

Сортовой способ получения пшенично-льняной муки

Иван Александрович Кечкин

Кандидат технических наук

Российский экономический университет имени Г.В. Плеханова

Москва, Россия

kechkin87@mail.ru

ORCID 0000-0002-2367-3676

Поступила в редакцию 05.11.2023

Принята 27.12.2023

Опубликована 15.02.2024

УДК 633.11

EDN JHKPFG

ВАК 4.3.5. Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ (технические науки)

OECD 02.11.JY FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Аннотация

В статье рассмотрены технологии производства пищевых продуктов. Проведен анализ размола пшенично-льняной смеси для получения высокобелковой муки путем смешивания потоков муки отдельных систем сортового хлебопекарного помола с формированием трех сортов, их энергетической ценности. Проведен анализ химического состава сформированных видов сортовой муки. Материалами исследования стали продукты из зерна диетического и профилактического назначения на основе полизерновых смесей. В статье показана возможность проведения совместного размола пшенично-льняной смеси с целью получения высокобелковой муки, обогащенной незаменимыми жирными кислотами. Указаны недостатки многосортного помола благодаря проведенному хлебопекарному анализу свойств муки различных сортов. Поставлен вопрос целесообразности проведения многосортных помолов с добавлением льняной муки. Результатом исследования стала разработка новой схемы размола зерновой смеси, состоящей из круп и семян льна различного типа и процентного содержания жира.

Ключевые слова

пшенично-льняная мука, многосортной помол, лабораторная выпечка хлеба, ГОСТ, односортовый помол.

Введение

Технологии производства пищевых продуктов постоянно развиваются, что связано с изменяющимися требованиями, обновлением ассортимента, появлением новых источников сырья. Информационный анализ показывает, что в настоящее время наибольший интерес представляют продукты с высоким содержанием пищевой ценности, обогащенные эссенциальными веществами, которые сбалансированы по составу, являющиеся продуктами питания функционального назначения (Кечкин, 2022). Одним из направлений создания таких продуктов питания является разработка решений формирования свойств сырья в заданном направлении (Кечкин, 2022). Для повышения степени использования сырья и увеличения ассортимента за счет разработки продуктов из зерна, диетического и профилактического назначения на основе полизерновых смесей показана возможность проведения совместного размола пшенично-льняной смеси с целью получения высокобелковой муки, обогащенной незаменимыми жирными кислотами (НЖК), в частности ω -3 (линоленовая кислота) и ω -6 (линолевая кислота) (Кечкин, 2021). Введение в ежедневный рацион продуктов обогащенных эссенциальными

нутриентами является настоящей задачей стратегии здорового питания. В этой связи особое место занимают продукты переработки зерна, как основы пирамиды здорового питания (Кечкин, 2021).

Материалы и методы исследования

В результате смешивания потоков муки отдельных систем сортового хлебопекарного помола были сформированы три сорта муки (Кечкин, 2021).

Таблица 1. Химический состав сортов пшенично-льняной муки (Панкратов, 2020; Панкратов, 2021)

Образец пшенично-льняной муки	Белок в выражении (N×6.25), %	Жир в %	Крахмал в %	Клетчатка в %	Восстанавливающие сахара в %
Сорт муки типа А	13.22	3.4	69.34	1.70	0.17
Сорт муки типа Б	14.50	5.4	64.78	1.52	0.2
Сорт муки типа В	13.47	4.2	68.52	1.76	0.14
Контрольная мука пшеничная, высший сорт	12.52	1.5	72.18	0.51	0.12

Сформированный сортовой состав муки типов А, Б, В, представленный в таблице 1, говорит об обогащении пшеничной муки белковыми и жировыми компонентами и клетчаткой за счет добавления семян льна в состав сложной двухкомпонентной смеси зерна (Панкратов, 2021).

Анализ химического состава сформированных типов сортовой муки свидетельствует об увеличении массовой доли белка в диапазоне от 0,1 до 2,0%, жира в пределах 1,5-3,5 раза; клетчатки почти в 4 раза и снижении массовой доли крахмала примерно на 4 процента (Панкратов, 2021).

При проведении хлебопекарного анализа свойств муки различных сортов было отмечено, что введение в состав зерносмеси семени льна приводит к более темному цвету мякиша хлеба, особенно это видно на сорте Б (рис.1, № образца 3) (Панкратов, 2021).



