

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-4-282-288>



Поступила 28.06.2022

Поступила после рецензирования 05.10.2022

Принята в печать 10.10.2022

© Витол И. С., Мелешкина Е. П., Панкратов Г. Н., 2022

<https://www.fsjour.com/jour>

Научная статья

Open access

ОТРУБИ ИЗ КОМПОЗИТНОЙ ЗЕРНОСМЕСИ КАК ОБЪЕКТ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ. ЧАСТЬ 1. БЕЛКОВО-ПРОТЕИНАЗНЫЙ КОМПЛЕКС

Витол И. С.*; Мелешкина Е. П., Панкратов Г. Н.

Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки, Москва, Россия

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

пшеница, чечевица, лен, поликомпонентные отруби, белково-протеиназный комплекс, нейтральные и кислые протеиназы, белковые ингибиторы протеиназ

АННОТАЦИЯ

Глубокая переработка зерновых отрубей — важное, перспективное направление, позволяющее использовать побочные (вторичные) продукты мукомольного производства с целью получения ценных пищевых компонентов для создания обогащенных пищевых продуктов, а также специализированных продуктов на зерновой основе. Поликомпонентные отруби, полученные при совместной переработке зерновых (пшеница), бобовых (чечевица) и маслических (лен) культур, по своему химическому составу и состоянию белково-протеиназного комплекса представляют уникальное сырье, которое можно использовать для дальнейшей переработки. В частности, оно пригодно для применения с целью получения гидролизатов и других структурно-модифицированных продуктов с использованием методов ферментативного биокатализа. Оценка химического состава и биохимических особенностей новых видов отрубей показала высокое содержание белка, в котором преобладает доля альбумино-глобулиновой фракции (78,5–86%), при этом существенная часть белка (7,6–10%) прочно связана с другими биополимерами. Выделены и исследованы протеолитические ферменты отрубей, действующие в нейтральной (pH 6,8) и кислой (pH 3,8) зонах pH. Показано, что чечевично-льняные отруби характеризуются наибольшей протеолитической активностью, при этом активность нейтральных протеиназ превышает активность кислых протеиназ во всех трех вариантах: в 1,32; 1,37 и 1,56 раза соответственно. Установлено, что во всех исследуемых отрубях присутствуют белковые ингибиторы трипсина и собственных протеиназ. Они подавляют активность кислых протеиназ в большей степени, чем нейтральных (% ингибирования): 37,5 против 28,2 (вариант 1); 32,3 против 24,5 (вариант 2); 48,6 против 32,4 (вариант 3). Молекулярная масса, по данным гель-хроматографии, составила: нейтральные протеиназы 250 000 ÷ 200 000 Да, кислые протеиназы 100 000 ÷ 75 000 Да. Белковые ингибиторы, выделенные из поликомпонентных отрубей, имели молекулярную массу 25 000 ÷ 20 000 Да. Полученные данные будут использованы в экспериментальных исследованиях, по направленному биокатализу с целью получения продуктов заданного состава и свойств.

ФИНАНСИРОВАНИЕ: Статья подготовлена в рамках выполнения исследований по государственному заданию № FGUS-2022-0006 Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова Российской академии наук.

Received 28.06.2022

Accepted in revised 05.10.2022

Accepted for publication 10.10.2022

© Vitol I. S., Meleshkina E. P., Pankratov G. N., 2022

Available online at <https://www.fsjour.com/jour>

Original scientific article

Open access

BRAN FROM COMPOSITE GRAIN MIXTURE AS AN OBJECT OF DEEP PROCESSING. PART 1. PROTEIN-PROTEINASE COMPLEX

Irina S. Vitol*, Elena P. Meleshkina, Georgy N. Pankratov

All-Russian Scientific and Research Institute for Grain and Products of its Processing, Moscow, Russia

KEY WORDS:

wheat, lentil, flax, multicomponent bran, protein-proteinase complex, neutral and acid proteinases, protein inhibitors of proteinases

ABSTRACT

Deep processing of grain bran is an important, promising direction that allows the use of by-products (secondary products) of flour milling in order to obtain valuable food components for the creation of enriched food products, as well as specialized grain-based products. Polycomponent bran, obtained during the joint processing of cereals (wheat), legumes (lentils) and oilseeds (flax), in terms of its chemical composition and the state of the protein-proteinase complex, is a unique raw material that can be used for further processing. In particular, it is suitable for the use in producing hydrolysates and other structurally modified products using enzymatic biocatalytic methods. An assessment of the chemical composition and biochemical characteristics of new types of bran showed a high protein content, in which the proportion of the albumin-globulin fraction predominated (78.5–86%), while a significant part of the protein (7.6–10%) was strongly bonded to other biopolymers. The bran proteolytic enzymes acting in the neutral (pH 6.8) and acidic (pH 3.8) pH zones were isolated and studied. It was shown that lentil-flax bran was characterized by the highest proteolytic activity, while the activity of neutral proteinases exceeded the activity of acid proteinases in all three variants: 1.32, 1.37 and 1.56 times, respectively. It was established that protein inhibitors of trypsin and their own proteinases were present in all studied bran types. They inhibited the activity of acid proteinases to a greater extent than neutral ones (% inhibition): 37.5 versus 28.2 (option 1); 32.3 versus 24.5 (option 2); 48.6 versus 32.4 (option 3). The molecular weight, according to gel chromatography,

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Витол, И. С., Мелешкина, Е. П., Панкратов, Г. Н. (2022). Отруби из композитной зерносмеси — как объект глубокой переработки. Часть 1. Белково-протеиназный комплекс. *Пищевые системы*, 5(4), 282–288. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-4-282-288>

FOR CITATION: Vitol, I. S., Meleshkina, E. P., Pankratov, G. N., (2022). Bran from composite grain mixture as an object of deep processing. Part 1. Protein-proteinase complex. *Food Systems*, 5(4), 282–288. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-4-282-288>

was as follows: neutral proteinases 250,000 ÷ 200,000 Da, acid proteinases 100,000 ÷ 75,000 Da. Protein inhibitors isolated from multicomponent bran had a molecular weight of 25,000–20,000 Da. The data obtained will be used in experimental studies on targeted biocatalysis in order to obtain products of a given composition and properties.

