

Марина Анатольевна Янова

Красноярский государственный аграрный университет, доцент кафедры товароведения и управления качеством продукции АПК, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Россия, Красноярск
E-mail: yanova.m@mail.ru

Ирина Владимировна Федорович

Красноярский государственный аграрный университет, главный специалист Управления аспирантуры и аттестации кадров высшей квалификации, Россия, Красноярск
E-mail: iriska1687@mail.ru

ИЗМЕНЕНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА В ПРОЦЕССЕ ХРАНЕНИЯ МУКИ

Цель исследования – изучение аминокислотного состава муки пшеницы различных сортов и ржи при различных сроках хранения. Задачи исследования: определить аминокислотный состав образцов муки пшеницы различных сортов и ржи; провести анализ содержания аминокислот в исследуемых образцах муки; исследовать изменения содержания аминокислот в анализируемых образцах муки пшеницы различных сортов и ржи в процессе хранения. Объект исследования – мука различных культур (пшеница, рожь), отобранная на предприятии ООО «Зернопродукт» Минусинского района Красноярского края. Отбор образцов проводили от 6 партий различных сортов муки, произведенных в разные календарные периоды, и после 3–9 мес. хранения исследуемых образцов. Был определен аминокислотный состав образцов муки пшеницы и ржи. В исследуемых образцах более высоким содержанием аминокислот в составе белка обладает ржаная мука для периода хранения 3 мес. По содержанию незаменимых аминокислот при небольшом сроке хранения (3 мес.) пшеничная мука первого сорта в целом превосходит пшеничную муку высшего сорта, что подтверждает влияние технологии получения мучного сырья. С увеличением срока хранения с 6 до 9 мес. наблюдалось уменьшение почти всех незаменимых аминокислот пшеничной муки высшего сорта, данное снижение также было характерно и для ржаной муки при увеличении срока хранения с 3 до 6 мес. При увеличении срока хранения в муке изменения аминокислотного состава были не существенны, что говорит о медленном протекании процессов изменения аминокислотного состава, а также об отсутствии процесса необратимой денатурации белка, который мог быть иницирован действием реагентов или высоким нагреванием. Учитывая полученные данные, можно заключить, что проведение долгосрочного анализа аминокислотного состава мучного сырья является перспективным направлением исследований.

Ключевые слова: мука, аминокислотный состав муки, пшеница, рожь, сроки хранения.

Marina A. Yanova

Krasnoyarsk State Agrarian University, associate professor of the chair of merchandizing and product quality control of agrarian and industrial complex, candidate of agricultural sciences, associate professor, Russia, Krasnoyarsk
E-mail: yanova.m@mail.ru

Irina V. Fedorovich

Krasnoyarsk State Agrarian University, chief specialist of the Management of postgraduate study and certification of high qualification specialists, Russia, Krasnoyarsk
E-mail: iriska1687@mail.ru

THE CHANGE OF AMINO ACID COMPOSITION DURING THE FLOUR STORAGE

The research objective was studying amino acid structure of the flour of wheat of various varieties and rye at various periods of storage. The research problems were to define amino acid structure of the samples of the flour of wheat of various varieties and rye; to carry out the analysis of the content of amino acids in the studied flour samples; to investigate the changes of the content of amino acids in the analyzed

samples of the flour of wheat of various varieties and the rye in the course of storage. The objects of the research were the flour of various crops (wheat, rye) selected at the JSC 'Zernoprodukt' enterprise of Minusinsk district of Krasnoyarsk Region. The sampling was made from 6 parties of different varieties of the flour made during different calendar periods, and after 3–9 months' shelf life of the studied samples. The amino acid structure of the samples of the flour of wheat and rye was defined. It was found that the rye flour had high level of amino acids in the protein composition after 3 months' storage period. At a small period of storage (3 months) wheat flour of the first variety in general surpassed the premium wheat flour that confirmed the influence of the technology of receiving flour raw materials in the content of irreplaceable amino acids. With the increase in the shelf life from 6 to 9 months the decrease of almost all irreplaceable amino acids of the premium wheat flour was observed, the decrease was also characteristic for the rye flour at the increase in the period of storage from 3 to 6 months. At the increase in the period of storage in the flour the change of amino acid structure was not essential that testified to slow course of the processes of the change of amino acid structure, and also about the lack of the process of irreversible denaturation of protein which could be initiated by the effect of reagents or high heating. Considering the obtained data, it is possible to conclude that carrying out the long-term analysis of amino acid structure of flour raw materials is perspective direction of the researches.

Keywords: flour, amino acid flour composition, wheat, rye, shelf life.

Введение. Важнейшим фактором, оказывающим влияние на здоровье населения, является питание, которое является общегосударственной, если не общемировой проблемой, а также одной из приоритетных задач для различных сфер деятельности (здравоохранения, пищевой промышленности и др.). Для продуктов питания важна его биологическая ценность, которая должна быть сбалансирована также по составу.

В структуре потребления и пищевой промышленности Российской Федерации мучные изделия занимают значительное место. Данный вид изделий как продукт питания богат углеводами, являющимися, как известно, основным источником энергии для человека. За последние десятилетия, а также в настоящее время проводится много исследований, направленных на создание новых технологий и рецептур мучных изделий с применением различных нетрадиционных видов сырья, прежде всего растительного. Их целью является не только повышение пищевой ценности, но и улучшение качества продукции и ее безопасности [3, 6–9, 11–13, 15–19].

В производстве мучных кондитерских изделий одним из самых основных видов сырья является мука, причем из различных видов (овес, пшеница, соя, рожь, лен и др.). На качество изделий оказывают влияние различные факторы: цвет муки, количество и качество клейковины, крупность помола и сортность. Например, по сравнению с пшеничной льняная мука имеет значительно более высокое содержание белка, жира, а также минеральных веществ. Общее количество незаменимых аминокислот достигало, по некоторым данным, значений в 3,5–3,2

раза больше, чем в пшеничной. Также исследователи отмечали, что в данном виде муки преобладающей аминокислотой является лейцин, а содержание лизина, который является дефицитной аминокислотой для всех сортов пшеничной, было высоким [14].

Хранение муки становится в дальнейшем важнейшим условием для последующего производства конечного продукта для потребителя, которое определит его качество и безопасность. Но следует отметить, что не менее важным является его аминокислотный состав, что определяет его биологическую ценность, соответствие состава белка потребностям биологического организма [1]. В связи с этим значимым является оценка его качественного состава, а именно содержание незаменимых аминокислот.

