

DOI: <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-22-28>

Поступила 17.11.2022

Поступила после рецензирования 09.01.2023

Принята в печать 16.01.2023

© Витол И. С., Мелешкина Е. П., Панкратов Г. Н., 2023

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

Научная статья

Open access

# ОТРУБИ ИЗ КОМПОЗИТНОЙ ЗЕРНОСМЕСИ КАК ОБЪЕКТ ГЛУБОКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ. ЧАСТЬ 2. УГЛЕВОДНО-АМИЛАЗНЫЙ И ЛИПИДНЫЙ КОМПЛЕКСЫ

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,  
углеводно-амилазный  
и липидный комплексы

**АННОТАЦИЯ**

Поликомпонентные отруби, полученные при совместном размоле зерносмеси из зерновых (пшеница), бобовых (чечевица) и масличных (лен) культур, следует рассматривать как ценное вторичное сырье, использование которого для глубокой переработки позволит получать различные пищевые и кормовые ингредиенты. Оценка углеводно-амилазного и липидного комплексов трех вариантов поликомпонентных отрубей показала, что соотношение амилозы и амилопектина в крахмале трехкомпонентных отрубей практически одинаково, однако в чечевично-льняных отрубях доля амилозы в 1,6 раза выше, чем в первых двух вариантах. Удельная активность амилаз трехкомпонентных отрубей примерно в 2 раза выше, чем в чечевично-льняных отрубях. Кроме того, последние характеризуются более высоким содержанием восстанавливающих сахаров и клетчатки. Молекулярная масса амилаз, выделенных из трехкомпонентных отрубей, по данным гель-хроматографии составила:  $\alpha$ -амилаза — 40000 Да;  $\beta$ -амилаза — 60000 Да. Установлено, что добавление семян льна в помольную смесь значительно увеличивает содержание жира в отрубях 6,4; 6,0 и 12,9%. Жирнокислотный состав исследуемых отрубей характеризуется преобладанием ненасыщенных жирных кислот. При этом соотношение эссенциальных кислот — линолевой кислоты ( $\omega$ -6) к  $\alpha$ -линоленовой кислоте ( $\omega$ -3) в пользу наиболее дефицитной  $\alpha$ -линоленовой кислоты — было характерно для чечевично-льняных отрубей и составило 1:4,2. Активность щелочных липаз, проявляющих свое действие при pH 8,0 (преимущественно зерновые липазы), и кислых липаз (преимущественно липазы масличных культур) с оптимумом действия при pH 4,7 в образцах трехкомпонентных отрубей примерно одинаковая, а чечевично-льняные отруби характеризуются высокой удельной активностью кислой липазы, которая примерно в 4,2 раза превосходит активность кислых липаз трехкомпонентных отрубей. Полученные данные, наряду с данными по особенностям белково-протеиназного комплекса исследуемых видов отрубей, будут использованы при разработке способов ферментативной модификации (глубокая переработка) и при получении компонентов для создания новых пищевых продуктов с повышенной пищевой и биологической ценностью.

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 17.11.2022

Accepted in revised 09.01.2023

Accepted for publication 16.01.2023

© Vitol I. S., Meleshkina E. P., Pankratov G. N., 2023

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 2. CARBOHYDRATE-AMYLASE AND LIPID COMPLEXES

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, polycomponent  
bran, carbohydrate-amylase and  
lipid complexes

**ABSTRACT**

Polycomponent bran obtained by joint grinding of a grain mixture from cereals (wheat), legumes (lentils) and oilseeds (flax) should be considered as a valuable secondary raw material, the use of which for deep processing will make it possible to obtain various food and feed ingredients. An assessment of the carbohydrate-amylase and lipid complexes of the three variants of multicomponent bran showed that the ratio of amylose and amylopectin in the starch of three-component bran is almost the same, however, in lentil-flax bran, the proportion of amylose is 1.6 times higher than in the first two variants. The specific activity of amylases in three-component bran is about 2 times higher than in lentil-flax bran. In addition, the latter are characterized by a higher content of reducing sugars and fiber. The molecular weight of amylases isolated from three-component bran, according to gel chromatography, was:  $\alpha$ -amylase — 40,000 Da;  $\beta$ -amylase — 60,000 Da. It has been established that the addition of flax seeds to the grinding mixture significantly increases the fat content in bran 6.4; 6.0 and 12.9%. The fatty acid composition of the studied bristles is characterized by the predominance of unsaturated fatty acids. At the same time, the ratio of essential acids — linoleic acid ( $\omega$ -6) to  $\alpha$ -linolenic acid ( $\omega$ -3) in favor of the most deficient  $\alpha$ -linolenic acid — was typical for lentil-flax bran and amounted to 1:4.2. The activity of alkaline lipases, which exhibit their effect at pH 8.0 (mainly cereal lipases), and acid lipases (mainly oilseed lipases) with an optimum of

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Витол, И. С., Мелешкина, Е. П., Панкратов, Г. Н. (2023). Отруби из композитной зерносмеси как объект глубокой переработки. Часть 2. Углеводно-амилазный и липидный комплексы. *Пищевые системы*, 6(1), 22-28. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-22-28>

FOR CITATION: Vitol, I. S., Meleshkina, E. P., Pankratov, G. N., (2023). Bran from composite grain mixture as an object of deep processing. Part 2. Carbohydrate-amylase and lipid complexes. *Food Systems*, 6(1), 22-28. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2023-6-1-22-28>

action at pH 4.7 in three-component bran samples are approximately the same, and lentil-flax bran is characterized by a high specific acid lipase activity, which is approximately 4.2 times higher than the activity of acid lipases of three-component bran. The data obtained, along with data on the characteristics of the protein-proteinase complex of the studied types of bran, will be used in the development of methods for enzymatic modification (deep processing) and in the preparation of components for the creation of new food products with increased nutritional and biological value.

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

## 1. Введение

Глубокая переработка растительного сырья, в первую очередь зерновых, бобовых и масличных культур, активно развивается [1–3] и позволяет не просто использовать все компоненты зерна и побочных продуктов его переработки, но и получать широкий спектр продуктов с высокой добавленной стоимостью [4–7].

