

March 2024

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LOCAL RYE GRAIN

Muhammad-Zaxiriddin ZAYNOBIDDINOV

*Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, Andijan, Uzbekistan, mr.zaynobiddinov@mail.ru*

Kuchkor DODAEV

*Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan, dodoev@rambler.ru*

Suvonkul RAVSHANOV

*Shakhrisabz branch of the Tashkent Chemical-Technological Institute, Shakhrisabz, Uzbekistan, suvanbex@mail.ru*

Follow this and additional works at: <https://cce.researchcommons.org/journal>

---

### Recommended Citation

ZAYNOBIDDINOV, Muhammad-Zaxiriddin; DODAEV, Kuchkor; and RAVSHANOV, Suvonkul (2024)

"COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LOCAL RYE GRAIN," *CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING*: Vol. 2022: No. 3, Article 11.

DOI: 10.34920/cce2022311

Available at: <https://cce.researchcommons.org/journal/vol2022/iss3/11>

This Article is brought to you for free and open access by Chemistry and Chemical Engineering. It has been accepted for inclusion in CHEMISTRY AND CHEMICAL ENGINEERING by an authorized editor of Chemistry and Chemical Engineering. For more information, please contact [zuchra\\_kadirova@yahoo.com](mailto:zuchra_kadirova@yahoo.com).

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LOCAL RYE GRAIN

Muhammad-Zaxiriddin ZAYNOBIDDINOV<sup>1</sup> (mr.zaynobiddinov@mail.ru), Kuchkor DODAEV<sup>2</sup> (Dodoev@rambler.ru), Suvonkul RAVSHANOV<sup>3</sup> (suvanbex@mail.ru)

<sup>1</sup>Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, Andijan, Uzbekistan

<sup>2</sup>Tashkent Chemical-Technological Institute, Tashkent, Uzbekistan

<sup>3</sup>Shakhrisabz branch of the Tashkent Chemical-Technological Institute, Shakhrisabz, Uzbekistan

The aim of the study is to study the chemical composition of the grain of rye "Vakhsh-116" grown in the Andijan region of the country, the analysis of its technological properties, the comparison of the chemical composition and technological properties of the grain of local wheat "Davr" and rye grown in Russia, the features of milling flour for the production of bread. It has been established that the geometric dimensions of the grain affect the stacking density during the formation of grain layers, i.e. on the formation of layers of grain of a certain thickness on a sieve when cleaning or sorting grain. The indicators of the geometric characteristics of the grain play a key role in the processes of heat and moisture transfer of grain, especially during the hydrothermal treatment of the latter. It was determined that in the largest grains the core is larger, the shells are thinner and smaller. In small grains, on the contrary, the kernels are smaller, the shells are thicker and larger, therefore the grain composition of small grains is characterized by an abundance of fiber and ash. The chemical composition of rye grain of the Vakhsh-116 variety grown in the republic was studied, the technological properties of grain, the chemical composition and technological properties of local varieties of wheat and rye of the Davr variety, as well as those grown in foreign countries, were analyzed. Uzbekistan.

Keywords: rye, wheat, physical indicators, geometric indicators, grinding, macro- and microelements

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗЕРНА МЕСТНОЙ РЖИ

Мухаммад-Захириддин ЗАЙНОБИДДИНОВ<sup>1</sup> (mr.zaynobiddinov@mail.ru), Кучкор ДОДАЕВ<sup>2</sup> (Dodoev@rambler.ru), Сувонкул РАВШАНОВ<sup>3</sup> (suvanbex@mail.ru)

<sup>1</sup>Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологий, Андижан, Узбекистан

<sup>2</sup>Ташкентский химико-технологический институт, Ташкент, Узбекистан

<sup>3</sup>Шахрисабзский филиал Ташкентского химико-технологического института, Шахрисабз, Узбекистан