FUNDING: The article was published as part of the research topic No. FGUS-2022–0006 of the state assignment of the V. M. Gorbатов Federal Research Center for Food Systems of RAS.

1. Введение

В последние годы отмечается возросший интерес с научной и практической точек зрения к вторичным продуктам переработки зерна как к доступным и возобновляемым сырьевым ресурсам — перспективным источникам дополнительного сырья для получения полезных ингредиентов продуктов питания как общего, так и специализированного назначения.

Зерновые отруби представляют собой ценный продукт, богатый белком, клетчаткой, витаминами, макро- и микроэлементами, биологически активными минорными соединениями [1–5]. В настоящее время их использование в пищевых технологиях достаточно ограничено. Различные зерновые отруби (преимущественно пшеничные и ржаные) используют для обогащения клетчаткой отдельных видов хлебобулочных изделий, мультизерновых видов хлеба, их включают в состав поликомпонентных мучных смесей [6–18]. Кроме того, на рынке зерновые отруби представлены в виде самостоятельного продукта как в чистом виде, так и с различными добавками — сухофруктами, орехами и т. п. Наряду с этим активно разрабатываются способы применения различных зерновых отрубей в технологии дистиллятов [19,20], а также изучается возможность их использования как объекта для дальнейшей глубокой переработки, в частности, для получения пищевых волокон [21–23] и структурно-модифицированных отрубей с использованием ферментных препаратов целлюлолитического и протеолитического действия и композиций на их основе [1,2,18]. Использование продуктов глубокой переработки зерновых отрубей в различных отраслях пищевой индустрии позволит повысить пищевую и биологическую ценность конечных изделий и придать им функциональные свойства [1,2,21,23–29].

Разработка способов ферментативной модификации [1,2,30–34] биополимеров отрубей требует предварительного изучения состояния самого субстрата, в частности его белково-протеиназного комплекса, которое способно оказывать существенное влияние на условия проведения ферментативных реакций с использованием ферментных препаратов микробного происхождения. Изучение белково-протеиназного комплекса зерновых и бобовых культур наиболее активно проводилось в конце 70-х — середине 80-х годов XX века. Этому способствовало развитие методики и техники инструментальных методов исследования. Необходимость изучения белково-протеиназного комплекса зерновых и бобовых культур была связана не только со значительной физиологической ролью протеолитических ферментов (участие в процессах деградации запасных белков, в посттрансляционном процессинге белков, активации неактивных предшественников физиологически активных белков, пептидов и др.), но и с их участием в процессах хранения и переработки растительного сырья. Установлено, что кислые протеазы преимущественно участвуют в деградации запасных белков при прорастании, а нейтральные протеиназы зерна участвуют в протеолизе собственных белков в процессе хранения муки, тестоведения, влияя тем самым на качество хлеба и хлебопродуктов. Бобовые культуры по своей протеолитической активности превосходят злаковые культуры, а также содержат комплекс высокоактивных белковых ингибиторов пищеварительных ферментов (трип-

сина, химотрипсина), которые способны взаимодействовать с эндогенными протеиназами. Белковые ингибиторы протеолитических ферментов с одной стороны участвуют в регуляции протеолитической активности зерна в покое и при прорастании, а с другой — относятся к антиалиментарным факторам питания [35,36].

Во ВНИИ зерна и продуктов его переработки разработана технология совместного размола зерновой смеси на основе зерновых (пшеница), бобовых (чечевица) и масличных (белый лен) культур, побочным продуктом которой являются поликомпонентные отруби, представляющие ценное сырье для дальнейшей глубокой переработки [1,2,21,37].

Цель исследований — оценка химического состава и белково-протеиназного комплекса поликомпонентных зерновых отрубей для их дальнейшей глубокой переработки с использованием ферментной модификации.

2. Материалы и методы

Объектом исследования служили три вида поликомпонентных отрубей, полученных в результате совместного помола зерносмеси:

Вариант 1 — отруби, полученные в результате лабораторного помола трехкомпонентной зерновой смеси: пшеница (85%), семена чечевицы (10%) и льна (5%);

Вариант 2 — отруби, полученные в результате лабораторного помола трехкомпонентной зерновой смеси: крупа пшеничная шлифованная (85%), семена чечевицы (10%) и льна (5%).

Вариант 3 — отруби, полученные в результате совместного помола семян чечевицы (67%) и белого масличного льна (33%).

Общее содержание белка определяли по методу Кьельдаля ($N \times 6,25$) (ГОСТ 10846–91¹); количество жира — по Сокслету (ГОСТ 29033–91²); содержание крахмала — по Эверсу (ГОСТ 31675–2012³); клетчатки — по Кушнеру и Ганеку [38]. Растворимый белок определяли по методу Лоури; фракционный состав быстрорастворимых белков — по Осборну; активность протеаз — модифицированным методом Ансона [38].

Молекулярную массу эндогенных протеолитических ферментов и их белковых ингибиторов определяли методом гель-хроматографии на колонке (2,3×35), заполненной гелем Тоуорепар! HW-55F. Гель этой марки позволяет разделять белки с молекулярной массой от 1000 до 700000 Да. Предварительно колонку откалибровали для определения свободного ($V_{св.}$) и общего ($V_{общ.}$) объема колонки. Свободный объем определяли по выходу декстрана синего (молекулярная масса — около 2 млн Да), который составил 44 мл). Общий объем — по выходу тирозина, он составил 140 мл. Для определения молекулярной массы белков графическим методом колонку маркировали стандартными метчиками с известной молекулярной массой фирмы Merck (Германия) [39].

¹ ГОСТ 10846–91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка». Москва: Стандартинформ, 2009. — 9 с.

² ГОСТ 29033–91 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения жира». Москва: ИПК «Издательство стандартов», 2009. — 6 с.

³ ГОСТ 10845–98 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала». Москва: ИПК «Издательство стандартов», 2001. — 4 с.

Химический состав исходных компонентов зерносеми: пшеница/чечевица/лен (%): белок — 13,43/28,00/24,68; жир — 1,83/2,00/39,80; крахмал — 66,8/50,3/5,2; клетчатка — 2,2/10,5/15,0.