С этой целью из зерна выделяют отдельные фракции белковых веществ, например, клейковину, концентраты и изоляты белка; крахмал (фракции А, В, С) [1,6]; растворимые и нерастворимые пищевые волокна [8,9]; другие компоненты [10,11]. Получение гидролизатов и структурно-модифицированных продуктов переработки зерна с использованием методов направленного биокатализа (ферментативная трансформация) — еще одно перспективное направление глубокой переработки [12–14]. Все получаемые продукты могут быть использованы как компоненты питательных сред в микробиологическом производстве аминокислот, органических кислот, спиртов и др., а также применены для обогащения и создания новых продуктов как общего, так и специального лечебно-профилактического назначения [1,5,12].

Зерновые отруби представляют ценное вторичное сырье для дальнейшей глубокой переработки, и с этой точки зрения важно знать не только особенности химического состава, но и состояние ферментных систем. Поликомпонентные отруби, полученные при совместном размоле зерновых, бобовых и масличных культур, очевидно должны обладать уникальным составом различных ферментных систем, поскольку большинство из них локализуется в периферийных частях зерновки (в зародыше и клетках алейронового слоя). При переработке зерносмеси они переходят в отруби, оказывая воздействие (в первую очередь гидролитическое и окислительное) на все компоненты отрубей; кроме этого, они способны влиять друг на друга, что в некоторых случаях выражается в виде синергетического эффекта. Все перечисленное выше требует специального изучения.

Известно, что эндогенные амилазы зерна [15–17] и микробные препараты амилаз [18–21], наряду с протеазами, играют существенную роль в различных пищевых технологиях, особенно в технологиях брожения, обеспечивая гидролиз крахмала сырья и накопление сахаров, что, наряду с другими факторами, повышает выход и качество конечного продукта [22–25]. Кроме того, дальнейшее преобразование сахаров в процессе микробиологического синтеза позволяет получать широкий спектр веществ (ингредиентов) для их использования как в пищевой промышленности, так и в кормопроизводстве. Препараты амилаз применяют также при выделении и очистке пищевых волокон<sup>1</sup>. Известно, что в семенах растений присутствуют два типа  $\alpha$ -амилазы:  $\alpha$ -амилазы созревания и  $\alpha$ -амилазы прорастания. В созревающем зерне синтезируется  $\alpha$ -амилаза созревания, которая затем переходит в латентную форму, локализуясь на мембранах алейро-

нового слоя. Помимо этого, генетическими исследованиями установлено наличие в зерне пшеницы и других злаковых культур изоформ  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз [26–28].

Исследования, проведенные во ВНИИ зерна и продуктов его переработки, показали, что в поликомпонентных отрубях содержание жира в продуктах помола значительно увеличивается за счет добавления семян льна в исходную зерносмесь [14]. В связи с этим интересным представляется изучение активности липаз, которые инициируют различные процессы, в первую очередь процесс ферментативного прогоркания [29–30]. Зерновые и микробные липазы достаточно хорошо изучены: разработаны способы их выделения и очистки [31–34], дана характеристика каталитическим свойствам и строению активного центра [33,35], а также показана возможность иммобилизации зерновых и микробных липаз с целью их использования в пищевой промышленности [29,36].

Известно, что применение препаратов липазы приводит к улучшению реологических свойств теста, к увеличению удельного объема изделий и улучшению структуры и цвета мякиша. Также есть сведения о том, что липазы способствуют замедлению черствения хлеба. Это можно объяснить действием продуктов гидролиза — моноглицеридов и жирных кислот, которые, образуя комплексы с амилозой, замедляют ее ретроградацию. Предполагается, что липазы изменяют взаимодействия между белками и липидами муки, улучшая качество клейковины. Кроме того, липолитические ферменты косвенно влияют на окислительные процессы в тесте при замесе, что происходит за счет увеличения доступности ненасыщенных жирных кислот для действия фермента липоксигеназы, присутствующего в муке или введенного в тесто в составе улучшителей [37].

Цель исследования — оценка углеводно-амилазного и липидного комплексов поликомпонентных зерновых отрубей для их дальнейшей глубокой переработки с использованием ферментной модификации.

## 2. Материалы и методы

Объектом исследования служили три вида поликомпонентных отрубей, полученных путем совместного лабораторного помола трехкомпонентной зерновой смеси: 85% зерно пшеницы, 10% семян чечевицы и 5% льна (вариант 1); в варианте 2 зерно пшеницы было заменено на крупу пшеничную шлифованную. Вариант 3 — отруби, полученные в результате совместного помола бинарной зерносмеси: 67% семян чечевицы и 33% льна.

Химический состав исходных компонентов и исследуемых образцов отрубей представлен в работе [14]. Содержание крахмала определяли по методу Эверса (ГОСТ 31675–2012<sup>2</sup>), массовую долю амилозы и амилопектина рассчитывали методом М. П. Попова и Е. Ф. Шаненко, восстанавливающих сахаров — по методу Бертрена. Растворимый белок определяли по методу Лоури [38]. Жирнокислотный состав опре-

<sup>1</sup> ГОСТ Р 34844–2022. «Продукция пищевая. Определение массовой доли пищевых волокон». — М.: Российский институт стандартизации, 2022, 12 с.

<sup>2</sup> ГОСТ 10845–98 «Зерно и продукты его переработки. Метод определения крахмала». Москва: ИПК «Издательство стандартов», 2001. — 4 с.

деляли по ГОСТ 30418–96<sup>3</sup>. Активность амилаз определяли колориметрическим методом по интенсивности окраски комплекса «крахмал — йод» при длине волны 590 нм на фотозлектроколориметре КФК-3 (ЗОМЗ, Россия). Степень гидролиза рассчитывали по калибровочной кривой. Удельную активность амилаз выражали как отношение прогидролизованного крахмала (мг) к количеству белка (мг) в водной вытяжке исследуемых образцов.

