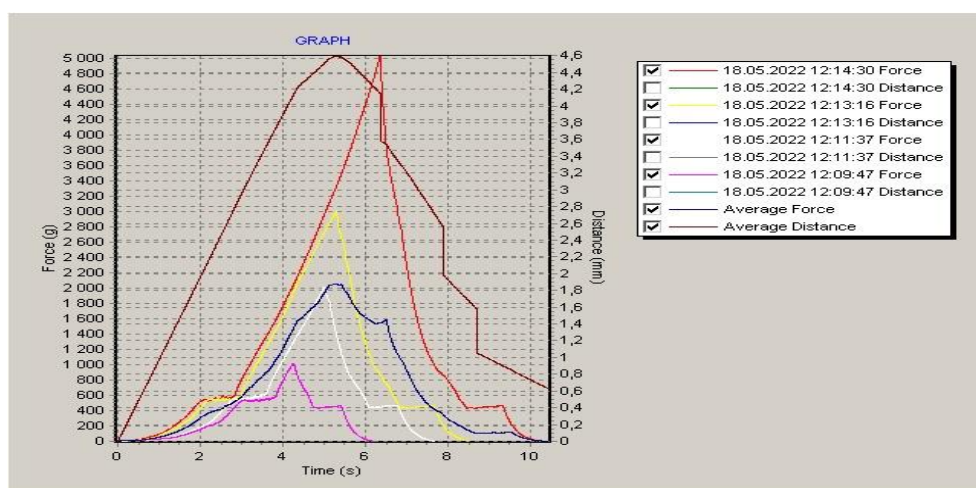


Рис. 2. Результаты одноциклических испытаний в контрольном образце пшеничного бисквита

Все исследуемые образцы отличались высокой формоустойчивостью. На рисунке представлены графические зависимости создаваемых нагрузок на полуфабрикат, а именно упругая деформация. Были определены допустимые нагрузки (компрессия): 1, 2, 3, 5 кг.

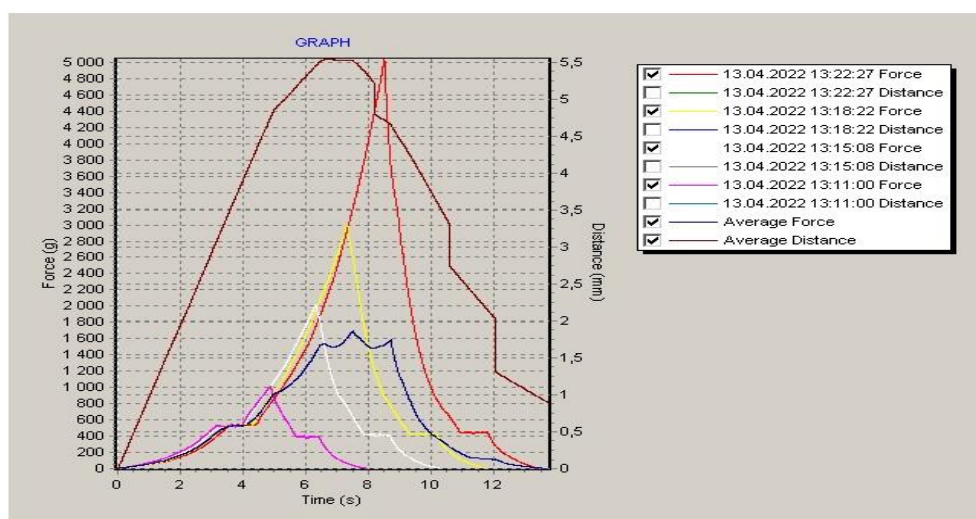
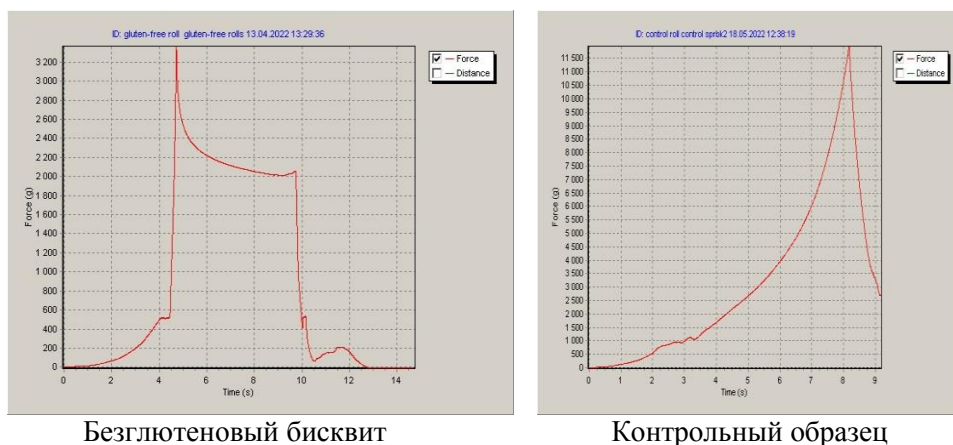


Рис. 3. Результаты одноциклических испытаний в образце безглютенового бисквита

Рисунок 4 описывает зависимости показателя упругости бисквитного полуфабриката - способности восстановления первоначальной формы после снятия мгновенной нагрузки. Бисквит из пшеничной муки, с большим количеством клейковины имеет повышенную упругость. При выполнении больших нагрузок весь материал образца попадал под прижимное устройство, и он оказывал сопротивление.

