

Выборочное распределение наблюдений числа падения кукурузной муки

Наталья А. Шмалько	¹	kafedra-tith@ya.ru	 0000-0002-8939-0265
Игорь А. Никитин	²	nikito.igor@gmail.com	 0000-0002-8988-5911
Шерзодхон Муталлибзода	²	mutallibzoda@bk.ru	 0000-0003-3855-9494
Андрей В. Гончаров	²	a.goncharov@mgutm.ru	 0000-0002-3024-495X
Елена В. Кузнецова	³	mail@mfmgtutu.ru	 0000-0002-2352-7521

¹ Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия

² Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского, ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия

³ Башкирский институт технологий и управления, ул. Смоленская, 34, г. Мелеуз, 453856, Россия

Аннотация. Выборочное распределение наблюдений изучается с целью исследования вариационного признака, при этом измеряемую величину рассматривают как случайную. В практических целях эмпирическое распределение случайной величины оценивается близостью к теоретическому закону. Проверке подвергается статистическая гипотеза принадлежности выборочных данных к генеральной совокупности при помощи критериев согласия. Объектом данного исследования послужили наблюдения числа падения кукурузной муки, являющейся рецептурным компонентом хлебобулочных изделий. В мировой практике метод числа падения для сырья из кукурузы используется в качестве эталонного для установления референсных интервальных значений, обнаруживая вариацию исследуемого признака. Целью данной работы явилось изучение выборочного распределения наблюдений числа падения кукурузной муки для определения репрезентативности выборки опытных данных. Полагаясь на теорему Гливленко о целесообразности группирования выборочных данных в вариационный ряд с целью замены функции распределения генеральной совокупности на выборочную функцию распределения, вначале исследований произвели преобразование выборочных данных в статистический ряд. Материалом исследования послужил промышленный образец кукурузной муки тонкого помола, соответствующий требованиям ГОСТ 14176-69 «Мука кукурузная. Технические условия». Число падения изучали при реализации стандартного метода на приборе ПЧИ-99 по ГОСТ ISO 2093-2016 «Зерно и продукты его переработки. Определение числа падения методом Хагберга-Пертена». Интервальный вариационный ряд изучали по широкому перечню характеристик: показателям центра распределения (выборочная средняя, мода, медиана, квартили, децили), показателям вариации (размах, среднее линейное отклонение, дисперсия, несмещенная оценка дисперсии, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации, линейный коэффициент вариации, коэффициент осцилляции), показателям формы распределения (относительный показатель квартильной вариации, коэффициент асимметрии, структурный коэффициент асимметрии Пирсона, показатель эксцесса), показателям интервального оценивания центра генеральной совокупности (доверительные интервалы для генерального среднего, интервальное оценивание генеральной доли, т.е. вероятности события). Для изучаемой случайной величины числа падения кукурузной муки гипотезу о нормальном распределении доказали с помощью показателей асимметрии и эксцесса, а также при применении правила трех сигм. В результате расчетов установили репрезентативность выборочных данных в отношении варьирования изучаемого признака в генеральной совокупности.

Ключевые слова: случайная величина, выборочное распределение, наблюдение, число падения, кукурузная мука.

Sample distribution of observations of the falling number of corn flour

Natalya A. Shmal'ko	¹	kafedra-tith@ya.ru	 0000-0002-8939-0265
Igor A. Nikitin	²	nikito.igor@gmail.com	 0000-0002-8988-5911
Sherzodkhon Mutallibzoda	²	mutallibzoda@bk.ru	 0000-0003-3855-9494
Andrey V. Goncharov	²	a.goncharov@mgutm.ru	 0000-0002-3024-495X
Elena V. Kuznetsova	³	mail@mfmgtutu.ru	 0000-0002-2352-7521

¹ Kuban State Technological University, Moskovskaya St., 2, Krasnodar, 350072, Russia

² K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (The First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia

K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (The First Cossack University), Bashkir Institute of

³ Technology and Management, Smolenskaya st., 34, Meleuz, 453856, Russia

Для цитирования

Шмалько Н.А., Никитин И.А., Муталлибзода Ш., Гончаров А.В., Кузнецова Е.В. Выборочное распределение наблюдений числа падения кукурузной муки // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 1. С. 127–137. doi:10.20914/2310-1202-2023-1-127-137