Для выделения и частичной очистки  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилазы из трехкомпонентных отрубей (вариант 1) была разработана схема, которая включала следующие этапы:

- этап 1 — экстракция измельченного материала водой в соотношении 1:10 (масса/объем) в течение 5 мин при интенсивном перемешивании. Центрифугирование при 6000 об/мин в течение 10 мин.
- этап 2 — осаждение  $\alpha$ -амилазы сульфатом аммония (степень насыщения от 0 до 30%); отделение осадка ( $\alpha$ -амилаза +  $\beta$ -амилаза) центрифугированием при скорости 6000 об/мин в течение 10 мин.
- этап 3 — перерастворение осадка в 0,02% растворе хлорида кальция
- этап 4 — термостатирование при 70 °С в течение 15 мин. Центрифугирование при 6000 об/мин в течение 10 мин. Доведение супернатанта до pH 5,6.
- этап 5 — фракционирование  $\alpha$ -амилазы методом гель-хроматографии на колонке с TSK — gel Toyopearl HW — 55F.
- этап 6 — осаждение  $\beta$ -амилазы сульфатом аммония (степень насыщения от 30 до 60%) из надосадочной жидкости, полученной при проведении этапа 2; отделение осадка ( $\beta$ -амилаза + следы  $\alpha$ -амилазы) центрифугированием при скорости 6000 об/мин в течение 10 мин.
- этап 7 — перерастворение осадка в воде с доведением с помощью 0,1н HCl до pH 3,4 для инактивации следов  $\alpha$ -амилазы, с дальнейшим доведением pH до 4,5–5,0 0,1н раствором NaOH.
- этап 8 — фракционирование  $\beta$ -амилазы методом гель-хроматографии на колонке с TSK — gel Toyopearl HW — 55F. В работе использовали реактивы: CaCl<sub>2</sub> двухводный и (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (чда); 0,1н NaOH и 0,1 н HCl (стандарт-титры); производство — Россия.

Разделение амилаз и определение их молекулярной массы проводили методом гель-хроматографии на колонке (2,3 × 35) с TSK-gel Toyopearl HW-55F (ToSoh bioSep, Япония). Параметры колонки: свободный объем — 44 мл (по выходу декстрана синего с молекулярной массой около 2 млн Да); общий объем — 140 мл (по выходу тирозина).

На колонку наносили 5 мл раствора, содержащего частично очищенные амилазы (объединенные фракции после стадии высаливания от 0 до 30% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и от 30 до 60% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Элюцию проводили дистиллированной водой. Объем собираемых фракций — 4 мл. Регистрацию оптической плотности элюата во фракциях осуществляли при длине волны 280 нм на спектрофотометре СФ-46 (ЛОМО, Россия).

Молекулярную массу амилаз определяли графическим методом, предварительно колонку маркировали стандартными метчиками с известной молекулярной массой фирмы Merck (Германия) [14,38,39].

Определение активности щелочных и кислых липаз проводили титрометрическим методом по начальной скорости ферментативной реакции гидролиза триглицеридов растительного масла, которую рассчитывали по количеству образовавшихся жирных кислот [38].

Для обработки результатов исследований определяли средние арифметические значения величин из трех измерений для каждого образца, среднеквадратичное отклонение не превышало 3% при доверительной вероятности P = 0,95. С этой целью использовали методы математической статистики с применением программного обеспечения Microsoft Excel, версия 2018 г. [40].

### 3. Результаты и их обсуждение

Углеводный комплекс поликомпонентных зерновых отрубей, полученных при совместном размоле зерносмеси, согласно указанным выше вариантам представлен крахмалом, клетчаткой, а также моно- и дисахаридами, поскольку наряду с оболочками и алейроновым слоем они содержат достаточное количество измельченного зародыша.

Полученные данные (Таблица 1) свидетельствуют о том, что трехкомпонентные отруби (варианты 1 и 2) содержат около 45–50% крахмала, причем соотношение амилозы и амилопектина в них практически одинаково. Чечевично-льняные отруби (вариант 3) содержат крахмала в 1,6–1,8 раз меньше, при этом доля амилозы в 1,6 раз выше, чем в первых двух вариантах. Кроме того, из всех исследуемых отрубей у чечевично-льняных отрубей отмечено более высокое содержание восстанавливающих сахаров и клетчатки.

Таблица 1.  
Углеводный комплекс поликомпонентных отрубей  
Table 1. Carbohydrate complex of polycomponent bran

Образец	Крахмал, %	Амилоза, %	Амилопектин, %	Восстанавливающие сахара, %	Клетчатка, %
Вариант 1	45,50	23,8	76,2	0,33	15,0
Вариант 2	52,42	24,0	76,0	0,30	14,6
Вариант 3	28,50	38,6	61,4	0,68	17,3

На Рисунке 1 представлена удельная активность амилаз (мг прогидролизованного крахмала/мг белка) в водной вытяжке исследуемых образцов отрубей.

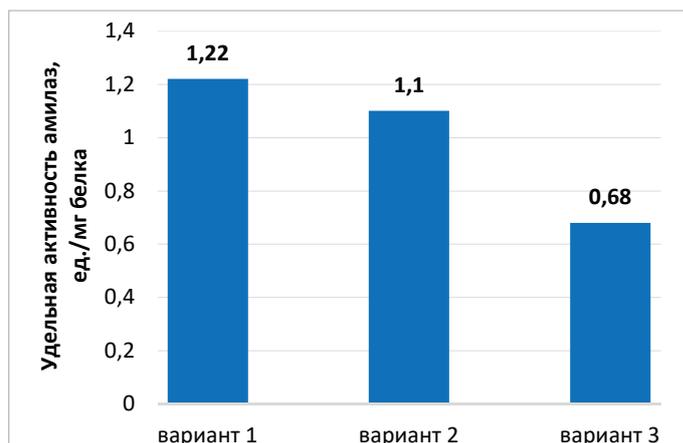


Рисунок 1. Активность амилаз в образцах поликомпонентных отрубей

Figure 1. Amylase activity in polycomponent bran samples

Чечевично-льняные отруби, по сравнению с трехкомпонентными отрубями, характеризуются более низкой удельной активностью амилаз (примерно в 2 раза). При дальнейшей переработке чечевично-льняных отрубей или при их использовании в качестве обогащающего компонента в мучных смесях они не должны оказывать значительного влияния на реологические свойства при тестоведении.

На Рисунках 2 и 3 представлен профиль элюции белка частично очищенных препаратов амилаз и их активность.

<sup>3</sup> ГОСТ 30418–96 «Масла растительные. Метод определения жирнокислотного состава». — Минск.: Стандартинформ, 2008. — 4 с.