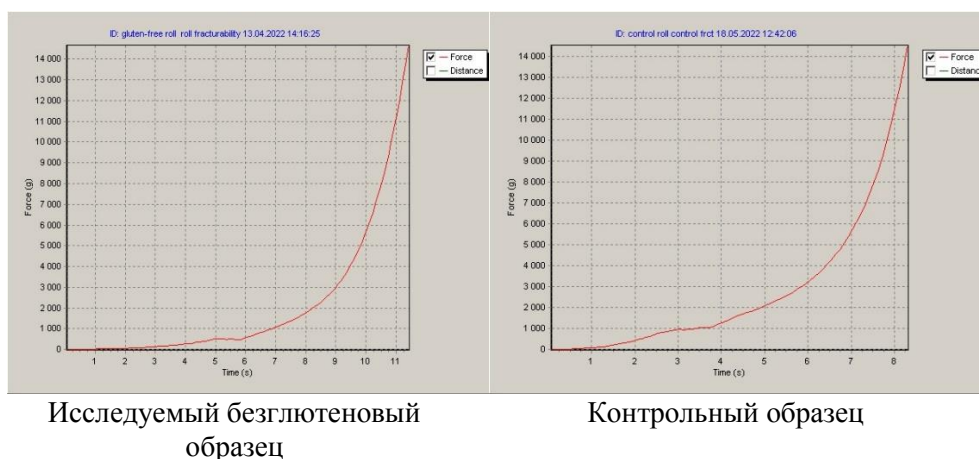


Безглютеновый бисквит

Контрольный образец

Рис. 4. Кривая зависимости нагрузки и упругости образцов

Рисунок 5 демонстрирует максимальную нагрузку (более 14 кг), приводящую к разрушению структуры бисквитного пласта, что свидетельствует о практически идентичных разрушающих нагрузках для контрольного образца и исследуемых образцов аглютеновых рулетов.



Исследуемый безглютеновый
образец

Контрольный образец

Рис. 5. Максимальная нагрузка разрушающего эффекта

В ходе исследований была проведена оценка потребительских свойств готовой продукции. По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что лучшим образцом был безглютеновый рулет с процентным соотношением компонентов: мука рисовая – 80%, гречневая мука – 20%. Динамика реологических испытаний в научной работе требовалась для изучения структуры и фундаментальных свойств безглютенового бисквита.

Обсуждение научных результатов. Были разработаны и апробированы рецептуры по приготовлению безглютеновых рулетов. Процентное соотношение рисовой и гречневой муки наиболее близки к реологическим свойствам пшеничной муки. В целом все экспериментальные образцы имели достаточно высокие показатели качества: равномерную и пористую структуру без повреждений и с ровным обрезом, свернутые спиралью, некрошащиеся, хорошо пропечённые полуфабрикаты, с развитой пористостью, без закала и следов непромеса, без постороннего вкуса и запаха. В результате исследований

установлено так же, что выбранное соотношение рецептурных компонентов даст оптимальный реологический профиль тесту и готовому полуфабрикату.

Заключение. Бисквитный полуфабрикат лидирует в общей массе выпеченных полуфабрикатов мучных кондитерских изделий, занимая значительный сегмент среди своей группы. Обоснован выбор сырьевых источников, разработанные рецептуры и технологии производства рулетов из гречневой и рисовой муки выбраны и экспериментально подтверждены рациональные режимы технологического процесса приготовления безглютеновых рулетов. Применение в рецептурах бисквитных рулетов сырьевых компонентов, альтернативных классической рецептуре, позволяет получить качественный продукт на безглютеновой основе. Были проведены исследования органолептических и физико-химических показателей качества. Определение структурно-механических свойств безглютеновых рулетов на текстуралитизаторе TexVol TVT - 300XP/XPН подтвердил целесообразность приготовления продукции с длительным сроком хранения. Технический результат исследования заключается в разработке технологии безглютенового рулета с сохранением высоких органолептических показателей, повышении его пищевой и биологической ценности, за счет использования гречневой и рисовой муки. Аглютеновый бисквит на основе гречневой и рисовой муки может быть рекомендован лицам с нарушенным метаболизмом глютена, людям придерживающихся диет, одним из условий которой является отказ от употребления глютена, входящего в состав продуктов питания.