For citation

Shmal'ko N.A., Nikitin I.A., Mutallibzoda Sh., Goncharov A.V., Kuznetsova E.V. Sample distribution of observations of the falling number of corn flour. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 1. pp. 127–137. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-1-127-137

Abstract. The sample distribution of observations is studied in order to study the variational feature, while the measured value is considered as random. For practical purposes, the empirical distribution of a random variable is estimated by proximity to the theoretical law. The statistical hypothesis of the sample data belonging to the general population is tested using the consent criteria. The object of this study was the observation of the falling number of corn flour, which is a prescription component of bakery products. In world practice, the falling number method for raw materials from corn is used as a reference for establishing reference interval values, detecting a variation of the studied trait. The purpose of this work was to study the sample distribution of observations of the falling number of corn flour to determine the representativeness of the sample of experimental data. Relying on Glivenko's theorem on the expediency of grouping sample data into a variation series in order to replace the distribution function of the general population with a sample distribution function, at the beginning of the research, the sample data were converted into a statistical series. The research material was an industrial sample of fine-ground corn flour that meets the requirements of GOST 14176-69 "Corn flour. Technical conditions". The falling number was studied when implementing the standard method on the PPP-99 device according to GOST ISO 2093-2016 "Grain crops and products of their processing. Determination of the falling number according to Hagberg-Perten". The interval variation series was studied according to a wide list of characteristics: distribution center indicators (sample mean, mode, median, quartiles, deciles), variation indicators (span, average linear deviation, variance, unbiased variance estimate, mean square deviation, coefficient of variation, linear coefficient of variation, oscillation coefficient), distribution form indicators (relative quartile variation index, asymmetry coefficient, Pearson structural asymmetry coefficient, kurtosis index), indicators of interval estimation of the center of the general population (confidence intervals for the general average, interval estimation of the general share, i.e. the probability of an event). For the studied random variable of the falling number of corn flour, the hypothesis of a normal distribution was proved using the indicators of asymmetry and kurtosis, as well as using the 3-sigma rule. As a result of the calculations, the representativeness of the sample data with respect to the variation of the studied trait in the general population was established

Keywords: random variable, sample distribution, observation, falling number, corn flour.

Введение

Проведение эмпирических исследований предусматривается для установления статистических закономерностей измеряемой величины, количественно характеризующей исследуемый вариационный признак, а саму «...измеряемую в испытаниях величину рассматривают как случайную...», распределение которой соответствует теоретическому закону. Отмечается, что «...если изучаемый признак измеряется физическими методами, то его можно рассматривать как непрерывную случайную величину с неизвестной функцией распределения по заданному алгоритму» [1]. На практике возникает задача установления по экспериментальным данным закона распределения измеренной случайной величины путем выбора модели, адекватно ее описывающей: «...в результате в качестве наиболее вероятного закона для исходной выборки выбирается тот, для которого значение функции распределения будет максимальным» [2]. Получив нормальное распределение наблюдаемой случайной величины, далее прибегают к проверке гипотезы относительно параметров распределения генеральной совокупности, т. е. к проверке основной гипотезы, проверяемой при помощи критериев согласия. Считается, что «...критерии согласия позволяют определить вероятность того, что при гипотетическом законе распределения наблюдающееся в рассматриваемой выборке отклонение вызывается случайными причинами, а не ошибкой в самой гипотезе. Если такая вероятность велика, то отклонение от гипотетического закона распределения следует признать случайным и считать, что гипотеза о предполагаемом законе распределения не опровергается... Вероятностный характер критериев согласия позволяет утверждать, что гипотеза не противоречит данным опыта в случае, если вероятность наблюдаемого отклонения от гипотетического закона распределения велика, и напротив, если эта

вероятность мала, то статистическая гипотеза не согласуется с опытными данными» [3].