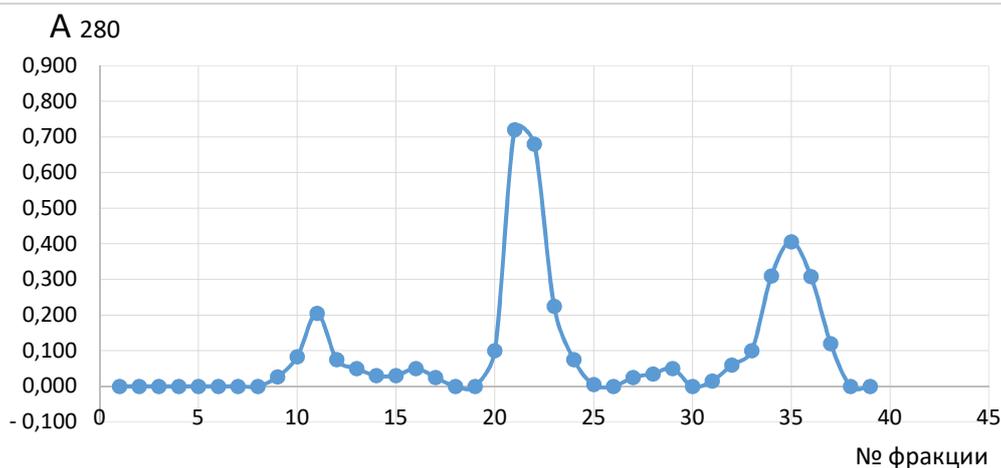


Рисунок 2. Профиль элюции белка частично очищенного препарата  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз  
Figure 2. Protein elution profile of a partially purified preparation of  $\alpha$ - and  $\beta$ -amylases

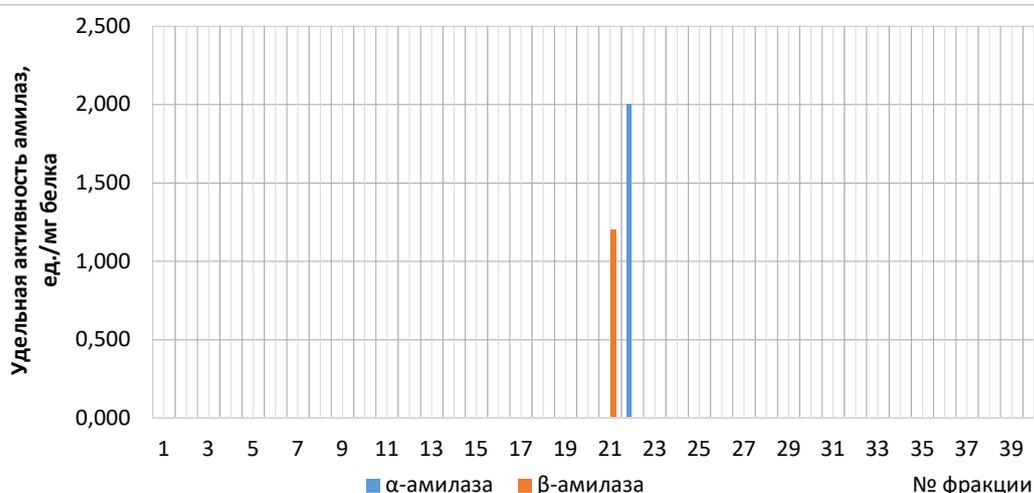


Рисунок 3. Фракционирование  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз трехкомпонентных отрубей (вариант 1)  
Figure 3. Fractionation of  $\alpha$ - and  $\beta$ -amylases of three-component bran (option 1)

Активность  $\alpha$ -амилазы обнаружена в 22-й фракции, выходящей с объемом элюции 88 мл; активность  $\beta$ -амилазы обнаружена в 21-й фракции, выходящей с объемом элюции 84 мл. Таким образом, по данным гель-хроматографии молекулярная масса  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз, выделенных из трехкомпонентных отрубей по разработанной схеме, составила 40000 Да и 60000 Да соответственно.

Как показали наши исследования [12,14], добавление семян льна в помольную смесь значительно увеличивает содержание жира в продуктах помола. В Таблице 2 представлены данные, характеризующие исследуемые образцы отрубей по общему содержанию жира и по количеству основных насыщенных и ненасыщенных жирных кислот.

Так, общее содержание насыщенных жирных кислот с учетом количества жира в образцах отрубей составляет 0,95; 0,96 и 1,72%, а общее содержание ненасыщенных жирных кислот — 5,40; 4,92 и 9,07% соответственно для

вариантов 1, 2 и 3. При этом для чечевично-льняных отрубей (вариант 3) характерно наиболее благоприятное соотношение линолевой кислоты ( $\omega$ -6) к  $\alpha$ -линоленовой кислоте ( $\omega$ -3) в пользу наиболее дефицитной  $\alpha$ -линоленовой кислоты, которое составило 1: 4,2.

Увеличение содержания жира в поликомпонентных отрубях за счет добавления семян льна (Таблица 2) связано с необходимостью изучения активности липаз, которые, наряду с другими факторами, инициируют процесс ферментативного прогоркания. Известно, что растительные липазы отличаются оптимальным pH: зерновые липазы преимущественно проявляют свою активность в щелочной зоне — при pH 8,0; липазы масличных культур — в кислой зоне при pH 4,7 [15,29,30].

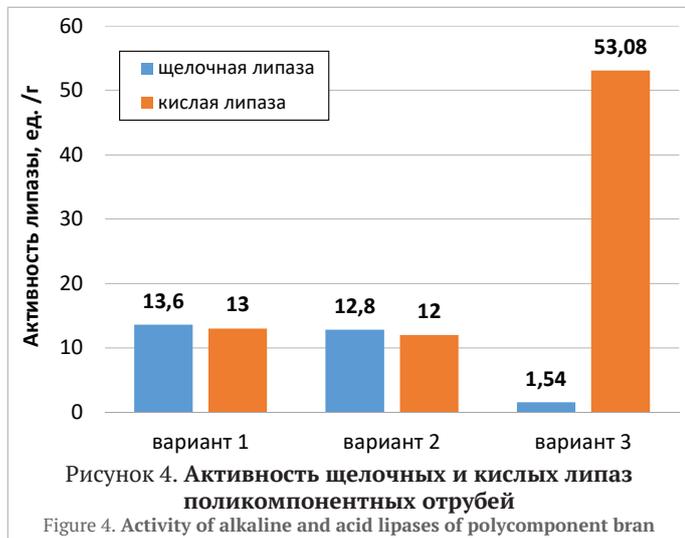
Анализ представленных на Рисунке 4 данных позволяет сделать вывод о том, что удельная активность щелочных и кислых липаз в образцах трехкомпонентных отрубей