Целью исследования является изучение химического состава зерна ржи «Вахи-116», выращенного в Андижанской области страны, анализе его технологических свойств, сравнение химического состава и технологических свойств зерна местной пшеницы «Давр» и ржи, выращенной в России. Установлено, что геометрические размеры зерна влияют на плотность укладки при формировании слоев зерна, т.е. на формирование слоев зерна определенной толщины на решете при очистке или сортировке зерна. Показатели геометрических характеристик зерна играют ключевую роль в процессах тепло- и влагопереноса зерна, особенно при гидротермической обработке послеуборочного. Определено, что в самых крупных зернах ядро больше, оболочки тоньше и меньше. У мелких зерен, наоборот, ядро меньше, оболочки толще и больше, поэтому зерновой состав мелких зерен отличается обилием клетчатки и золы. Изучен химический состав зерна ржи сорта «Вахи-116», выращенного в республике, проанализированы технологические свойства зерна, химический состав и технологические свойства местных сортов пшеницы и ржи сорта «Давр», а также выращенных в зарубежных странах. Узбекистана.

Ключевые слова: рожь, пшеница, химический состав, геометрические размеры, макро- и микроэлементы

## MAHALLIY JAVDAR DONINING KIMYOVIY TARKIBI VA TEXNOLOGIK XOSSALARINI TAQQOSIY TAHLIL QILISH

Muhammad-Zaxiriddin ZAYNOBIDDINOV<sup>1</sup> (mr.zaynobiddinov@mail.ru), Kuchkor DODAEV<sup>2</sup> (Dodoev@rambler.ru), Suvonkul RAVSHANOV<sup>3</sup> (suvanbex@mail.ru)

<sup>1</sup>Andijon qishloq xo'jalik va agrotexnologiyalar instituti, Andijon, O'zbekiston

<sup>2</sup>Toshkent kimyo-texnologiya instituti, Toshkent, O'zbekiston

<sup>3</sup>Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrisabz filiali, Shahrisabz, O'zbekiston

Ishning maqsadi: Respublikamizning Andijon viloyatida yetishtiriladigan "Vaxsh-116" javdar donining kimyoviy tarkibini o'rganish, texnologik xossalari tahlil qilish, donning kimyoviy tarkibi va texnologik xossalari solishtirish. Rossiyada yetishtirilgan va mahalliy bug'doy "Davr" va javdar, non ishlab chiqarish uchun unni maydalash xususiyatlari. Aniqlanganki, donning geometrik o'lchamlari don qatlamlarini shakllantirish jarayonida joylashirish zichligiga ta'sir qiladi, ya'ni donni tozalash yoki saralashda elakda ma'lum qalinlikdagi don qatlamlari hosil bo'lishini ta'minlaydi. Donning geometrik tavsifi donning issiqlik va namlik o'tkazish jarayonlarida, ayniqsa gidrotermik ishlov berishda asosiy rol o'ynaydi. Eng yirik donalarda yadro kattaroq, qobiqlari ingichka va kichikroq bo'lishi aniqlandi. Kichik donlarda, aksincha, yadrolari kichikroq, qobiqlari qalinroq va kattaroqdir, shuning uchun mayda donalarning don tarkibi tola va kulning ko'pligi bilan tavsiflanadi. Respublikada yetishtiriladigan "Vaxsh-116" navli javdar donining kimyoviy tarkibi, donning texnologik xossalari, bug'doy mahalliy "Davr" navi, shuningdek, chet elda yetishtirilgan javdar donining kimyoviy tarkibi va texnologik xususiyatlari o'rganildi.

Kalit so'zlar: javdar, bug'doy, maydalash, fizik ko'rsatkichlar, geometrik ko'rsatkichlar, makro- va mikroelementlar

DOI: 10.34920/ccc2022311

### Введение

Значительная доля потребности населения в белке, углеводах, витаминах, минеральных веществах и пищевых волокнах удовлетворяются за счет хлебопродуктов. Если принять во внимание тот факт, что в стране производится только пшеничная мука, то наряду с удовлетворением потребности в вышеперечис-

ленных питательных веществах, высокое содержание крахмала в муке и высокомолекулярных клейковин вызывает серьезные проблемы для здоровья человека. Поэтому изучение хлебопекарных свойств зерна ржи и тритикале, локализованных в республике и расширение ассортимента мучных изделий остаются актуальными [1- 9].

Исследованиями авторов [10-12] установлено, что из мелкого зерна получается некачественная мука и в малых объемах. Определено незначительное отделение шелухи фуражного зерна, большой выход качественной муки и промежуточных продуктов.