Проведенные научные исследования указывают на общую тенденцию изменения в процессе хранения массовой доли белка в сторону его снижения, которая зависит от сорта муки, упаковки и условий хранения. Массовая доля белка в среднем снижалась с 13,1 до 12,4 %, было отмечено значительное молекулярное перераспределение белков, сделано заключение о гидролитических процессах белков в период хранения, что отражалось на количестве клейковины и ее качестве, определено снижение степени аминокислот в зависимости от используемых вариантов упаковки [4, 5]. На основании важности определения аминокислотного состава мучного сырья, учитывая различную продолжительность хранения его на предприятиях, а также используемых видов зерновых культур изучение данного вопроса в различных временных

срезах представляет собой актуальную для настоящего времени проблему как для предприятий (непосредственных производителей), так и для конечных потребителей данных продуктов.

Цель исследования: изучение аминокислотного состава муки пшеницы различных сортов и ржи при различных сроках хранения.

Задачи исследования: определить аминокислотный состав образцов муки пшеницы различных сортов и ржи; провести анализ содержания аминокислот в исследуемых образцах муки; исследовать изменения содержания аминокислот в анализируемых образцах муки пшеницы различных сортов и ржи в процессе хранения.

Объекты и методы исследования. В качестве объекта исследования была выбрана мука различных культур (пшеница, рожь), отобранная на предприятии ООО «Зернопродукт» Минусинского района Красноярского края. Выбор предприятия обусловлен тем обстоятельством, что зерноперерабатывающая промышленность края наиболее развита в Минусинском районе, также указанное предприятие выпускает полную линейку пшеничной муки: высшего сорта, первого сорта, цельнозерновую, – и муку ржаную, образцы которых были взяты для исследований [14]. Отбор образцов проводили от 6 партий различных сортов муки, произведенных в разные календарные периоды, и после 3–9 месяцев хранения исследуемых образцов. Биохимические анализы проводились в Научно-исследовательском испытательном центре ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты исследования по определению аминокислотного состава образцов муки представлены в таблицах 1, 2. Из полученных данных видно, что у отобранных образцов по аминокислотному составу ржаная мука по сравнению с пшеничной (для периода хранения 3 мес.) обладает более высоким содержанием отдельных незаменимых аминокислот, таких как лизин, валин, лейцин + изолейцин, треонин, а также по ряду заменимых: аргинин, тирозин, пролин, серин, аланин, глицин, цистин. Это подтверждает данные о том, что лучшими по аминокислотному составу являются белки ржи в сравнении с белками пшеницы [2]. При анализе данных образцов с периодом хранения 6 мес. можно сделать противоположный вывод.

Также из данных таблицы 1 видно, что по содержанию незаменимых аминокислот при сроке хранения 3 мес. пшеничная мука первого сорта в целом превосходит пшеничную муку

высшего сорта, что подтверждает влияние технологии получения на аминокислотный состав [2]. В процессе получения муки происходит перераспределение основных частей зерновки по разным фракциям помола, от чего будет зависеть ее химический состав. С повышением сорта муки наблюдается уменьшение клетчатки, водо- и солерастворимых белков, жира, т. е. веществ, которыми богаты оболочки, зародыш и алейроновый слой зерна, что удаляется при получении высших сортов муки, т. е. пшеничная мука высших сортов (экстра и высший) содержит меньше белков, так как состоит из бедных белками центральных частей эндосперма, что отражается на ее пищевой ценности.

При увеличении периода хранения в муке происходят процессы, которые могут повлиять на ее аминокислотный состав и другие качественные показатели. Белки адсорбируют большую часть влаги, что приводит к набуханию – снижению массовой доли белка, которое в свою очередь приводит к уменьшению реологических свойств тестозаготовок, качества хлебных изделий [4, 5].

Белково-протеиназный комплекс изменяется под влиянием окислительного воздействия, прежде всего кислородом воздуха, которое изменяет все его компоненты. Повышенная влажность, особенно при высокой температуре, может вызвать в муке интенсификацию окислительных процессов. В ржаной муке количество солерастворимой фракции белков снижается наиболее выражено при влажности муки 13 %. Доля нерастворимого остатка азотсодержащих веществ при повышенной влажности уменьшается под влиянием жизнедеятельности микрофлоры [10].

Белок может подвергаться гидролитическому расщеплению вследствие того, что протеолитические ферменты, содержащиеся в пшеничной муке, могут воздействовать на него. В соответствии с исследованиями К.Б. Гурьевой, Е.Ф. Когтевой, С.Л. Белецкого содержание массовой доли аминного азота в образцах пшеничной хлебопекарной муки находилось в основном на довольно стабильном уровне (2–2,3 % на начальном уровне; 2–2,51 % – после 15 мес. хранения), но наблюдалось незначительное увеличение, это объяснялось тем, что пептидные связи в белке муки при хранении в сухом состоянии почти не расщепляются, аминный азот не накапливается, но разрыв, например, гидрофобных и водородных связей ведет к заметному, а в ряде случаев очень сильному, дезагрегированию клейковины, ее ослаблению, размягчению и даже разжижению [4, 5].

Содержание незаменимых аминокислот образцов муки, %

Партия	Мука	Срок хранения	Лизин	Метионин	Триптофан	Валин	Лейцин + изолейцин	Треонин	Фенилаланин
1-я партия	Пшеничная мука (высший сорт)	6 мес.	3,8250	1,5129	0,0076	5,9468	7,2694	3,4729	6,3750
		9 мес.	3,5756	1,5814	0,0053	5,1834	6,1410	2,8992	5,8862
2-я партия	Пшеничная мука (высший сорт)	3 мес.	2,7976	1,1094	0,0106	5,1611	7,9297	2,6625	4,4665
		6 мес.	3,8745	1,6580	0,0035	5,1224	6,2307	5,7071	5,7420
3-я партия	Пшеничная мука (высший сорт)	3 мес.	3,6953	1,4617	0,0103	5,3834	6,4231	4,2409	6,0113
		6 мес.	2,8710	1,6485	0,0046	5,6031	7,4091	5,7513	6,5015
4-я партия	Пшеничная мука (первый сорт)	3 мес.	2,9424	1,2650	0,0066	4,3573	6,5688	4,6853	6,2408
		6 мес.	3,4627	1,7135	0,0107	6,2828	5,8366	4,5693	5,9437
5-я партия	Пшеничная мука (цельнозерновая)	3 мес.	3,7982	1,5365	0,0057	5,7355	7,6346	5,7737	6,6898
		6 мес.	3,4763	2,3609	0,0065	6,0602	5,7163	5,3910	6,1717
6-я партия	Ржаная мука	3 мес.	4,0552	1,1387	0,0049	6,0295	8,0203	6,4637	5,7919
		6 мес.	3,3722	1,7089	0,0046	5,8031	6,6804	4,8801	5,7391