Таблица 2. Содержание жира и жирнокислотный состав поликомпонентных отрубей

Table 2. Fat content and fatty acid composition of polycomponent bran

Образец	Жир, %	Насыщенные жирные кислоты, %			Ненасыщенные жирные кислоты, %	
		пальмитиновая C 16: 0	стеариновая C 18: 0	олеиновая C 18: 1	линолевая C 18: 2	$\alpha$ -линоленовая C 18: 3
Вариант 1	6,4	12,20 $\pm$ 0,98	2,66 $\pm$ 0,29	18,58 $\pm$ 1,49	61,65 $\pm$ 3,07	4,19 $\pm$ 0,46
Вариант 2	6,0	12,76 $\pm$ 1,02	3,23 $\pm$ 0,36	17,19 $\pm$ 1,43	60,29 $\pm$ 3,02	4,57 $\pm$ 0,50
Вариант 3	12,9	7,12 $\pm$ 0,52	6,26 $\pm$ 0,50	17,58 $\pm$ 1,35	10,23 $\pm$ 1,48	42,48 $\pm$ 2,87

(вариант 1 и 2) примерно одинаковая, а чечевично-льняные отруби (вариант 3) характеризуются практическим отсутствием щелочных липаз (преимущественно зерновые липазы) и высокой удельной активностью кислой липазы (преимущественно липаза льна), которая примерно в 4,2 раза превосходит активность кислых липаз трехкомпонентных отрубей.



#### 4. Выводы

Оценка углеводно-амилазного и липидного комплексов поликомпонентных отрубей, полученных при совместном размоле зерносмеси из зерновых (пшеница), бобовых (чечевица) и масличных (лен) культур, выявила следующие особенности:

- соотношение амилозы и амилопектина в образцах трехкомпонентных отрубей практически одинаково, в чечевично-льняных отрубях доля амилозы в 1,6 раза выше, а удельная активность амилаз примерно в 2 раза ниже, чем в первых двух вариантах. Кроме того, чечевично-льняные отруби характеризуются более высоким содержанием восстанавливающих сахаров и клетчатки;
- молекулярная масса амилаз, выделенных из трехкомпонентных отрубей, по данным гель-хроматографии составила 40000 Да для  $\alpha$ -амилазы и 60000 Да для  $\beta$ -амилазы;
- добавление семян льна в помольную смесь значительно увеличивает содержание жира в отрубях 6,4; 6,0 и 12,9% для вариантов 1, 2 и 3 соответственно. Жирнокислотный состав характеризуется преобладанием ненасыщенных жирных кислот для отрубей всех исследуемых вариантов. При этом для чечевично-льняных отрубей установлено соотношение эссенциальных кислот: линолевой кислоты ( $\omega$ -6) к  $\alpha$ -линоленовой кислоте ( $\omega$ -3), которое составило 1:4,2;
- активность щелочных и кислых липаз в образцах трехкомпонентных отрубей примерно одинаковая, а чечевично-льняные отруби характеризуются высокой удельной активностью кислой липазы (преимущественно липаза льна), которая примерно в 4,2 раза превосходит активность кислых липаз трехкомпонентных отрубей. Полученные данные, наряду с данными по особенностям белково-протеиназного комплекса исследуемых видов отрубей, будут использованы при разработке способов ферментативной модификации (глубокая переработка) и при получении компонентов для создания новых пищевых продуктов с повышенной пищевой и биологической ценностью.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андреев, Н. Р., Гольдштейн, В. Г., Носовская, Л. П., Адикаева, Л. В., Дегтярев, В. А. Перспективы развития глубокой переработки зерна. (2020). *Достижения науки и техники АПК*, 34(11), 98–103. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-11115>
2. Poutanen, K. S., Kärilund, A. O., Gómez-Gallego, C., Johansson, D. P., Scheers, N. M., Marklinder, I. M. et al. (2022). Grains — a major source of sustainable protein for health. *Nutrition Reviews*, 80(6), 1648–1665. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuab084>
3. Jones, J. M., García, C. G., Braun, H. J. (2020). Perspective: Whole and refined grains and health — evidence supporting “make half your grains whole”. *Advances in Nutrition*, 11(3), 492–506. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz114>
4. Мистенева, С. Ю. (2022). Продукты переработки цельного зерна и перспективы их использования при производстве мучных кондитерских изделий. *Пищевые системы*, 5(3), 249–260. <https://doi.org/10.21523/2618-9771-2022-5-3-249-260>
5. Погорелова, Н. А., Гаврилова, Н. Б., Рогачев, Е. А., Щетинина, Е. М. (2020). Определение эффективности способов конверсии пшеничных отрубей для использования их в технологии продуктов питания. *Хранение и переработка сельхозсырья*, 1, 48–57. <https://doi.org/10.36107/spfr.2020.228>
6. Сидак, М. В. (2022). Развитие глубокой переработки зерна в России: от простого крахмала к продуктам с высокой добавленной стоимостью. *Хлебопродукты*, 2, 18–23.
7. Никифорова, Т. А., Хон, И. А., Леонова, С. А., Вебер, А. Л., Краус, С. В. (2020). Рациональное использование побочных продуктов мукомольного и крупяного производства. *Хлебопродукты*, 11, 30–32. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2020-29-10-30-32>
8. Пырьева, Е. А., Сафронова, А. И. (2019). Роль и место пищевых волокон в структуре питания населения. *Вопросы питания*, 88(6), 5–11. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10059>
9. 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>
10. Barbosa, F. C., Silvello, M. A., Goldbeck, R. (2020). Cellulase and oxidative enzymes: new approaches, challenges and perspectives on cellulose degradation for bioethanol production. *Biotechnology Letters*, 42(6), 875–884. <https://doi.org/10.1007/s10529-020-02875-4>
11. Krikunova, L. N., Meleshkina, E. P., Vitol, I. S., Dubinina, E. V., Obodova, O.N. (2023). Hydrolyzates of grain bran in the technology of obtaining fruit distillates. *Foods and Raw Materials*, 11(1), 35–42. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-1-550>
12. Витол, И. С. (2022). Структурно-модифицированные отруби — инновационный продукт глубокой переработки зерна. *Пищевая промышленность*, 5, 27–29. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.5.5.008>
13. Meleshkina, E. P., Pankratov, G. N., Vitol, I. S., Kandrov, R., H., Tulyakov, D., G. (2017). Innovative trends the development in technology of processing of grain triticale. *Foods and Raw Materials*, 5(2), 70–82. <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2017-2-70-82>
14. Витол, И. С., Мелешкина, Е. П., Панкратов, Г. Н. (2022). Отруби из комбинированной зерносмеси — как объект глубокой переработки. Часть 1. Белково-протеиназный комплекс. *Пищевые системы*, 5(4), 282–288. <https://doi.org/10.21523/2618-9771-2022-5-4-282-288>
15. Гридина, С. Б., Зинкевич, Е. П., Владимирцева, Т. А., Забусова, К. А. (2014). Ферментативная активность зерновых культур. *Вестник КрасГАУ*, 8(95), 57–60.
16. Желтова, А. А., Зайцев, В. Г., Иващенко, Р. Ю., Агапова, Д. А. (2019). Специфическое определение активности альфа-амилазы и растворимых белков в зерне ячменя и пшеницы. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*, 4(56), 79–84. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-04-9>
17. Kiszonas, A. M., Engle, D. A., Pierantoni, L. A., Morris, C. F. (2018). Relationships between Falling Number,  $\alpha$ -amylase activity, milling, cookie and sponge cake quality of soft white wheat. *Cereal Chemistry*, 95(3), 373–385. <https://doi.org/10.1002/cche.10041>
18. Никитина, Е. В., Решетник, О. А., Губайдулин, Р. А. (2013). Биотехнологические аспекты применения амилотических ферментов в пищевой промышленности. *Вестник Казанского технологического университета*, 16(13), 148–153.
19. Лукин, А. А., Данилов, М. Б., Пирожинский, С. Г. (2020). Особенности применения микробных ферментов в отраслях производственной сферы. *Международный научно-исследовательский журнал*, 8-1(98), 94–99. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.98.8.013>
20. Патент РФ № 2290440. Способ экстракции бета-амилазы из зерен злака и целлюлаза для экстракции бета-амилазы из зерен злака / Кекии П. Оpubл. 27.12.2006. Бюлл. № 36.