Целью исследования является изучение химического состава зерна ржи «Вахш-116», выращенного в Андижанской области страны, анализе его технологических свойств, сравнении химического состава и технологических свойств зерна местной пшеницы «Давр» и ржи и выращенной в России.

### Методы исследования

Доля анатомических частей определяется методом, описанным Г.А.Егоровым, физические характеристики, естественная масса, цвет, химические свойства определены известными способами, геометрические размеры образцов зерна пшеницы и ржи определены на электронном штангенциркуле, химические компоненты определены: водорастворимых витаминов и углеводов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ, Agilent-1200), аминокислотный состав и количество по методу Коэна, содержание белка и натуральной массы местных образцов пшеницы и ржи определены на приборе Infracore - NOVA, содержание клейковины - на лабораторном оборудовании Perten Infracore 9500 ИК (Дания, Швеция) и диафаноскопе DSZ-3 (Россия). Зерносушильный шкаф СЭШ-3М (ГОСТ-13586.5-93) ис-

пользован для определения влажности зерна, зернопродуктов и других влагосодержащих веществ методом сушки. Диафаноскоп (ГОСТ-10987-76) DSZ-3 использован для определения стекловидности зерна по его оптическим свойствам. Зольность зерна ржи определена с использованием муфельной печи при температуре выше 650°C по (ГОСТ-10847-2019). Индуктивность макро- и микроэлементов плазмы определен методом масс-спектрометрии (ИСП-МС). Эксперименты организованы, результаты проанализированы в соответствии с ИСО 5725-1, ИСО 5725-2 [13-26].

Для определения массовой доли эндосперма в зерне пшеницы использована схема ведения расчетно-аналитического метода [10].

### Результаты и обсуждение

Первоначально произведены анализы исследований по агротехническим приемам выращивания, хранения и подготовки зерна ржи, которые показали, что озимую рожь выращивают в основном для производства муки, созревает она обычно на 8-10 дней раньше, чем озимая пшеница, урожайность 30-73 ц/га. Рожь также сажают весной для сбора зелёной массы до основного уборочного периода.

Зерно ржи по своему анатомическому строению похоже на пшеницу. Хотя внутренняя структура аналогична, она имеет значительное различие. Диапазоны массовых долей анатомических частей зерна ржи приведены в таблице 1.

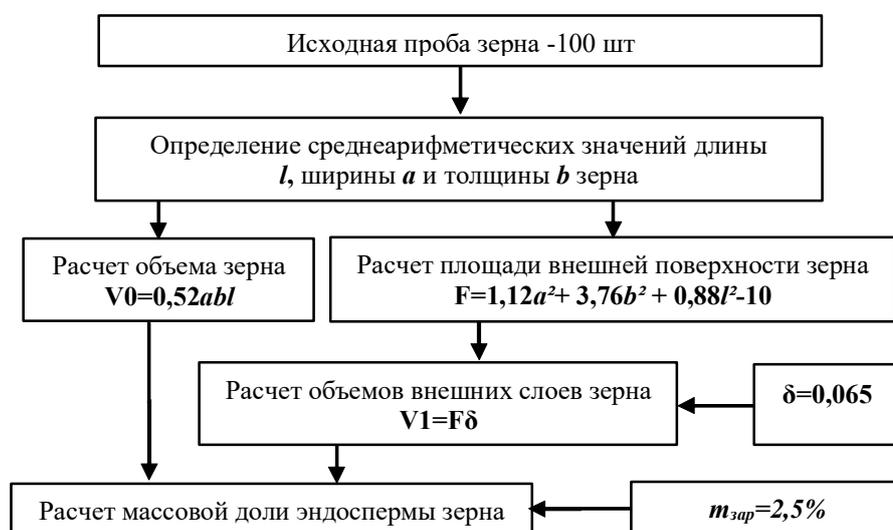


Рисунок 1. Схема расчетно-аналитического метода определения массовой доли эндосперма в зерне пшеницы.

**Таблица 1**  
**Массовая доля анатомических частей зерна ржи**

Анатомическое строение зерна	Содержание, %
Эндосперм	74,8 - 78,9
Алейроновый слой	9,8 - 13,2
Плодовые оболочки	4,7 - 5,6
Зародыш	3,3 - 4,2
Семенные оболочки	1,8 - 2,7

Определение физико-химического и геометрического качества отобранных для изучения сортов пшеницы и ржи и изучение образцов зерна ржи, выращенных в зарубежных странах, позволяет получить объективную информацию о технологических свойствах локализованного зерна ржи [1, 27].