3. Результаты и их обсуждение

Поликомпонентные зерновые отруби, полученные при совместной переработке зерновых, бобовых и масличных культур, характеризуются не только высоким содержанием белка и жира по сравнению с пшеничными отрубями, но и уникальным составом этих биополимеров.

В Таблице 1 представлен химический состав исследуемых зерновых отрубей, согласно указанным выше вариантам.

Таблица 1. Химический состав поликомпонентных зерновых отрубей

Table 1. Chemical composition of polycomponent grain bran

Образец	Белок, %	Жир, %	Крахмал, %	Клетчатка, %
Вариант 1	19,30	6,4	45,50	15,0
Вариант 2	17,52	6,0	52,42	14,6
Вариант 3	28,31	12,9	28,50	17,3

Изучение фракционного состава растворимых белков отрубей как объекта для ферментативной модификации (глубокая переработка) представляет значительный интерес с позиции доступности белков для действия ферментных препаратов протеолитического действия, а также для выбора условий проведения ферментативных реакций с целью направленного воздействия и получения продуктов протеолиза определенного состава и свойств.

Для фракционирования белков по Осборну альбумины выделяли дистиллированной водой, глобулины — 10%-ным раствором NaCl, проламины — 70%-ным этанолом, глютенины — 0,2%-ным раствором NaOH.

Соотношение фракций растворимых белков отрубей представлено на Таблице 2.

Таблица 2. Фракционный состав растворимых белков поликомпонентных отрубей

Table 2. Fractional composition of soluble proteins of polycomponent bran

Образец	Фракционный состав растворимых белков, % от общего количества				
	альбу-мины	глобу-лины	прола-мины	глоте-лины	нераст-воримый остаток
Вариант 1	40,3	38,2	2,1	9,8	9,6
Вариант 2	38,6	40,4	2,0	11,4	7,6
Вариант 3	41	45	0	4	10,0

Данные, представленные в Таблице 2, свидетельствуют о существенном преобладании альбумино-глобулиновой фракции растворимых белков во всех исследуемых вариантах отрубей (78,5%, 79,0% и 86% соответственно); низком содержании спирторастворимых белков (2,0%) и полном их отсутствии в чечевично-льняных отрубях (вариант 3). Содержание белка в нерастворимом остатке (от 7,6 до 10%) указывает, что достаточно существенная часть белка прочно связана с другими биополимерами: с некрахмальными полисахаридами, липидами. Именно эти белки и являются в первую очередь дополнительным резервом при глубокой переработке с использованием композиций ферментных препаратов целлюлолитического и протеолитического действия.

Протеолитические ферменты в семенах злаковых и бобовых культур, как отмечалось выше, имеют разную активность, но они сосредоточены преимущественно в периферийных частях (алевроном слое и зародыше). В связи с этим

их активность в отрубях превосходит активность в муке и цельнозерновом зерне.

Исследование активности эндогенных протеиназ проводили модифицированным методом Ансона, по начальной скорости реакции, и выражали количеством продуктов реакции не осаждаемых ТХУ и поглощающих при длине волны 280 нм. В качестве стандартного субстрата использовали сывороточный бычий альбумин. Инкубационная смесь состояла из 5 мл 0,5% раствора альбумина, 4 мл соответствующего буфера (для нейтральных протеиназ — 0,1 М фосфатный буфер с pH 6,8; для кислых протеиназ 0,1 М цитратный буфер с pH 3,8); 1,0 мл фермента. Фермент выделяли экстракцией 0,35% раствором соды с последующим осаждением протеаз подкислением до pH 4,5 и перерастворением осадка в соответствующем буфере. Время прединкубации составляло 15 мин при температуре 40 °С, ферментативную реакцию проводили в течение 20 мин при температуре 40 °С. Ранее было установлено, что в течение этого времени реакция идет по нулевому порядку, что соответствует начальной скорости ферментативной реакции, а температура 40 °С является оптимальной как для нейтральных, так и для кислых протеиназ.

Анализ полученных экспериментальных данных по активности эндогенных нейтральных и кислых протеиназ, извлекаемых 0,35%-ным раствором Na₂CO₃, при гидролизе стандартного субстрата (бычий сывороточный альбумин) свидетельствует, что наибольшие значения активности протеиназ обнаружены в образце двухкомпонентных отрубей, полученных при помолке бинарной смеси, состоящей из 67% семян чечевицы и 33% семян льна (вариант 3) (в среднем 0,750 и 0,480 ΔA₂₈₀/мг белка для нейтральных и кислых протеиназ соответственно). Для образцов трехкомпонентных отрубей, полученных по вариантам 1 и 2, активность протеиназ, действующих как в нейтральной, так и в кислой среде, в среднем на 19% и 25% выше для отрубей, которые были получены при помолке зерносеми из 85% зерна пшеницы, 10% семян чечевицы и 5% семян льна (вариант 1) (Рисунок 1).