21. Ban, X., Xie, X., Li, C., Gu, Z., Hong, Y., Cheng, L. et al. (2021). The desirable salt bridges in amylases: Distribution, configuration and location. *Food Chemistry*, 354, Article 129475. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129475>
22. Nadaroglu, H., Polat, M. S. (2022). Microbial extremozymes: Novel sources and industrial applications. Chapter in a book: *Microbial Extremozymes*. Academic Press, 2022. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822945-3.00019-1>
23. Suleimenova, Zh. B., Saduyeva, Zh. K. Rakhmetova, Zh. K. (2016). Alpha-amylase production from *Aspergillus oryzae* M by submerged fermentation. *Biotechnologia Acta*, 9(4), 77–82. <https://doi.org/10.15407/biotech9.04.077>
24. Gupta, R., Gigras, P., Mohapatra, H., Goswami, V.K., Chauhan, B. (2013). Microbial  $\alpha$ -amylases: A biotechnological perspective. *Process Biochemistry*, 38(11), 1599–1616. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(03\)00053-0](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(03)00053-0)
25. Kikani, B. A., Singh, S. P. (2022). Amylases from thermophilic bacteria: structure and function relationship. *Critical Reviews in Biotechnology*, 42(3), 325–341. <https://doi.org/10.1080/07388551.2021.1940089>
26. Нецвегаев, В. П., Богдаренко, Л. С., Акиншина, О. В. (2015). Генетический анализ изоферментов бета-амилазы мягкой пшеницы. *Достижения науки и техники АПК*, 29(4), 17–19.
27. Нецвегаев, В. П., Богдаренко, Л. С., Рызжкова, Т. А., Акиншина, О. В. (2016). Генетика изоферментов бета-амилазы и количественные признаки мягкой пшеницы. *Достижения науки и техники АПК*, 30(12), 5–9.
28. Netsvetaev, V. P., Bondarenko, L. S., Motorina, I. P. (2016). Distribution of alpha-amylase isozymes among the varieties of winter wheat in Russia and Ukraine. *Russian Journal of Genetics*, 52(12), 1244–1252. <https://doi.org/10.1134/S1022795416110090>
29. Демченко, Ю. А. (2018). Липаза: свойства источники, способы получения, применение. Наука: комплексные проблемы. 2(12). Электронный ресурс. <http://nigniikr.adygnet.ru/index.php/vypuski-2018/45-vypusk-2-12-dekabr/stati-k-vypusku-2-12-dekabr-2018/133-lipaza-svoystva-istochniki-sposoby-polucheniya-primeneniye>. Дата доступа 19.06.2022.
30. Пушкарев, М. А., Сагаев, М. И., Козлов, Г. В., Сайпов, А. А., Лисицкая, Т. Б., Гарабаджиу, А. В. (2015). Липазы: общие характеристики. *Научные труды ЮГУ им. М. Ауэзова*, 3, 39–43.
31. Шеламова, С. А., Тырсин Ю. А. (2009). Некоторые каталитические свойства липазы I *Rhizopus oryzae* 1403. *Вестник Оренбургского государственного университета*, 6(100), 434–437.
32. Kapranchikov, V. S., Zherebtsov, N. A., Popova, T. N. (2004). Purification and characterization of lipase from wheat (*Triticum aestivum* L.) germ. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 40(1), 84–88. <https://doi.org/10.1023/B: ABIM.0000010360.46824.56>
33. Kublicki, M., Koszelewski, D., Brodzka, A., Ostaszewski, R. (2022). Wheat germ lipase: isolation, purification and applications. *Critical Reviews in Biotechnology*, 42(2), 184–200. <https://doi.org/10.1080/07388551.2021.1939259>
34. Korneeva O. S., Kapranchikov V. S., Motina E. A., Popova T. N. (2008). Identification of catalytically active groups of wheat (*Triticum aestivum*) germ lipase. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 44(4), 349–355. <https://doi.org/10.1134/S0003683808040029>
35. Trbojevic Ivic, J., Velickovic, D., Dimitrijevic, A., Bezbradica, D., Dragacevic, V., Gavrovic Jankulovic, M. et al. (2016). Design of biocompatible immobilized *Candida rugosa* lipase with potential application in food industry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(12), 4281–4287. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7641>
36. Pierozan, M. K., Oestreicher, E. G., Oliveira, J. V., Oliveira, D., Treichel, H., Cansian, R. L. (2011). Studies on immobilization and partial characterization of lipases from wheat seeds (*Triticum aestivum*). *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 165(1), 75–86. <https://doi.org/10.1007/s12010-011-9234-y>
37. Дубцова, Г. Н., Нецаев, А. П., Молчанов, М. И. (2000). Молекулярно-биологические аспекты формирования липид-белковых комплексов и оценка их роли в структуре клейковины. В кн.: *Растительный белок: новые перспективы*. М.: Пищепромиздат, 2000.
38. Нецаев, 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.
39. Остерман, Л. А. (1985). *Хроматография белков и нуклеиновых кислот*. М.: Наука, 1985.
40. Гребенникова, И. В. (2015). *Методы математической обработки экспериментальных данных*. Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015.