Рисунок 1. Хлеб из пшенично-льняной муки разных сортов (Панкратов, 2020)

На рисунке показаны:

- 1 – контроль (пшеничная мука);
- 2 – пшенично-льняная мука, сорт А;
- 3 – пшенично-льняная мука, сорт Б;
- 4 – пшенично-льняная мука, сорт В.

Анализируя качество отдельных потоков муки, можно установить линейную зависимость процентного содержания жира в муке от величины ее зольности (рис. 2), существенное различие по содержанию жира в отдельных сортах муки (Панкратов, 2021) поднимает вопрос целесообразности проведения многосортных помолов из-за снижения качественных показателей получаемой продукции.

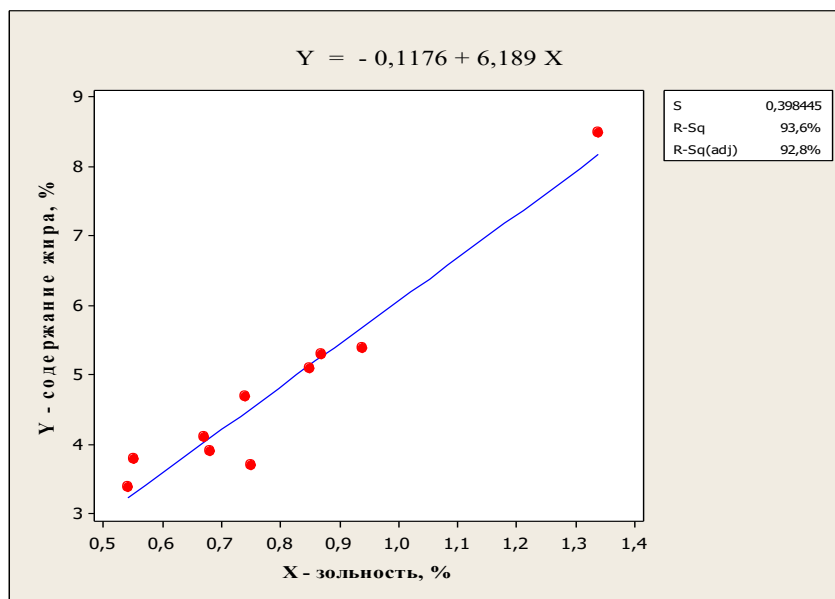


Рисунок 2. Процентная зависимость содержания жира от величины зольности муки (Панкратов, 2021)

После проведенных исследований можно сформулировать лавный вывод, что недостатком многосортного помола является неравномерность распределения жира по сортам муки на разных технологических этапах проведения помола (Панкратов, 2021).

Для минимизации указанного недостатка было принято решение использовать вместо чистого зерна пшеницы продукты его переработки, которыми являются крупы. Использование крупы в качестве начального сырья позволяет упростить технологическую схему переработки пищевой продукции, в частности – применять односортный помол по простой схеме с заранее определенным, постоянным химическим составом муки. При использовании в многокомпонентной смеси манной крупы на выходе позволяет получить пшенично-льняную муку типа А, при использовании пшеничной крупы в смеси со льном при переработке позволяет получить сортовую муку типа «В» (Панкратов, 2021).

Результаты и обсуждение

Была разработана схема размолла смесей, состоящих из различных круп с добавлением семян льна различных сортов и типов. Апробированная в лабораторных условиях технологическая схема включает в себя 1 драную и 3 размольные системы. Драной процесс выполнялся с использованием вальцевого станка (системы РСА) у установленным межвальцовым зазоре 0,05 мм. Данные параметры позволяют обеспечивать извлечение муки не менее пятидесяти процентов (Панкратов, 2021).

Размольный процесс производится на размольной части лабораторной установки модификации МЛУ 202 с установкой минимального межвальцового зазора – 0,01 мм (Панкратов, 2021).

От вида крупы при размолле пшенично-льняной смеси колебалась процентная доля выхода муки (Панкратов, 2021).