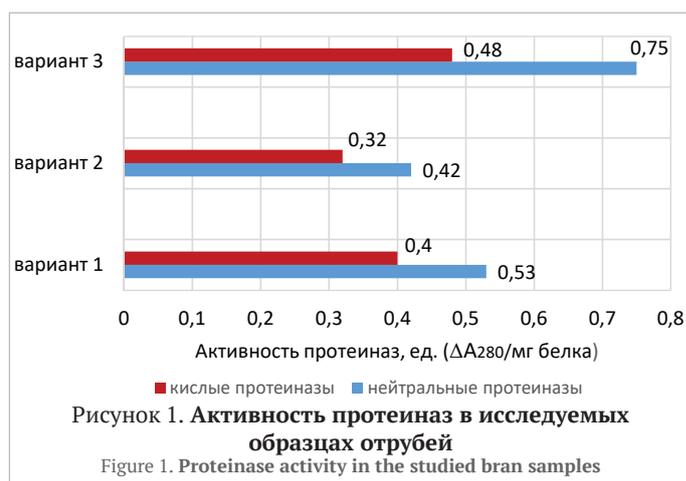


Рисунок 1. Активность протеиназ в исследуемых образцах отрубей

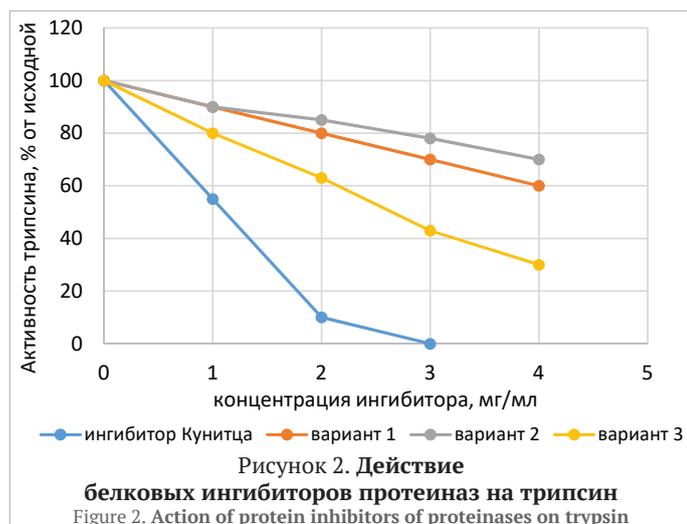
Figure 1. Proteinase activity in the studied bran samples

Белковые ингибиторы пищеварительных протеиназ (трипсина, химотрипсина) широко распространены в семенах злаковых (пшеница, рожь, тритикале, ячмень и др.) и особенно бобовых культур (соя, фасоль, горох, нут, чина и др.) [35,36,39,40]. В литературе имеются сведения о белковых ингибиторах протеиназ в семенах чечевицы, причем указывается на то, что в семенах чечевицы присутствует только ингибитор Кунитца (соевый ингибитор трипсина) и, что они не содержат белковых ингибиторов, подавляющих активность химотрипсина (ингибитор Баумана-Бирк). При этом активность белковых ингибиторов в семенах чече-

вицы значительно уступает их активности в семенах других бобовых культур, особенно соевых бобов [39,40].

Ингибирующую активность по отношению к трипсину определяли по остаточной активности трипсина. Белковые ингибиторы из исследуемых образцов отрубей выделяли водной экстракцией, подкислением до 4,5 (осаждение протеиназ); далее надосадочную жидкость подкисляли до pH 3,0, осаждая тем самым фракцию белковых ингибиторов. Исходную активность трипсина определяли модифицированным методом Ансона при pH 8,0, используя 0,1 М фосфатный буфер. Предынкубацию трипсина и предварительно нейтрализованной и разведенной с учетом конечной концентрации в инкубационной смеси надосадочной жидкости (белковые ингибиторы протеиназ) осуществляли в течение 20 мин при температуре 40 °С, затем вносили субстрат — 0,5% раствор бычьего сывороточного альбумина. Ингибирующую активность выражали в процентах от первоначальной активности трипсина.

Анализ представленных на Рисунке 2 данных свидетельствует о наличии в исследуемых отрубях белковых ингибиторов трипсина, однако они по своей активности значительно уступают соевому ингибитору трипсина (ингибитор Кунитца). Так, при концентрации 3,0 мг/мл ингибитор Кунитца полностью инактивирует трипсин, а белковые ингибиторы, выделенные из отрубей, соответственно на 28% (вариант 1), 30% (вариант 2) и 57% (вариант 3).



На следующем этапе были проведены аналогичные исследования по взаимодействию ингибиторов, выделенных из различных отрубей, с собственными протеолитическими ферментами. Данные, представленные в Таблице 3, свидетельствуют о том, что во всех исследуемых вариантах ингибиторы при концентрации 20,4 мг белка/мл более активно подавляют кислые протеиназы, по сравнению с нейтральными протеиназами. При этом наибольшая ингибирующая активность отмечена для чечевично-льняных отрубей (вариант 3). Однако во всех случаях ингибирующая активность не превышает 50%.

Таблица 4. Фракционирование эндогенных протеиназ и их белковых ингибиторов методом гель-хроматографии

Table 4. Fractionation of endogenous proteinases and their protein inhibitors by gel chromatography

Образец	Молекулярная масса, Дальтон				
	Протеиназы		Ингибиторы протеиназ		
	нейтральные	кислые	трипсина	нейтральных	кислых
Пшеница	75000÷50000	35000÷25000	15000÷10000	20000÷15000	25000÷15000
Чечевица	250000÷200000	100000÷75000	25000÷15000	25000÷20000	25000÷20000
Отруби	250000÷200000	100000÷75000	30000÷25000	25000÷20000	25000÷20000

Таблица 3. Активность белковых ингибиторов из поликомпонентных отрубей при действии на собственные протеиназы

Table 3. Activity of protein inhibitors from multicomponent bran when acting on their own proteinases

Фермент	Ингибирующая активность, %		
	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3
Кислые протеиназы	37,5	32,3	48,6
Нейтральные протеиназы	28,2	24,5	32,4

Оценка молекулярной массы исследуемых эндогенных протеиназ, действующих в нейтральной и кислой областях pH, а также из белковых ингибиторов из поликомпонентных отрубей, согласно представленным выше вариантам, проводилась с использованием методом гель-хроматографии на колонке с TSK-гелем Toyorearl HW-55F (Таблица 4). На колонку нанесли частично очищенные препараты протеиназ, полученных при подкислении до pH 4,5, и препараты белковых ингибиторов, полученные путем дальнейшего осаждения при pH 3,0.

Установлено, что молекулярная масса исследуемых протеиназ во всех вариантах варьируется в широких пределах от 250 000 до 25 000 Да. При этом данный метод позволяет разделить нейтральные протеиназы отрубей (молекулярная масса 250 000 ÷ 200 000 Да) и кислые протеиназы (молекулярная масса 100 000 ÷ 75 000 Да). Высокие значения молекулярной массы нейтральных и кислых протеиназ отрубей и собственных протеиназ семян чечевицы позволяет предположить, что они представляют собой олигомеры, состоящие из нескольких субъединиц.

Обращает внимание тот факт, что молекулярная масса протеолитических ферментов из поликомпонентных отрубей и семян чечевицы одинакова, и, следовательно, именно протеиназы чечевицы обнаруживаются в поликомпонентных отрубях вне зависимости от варианта их получения.