Таблица 2

Содержание заменимых аминокислот образцов муки, %

Партия	Мука	Срок хранения	Аргинин	Тирозин	Гистидин	Пролин	Серин	Аланин	Глицин	Глутамин. кислота + глутамин	Аспаргин. кислота + аспаргин	Цистин
1-я партия	Пшеничная мука (высший сорт)	6 мес.	2,4644	3,1114	2,2265	11,1230	4,8336	5,0810	6,6700	28,6019	4,9573	2,5215
		9 мес.	2,6180	2,8552	1,4408	17,5619	6,1849	4,5947	4,5684	27,1203	4,5684	3,2154
2-я партия	Пшеничная мука (высший сорт)	3 мес.	2,0162	3,6176	2,4503	18,2904	4,6980	3,9263	6,0389	26,4034	5,2479	3,1738
		6 мес.	4,5378	3,1415	1,2653	15,7687	5,9951	4,5378	5,2271	23,1077	5,0526	3,0281
3-я партия	Пшеничная мука (высший сорт)	3 мес.	3,1498	3,0468	1,9249	13,4328	3,7983	5,1879	6,1657	28,8729	4,0968	3,0983
		6 мес.	2,8710	3,7509	1,8245	14,7164	6,4737	5,5661	5,6031	21,3012	5,3346	2,7692
4-я партия	Пшеничная мука (первый сорт)	3 мес.	3,5140	3,4109	2,0428	14,4494	5,6317	5,3412	5,8472	25,2724	5,7254	2,6987
		6 мес.	2,2757	3,7750	1,4101	16,6262	6,2917	6,2739	5,9080	22,2129	4,8638	2,5435
5-я партия	Пшеничная мука (цельнозерновая)	3 мес.	2,6435	2,5671	1,8514	17,2351	5,2583	5,7737	7,2242	19,0961	4,7907	2,3858
		6 мес.	2,2029	3,3833	1,6545	16,7492	6,3948	5,2423	4,6660	22,7909	5,1214	2,6118
6-я партия	Ржаная мука	3 мес.	3,3425	3,3015	1,3517	18,8013	7,7991	6,2425	8,2414	13,0175	3,4817	2,9165
		6 мес.	3,6555	2,9244	1,4805	16,7786	5,7756	5,3735	4,4962	22,5725	5,9767	2,7782

Экспериментальные данные определения аминокислотного состава различных партий муки пшеницы высшего и первого сортов при 3 и 6 мес. срока хранения показали, что при увеличении срока хранения в двух из рассматриваемых трех партий идет уменьшение содержания следующих незаменимых аминокислот: триптофан (в партиях муки высшего сорта), лейцин + изолейцин (в партии муки высшего и первого

сортов) (рис. 1–3). В противоположность данному уменьшению наблюдается увеличение содержания лизина (в партиях муки высшего и первого сортов), метионина, треонина, фенилаланина для обеих партий пшеничной муки первого сорта.

Среди заменимых кислот по всем трем партиям муки высшего и первого сортов наблюдается уменьшение содержания гистидина, глицина, глутаминовой кислоты + глутамина и цистина.

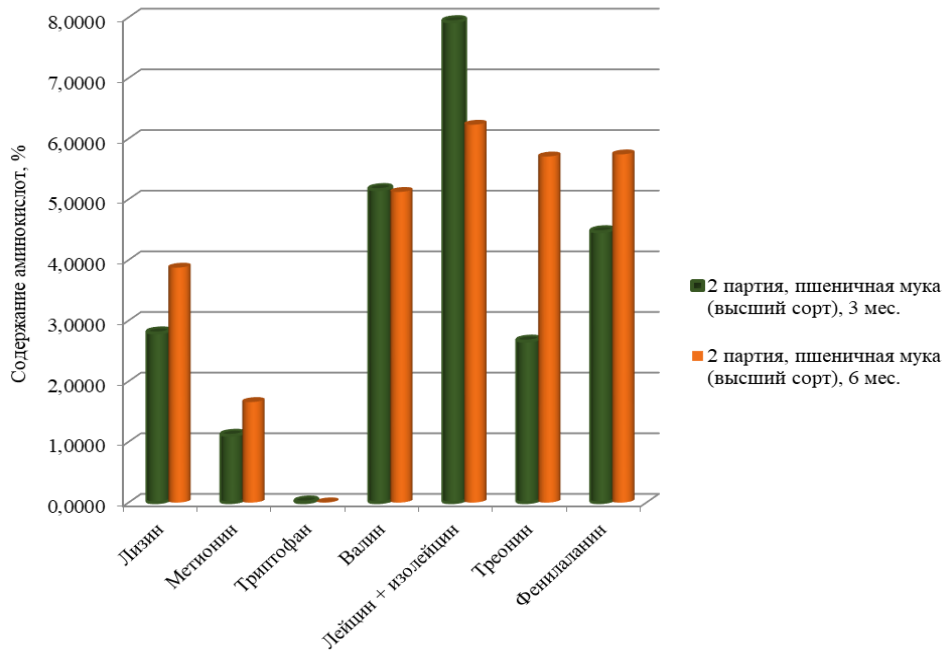


Рис. 1. Изменение содержания незаменимых аминокислот, %, 2-й партии пшеничной муки высшего сорта в зависимости от срока хранения