Список литературы

1. Крюкова, Е.В. Анализ возможности использования альтернативных видов муки для питания людей больных целиакией [Текст] / Е.В. Крюкова, О.В. Чугунова, Д.С. Мысаков // Технические науки – от теории к практике. – 2015. – № 50. – С. 60-66.
2. Матвеева, И. Перспективные виды сырья для производства безглютеновых изделий [Текст] / И. Матвеева, В. Нестеренко // Хлебопродукты. – 2011. – №8. – С. 42-43.
3. Козубаева, Л.А. Разработка безглютеновых пряников [Текст] / Л.А. Козубаева, М.Н. Вишняк // Кондитерское производство. – 2013. – №3. – С. 25-29.
4. Вишняк, М.Н. Разработка и оценка потребительских свойств безглютеновых мучных кондитерских изделий [Текст] / дисс. ... канд. техн. наук: 05.18.15 / М.Н. Вишняк. – Барнаул, 2011. – 181 с.
5. Quality improvement for the product “gingerbread”, identification of the optimum number of texture measurements and compression intensity in laboratory analysis Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development 2021. Vol. 21, No. 4.
6. Foegeding E.A., Daubert C.R., Drake M.A., Essick G., Trulsson M., Vinyard C.J., Van De Velde F. A Comprehensive Approach to Understanding Textural Properties of Semi- and Soft-Solid Foods // Journal of Texture Studies, 2011. Vol. 42, P. 103-129.

Материал поступил в редакцию 12.01.23.

Н.В. Иванникова¹, Л.Ж. Алашбаева¹

¹М.Х. Дулати атындағы Тараз өңірлік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**ГЛЮТЕНСІЗ ПЕЧЕНЬЕ ОРАМДАРЫНЫҢ РЕОЛОГИЯЛЫҚ
СИПАТТАМАЛАРЫН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ БАҒАЛАУ**

Аңдатпа. Мақалада глютенсіз ұннан жасалған кондитерлік өнімдерді алу технологиясы – күріш пен қарақұмық ұнынан жасалған печенье орамдары целиак ауруы бар адамдардың диетасындағы мамандандырылған тағамдық өнім ретінде ұсынылған. Өнімдердің сапа көрсеткіштерін анықтау үшін бірқатар зерттеулер жүргізілген, жартылай фабрикаттар мен дайын өнімдердің реологиялық сипаттамалары анықталған.

Тірек сөздер: глютенсіз өнімдер, күріш ұны, қарақұмық ұны, құрылымдық-механикалық қасиеттері, реологиясы.

N.V. Ivannikova¹, L.Zh. Alashbayeva¹

¹ M.Kh.Dulaty Taraz Regional University, Taraz, Kazakhstan

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF THE RHEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF GLUTEN-FREE SPONGE ROLLS

Abstract. The technology for obtaining gluten-free flour confectionery - biscuit rolls from rice and buckwheat flour presents in the article as a specialized food product in the diet for people with celiac disease. A number of studies were carried out to determine the quality indicators, the rheological characteristics of semi-finished products and finished products were determined.

Keywords: gluten-free products, rice flour, buckwheat flour, structural and mechanical properties, rheology.

References

1. Kryukova E.V., Chugunova O.V., Mysakov D.S. Analiz vozmozhnosti ispol'zovaniya al'ternativnyh vidov muki dlya pitaniya lyudej bol'nyh celiakiej [Analysis of the possibility of using alternative types of flour for the nutrition of people with celiac disease] // *Tekhnicheskie nauki – ot teorii k praktike* [Technical sciences - from theory to practice]. 2015. – No. 50. – P. 60-66. [in Russian]
2. Matveeva I., Nesterenko V. Perspektivnye vidy syr'ya dlya proizvodstva bezglyutenovyh izdelij [Perspective types of raw materials for the production of gluten-free products] // *Khleboprodukty* [Bakery products]. – 2011. – No. 8. – P. 42-43. [in Russian]
3. Kozubaeva L.A., Vishnyak M.N. Razrabotka bezglyutenovykh pryanikov [Development of gluten-free gingerbread] // *Konditerskoe proizvodstvo* [Confectionery production]. – 2013. – No. 3. – P. 25-29. [in Russian]
4. Vishnyak M.N. Razrabotka i otsenka potrebitel'skikh svoystv bezglyutenovykh muchnykh konditerskikh izdelij [Development and evaluation of consumer properties of gluten-free flour confectionery products]: diss. ... kand. tekhn. nauk [Dissertation of a candidate of technical sciences]: 05.18.15. – Barnaul, 2011. – 181 p. [in Russian]
5. Quality improvement for the product “gingerbread”, identification of the optimum number of texture measurements and compression intensity in laboratory analysis *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development*, 2021. Vol. 21, Issue 4,
6. Foegeding, E.A.; Daubert, C.R.; Drake, M.A.; Essick, G.; Trulsson, M.; Vinyard, C.J.; Van De Velde, F., A Comprehensive Approach to Understanding Textural Properties of Semi- and Soft-Solid Foods, *Journal of Texture Studies*, 2011. Vol. 42, P. 103–129.