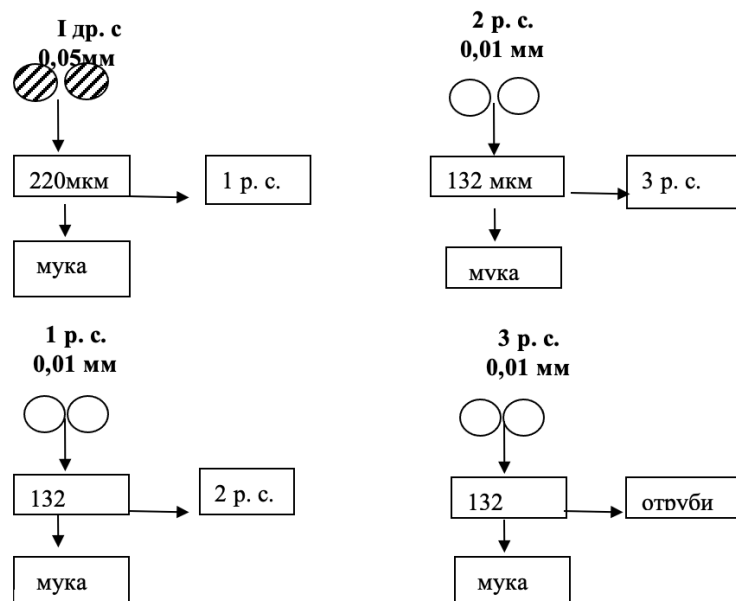


Рисунок 3. Схема размола бинарных смесей (Панкратов, 2021)

В ходе исследования пшеничные крупки и семена льна размалывались по схеме (рис. 3) (Панкратов, 2021). Данные материального баланса были указаны в таблицах под номерами 2 и 3.

Таблица 2. Материального баланса (%) помола смеси крупы манной (мягких сортов) 93% и 7% семян льна

Система	Нагрузка,	1-3 рс	Мука
Др.с	100	44,0	56,0
1-3 р. с	44,0		44,0
Итого			100,0

Таблица 3. Материального баланса (%) помола смеси крупы пшеничной (мягких сортов) 93% и 7% семян льна

Система	Нагрузка,	1-3 рс	Мука	Отруби
Др.с	100,0	40,6	59,4	
1-3 р. с	40,6		23,7	16,9
Итого			83,1	16,9

Показатели качества муки приведен в таблице 4, подтверждают возможность и целесообразность использования пшеничных круп (мягких сортов) для получения пшенично-льняной муки.

Таблица 4. Показатели качества помолов

Помолы/ показатели качества	Белизна, ед.пр.	Влажность, %	Зольность, %	Грансостав, %		Клейковина		
						Кол- во, %	ИДК, ед.пр.	Сухая, %
Мука пшеничная из смеси	31,4	12,2	0,63	Сход ситы 180	0,11	18,4 2	13	7,99

Крупа пшеничная + лен				Сход сита 140	6,67	Губчатая, плохо собирается, крошится		
				Проход сита 140	93,03			
Мука из смеси крупа манная +лен	38,1	12,8	0,55	Сход сита 180	1,61	3,2	50,3	8,4
				Сход сита 140	8,60			
				Проход сита 140	9,31			

По результатам проведенных помолов было установлено, что использование круп вместо зерна пшеницы приводит к существенному упрощению схемы размола с сохранением высокого выхода готовой продукции (Панкратов, 2021).

Для проведения оценки влияния семян льна на качество получаемой муки были проведены сравнительные помолы (номера П1 и П4). В качестве исходного сырья использовались: крупа манная и пшеничная, а также семена белого и темного льна (Панкратов, 2021).

Таблица 5. Материальный баланс помола крупы пшеничной (контроль П1)

Система	Нагрузка	1рс	2рс	3рс	Мука	Белизна	Отруби
1др	100	42,3			57,7	26,6	
1рс	42,3		22,2		20,1	38,5	
2рс	22,2			18,2	4,0	20,0	
3рс	18,2				2,0		16,2
Итого					83,8	27,7	16,2

Таблица 6. Материальный баланс помола смеси крупа пшеничная + лен П2

Система	Нагрузка	1рс	2рс	3рс	Мука	Белизна	Отруби
1др	100	39,5			60,5	26,5	
1рс	39,5		20,7		12,8	35,3	
2рс	20,7			14,3	6,4	30,9	
3рс	14,3				2,3	-	18,0
						3,4	
Итого					82,0	255	18,0

Таблица 7. Материальный баланс помола крупы манной (контроль П3)

Система	Нагрузка	1рс	2рс	3рс	Мука	Белизна	Отруби
1др	100	41,8			58,2	54,3	
1рс	41,8		13,2		28,6	62,4	
2рс	13,2			3,7	9,5	59,8	
3рс	3,7				2,7	51,8	1,0
Итого					99,0	56,7	1,0