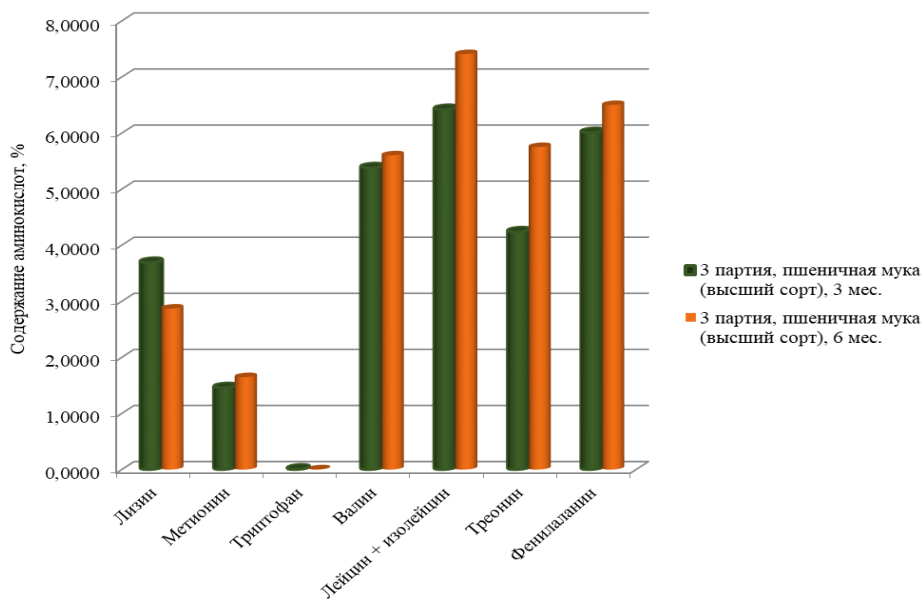


Рис. 2. Изменение содержания незаменимых аминокислот, %, 3-й партии пшеничной муки высшего сорта в зависимости от срока хранения

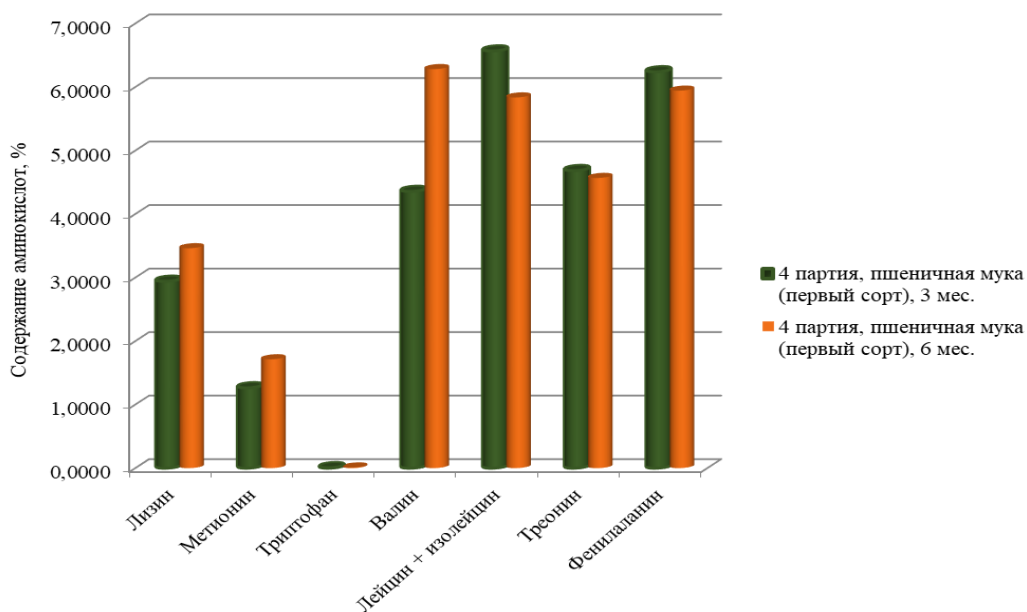


Рис. 3. Изменение содержания незаменимых аминокислот, %, 4-й партии пшеничной муки первого сорта в зависимости от срока хранения

Для двух партий из трех характерно также уменьшение аргинина и аспарагиновой кислоты + аспарагина у муки высшего и первого сортов (рис. 4–6). Также по ряду аминокислот прослежи-

валось увеличение их содержания: серин и аланин во всех трех партиях и тирозин – в 3-й партии пшеничной муки высшего и 4-й партии муки первого сортов.

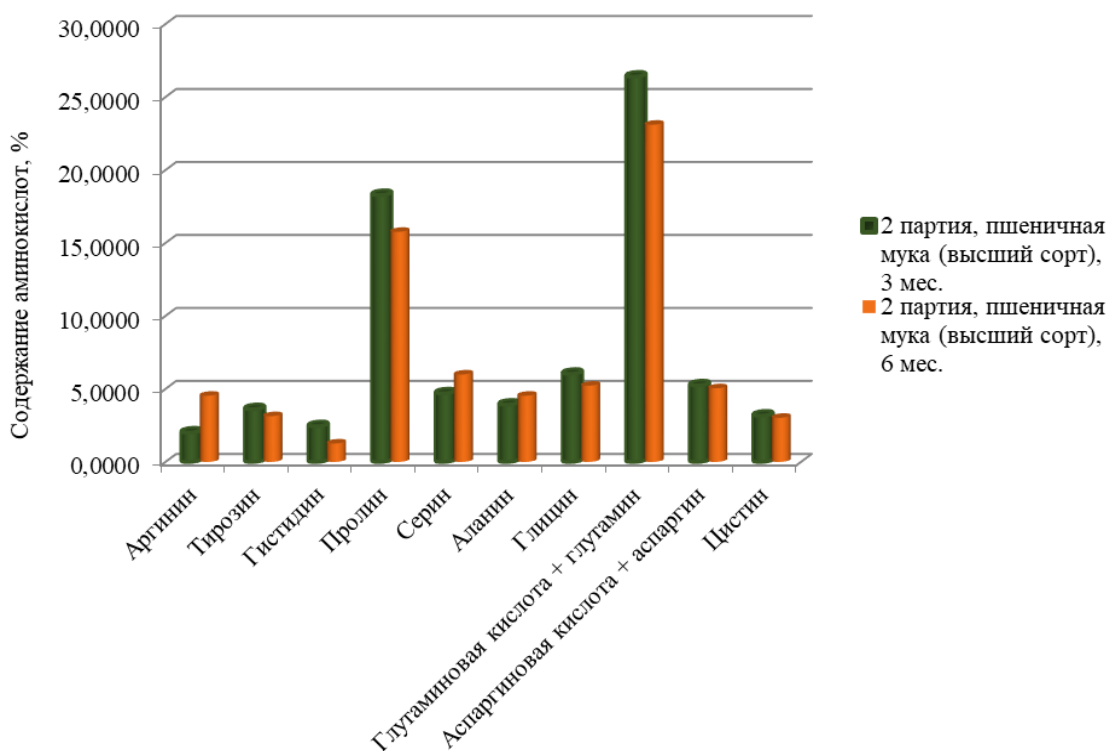


Рис. 4. Изменение содержания заменимых аминокислот, %, 2-й партии пшеничной муки высшего сорта в зависимости от срока хранения