## REFERENCES

1. Andreev, N. R., Goldstein, V. G., Nosovskaya, L. P., Adikaeva, L. V., Degtyarev, V. A. Prospects for the development of deep grain processing. (2020). *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, 34(11), 98–103. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-11115> (In Russian)
2. Poutanen, K. S., Kårlund, A. O., Gómez-Gallego, C., Johansson, D. P., Scheers, N. M., Marklinder, I. M. et al. (2022). Grains — a major source of sustainable protein for health. *Nutrition Reviews*, 80(6), 1648–1663. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuab084>
3. Jones, J. M., Garcia, C. G., Braun, H. J. (2020). Perspective: Whole and refined grains and health — evidence supporting “make half your grains whole”. *Advances in Nutrition*, 11(3), 492–506. <https://doi.org/10.1093/advances/nmz114>
4. Misteneva, S. Yu. (2022). Whole grain processing products and prospects for their use in the production of flour confectionery. *Food Systems*, 5(3), 249–260. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2022-5-3-249-260> (In Russian)
5. Pogorelova, N. A., Gavrilova, N. B., Rogachev, E. A., Shchetinina, E. M. (2020). Determination of the effectiveness of wheat bran conversion methods for their use in food technology. *Storage and Processing of Farm Products*, 1, 48–57. <https://doi.org/10.36107/spfp.2020.228> (In Russian)
6. Sidak, M. V. (2022). Development of deep grain processing in Russia: from simple starch to products with high added value. *Bread Products*, 2, 18–23. (In Russian)
7. 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 production. *Bread Products*, 11, 30–32. <https://doi.org/10.32462/0235-2508-2020-29-10-30-32> (In Russian)
8. Pyryeva, E. A., Safronova, A. I. (2019). The role of dietary fibers in the nutrition of the population. *Problems of Nutrition*, 88(6), 5–11. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2019-10059> (In Russian)
9. 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>
10. Barbosa, F. C., Silvello, M. A., Goldbeck, R. (2020). Cellulase and oxidative enzymes: new approaches, challenges and perspectives on cellulose degradation for bioethanol production. *Biotechnology Letters*, 42(6), 875–884. <https://doi.org/10.1007/s10529-020-02875-4>
11. Krikunova, L. N., Meleshkina, E. P., Vitol, I. S., Dubinina, E. V., Obodoeva, O. N. (2023). Hydrolyzates of grain bran in the technology of obtaining fruit distillates. *Foods and Raw Materials*, 11(1), 35–42. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-1-550>
12. Vitol, I. S. (2022). Structurally modified bran is an innovative product of deep grain processing. *Food Industry*, 5, 27–29. <https://doi.org/10.52653/PPI.2022.5.5.008> (In Russian)
13. Meleshkina, E. P., Pankratov, G. N., Vitol, I. S., Kandrov, R., H., Tulyakov, D., G. (2017) Innovative trends the development in technology of processing of grain triticale. *Foods and Raw Materials*, 5(2), 70–82. <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2017-2-70-82>
14. 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> (In Russian)
15. Gridina, S. B., Zinkevich, E. P., Vladimirtseva, T. A., Zabusova, K. A. (2014). Enzymatic activity of grain crops. *Bulletin of KSAU*, 8(95), 57–60. (In Russian)
16. Zheltova, A. A., Zaitsev, V. G., Ivashchenko, R. Yu., Agapova, D. A. (2019). Specific definitions of alpha-amylase and soluble proteins activity in barley and wheat grain. *Proceedings of Lower Volga Agro-University Complex: Science and Higher Education* 4(56), 79–84. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-04-9> (In Russian)
17. Kiszonas, A. M., Engle, D. A., Pierantoni, L. A., Morris, C. F. (2018). Relationships between Falling Number,  $\alpha$ -amylase activity, milling, cookie and sponge cake quality of soft white wheat. *Cereal Chemistry*, 95(3), 373–385. <https://doi.org/10.1002/cche.10041>
18. Nikitina, E. V., Reshetnik, O. A., Gubaidulin, R. A. (2015) Biotechnological aspects of the use of amylolytic enzymes in the food industry. *Bulletin of the Kazan Technological University*, 16(15), 148–153. (In Russian)
19. Lukin, A. A., Danilov, M. B., Pirozhinsky, S. G. (2020). Application features of microbial enzymes in industrial sectors. *International Research Journal*, 8–1(98), 94–99. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.98.8.013> (In Russian)
20. Kekki P. (FI). Method for extraction of beta-amylase from cereal grains and cellulase for extraction of beta-amylase from cereal grains. Patent RF no. 2290440, 2006 (In Russian)
21. Ban, X., Xie, X., Li, C., Gu, Z., Hong, Y., Cheng, L. et al. (2021). The desirable salt bridges in amylases: Distribution, configuration and location. *Food Chemistry*, 354, Article 129475. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129475>
22. Nadaroglu, H., Polat, M. S. (2022). Microbial extremozymes: Novel sources and industrial applications. Chapter in a book: *Microbial Extremozymes*. Academic Press, 2022. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822945-3.00019-1>
23. Suleimenova, Zh. B., Saduyeva, Zh. K. Rakhmetova, Zh. K. (2016). Alpha-amylase production from *Aspergillus oryzae* M by submerged fermentation. *Biotechnologia Acta*, 9(4), 77–82. <https://doi.org/10.15407/biotech9.04.077>
24. Gupta, R., Gigras, P., Mohapatra, H., Goswami, V. K., Chauhan, B. (2013). Microbial  $\alpha$ -amylases: A biotechnological perspective. *Process Biochemistry*, 38(11), 1599–1616. [https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(03\)00053-0](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(03)00053-0)
25. Kikani, B. A., Singh, S. P. (2022). Amylases from thermophilic bacteria: structure and function relationship. *Critical Reviews in Biotechnology*, 42(3), 325–341. <https://doi.org/10.1080/07388551.2021.1940089>