Посредством электронного штангенциркуля определили внешние, внутренние размеры, глубину отверстий и уступов, изображенных на рисунке 2.

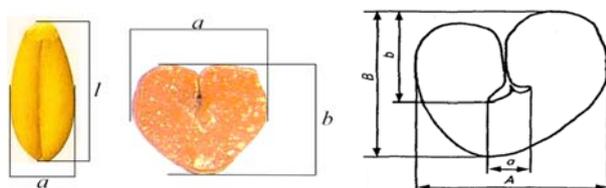


Рисунок 2. Измеряемые размеры зерна.

Инструмент состоит из штанги с измерительной шкалой и подвижной рамки со шкалой нониуса, позволяющего значительно повысить точность измерения. Анализируя сорта ржи Вахш-116 и пшеницы Давр нами получены следующие среднеарифметические размеры зерна.

Рожь:  $a = 2,28$  мм;  $b = 2,40$  мм;  $l = 7,35$  мм.

Пшеница:  $a = 2,67$  мм;  $b = 2,56$  мм;  $l = 6,04$  мм.

Объема зерна ржи равен  $V_0 = 20,9$  мм<sup>3</sup>, а пшеницы  $V_0 = 21,5$  мм<sup>3</sup>.

Площадь внешней поверхности зерна ржи  $F = 65,1$  мм<sup>2</sup>, пшеницы  $F = 54,8$  мм<sup>2</sup>.

Объем покровных тканей зерна ржи  $V_1 = 4,23$  мм<sup>3</sup>, пшеницы  $V_1 = 3,56$  мм<sup>3</sup>.

Отсюда получено соотношение крахмальной части эндоспермы

$$m\% = \frac{V_0 - V_1}{V_0} \cdot 100 = 2,5\% = X\%$$

Рожь = 77,26%

Пшеница = 80,94%

Хотя зёрна ржи морфологически сходны с зёрнами пшеницы, они имеют слегка удлиненную форму по сравнению с зёрнами пшеницы. Из-за специфики зерна ржи площадь поверхности оказалась примерно в 1,5 раза больше, чем у зерна пшеницы. Физические характеристики и геометрические размеры зерна ржи в соответствии с требованиями международного стандарта (ГОСТ 53049-2008) приведены в таблице 2 [1, 10, 16].

Как и все зёрна, зерно ржи весит от 12 до 50 г на 1000 зерен и меньше, чем зерно пшеницы, причем величина различия объясняется его формой и размерами. Исследована естественная масса зерна ржи, что составляет 640-770 г/л [13, 14].

Цвет зерен ржи чаще серо-зеленый, слегка желто-коричневый, а в некоторых случаях пурпурный. В зависимости от сочетания окраски шелухи зерна ржи и алейронового слоя, а также толщины оболочки алейроновый слой содержит антоциановые (синие), хлорофильные (зеленые) пигменты.

**Таблица 2**  
**Сравнительный анализ параметров местных сортов ржи "Вахш-116" и пшеницы "Давр" и зарубежной ржи**

Наименование показателей зерна	Образцы зерна			Требования ГОСТ 53049-2008
	Рожь сорта "Вахш-116"	Сорт пшеницы "Давр"	Рожь, выращенная в России	
Влажность, $W$ , %	11,9	9,6	11,7	14
Натура, $g/l$	720	789	695	700/750
Прозрачность, %	70	66	59	40/50
Зольность, %	1,63	1,61	1,66	1,97/1,85
Масса 1000 зёрен, $g$	26,59	35,0	27	30/37
Общая площадь поверхности $F$ , мм <sup>2</sup>	65,1	54,8	64,6	-
Расчет объема зерна $V$ , мм <sup>3</sup>	20,9	21,5	20,6	-
Плотность, $g/cm^3$	1,37	1,41	1,34	-
Длина, мм	7,4	6,4	7	-
Ширина, мм	2,4	3,3	2,5	-
Толщина, мм	2,3	2,65	2,25	-

Части зерна также содержат желтые каротиноидные пигменты [13, 14].