Таблица 8. Материальный баланс помола смеси – крупа манная + лен П4

Система	Нагрузка	1рс	2рс	3рс	Мука	Белизна	Отруби
1др	100	43,3			56,7	36,2	
1рс	43,3		24,7		18,6	54,6	
2рс	24,7			8,7	16,0	55,8	
3рс	8,7				5,1	45,4	3,6
Итого					96,4	43,5	3,6

Таблица 9. Показатели качества потоков муки помолов П1-П4

Показатели Помолы		Белизна по потокам ед.пр.	Белизна ед.пр.	Влажность, %	Зольность, %	Крупность, %			
						Сито 35 180мкм			
П-1	1дрс	26,6 2сорт	27,7	11,6	0,88	Сито 35 180мкм	0,37		
	1рс	38,5 1сорт				Сито 43 140мкм	12,87		
	2рс	20,0 2сорт				Проход	86,76		
	3рс	-							
Отруби после др.с		-	-	9,8	4,32	-			
Отруби после р.с		-	-	9,6	5,98	-			
П-2	1дрс	26,5 2сорт	25,5	10,3	0,85	Сито35 180мкм	0,75		
						Сито 43 140мкм	18,1		
						Проход	81,15		
	1рс	35,3 1сорт				10,4	0,99	Сито35 180мкм	0,04
								Сито 43 140мкм	0,3
								Проход	99,66
Отруби после др.с		-	-	8,8	3,51	-			
Отруби после р.с		-	-	9,6	5,61	-			
П-3	1дрс	54,3 высш.	56,7	13,4	0,34	Сито35 180мкм	0,49		
	1рс	62,4 высш.				Сито 43 140мкм	15,09		
	2рс	59,8 высш.				Проход	84,42		
	3рс	51,8 высш.							
Отруби после р.с		-	-	11,6	3,06	-			
П-4	1дрс	36,2 1сорт	43,5	13,3	0,58	Сито35 180мкм	8,87		
						Сито 43 140мкм	33,33		
						проход	57,8		

	1pc	54,6 высш.		13,0	0,47	Сито35 180мкм	0,06
	2pc	55,8 высш.				Сито 43 140мкм	0,22
	3pc	45,4 1 сорт				Проход	99,72
Отруби после др.с		-	-	9,6	2,37	-	
Отруби после р.с		-	-	11,1	2,6	-	

4. Из полученной муки были выпечены образцы под номерами П1-П4, представленные на рисунке



Рисунок 4. Хлеб из муки помолов П1-П4

Лабораторная выпечка хлеба и его оценка была проведена в соответствии с ГОСТом номер 27669-88 «Мука пшеничная хлебопекарная. Метод пробной лабораторной выпечки хлеба».

Органолептическую оценку выпеченного хлеба проводили по следующим показателям: внешний вид хлеба (форма, состояние поверхности корки); цвет хлебной корки; плотность мякиша: его цвет, окраске и эластичности (Панкратов, 2021; Панкратов, 2022).

Исследованные образцы хлеба представлены в таблице 10. Они имели правильную полуовальную форму. Вкус свойственный, у опытных образцов (П-2, П-4) присутствовало послевкусие льна, что соответствовало хлебу с добавлением льняной муки. У пробы (П-3) присутствовало горькое послевкусие (Панкратов, 2022).

Таблица 10. Хлебопекарные показатели качества опытных образцов П-2, П-3, П-4

№ п.п.	Шифр пробы	Выход хлеба, объем, см ³ /100 г готовой муки	Удельный V	Пористость, %	Данные органолептической оценки в баллах:		
					Внешнего вида	Мякиша	Суммарная оценка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	П-1	449	3,44	78	3	4	7

	(мука пшеничная – контроль)						
2	П-2 (мука пшеничная + лён)	422	3,30	79	3	3	6
3	П-3 (мука пшеничная из крупы + лён)	449	3,40	81	3	3	6
1	П-1 (мука пшеничная – контроль)	449	3,44	78	3	4	7
2	П-2 (мука пшеничная + лён)	422	3,30	79	3	3	6
3	П-3 (мука пшеничная из крупы + лён)	449	3,40	81	3	3	6

Заключение

Основным недостатком многосортного помола является неравномерность распределения жира по сортам муки в процессе переработки. Для устранения негативных последствий неравномерного распределения жира были использованы продукты переработки зерна – крупы, что позволило провести односортный помол по упрощенной схеме (Панкратов, 2021).