Фракция белковых ингибиторов собственных протеиназ и трипсина, выделенная из поликомпонентных отрубей, имеет молекулярную массу 30 000 ÷ 20 000 Да. Причем данная фракция белковых ингибиторов проявляет свою активность как по отношению к трипсину, так и по отношению к нейтральным и кислым протеиназам поликомпонентных отрубей. С одной стороны, это может свидетельствовать о том, что использование метода гель-хроматографии в данном случае не позволило разделить ингибитор трипсина и ингибиторы собственных ферментов. С другой стороны, это является дополнительным косвенным подтверждением того, что наибольший вклад в формирование ингибирующей активности вносят белковые ингибиторы из чечевицы, активно подавляющие собственные кислые и нейтральные протеиназы. Можно предположить, что нейтральные и кислые протеиназы чечевицы, как и трипсин, относятся к серновым протеиназам, поскольку ингибирование осуществляется по механизму конкурентного ингибирования (в образовании комплекса фермент-ингибитор участвуют активные центры изучаемых ферментов и ингибиторов), тогда как нейтральные и кислые протеиназы злаковых культур, как известно, являются тиоловыми ферментами.

4. Выводы

Поликомпонентные отруби, полученные при совместной переработке зерновых (пшеница), бобовых (чечевица) и масличных (лен) культур, по своему химическому составу и состоянию белково-протеиназного комплекса представляют ценное сырье для дальнейшей переработки, в частности для ферментативной модификации. Исследования показали высокое содержание белка, в котором преобладает доля альбумино-глобулиновой фракции (78,5; 79,0 и 86%), при этом существенная часть белка (7,6–10%) прочно связана с другими биополимерами.

Исследованы протеолитические ферменты отрубей, действующие в нейтральной (рН 6,8) и кислой (рН 3,8) зонах рН. Наибольшей протеолитической активностью характеризуются чечевично-льняные отруби, при этом активность нейтральных протеиназ превышает активность кислых протеиназ во всех вариантах: в 1,32; 1,37 и 1,56 раза соответственно.

Установлено, что во всех исследуемых отрубях присутствуют белковые ингибиторы трипсина и собственных протеолитических ферментов, которые подавляют активность кислых протеиназ в большей степени, чем нейтральных (% ингибирования): 37,5 против 28,2 (вариант 1); 32,3 против 24,5 (вариант 2); 48,6 против 32,4 (вариант 3).

Определена молекулярная масса исследуемых эндогенных протеиназ и их белковых ингибиторов. Нейтральные протеиназы имели молекулярную массу 250 000 ÷ 200 000 Да, кислые — 100 000 ÷ 75 000 Да. Белковые ингибиторы, выделенные из поликомпонентных отрубей, имели молекулярную массу 25 000 ÷ 20 000 Да во всех вариантах.