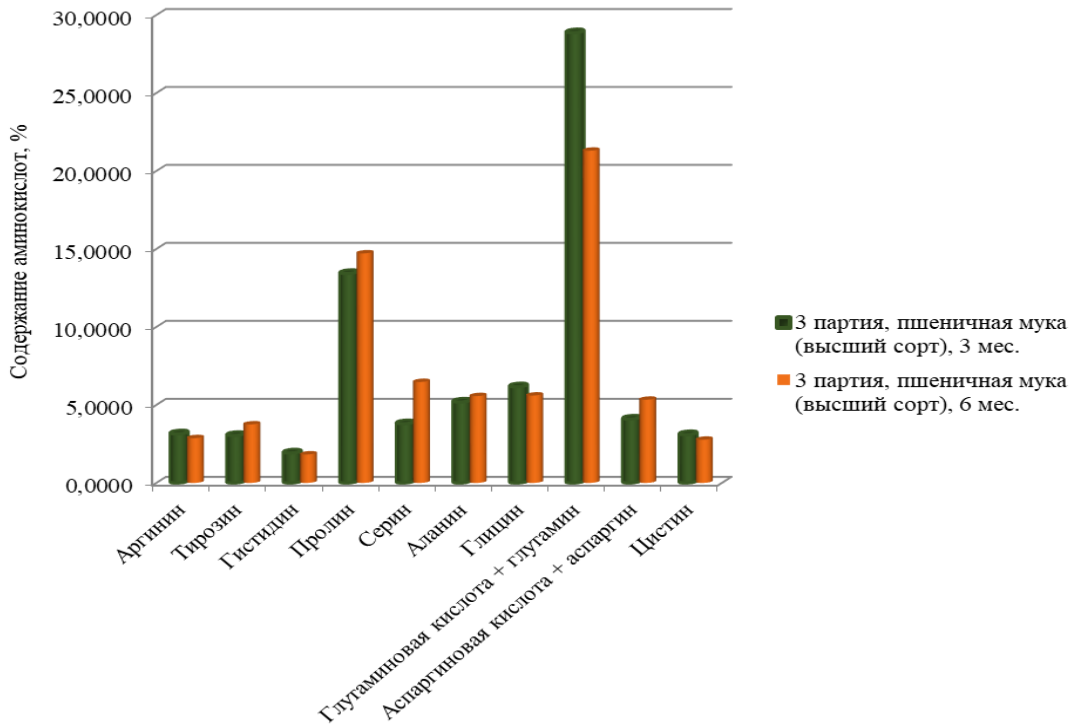


Рис. 5. Изменение содержания заменимых аминокислот, %, 3-й партии пшеничной муки высшего сорта в зависимости от срока хранения

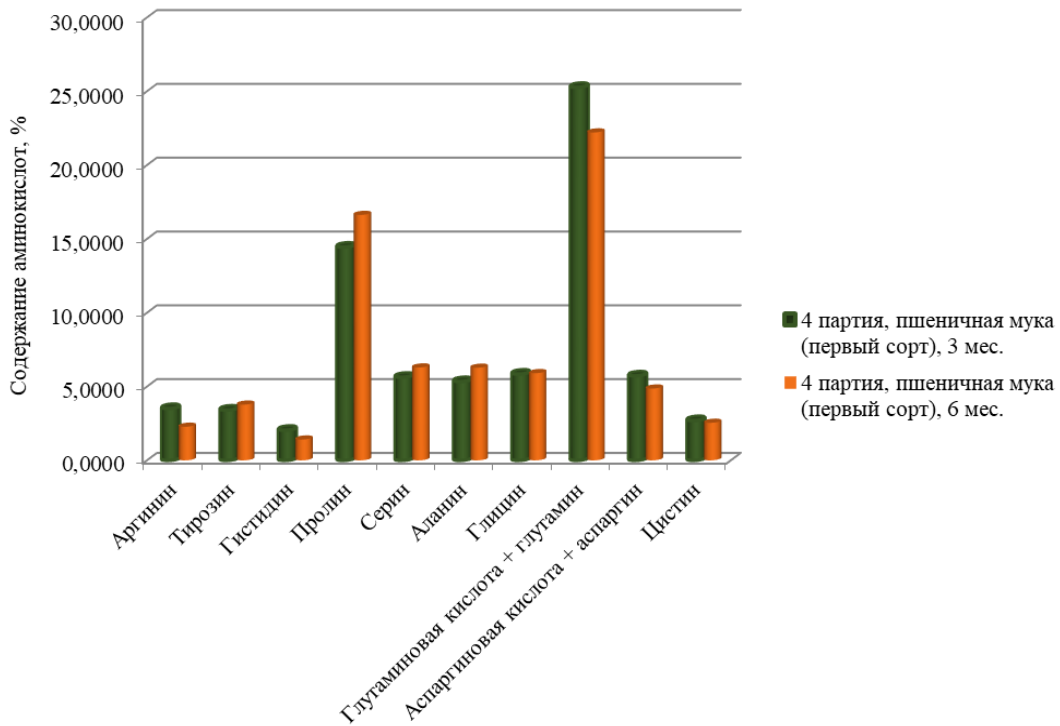


Рис. 6. Изменение содержания заменимых аминокислот, %, 4-й партии пшеничной муки первого сорта в зависимости от срока хранения

При анализе аминокислотного состава 1-й партии муки пшеницы высшего сорта было замечено с увеличением срока хранения с 6 до 9 мес. уменьшение почти всех незаменимых ами-

нокислот (рис. 7). Для ржаной муки наблюдается такая же тенденция на снижение содержания незаменимых аминокислот в составе белка (рис. 8). По заменимым аминокислотам наблюдалось уменьшение содержания почти всех аминокислот, кроме пролина, серина и цистина.