Была разработана новая схема размола зерновой смеси, состоящей из круп и семян льна различного типа и процентного содержания жира. Итоговая технологическая схема состоит из одной драной и трёх размольных систем. Получение муки происходило с использованием РСА, установленном межвальцовом зазоре 0,05 мм, что обеспечило извлечение муки на уровне не менее 50 процентов в виде готовой продукции (Панкратов, 2021).

Список литературы

1. Кечкин И.А. Получение поликомпонентной муки из продуктов переработки зерна // Хлебопродукты. 2022. № 11. С. 40-42.
2. Кечкин И.А., Панкратов Г.Н., Витол И.С. Формирование новых видов муки, обогащенных незаменимыми жирными кислотами // Пищевая промышленность. 2021. № 10. С. 8-12.
3. Мелешкина Е.П., Панкратов Г.Н., Витол И.С., Кандроков Р.Х. Новые функциональные продукты из двухкомпонентной зерновой смеси пшеницы и льна // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019. № 2. С. 54-58.
4. Панкратов Г.Н., Мелешкина Е.П., Витол И.С., Кечкин И.А., Коломиец С.Н. Альтернативный способ получения пшенично-льняной муки // Хлебопродукты. 2021. № 4. С. 51-55.
5. Панкратов Г.Н., Кечкин И.А., Витол И.С., Коломиец С.Н. Получение пшенично-льняной муки из продуктов переработки зерна // Пищевая промышленность. 2022. № 6. С. 47-50.
6. Панкратов Г.Н., Мелешкина Е.П., Витол И.С., Кечкин И.А., Нагайникова Ю.Р., Коломиец С.Н. Пшенично-льняная мука: условия получения и биохимические особенности // Российская сельскохозяйственная наука. 2020. № 3. С. 65-70.

7. Панкратов Г.Н., Мелешкина Е.П., Витол И.С., Кандроков Р.Х., Жильцова Н.С. Особенности продуктов переработки двухкомпонентных смесей пшеницы и льна // Хлебопродукты. 2018. № 12. С. 42-46.
8. Bhatta M., Belamkar V., Baenziger P.S., Morgounov A. Genome-wide association study reveals novel genomic regions for grain yield and yield-related traits in drought-stressed synthetic hexaploid wheat // Molecular science. 2018. № 19(10).
9. Gilmore C., Asefi M., LoVetri J., Paliwal J. Industrial scale electromagnetic grain bin monitoring computers // Computers and Electron in Agriculture. Vol. 136. 2017. pp. 210-220.
10. García Nieto P.J., García-Gonzalo E., Bové J., Duran-Ros M., Puig-Bargués J. Modeling pressure drop produced by different filtering media in microirrigation sand filters using the hybrid ABC-MARS-based approach, MLP neural network and M5 model tree // Computers and Electron in Agriculture. Vol. 139. 2017. pp. 65-74.
11. Huang Y., Li C. Real-time monitoring system for paddy environmental information based on DC powerline communication technology // Computers and Electron in Agriculture. Vol. 139. 2017. pp. 51-62.
12. Kechkin I., Ermolaev V., Romanenko A., Ivanov M., Gurkovskaya E. Dependence of fat acidity value on wheat grain storage conditions International Conference on Food Industry // Economy and Security. 2020. pp. 34-39.
13. Pankratov G N, Meleshkina E P, Vitol I S, Kechkin I.A, Nagainikova Yu.R., Kolomiets S.N. Wheat-linen flour: conditions for producing and biochemical features russian agricultural sciences // Food industry. 2020. № 46(4). pp. 404-409.
14. Pankratov G.N., Vitol I.S., Meleshkina E.P., Nagainikova Yu.R., Kechkin I.A. Development of technological schemes for the processes of preparation and milling of two-component grain mixtures IOP Conference Series // Earth and environmental science. 2021. № 640(3). pp. 22-49.
15. Stone G.D., Glover D. Disembedding grain: golden rice, the green revolution and heirloom seeds // Philippines Agriculture and Human Values. 2017. pp. 87-102.