Полученные данные будут использованы при планировании и проведении дальнейших экспериментальных исследований, в том числе по использованию исследуемых видов отрубей, обладающих уникальным составом, как объекта для дальнейшей глубокой переработки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Витол, И. С. (2022). Структурно-модифицированные отруби — инновационный продукт глубокой переработки зерна. *Пищевая промышленность*, 5, 27–29. <http://doi.org/10.52653/PPI.2022.5.5.008>
2. Витол, И. С., Мелешкина, Е. П. (2021). Ферментативная трансформация пшенично-льняных отрубей. *Пищевая промышленность*, 9, 20–22. <https://doi.org/10.52653/PPI.2021.9.9.004>
3. Никифорова, Т. А., Хон, И. А., Леонова, С. А., Вебер, А. Л., Краус, С. В. (2020). Рациональное использование побочных продуктов мукомольного и крупяного производств. *Хлебопродукты*, 11, 30–32. <http://doi.org/10.32462/0235-2508-2020-29-10-30-32>
4. Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal Food Science Technology*, 51(9), 1633–1653. <http://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>
5. Gutte, K. B., Sahoo, A. K., Ranveer, R. C. (2015). Bioactive components of flaxseed and its health benefits. *International Journal of Pharmaceutical Science Review and Research*, 31(1), 42–51, Article 09.
6. Типсина, Н. Н., Батура, Н. Г., Демидов, Е. Л., Белошапкин, М. С. (2020). Характеристика чечевицы и ее использование в пищевой промышленности. *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*, 11, 225–231. <http://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-11-225-231>
7. Ефремов, Д. П. (2021). Перспективные отечественные разработки в области производства мучных изделий с семенами льна и продуктами их переработки. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 83(4(90)), 209–218. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-4-209-218>
8. Конева, С. И., Егорова, Е. Ю., Козубаева, Л. А., Резниченко, И. Ю. (2019). Влияние льняной муки на реологические свойства теста из пшеничной и льняной муки и качество хлеба. *Техника и технология пищевых производств*, 49(1), 85–96. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-85-96>
9. Пашенко, В. Л. (2006). Бобы чечевицы — перспективный белковый обоганитель пищевых продуктов. *Успехи современного естествознания*, 12, 97–97.
10. Колпакова, В. Э., Уланова, Р. В., Куликов, Д. С., Гулакова, В. А., Кадиева, А. Т. (2019). Зерновые композиты с комплементарным аминокислотным составом для пищевых и кормовых целей. *Техника и технология пищевых производств*, 49(2), 301–311. <http://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-301-311>
11. Миневич, И. Э. (2019). Функциональная значимость семян льна и практика их использования в пищевых технологиях. *Health, Food & Biotechnology*, 1(2), 97–120. <https://doi.org/10.36107/hfb.2019.i2.s224>
12. Тюрина, И. А., Невская, Е. В., Тюрина, О. И., Борисова, А. Е., Пешкина И. П. (2019). Разработка хлебопекарной композитной смеси с высоким содержанием белка для обогащенных хлебобулочных изделий. *Хлебопродукты*, 9, 53–55. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2019-31-9-53-55>
13. Миневич, И. Э., Цыганова, Т. Б. (2020). Влияние добавок измельченных семян льна и льняной муки на технологические и потребительские свойства мучных изделий. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 2–3, 88–91. <http://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.2-3.23>
14. Шубина, Л. Н., Иванова, Е. Е., Косенко, О. В., Запорожская, С. П., Белоусова, С. В. (2019). Использование нетрадиционных видов сырья и биологически активных добавок для формирования технологических и потребительских свойств функциональных и обогащенных пищевых продуктов. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 2–3, 9–12. <http://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.2-3.2>
15. Антипова, Л. В., Родионова, Н. С., Попов, Е. С. (2018). Тенденции развития научных основ проектирования пищевых продуктов. *Известия высших учебных заведений. Пищевая технология*, 1, 8–11. <http://doi.org/10.26297/0579-3009.2018.1.2>
16. Чаканова, Ж. М., Махамбетова, А. А., Сарбасова, Г. Т., Шаймерденова, Д. А., Исакова, Д. М., Бекболтава, М. Б. (2020). Способ получения цельнозернового продукта из зерна гречихи и чечевицы. *Вестник Алматинского технологического университета*, 3, 20–25. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2020-3-20-25>
17. Плотникова, И. В., Магомедов, Г. О., Швяякова, Т. А., Писаревский, Д. С., Плотников, В. Е. (2020). Использование суспензии из бобов чечевицы в производстве кексов для постного и вегетарианского питания. *Хлебопродукты*, 6, 38–41. <http://doi.org/10.32462/0235-2508-2020-29-6-38-41>
18. Мистенева, С. Ю., Щербаклова, Н. А., Зайцева, Л. В., Баскаков, А. В. (2022). Развитие направления комплексной фортификации мучных кондитерских изделий. *Пищевая промышленность*, 4, 47–52. <http://doi.org/10.52653/PPI.2022.4.4.013>
19. Крикунова, Л. Н., Дубинина, Е. В., Песчанская, В. А., Ульянова, Е. В. (2022). Новый вид азотсодержащего сырья для использования в технологии дистиллятов. *Техника и технология пищевых производств*, 52(1), 123–132. <http://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-1-123-132>
20. Крикунова, Л. Н., Дубинина, Е. В. (2022). Инновационное направление использования зерновых отрубей в технологии дистиллятов. *Пищевая промышленность*, 5, 20–22. <http://doi.org/10.52653/PPI.2022.5.5.005>
21. Vitol, I. S., Igoryanova, N. A., Meleshkina, E. P. (2019). Bioconversion of secondary products of processing of grain cereals crops. *Food Systems*, 2(4), 18–24. <http://doi.org/10.21323/2618-9771-2019-2-4-18-24>
22. Gunenc, A., Alswiti, C., Hosseinian, F. (2017). Wheat bran dietary fiber: promising source of prebiotics with antioxidant potential. *Journal of Food Research*, 6(2), 1–10. <http://doi.org/10.5539/jfr.v6n2p1>
23. Barrett, E., Ray, S., Batterham, M., Beck, E. (2019). Whole grain, bran and cereal fibre consumption and cardiovascular disease: A systematic review. *The British Journal of Nutrition*, 121(8), 1–57. <https://doi.org/10.1017/S000711451900031X>
24. Kapreliants, L., Zhurlova, O. (2017). Technology of wheat and rye bran biotransformation into functional ingredients. *International Food Research Journal*, 24(5), 1975–1979.
25. Милорадова, Е. В. (2008). Некоторые аспекты создания импортозамещающих технологических продуктов переработки сои. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 11, 65–67.
26. Chatterjee, C., Gleddie, S., Xiao, C.-W. (2018). Soybean bioactive peptides and their functional properties. *Nutrients*, 10(9), Article 1211. <https://doi.org/10.3390/nu10091211>
27. Попова, А. Ю., Тутельян, В. А., Никитюк, Д. Б. (2021). О новых (2021) нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. *Вопросы питания*, 90(4), 6–19. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19>
28. Тутельян, В. А., Никитюк, Д. Б., Батурич, А. К., Васильев, А. В., Гаптаров, М. Г., Жилинская, Н. В. и др. (2020). Нутриом как направление «главного удара»: определение физиологических потребностей в макро- и микронутриентах, минорных биологически активных веществах пищи. *Вопросы питания*, 89(4), 24–34. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10039>

29. Verni, M., Rizzello, C. G., Coda, R. (2019). Fermentation biotechnology applied to cereal industry by-products: nutritional and functional insights. *Frontiers in Nutrition*, 6, Article 42. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00042>
30. Римарева, Л. В., Серб, Е. М., Соколова, Е. Н., Борщева, Ю. А., Игнатова, Н. И. (2017). Ферментные препараты и биокаталитические процессы в пищевой промышленности. *Вопросы питания*, 86(5), 63–74.
31. Румянцева, Г. Н., Евсеичева, М. Н. (2005). Влияние ферментных препаратов протеолитического действия на белоксодержащее сырье. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 2, 48.
32. Телишевская, Л. Я. (2000). Белковые гидролизаты: получение, состав, применение и их применение. М.: Аграрная наука. 2000.
33. Толкачева, А. А., Черенков, Д. А., Корнеева, О. С., Пономарев, П. Г. (2017). Ферменты промышленного назначения — обзор рынка ферментных препаратов и перспективы его развития. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 79(4), 197–203. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-197-203>
34. Мосолов, В. В. (1983). Белковые ингибиторы как регуляторы процесса протеолиза. 36-е Баховские чтения. М.: Наука, 1983.
35. Rugg, E. M., Galbusera, V., Scarafoni, A., Negri, A., Tedeschi, G., Consonni, A. et al. (2006). Inhibitory properties and structure of a solution of a potent Bowman-Birk protease inhibitor from lentil (*Lens culinaris*, L) seeds. *FEBS Journal*, 273(17), 4024–4039. <https://doi.org/10.1111/j.1742-4658.2006.05406.x>
36. Панкратов, Г. Н., Мелешкина, Е. П., Витол, И. С., Кечкин, И. А., Коломиец, С. Н. (2022). Белково-жировой концентрат для обогащения пшеничной муки. *Пищевые системы*, 5(2), 107–113. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-107-113>
37. Нечаев, А. П., Траубенберг, С. Е., Кочеткова, А. А., Колпакова, В. В., Витол, И. С., Кобелева, И. Б. (2006). Пищевая химия. Лабораторный практикум. СПб.: ГИОРД, 2006.
38. Остерман, Л. А. (1985). Хроматография белков и нуклеиновых кислот. М.: Наука, 1985.
39. Бенкен, И. И., Волузнева, Т. А., Мирошниченко, И. И. (1977). Активность ингибиторов трипсина и содержание белка в семенах чечевицы и чины. *Бюллетень ВИР*. Л:73, 29–34.
40. Кондыков, И. В. (2012). Культура чечевицы в мире и Российской Федерации (обзор). *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2(2), 13–20.