Основная часть зеленого зернового ряда состоит из эндосперма и тонких оболочек. Однако, нами было изучено, что это условие не всегда соблюдается. Как и у других злаков, эндосперм зерна ржи состоит из гранул крахмала и белковых матриц. Общая прозрачность до 15-40%. Видно больше стекловидности в зеленом зерне ржи [14].

Исследован химический состав ржи, результаты приведены в таблице 3. Химический состав и его рост варьируются в зависимости от климата и почвенных условий. Основную часть зерна ржи составляет крахмал, который колеблется в пределах 57,7-63,7%, крахмал находится в основном, в клетках эндоспермы, в алейроновом слое. Содержание пентозанов во ржи составляет 10,2%. Пищевых волокон в зерне ржи содержится около 2,6%.

Сахаристость зерна ржи составляет 7-8%, присутствуют также растворимые полисахариды (левулезаны и др.). В результате количество водорастворимых веществ в зерне ржи составляет 12-17%, а в зерне пшеницы – 5-7%. Эластичность зерна ржи составляет 1,5-5,0 % слизистого вещества, гидрофильные

**Таблица 3**  
**Химический состав зерна ржи**

Наименование веществ	Относительное содержание, % сухого вещества
Углеводы:	80,4
крахмал	61,0
сахар	6,0
клетчатка	2,4
гемицеллюлозы	9,0
Белок и другие азотистые вещества	13,2
Жир и жироподобные вещества	2,2
Зольность	2,04

слизистые вещества могут поглощать до 8 раз больше воды, чем его масса [19].

Основным питательным компонентом зерна ржи является крахмал. Исследованиями диетологов обнаружено, что ржаная шелуха является источником пищевых волокон, важных для пищеварительной деятельности человека [1, 11].

Индуктивность макро- и микроэлементов плазмы определяли методом масс-спектрометрии (ИСП-МС), результаты сведены в таблице 4 [22-27].

**Таблица 4**  
**Макро- и микроэлементный состав зерна ржи «Вахш-116», пшеницы Давр и ржи России**

Макро- и микро-элементы	Рожь «Вахш-116»	Пшеница	Рожь из России	ПДК
Литий, мг/л	0,019	0,018	-	0,030
Береллий, мг/л	0,048	0,054	-	-
Бор, мг/л	2,643	2,144	3,100	0,500
Натрий, мг/л	271,528	241,167	400,000	-
Магний, мг/л	407,928	341,434	120,000	-
Алюминий, мг/л	14,006	7,370	16,700	0,500
Кремний, мг/л	319,379	330,917	85,000	100,000
Фосфор, мг/л	587,461	608,576	366,000	-
Сера, мг/кг	472,074	490,193	85,000	160
Калий, мг/кг	1853,510	1284,603	424,000	360
Кальций, мг/л	1212,002	1298,923	590,000	-
Титан, мг/л	0,362	0,164	0,175	0,100
Ванадий, мг/кг	0,024	0,023	0,121	150
Хром, мг/кг	0,358	0,386	0,720	6,0
Марганец, мг/кг	2,401	2,580	2,770	1000
Железо, мг/л	11,671	13,642	5,400	-
Кобальт, мг/кг	0,014	0,008	0,076	5,0

Продолжение таблицы 4

Никель, мг/кг	0,061	0,062	0,303	4,0
Медь, мг/кг	0,673	0,685	0,460	10
Цинк, мг/кг	3,902	2,642	2,040	50
Галий, мг/л	0,045	0,030	-	-
Германий, мг/л	0,001	0,001	-	-
Мышьяк, мг/кг	0,003	0,003	-	0,2
Селен, мг/л	-	-	-	-
Рубидий, мг/л	0,381	0,430	-	-
Стронций, мг/кг	0,516	0,288	-	0,11
Цирконий, мг/л	0,070	0,006	-	-
Нобий, мг/л	0,000	0,000	-	-
Молибден, мг/л	0,125	0,068	0,018	-
Серебро, мг/л	0,002	0,001	-	-
Кадмий, мг/кг	0,000	0,000	-	0,1
Индий, мг/л	0,000	0,000	-	-
Олово, мг/л	1,823	1,863	2,650	-
Сурьма, мг/кг	0,002	0,002	-	4,5
Цезий, мг/кг	0,001	0,001	-	0,006
Барий, мг/л	0,384	0,384	-	0,1
Тантал, мг/л	0,000	0,000	-	-
Вольфрам, мг/л	0,001	0,001	-	-
Рений, мг/л	0,000	0,000	-	-
Ртуть, мг/кг	-	-	-	0,03
Теллур, мг/л	0,001	0,001	-	-
Свинец, мг/кг	0,004	0,009	-	0,5
Висмут, мг/л	0,000	0,001	-	-
Уран, мг/л	0,002	0,003	-	-