Проанализировав данные цельнозерновой муки, можно отметить увеличение содержания метионина и валина (рис. 9). По данным содержания заменимых аминокислот нельзя сделать вывод об определенном направлении изменения данного показателя в процессе хранения.

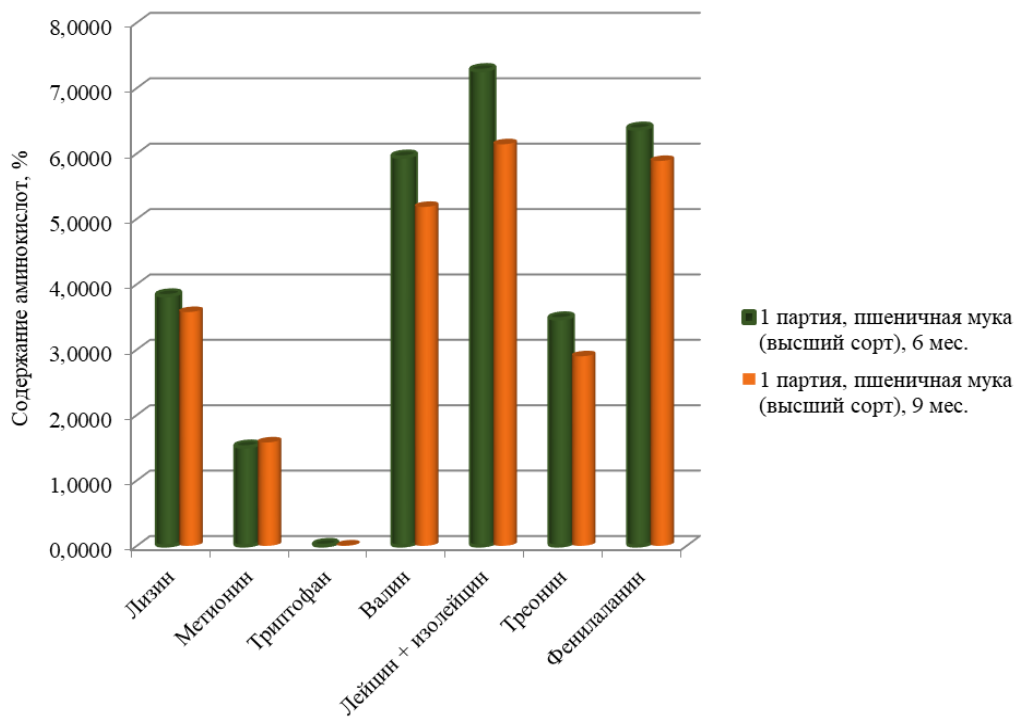


Рис. 7. Изменение содержания незаменимых аминокислот, %, 1-й партии пшеничной муки высшего сорта в зависимости от срока хранения

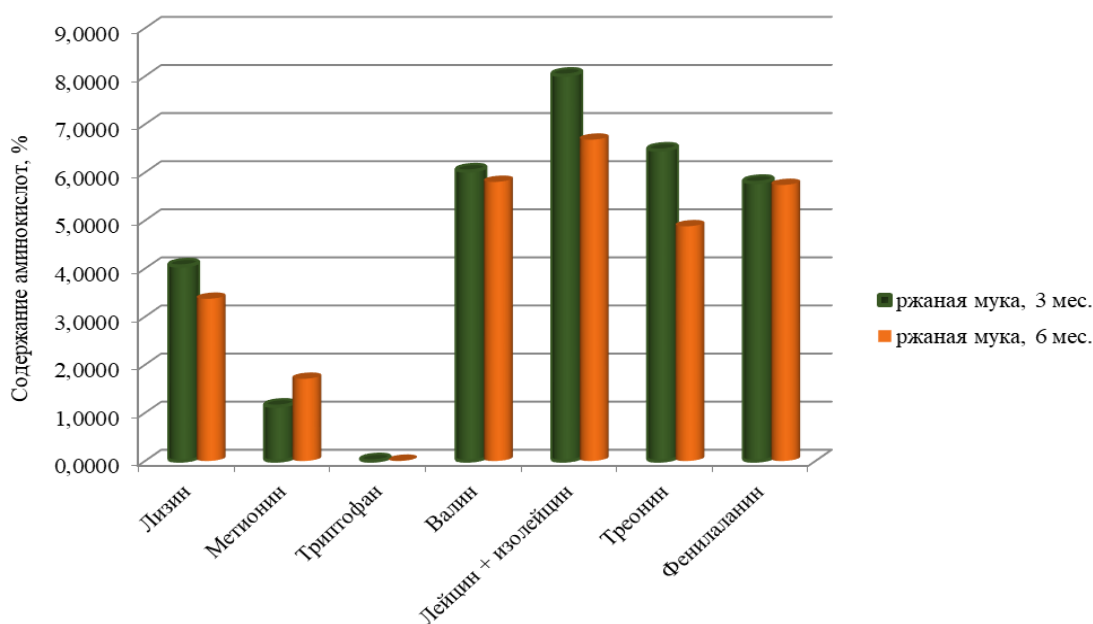


Рис. 8. Изменение содержания незаменимых аминокислот, %, ржаной муки в зависимости от срока хранения