Varietal method for producing wheat and flaxseed flour

Ivan A. Kechkin

Candidate of Technical Sciences
Plekhanov Russian University of Economics
Moscow, Russia
kechkin87@mail.ru
ORCID 0000-0002-2367-3676

Received 05.11.2023

Accepted 27.12.2023

Published 15.02.2024

UDC 633.11

EDN JHKPFG

VAK 4.3.5. Biotechnology of food and biologically active substances (technical sciences)

OECD 02.11.JY FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY

Abstract

The article discusses the technology of food production. The analysis of the grinding of a wheat-flax mixture for the production of high-protein flour by mixing flour streams of individual systems of varietal bakery grinding with the formation of three varieties, their energy value. The analysis of the chemical composition of the formed types of varietal flour was carried out. The materials of the study were products from dietary and

preventive grain based on poly-grain mixtures. The article shows the possibility of joint grinding of a wheat-flax mixture in order to obtain high-protein flour enriched with essential fatty acids. The disadvantages of multi-grade grinding are indicated due to the baking analysis of the properties of flour of various grades. The question of the expediency of multi-grade grinding with the addition of flaxseed flour has been raised. The result of the study was the development of a new scheme for grinding a grain mixture consisting of cereals and flax seeds of various types and percentages of fat.

Keywords

wheat and flaxseed flour, multi-grade grinding, laboratory baking of bread, GOST, single-grade grinding.

References

1. Kechkin I.A. Obtaining polycomposite flour from grain processing products // Bread products. 2022. № 11. pp. 40-42.
2. Kechkin I.A., Pankratov G.N., Vitol I.S. Formation of new types of flour enriched with essential fatty acids // Food industry. 2021. № 10. pp. 8-12.
3. Meleshkina E.P., Pankratov G.N., Vitol I.S., Kandrov R.H. New functional products from a two-component grain mixture of wheat and flax // Bulletin of the Russian Agricultural Science. 2019. № 2. pp. 54-58.
4. Pankratov G.N., Meleshkina E.P., Vitol I.S., Kechkin I.A., Kolomiets S.N. An alternative method for obtaining wheat-flaxseed flour // Bread products. 2021. № 4. pp. 51-55.
5. Pankratov G.N., Kechkin I.A., Vitol I.S., Kolomiets S.N. Obtaining wheat and flax flour from grain processing products // Food industry. 2022. № 6. pp. 47-50.
6. Pankratov G.N., Meleshkina E.P., Vitol I.S., Kechkin I.A., Nagainikova Yu.R., Kolomiets S.N. Wheat-flaxseed flour: production conditions and biochemical features // Russian agricultural science. 2020. № 3. pp. 65-70.
7. Pankratov G.N., Meleshkina E.P., Vitol I.S., Kandrov R.H., Zhiltsova N.S. Features of processing products of two-component mixtures of wheat and flax // Bread products. 2018. № 12. pp. 42-46.
8. Bhatta M., Belamkar V., Benziger P. S., Morgunov A. The study of genomic associations reveals new regions of the genome responsible for grain yield and related signs in synthetic hexaploid wheat suffering from drought // Molecular Science. 2018. № 19(10).
9. Gilmore S., Asefi M., Lovetri J., Paliwal J. Computers for monitoring electromagnetic grain bins on an industrial scale // Computers and electronics in agriculture. Vol. 136. 2017. pp. 210-220.
10. Garcia Nieto P.H., Garcia-Gonzalo E., Beauvais J., Durand-Ros M., Puig-Bargues J. Modeling of the pressure drop created by various filtering media in sand filters for microirrigation using a hybrid approach based on ABC-MARS, the MLP neural network and the M5 model tree // Computers and Electronics in Agriculture. Vol. 139. 2017. pp. 65-74.
11. Huang Yu., Li S. A real-time environmental monitoring system for rice fields based on data transmission technology via a DC power line // Computers and electronics in agriculture. Vol. 139. 2017. pp. 51-62.
12. Kechkin I., Ermolaev V., Romanenko A., Ivanov M., Gurkovskaya E. Dependence of the value of fatty acidity on the storage conditions of wheat grain International Conference on the food industry // Economics and Security. 2020. pp. 34-39.
13. Pankratov G. N., Meleshkina E. P., Vitol I.S., Kechkin I.A., Nagainikova Y.R., Kolomiets S.N. Wheat-flaxseed flour: production conditions and biochemical features // Food industry. 2020. № 46(4). pp. 404-409.
14. Pankratov G.N., Vitol I.S., Meleshkina E.P., Nagainikova Y.R., Kechkin I.A. Development of technological schemes for the preparation and grinding of two-component grain mixtures from the series of conferences of the IOP // Science of Earth and the environment. 2021. № 640(3). 22-49.
15. Stone G.D., Glover D. Peeling grain from husks: golden rice, green revolution and heirloom seeds // Agriculture of the Philippines and universal values. 2017. pp. 87-102.