Из таблицы 4 видно, что зерна ржи «Вахш -116», выращенный в Андижанской области Узбекистана отличается повышенным содержанием магния, кремния, фосфора, серы, калия, кальция, железа, цинка, что делает характеристику зерна превосходящим по сравнению с Российским зерном ржи. Содержание свинца составляет 0,004 мг/кг, что в 125 раз меньше ПДК, а в Российских зёрнах ржи свинец отсутствует. Содержание стронция составляет 0,516 мг/кг, что превышает ПДК (0,11 мг/кг) в 4,69 раз, этот показатель превышает и у пшеницы, выращенной в Узбекистане (0,288 мг/кг) в 1,6 раз.

#### Заключение

Установлено, что геометрические размеры зерна влияют на плотность укладки при формировании слоев зерна, т.е. на формирование слоев зерна определенной толщины на решетке при очистке или сортировке зерна. Показатели геометрических характеристик зерна играют ключевую роль в процессах теплообмена зерна, особенно при гидротермической обработке последнего.

Определено, что в самых крупных зернах ядро больше, оболочки тоньше и меньше. У мелких зерен, наоборот, ядра меньше, оболочки

толще и больше, поэтому зерновой состав мелких зерен отличается обилием клетчатки и золы.

Изучен химический состав зерна ржи сорта «Вахш-116», выращенного в республике, проанализированы технологические свойства зерна, химический состав и технологические свойства местных сортов пшеницы и ржи сорта «Давр», а

также выращенных в России.

*Выражаем благодарность коллективу лаборатории Института “Биоорганической химии” Академии Наук Республики Узбекистан за помощь при проведении лабораторных анализов ржи “Вахш 116” и пшеницы “Давр”.*