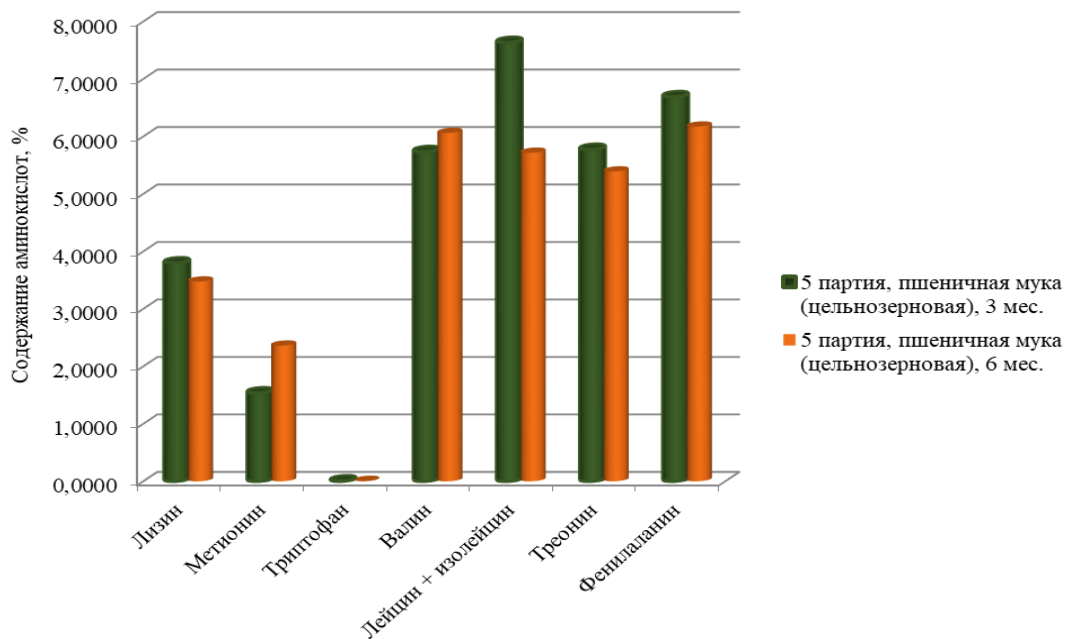


Рис. 9. Изменение содержания незаменимых аминокислот, %, 5-й партии пшеничной цельнозерновой муки в зависимости от срока хранения

Выводы. В результате проведенного исследования был определен аминокислотный состав образцов муки пшеницы и ржи. В исследуемых образцах более высоким содержанием аминокислот в составе белка обладает ржаная мука для периода хранения 3 мес. По содержанию незаменимых аминокислот при небольшом сроке хранения (3 мес.) пшеничная мука первого сорта в целом превосходит пшеничную муку высшего сорта, что подтверждает влияние технологии получения мучного сырья. С увеличением срока хранения с 6 до 9 мес. наблюдалось уменьшение почти всех незаменимых аминокислот пшеничной муки высшего сорта, данное снижение также было характерно и для ржаной муки при увеличении срока хранения с 3 до 6 мес. При увеличении срока хранения в муке изменения аминокислотного состава были не существенны, что говорит о медленном протекании процессов изменения аминокислотного состава, а также об отсутствии процесса необратимой денатурации белка, который мог быть инициирован действием реагентов или высоким нагреванием.

Учитывая полученные данные, можно заключить, что проведение долгосрочного анализа аминокислотного состава мучного сырья является перспективным направлением исследований.

Литература

1. Бурова Т.Е. Безопасность продовольственного сырья и продуктов питания: учебник. СПб.: Лань, 2020. 364 с.
2. Васюкова А.Т., Дмитриев А.Д. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров: учебник. СПб.: Лань, 2020. 236 с.
3. Гончар В.В., Вершинина О.Л., Росляков Ю.Ф. Нетрадиционное сырье для производства мучных кондитерских изделий // Современные достижения в исследовании натуральных пищевых добавок: сб. мат-лов междунар. науч.-техн. интернет-конф. Краснодар, 2014. С. 17–20.
4. Гурьева К.Б., Когтева Е.Ф., Белецкий С.Л. Изменение белково-протеинозного комплекса пшеничной муки при длительном хранении // Хлебопродукты. 2018. № 12. С. 56–59.
5. Гурьева К.Б., Когтева Е.Ф., Белецкий С.Л. Тенденции изменения белково-протеинозного комплекса пшеничной муки при длительном хранении // Мат-лы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти Василия Матвеевича Горбатова. 2018. № 1. С. 67–71.
6. Домбровская Я.П., Текутьева Ю.А. Применение нетрадиционного растительного сы-

- рья в производстве мучных кулинарных изделий повышенной пищевой ценности // Вестник ЮУрГУ. Сер. Пищевые биотехнологии. 2016. Т. 4, № 4. С. 86–94.
7. *Егорова Е.Ю., Резниченко И.Ю., Бочкарев М.С.* и др. Разработка новых кондитерских изделий с использованием нетрадиционного сырья // *Техника и технология пищевых производств.* 2014. № 3 (34). С. 31–38.
 8. *Задириева К.С., Тертыйная Т.Н., Курчаева Е.Е.* Применение нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий // *Молодежный вектор развития аграрной науки: мат-лы 65-й студ. науч. конф. Воронеж, 2014.* С. 180–183.
 9. *Золотарева А.М., Ринчинова С.Б.* Перспективы использования нетрадиционного растительного сырья при производстве мучных кондитерских изделий // *Пища. Экология. Качество: тр. XIII междунар. науч.-практ. конф. Красноярск, 2016.* С. 446–449.
 10. *Казаков Е.Д., Карпиленко Г.П.* Биохимия зерна и хлебопродуктов. 3-е изд., перераб. и доп. СПб.: ГИОРД, 2005. 512 с.
 11. *Калмыкова Е.В., Ефремова Е.Н.* Переработка натурального растительного сырья и использование его в качестве добавок при производстве хлебобулочных изделий // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. Наука и высшее профессиональное образование.* 2013. № 4 (32). С. 172–177.
 12. *Коломникова Я.П., Текутьева Ю.А., Островская И.Н.* Управление качеством мучных кулинарных изделий с помощью нетрадиционного растительного сырья // *Экономика. Инновации. Управление качеством.* 2015. № 4 (13). С. 21–23.
 13. *Позолотина Е.Ю.* Использование нетрадиционного местного сырья в производстве мучных кондитерских изделий // *Студент и аграрная наука: мат-лы VI Всерос. студ. конф. Уфа, 2012.* С. 185.
 14. *Супрунова И.А., Чижикова О.Г., Самченко О.Н.* Мука льняная – перспективный источник пищевых волокон для разработки функциональных продуктов // *Техника и технология пищевых производств.* 2010. № 4. С. 50а–54.
 15. *Хайретдинова Э.Ш., Гайфуллина Д.Т.* Изучение влияния нетрадиционного сырья растительного происхождения при производстве мучных кондитерских изделий повышенной пищевой ценности // *Химия в сельском хозяйстве: мат-лы всерос. науч.-практ. конф. для студентов и аспирантов. Уфа, 2014.* С. 284–287.
 16. *Халапханова Л.В.* Использование нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий // *Техника и технологии продуктов питания: Наука. Образование. Достижения. Инновации: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Улан-Удэ, 2014.* С. 258–262.
 17. *Чугунова О.В., Крюкова Е.В.* Агрономические свойства полбы, как нетрадиционного сырья для производства мучных кондитерских изделий // *Научный вестник.* 2015. № 3 (5). С. 90–100.
 18. *Чугунова О.В., Кокорева Л.А., Малишевский А.А.* Использование нетрадиционного сырья для производства мучных кондитерских изделий // *Товаровед продовольственных товаров.* 2014. № 11. С. 4–9.
 19. *Щербакова Е.И.* Обоснование использования нетрадиционного сырья в производстве мучных кондитерских изделий // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Сер. Пищевые и биотехнологии.* 2014. Т. 2. № 3. С. 94–99.
 20. *Янова М.А., Олейникова Е.Н., Пыжикова Н.И.* Значение качества зерна для мукомольных предприятий Красноярского края // *Вестник КрасГАУ.* 2019. № 1 (142). С. 172–178.