REFERENCES

1. Vitol, I. S. (2022). Structurally modified bran is an innovative product of deep grain processing. *Food Industry*, 5, 27–29. <http://doi.org/10.52653/PPI.2022.5.5.008> (In Russian)
2. Vitol, I. S., Meleshkina, E. P. (2021). Enzymatic transformation of wheat-flax bran. *Food Industry*, 9, 20–22. <https://doi.org/10.52653/PPI.2021.9.9.004> (In Russian)
3. Nikiforova, T. A., Khon, I. A., Leonova, S. A., Weber, A. L., Kraus, S. V. (2020). Rational use of by-products of flour and cereal industries. *Bread products*, 11, 30–32. <http://doi.org/10.32462/0235-2508-2020-29-10-30-32> (In Russian)
4. Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: an ancient medicine & modern functional food. *Journal of Food Science Technology*, 51(9), 1633–1653. <http://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>
5. Gutte, K. B., Sahoo, A. K., Ranveer, R. C. (2015). Bioactive components of flaxseed and its health benefits. *International Journal of Pharmaceutical Science Review and Research*, 31(1), 42–51, Article 09.
6. Tipsina, N. N., Batura, N. G., Demidov, E. L., Beloshapkin, M. S. (2020). Characteristics of lentils and its use in the food industry. *Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, 11, 225–231. <http://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-11-225-231> (In Russian)
7. Efremov, D. P. (2021). Promising domestic developments in the field of production of flour products with flax seeds and products of their processing. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 85(4(90)), 209–218. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2021-4-209-218> (In Russian)
8. Koneva, S. I., Egorova, E. Yu., Kozubaeva, L. A., Reznichenko, I. Yu. (2019). Influence of flax flour on the rheological properties of wheat and flax flour dough and the quality of bread. *Food Processing: Techniques and Technology*, 49(1), 85–96. <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-1-85-96> (In Russian)
9. Pashchenko, V. L. (2006). Lentil beans are a promising protein food fortifier. *Successes of Modern Natural Science*, 12, 97–97. (In Russian)
10. Kolpakova, V. V., Ulanova, R. V., Kulikov, D. S., Gulakova, V. A., Kadieva, A. T. (2019). Grain composites with complementary amino acid composition for food and fodder purposes. *Food Processing: Techniques and Technology*, 49(2), 301–311. <http://doi.org/10.21603/2074-9414-2019-2-301-311> (In Russian)
11. Minevich, I. E. (2019). The functional significance of flax seeds and the practice of their use in food technology. *Health, Food & Biotechnology*, 1(2), 97–120. <https://doi.org/10.36107/hfb.2019.i2.s224> (In Russian)
12. Tyurina, I. A., Nevskaya, E. V., Tyurina, O. I., Borisova, A. E., Peshkina, I. P. (2019). Development of a high protein baking composite for fortified bakery products. *Bread Products*, 9, 53–55. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2019-31-9-53-55> (In Russian)
13. Minevich, I. E., Tsyganova, T. B. (2020). Influence of additives of crushed flax seeds and flax flour on technological and consumer properties of flour products. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 2–3, 88–91. <http://doi.org/10.26297/0579-3009.2020.2-3.25> (In Russian)
14. Shubina, L. N., Ivanova, E. E., Kosenko, O. V., Zaporozhskaya, S. P., Belousova, S. V. (2019). Use of non-traditional plant raw materials and biological active additives for the formation of technological and consumer properties of functional and enriched foods. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 2–3, 9–12. <http://doi.org/10.26297/0579-3009.2019.2-3.2> (In Russian)
15. Antipova, L. V., Rodionova, N. S., Popov, E. S. (2018). Trends of development of scientific foundations for designing foodstuffs. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*, 1, 8–10. <http://doi.org/10.26297/0579-3009.2018.1.2> (In Russian)
16. Chakanova, Zh. M., Makhambetova, A. A., Sarbasova, G. T., Shaimerdenova, D. A., Iskakova, D. M., Bekbolatova, M. B. (2020). A method for obtaining a whole grain product from buckwheat and lentil grains. *Bulletin of the Almaty Technological University*, 3, 20–25. <https://doi.org/10.48184/2304-568X-2020-3-20-25> (In Russian)
17. Plotnikova, I. V., Magomedov, G. O., Shevyakova, T. A., Pisarevskiy, D. S., Plotnikov, V. E. (2020). Use of lentil bean slurry in the production of lean and vegetarian muffins. *Bread products*, 6, 38–41. <http://doi.org/10.32462/0235-2508-2020-29-6-38-41> (In Russian)
18. Misteneva, S. Yu., Shcherbakova, N. A., Zaitseva, L. V., Baskakov, A. V. (2022). Development main direction of complex fortification of baked confectionery products. *Food Industry*, 4, 47–52. <http://doi.org/10.52653/PPI.2022.4.4.013> (In Russian)
19. Krikunova, L. N., Dubinina, E. V., Peschanskaya, V. A., Ulyanova, E. V. (2022). A new type of nitrogen-containing raw material for use in distillate technology. *Food Processing: Techniques and Technology*, 52(1), 123–132. <http://doi.org/10.21603/2074-9414-2022-1-123-132> (In Russian)
20. Krikunova, L. N., Dubinina, E. V. (2022). Innovative direction of using grain bran in distillate technology. *Food Industry*, 5, 20–22. <http://doi.org/10.52653/PPI.2022.5.5.005> (In Russian)
21. Vitol, I. S., Igoryanova, N. A., Meleshkina, E. P. (2019). Bioconversion of secondary products of processing of grain cereals crops. *Food Systems*, 2(4), 18–24. <http://doi.org/10.21323/2618-9771-2019-2-4-18-24>
22. Gunenc, A., Alswiti, C., Hosseinian, F. (2017). Wheat bran dietary fiber: promising source of prebiotics with antioxidant potential. *Journal of Food Research*, 6(2), 1–10. <http://doi.org/10.5539/jfr.v6n2p1>
23. Barrett, E., Ray, S., Batterham, M., Beck, E. (2019). Whole grain, bran and cereal fiber consumption and cardiovascular disease: A systematic review. *The British Journal of Nutrition*, 121(8), 1–57. <https://doi.org/10.1017/S000711451900031X>
24. Kapreliants, L., Zhurlova, O. (2017). Technology of wheat and rye bran biotransformation into functional ingredients. *International Food Research Journal*, 24(5), 1975–1979.
25. Miloradova, Ye. V. (2008). Some aspects of creation of importo-replacing technologies of product of processing of a soya. *Storage and Processing of Farm Products*, 11, 65–67. (In Russian)
26. Chatterjee, C., Gleddie, S., Xiao, C.-W. (2018). Soybean bioactive peptides and their functional properties. *Nutrients*, 10(9), Article 1211. <https://doi.org/10.3390/nu10091211>
27. Popova, A. Yu., Tutelyan, V. A., Nikityuk, D. B. (2021). On the new (2021) norms of physiological requirements in energy and nutrients of various groups of the population of the Russian Federation. *Problems of Nutrition*, 90(4), 6–19. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2021-90-4-6-19> (In Russian)
28. Tutelyan, V. A., Nikityuk, D. B., Baturin, A. K., Vasiliev, A. V., Gapparov, M. G., Zhilinskaya, N. V. et al. (2020). Nutriome as the direction of the “main blow”: Determination of physiological needs in macro and micronutrients, minor biologically active substances. *Problems of Nutrition*, 89(4), 24–34. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10039> (In Russian)
29. Verni, M., Rizzello, C. G., Coda, R. (2019). Fermentation biotechnology applied to cereal industry by-products: nutritional and functional insights. *Frontiers in Nutrition*, 6, Article 42. <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00042>
30. Rimareva, L. V., Serba, E. M., Sokolova, E. N., Borshcheva, Yu. A., Ignatova, N. I. (2017). Enzyme preparations and biocatalytic processes in the food industry. *Problems of Nutrition*, 86(5), 63–74. (In Russian)
31. Romyantseva, G. N., Evseicheva, M. N. (2005). Influence of enzyme preparations of proteolytic action on protein-containing raw materials. *Storage and Processing of Farm Products*, 2, 48. (In Russian)
32. Telishevskaya, L. Ya. (2000). Protein hydrolysates: preparation, composition, application and their application. Moscow: Agrarian science. 2000. (In Russian)
33. Tolкачева, А. А., Черенков, Д. А., Корнеева, О. С., Пonomarev, P. G. (2017). Enzymes of industrial purpose — review of the market of enzyme preparations and prospects for its development. *Proceeding of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 79(4), 197–203. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-4-197-203> (In Russian)
34. Mosolov, V. V. (1983). Protein inhibitors as regulators of the proteolysis process. 36th Bach Readings. Moscow: Nauka, 1983. (In Russian)