#### REFERENCES

1. Aman P., Andersson R. Positiv Health Effects of Rye. *Cereal Foods World*, 1997, vol. 42, no. 8, pp. 684-688.
2. Koca A.F., Anil M. Effect of flaxseed and wheat flour blends on dough rheology and quality. *J. Science of Food and Agriculture*, 2007, vol. 87, no. 6, pp. 1172-1175.
3. Ravshanov S., Isabaev I. Aktivatsiya vody, ispol'zuyemoy pri podgotovke zerna pshenitsy k sortovomu pomolu [Activation of water used in the preparation of wheat grain for varietal milling]. *Khimiya i khimicheskoye mashinostroyeniye*, 2021, no. 4. DOI: 10.34920/cce 2021410.
4. Ravshanov S.S. Influence of Ultrasonic Active Water on Hydrothermal Processing of Wheat Crains Grown in Dry Climates. *International journal of current Research and Review*, vol. 12, no. 19, pp. 116-121. DOI: 10.31782/IJCRR.2020.121916
5. Stanley Cauvain. *Technology of breadmaking*. Third Edition. Perth, Australia, Springer, 2007. 406 p.
6. Steven A., Cohen Daviel J. Amino Acid Analysis Utilizing Phenylisotiocyanate Derivatives. *Analytical Biochemistry*, 1988, vol. 17, no. 1, pp. 1-16.
7. Babaeva S.D. Tekhnologicheskii potentsial pshenitsy Uzbekistana [Technological potential of wheat in Uzbekistan]. Tashkent, Fan, 2009. 116 p.
8. Volokhova T.R. *Povysheniye kachestva muki i khleba s ispol'zovaniyem akustiko-kavitatsionno aktivirovannoy vody*. Diss. kand. tekhn. nauk. [Improving the quality of flour and bread using acoustic-cavitation activated water. PhD diss.] Moscow, 2003. 200 p.
9. Ginzburg A.S., Dubrovskiy V.P., Kazakov Ye.D. i dr. *Vlaga v zerne* [Moisture in grain]. Moscow, Kolos Publ., 1969. 224 p.
10. Yegorov G.A. Tekhnologiya muki. *Tekhnologiya krupy* [Flour technology. Grain technology]. Moscow, Kolos Publ., 2005. 296 p.
11. Zverev S.V., Zvereva N.S. *Funktional'nyye zernoproducty* [Functional grains]. Moscow, DeLi print Publ., 2006. 119 p.
12. Zenkova A.N., Kaminskiy V.P., Pyatnitskaya I.N., Pankrat'yeva I.A., Davydova I.A., Politukha O.V. *Krupyanyye produkty kak komponent zdorovogo pitaniya* [Cereal products as a component of a healthy diet]. Moscow, GNU Rossel'khozakademii Publ., 2008. 72 p.
13. Ismagilov R.R., Nurylgayanov R.B., Vanyushina T.N. *Kachestvo i tekhnologiya proizvodstva prodovol'stvennogo zerna ozimoy rzhi* [Quality and production technology of winter rye food grains]. Moscow, AgriPress Publ., 2001. 224 p.
14. *Pravila organizatsii i vedeniya tekhnologicheskogo protsessa na krupyanykh predpriyatiyakh* [Rules for the organization and conduct of the technological process at cereal enterprises]. Moscow, VNPO "Zernoprodukt" Publ., 1990, p. 1, 65 p., p. 2, 94 p.
15. Ravshanov S.S. Grain moisture and its technological importance. Tashkent, Firdavs-Shokh Publ., 2020. 228 p.
16. Ravshanov S.S., Mirzaev J.D. *Examination of grain and grain products*. Tashkent, International Islamic Academy of Uzbekistan Publ., 2020. 203 p.
17. Sysuev V.A., Kedrova L.I., Lapteva N.K., Utkina E.I., Vyayaninen M., Nikulina T.N. *Energiya rzhi dlya zdorovoy cheloveka* [Cereal products as a component of a healthy diet]. Kirov, NIISX SeveroVostoka Publ., 2010. 103 p.
18. Shestakov S.D. Kavitatsionnaya dezintegratsiya - novyy vid peredachi energii pri obrabotke zerna vodoy. [Cavitation disintegration is a new type of transfer energy in the processing of grain water]. Trudy Second International Conference "Kachestvo zerna, muki i hleba". Moscow, MPA Publ., 2002, pp. 192-195.
19. Shcherbakov V.G. and other. *Biokhimiya rastitel'nogo syr'ya*. [Biochemistry of plant raw materials]. Moscow, Kolos Publ., 1999. 376 p.
20. Ergasheva Kh.B. *Issledovaniye tekhnologicheskikh svoystv pshenitsy mestnykh sortov*. Diss. kand. tekhn. nauk. [Study of the technological properties of wheat of local varieties. PhD diss.]. Tashkent, 2002. 104 p.
21. Yakovleva O.V. *Primeneniye rzhanykh otrubey kak istochnik pishchevykh volokon*. Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk. [The use of rye bran as a source of dietary fiber. Abstract diss. PhD]. Moscow, 1995. 26 p.
22. GOST 10842-89 Metod opredeleniya massy 1000 zeren ili 1000 semyan [Method for determining the mass of 1000 grains or 1000 seeds]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 4 p. (In Russ.)
23. GOST-10840-2017 Metod opredeleniya natury [Method for determining nature]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 17 p. (In Russ.)
24. GOST-10847-2019 Metody opredeleniya zol'nosti [Methods for determining ash content]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 24 p. (In Russ.)
25. GOST-10987-76 Metody opredeleniya steklovidnosti [Methods for determining vitreousness]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 7 p. (In Russ.)
26. GOST-13586.5-93 Metod opredeleniya vlazhnosti [Moisture determination method]. Minsk, Mezhgosudarstvennyy sovet po standartizatsii, metrologii i sertifikatsii Publ., 2009, 8 p. (In Russ.)
27. GOST P 53049-2008. Rozh'. Tekhnicheskiye usloviya [Rye. Specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2011, 8 p. (In Russ.)