Literatura

1. *Burova T.E.* Bezopasnost' prodovol'stvennogo syr'ja i produktov pitaniya: uchebnik. SPb.: Lan', 2020. 364 s.
2. *Vasjukova A.T., Dmitriev A.D.* Tovarovedenie i jekspertiza prodovol'stvennyh tovarov: uchebnik. SPb.: Lan', 2020. 236 s.
3. *Gonchar V.V., Vershinina O.L., Rosljakov Ju.F.* Netradicionnoe syr'e dlja proizvodstva muchnyh konditerskih izdelij // *Sovremennye dostizhenija v issledovanii natural'nyh pishhevnyh dobavok: sb. mat-lov mezhdunar. nauch.-tehn. internet-konf. Krasnodar, 2014.* S. 17–20.
4. *Gur'eva K.B., Kogteva E.F., Beleckij S.L.* Izmenenie belkovo-proteinaznogo kompleksa

- pshenichnoj muki pri dlitel'nom hranenii // Hleboprodukty. 2018. № 12. S. 56–59.
5. *Gur'eva K.B., Kogteva E.F., Beleckij S.L.* Tendencii izmenenija belkovo-proteinaznogo kompleksa pshenichnoj muki pri dlitel'nom hranenii // Mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. pamjati Vasilija Matveevicha Gorbatova. 2018. № 1. S. 67–71.
 6. *Dombrovskaja Ja.P., Tekut'eva Ju.A.* Primenenie netradicionnogo rastitel'nogo syr'ja v proizvodstve muchnyh kulinarных izdelij povyshennoj pishhevoj cennosti // Vestnik JuUrGU. Ser. «Pishhevye biotehnologii». 2016. T. 4, № 4. S. 86–94.
 7. *Egorova E.Ju., Reznichenko I.Ju., Bochkarev M.S.* i dr. Razrabotka novyh konditerskih izdelij s ispol'zovaniem netradicionnogo syr'ja // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. 2014. № 3 (34). S. 31–38.
 8. *Zadirieva K.S., Tertychnaja T.N., Kurchaeva E.E.* Primenenie netradicionnogo syr'ja v proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij // Molodezhnyj vektor razvitija agrarnoj nauki: mat-ly 65-j stud. nauch. konf. Voronezh, 2014. S. 180–183.
 9. *Zolotareva A.M., Rinchinova S.B.* Perspektivy ispol'zovaniya netradicionnogo rastitel'nogo syr'ja pri proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij // Pishha. Jekologija. Kachestvo: tr. XIII mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Krasnojarsk, 2016. S. 446–449.
 10. *Kazakov E.D., Karpilenko G.P.* Biohimija zerna i hleboproduktov. 3-e izd., pererab. i dop. SPb.: GIORД, 2005. 512 s.
 11. *Kalmykova E.V., Efremova E.N.* Pererabotka natural'nogo rastitel'nogo syr'ja i ispol'zovanie ego v kachestve dobavok pri proizvodstve hlebobulochnyh izdelij // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. 2013. № 4 (32). S. 172–177.
 12. *Kolomnikova Ja.P., Tekut'eva Ju.A., Ostrovskaja I.N.* Upravlenie kachestvom muchnyh kulinarных izdelij s pomoshh'ju netradicionnogo rastitel'nogo syr'ja // Jekonomika. Innovacii. Upravlenie kachestvom. 2015. № 4 (13). S.21–23.
 13. *Pozolotina E.Ju.* Ispol'zovanie netradicionnogo mestnogo syr'ja v proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij // Student i agrarnaja nauka: mat-ly VI Vseros. stud. konf. Ufa, 2012. S. 185.
 14. *Suprunova I.A., Chizhikova O.G., Samchenko O.N.* Muka l'njanaja – perspektivnyj istochnik pishhevyh volokon dlja razrabotki funkcional'nyh produktov // Tehnika i tehnologija pishhevyh proizvodstv. 2010. № 4. S. 50a–54.
 15. *Hajretdinova Je.Sh., Gajfullina D.T.* Izuchenie vlijaniya netradicionnogo syr'ja rastitel'nogo proishozhdenija pri proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij povyshennoj pishhevoj cennosti // Himija v sel'skom hozjajstve: mat-ly vseros. nauch.-prakt. konf. dlja studentov i aspirantov. Ufa, 2014. S. 284–287.
 16. *Halaphanova L.V.* Ispol'zovanie netradicionnogo syr'ja v proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij // Tehnika i tehnologii produktov pitaniya: Nauka. Obrazovanie. Dostizhenija. Innovacii: mat-ly mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ulan-Udje, 2014. S. 258–262.
 17. *Chugunova O.V., Krjukova E.V.* Agronomicheskie svoystva polby, kak netradicionnogo syr'ja dlja proizvodstva muchnyh konditerskih izdelij // Nauchnyj vestnik. 2015. № 3 (5). S. 90–100.
 18. *Chugunova O.V., Kokoreva L.A., Malishevskij A.A.* Ispol'zovanie netradicionnogo syr'ja dlja proizvodstva muchnyh konditerskih izdelij // Tovaroved prodovol'stvennyh tovarov. 2014. № 11. S. 4–9.
 19. *Shherbakova E.I.* Obosnovanie ispol'zovaniya netradicionnogo syr'ja v proizvodstve muchnyh konditerskih izdelij // Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Pishhevye i biotehnologii. 2014. T. 2. № 3. S. 94–99.
 20. *Janova M.A., Olejnikova E.N., Pyzhikova N.I.* Znachenie kachestva zerna dlja mukomol'nyh predpriyatij Krasnojarskogo kraja // Vestnik KrasGAU. 2019. № 1 (142). S. 172–178.