26. Netsvetaev, V. P., Bogdarenko, L. S., Akinshina, O. V. (2015). Genetic analysis of isoenzymes of beta-amylase in soft wheat. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, 29(4), 17–19. (In Russian)
27. Netsvetaev, V. P., Bogdarenko, L. S., Ryzhkova, T. A., Akinshina, O. V. (2016). Genetics of beta-amylase isozymes and quantitative attributes of soft wheat. *Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex*, 30(12), 5–9. (In Russian)
28. Netsvetaev, V. P., Bondarenko, L.S., Motorina, I. P. (2016). Distribution of alpha-amylase isozymes among the varieties of winter wheat in Russia and Ukraine. *Russian Journal of Genetics*, 52(12), 1244–1252. <https://doi.org/10.1134/S1022795416110090>
29. Demchenko, Yu. A. (2018). Lipase: Sources, methods of obtaining, application. *Science: complex problems*. 2(12). Retrieved from <http://nigniikp.adygnet.ru/index.php/vypuski-2018/45-vypusk-2-12-dekabr/stati-k-vypusku-2-12-dekabr-2018/133-lipaza-svoystva-istochniki-sposoby-polucheniya-primenenie> Accessed June 19, 2022 (In Russian)
30. Pushkarev, M. A., Sataev, M. I., Kozlov, G. V., Saipov, A. A., Lisitskaya, T. B., Garabadzhiu, A. V. (2015). Lipases: general characteristics. *Transaction of M. Auezov SKSU*, 3, 39–43. (In Russian)
31. Shelamova, S. A., Tyrsin, Yu. A. (2009). Some catalytic properties of lipase *I Rhizopus oryzae* 1403. *Vestnik of the Orenburg State University*, 6(100), 434–437. (In Russian)
32. Kapranchikov, V. S., Zharebtsov, N. A., Popova, T. N. (2004). Purification and characterization of lipase from wheat (*triticum aestivum* L.) germ. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 40(1), 84–88. <https://doi.org/10.1023/B:ABIM.0000010360.46824.56>
33. Kublicki, M., Koszelewski, D., Brodzka, A., Ostaszewski, R. (2022). Wheat germ lipase: isolation, purification and applications. *Critical Reviews in Biotechnology*, 42(2), 184–200. <https://doi.org/10.1080/07388551.2021.1939259>
34. Korneeva O. S., Kapranchikov V. S., Motina E. A., Popova T. N (2008). Identification of catalytically active groups of wheat (*Triticum aestivum*) germ lipase. *Applied Biochemistry and Microbiology*, 44(4), 349–355. <https://doi.org/10.1134/S0003683808040029>
35. Trbojevic Ivic, J., Velickovic, D., Dimitrijevic, A., Bezbradica, D., Dragacevic, V., Gavrovic Jankulovic, M. et al. (2016). Design of biocompatible immobilized *Candida rugosa* lipase with potential application in food industry. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 96(12), 4281–4287. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7641>
36. Pierozan, M. K., Oestreicher, E. G., Oliveira, J. V., Oliveira, D., Treichel, H., Cansian, R. L. (2011). Studies on immobilization and partial characterization of lipases from wheat seeds (*Triticum aestivum*). *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 165(1), 75–86. <https://doi.org/10.1007/s12010-011-9234-y>
37. Dubtsova, G. N., Nechaev, A. P., Molchanov, M. I. (2000). Molecular biological aspects of the formation of lipid-protein complexes and evaluation of their role in the structure of gluten. Chapter in a book: *Vegetable Protein: New Perspectives*. Moscow: Pishchepromizdat, 2000. (In Russian)
38. 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)
39. Osterman, L. A. (1985). Chromatography of proteins and nucleic acids. Moscow: Science, 1985. (In Russian)
40. Grebennikova, I. V. (2015). Methods of mathematical processing of experimental data. Yekaterinburg: Ural University Press, 2015.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ	AUTHOR INFORMATION
Принадлежность к организации	Affiliation
<p><b>Витол Ирина Сергеевна</b> — 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: <a href="https://orcid.org/0000-0001-5362-8909">https://orcid.org/0000-0001-5362-8909</a> * автор для контактов</p>	<p><b>Irina S. Vitol</b>, 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: <a href="https://orcid.org/0000-0001-5362-8909">https://orcid.org/0000-0001-5362-8909</a> * corresponding author</p>
<p><b>Мелешкина Елена Павловна</b> — 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: <a href="https://orcid.org/0000-0003-1339-7150">https://orcid.org/0000-0003-1339-7150</a></p>	<p><b>Elena P. Meleshkina</b>, 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: <a href="https://orcid.org/0000-0003-1339-7150">https://orcid.org/0000-0003-1339-7150</a></p>
<p><b>Панкратов Георгий Несторович</b> — 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: <a href="https://orcid.org/0000-0002-3000-8631">https://orcid.org/0000-0002-3000-8631</a></p>	<p><b>Georgy N. Pankratov</b>, 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: <a href="https://orcid.org/0000-0002-3000-8631">https://orcid.org/0000-0002-3000-8631</a></p>
Критерии авторства	Contribution
<p>Авторы в равных долях имеют отношение к написанию рукописи и одинаково несут ответственность за плагиат.</p>	<p>Authors equally relevant to the writing of the manuscript, and equally responsible for plagiarism.</p>
Конфликт интересов	Conflict of interest
<p>Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.</p>	<p>The authors declare no conflict of interest.</p>