35. Rugg, E. M., Galbusera, V., Scarafoni, A., Negri, A., Tedeschi, G., Consonni, A. et al. (2006). Inhibitory properties and structure of a solution of a potent Bowman-Birk protease inhibitor from lentil (*Lens culinaris*, L) seeds. *FEBS Journal*, 273(17), 4024–4039. <https://doi.org/10.1111/j.1742-4658.2006.05406.x>
36. Pankratov, G. N., Meleshkina, E. P., Vitol, I. S., Kechkin, I. A., Kolomiets, S. N. (2022). Protein-fat concentrate for the enrichment of wheat flour. *Food systems*, 5(2), 107–113. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-2-107-113>. (In Russian)
37. Nechaev, A. P., Traubenberg, S. E., Kochetkova, A. A., Kolpakova, V. V., Vitol, I. S., Kobeleva, I. B. (2006). Food chemistry. Laboratory practice. St. Petersburg: GIOR, 2006. (In Russian)
38. Osterman, L. A. (1985). Chromatography of proteins and nucleic acids. Moscow: Science, 1985. (In Russian)
39. Benken, I. I., Voluzneva, T. A., Miroshnichenko, I. I. (1977). Activity of trypsin inhibitors and protein content in lentil and chinese seeds. *VIR Bulletin*. L: 73, 29–34. (In Russian)
40. Kondykov, I. V. (2012). Lentil culture in the world and the Russian Federation (review). *Legumes and Cereals*, 2(2), 13–20. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
Витол Ирина Сергеевна — кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки 127434, Москва, Дмитровское шоссе, 11 Тел.: +7-926-709-02-07 E-mail: vitolis@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5362-8909 * автор для контактов	Irina S. Vitol , Candidate of Biological Sciences, Docent, Senior Researcher, All-Russian Scientific and Research Institute for Grain and Products of its Processing 11, Dmitrovskoye Shosse, Moscow, 127434, Russia Tel.: +7-926-709-02-07 E-mail: vitolis@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5362-8909 * corresponding author
Мелешкина Елена Павловна — доктор технических наук, директор, Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки 127434, Москва, Дмитровское шоссе, 11 Тел.: +7-499-976-23-23 E-mail: mep5@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1339-7150	Elena P. Meleshkina , Doctor of Technical Sciences, Director, All-Russian Scientific and Research Institute for Grain and Products of its Processing 11, Dmitrovskoye Shosse, Moscow, 127434, Russia Tel.: +7-499-976-23-23 E-mail: mep5@mail.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0003-1339-7150
Панкратов Георгий Несторович — доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки 127434, Москва, Дмитровское шоссе, 11 Тел.: +7-499-976-33-14 E-mail: pankratof.gn@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3000-8631	Georgy N. Pankratov , Doctor of Technical Sciences, Professor, Leading Researcher, All-Russian Scientific and Research Institute for Grain and Products of its Processing 11, Dmitrovskoye Shosse, Moscow, 127434, Russia Tel.: +7-499-976-33-14 E-mail: pankratof.gn@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3000-8631
Критерии авторства	Contribution
Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.	Authors equally relevant to the writing of the manuscript, and equally responsible for plagiarism.
Конфликт интересов	Conflict of interest
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.	The authors declare no conflict of interest.