Объект данного исследования – наблюдения числа падения кукурузной муки, являющейся рецептурным компонентом хлебобулочных изделий [4–12], в том числе с диетической направленностью [13–16], в мировой практике выступает как статистический материал для получения референсных (интервальных) значений показателя числа падения крахмалистых растительных ресурсов [17, 18] с надлежащей точностью метода при коэффициенте вариации не выше 1,4–1,7%. Однако представленные в указанных работах результаты не содержат убедительное доказательство проверки статистической гипотезы о равенстве средних двух выборок, на основании которых можно сделать выводы о необходимости проведения серии опытов с целью достижения желаемых интервальных значений измеряемой величины. В подобных экспериментах «...внутригрупповая вариация определяет степень различия между средними в двух группах, тестируемых неоднократно...» [19], что характерно для зависимых выборок. Отсюда значительная часть внутригрупповой изменчивости в обеих группах объясняется авторами индивидуальными различиями субъектов при исключении ранее обнаруженной вариации. Для чистоты опыта укажем, что в перечисленных процедурах в качестве нулевой гипотезы рассматривается предположение о том, что средние в группах равны при выявлении зависимости между группировкой и зависимой переменными при требуемом уровне значимости p .

Целью данной работы явилось изучение выборочного распределения наблюдений числа падения кукурузной муки для определения репрезентативности выборки опытных данных. Определение параметров функции распределения случайной величины, получаемой по выборке, позволяет сравнить их с таковыми для генеральной

совокупности, распределенной по теоретическому закону. С помощью теоремы Гливенко ранее доказано, что при достаточно большой выборке случайной величины, сгруппированной в вариационный ряд, «...функцию распределения генеральной совокупности приближенно можно заменить выборочной функцией распределения» [3] в случае преобразования выборочных данных в статистический ряд.

В связи с этим, вместо полного определения случайной величины в виде закона распределения вероятностей прибегают «...к установлению числовых характеристик – вещественных чисел, выражающих характерные особенности случайной величины и относимые к ее моментам» [3]. Начальный момент первого порядка оказывается математическим ожиданием (или средним значением) случайной величины. Первый центральный момент всегда равен нулю, а второй центральный момент является дисперсией, квадратный корень из которого стандартом или средним квадратичным отклонением. Третий центральный момент, разделенный на стандарт в кубе, служит коэффициентом асимметрии, а четвертый центральный момент, разделенный на стандарт в четвертой степени, соответственно, коэффициентом эксцесса. Указанные моменты относят к общим (интегральным) характеристикам распределения, но немаловажную роль для описания характеристик случайной величины отводят и квантилям, т. е. значениям, которые заданная случайная величина не превышает с фиксированной вероятностью.

Материалы и методы

Материалом исследования послужил промышленный образец кукурузной муки тонкого помола, соответствующего требованиям ГОСТ 14176–69 [20] (ПФ «Радуга», ст. Северская, Краснодарский край). Показатели качества кукурузной муки соответствовали требованиям, представленным в таблице 1. Число падений изучали при реализации стандартного метода на приборе ПЧП-99 и определяли как «...время, необходимое для перемешивания водно-мучной суспензии мешалкой и ее падения с верхнего до нижнего положения в вискозиметрической пробирке» при нагревании и клейстеризации суспензии в кипящей водяной бане [21].

Для проведения исследования выборочных данных наблюдений числа падения кукурузной муки применили метод «сгруппированных данных» для получения интервального вариационного ряда с показателями центра распределения (выборочная средняя, мода, медиана, квартили, децили), показателями вариации (размах, среднее линейное отклонение, дисперсия, несмещенная оценка дисперсии, среднее квадратичное отклонение, коэффициент вариации, линейный коэффициент

вариации, коэффициент осцилляции), показателями формы распределения (относительный показатель квартильной вариации, коэффициент асимметрии, структурный коэффициент асимметрии Пирсона, показатель эксцесса), показателями интервального оценивания центра генеральной совокупности (доверительные интервалы для генерального среднего, интервальное оценивание генеральной доли, т. е. вероятности события). Для изучаемой случайной величины числа падения кукурузной муки гипотезу о нормальном распределении проверяли с помощью показателей асимметрии и эксцесса, а также при применении правила трех сигм. Изучение вариационного интервального ряда для выборочных данных производили в онлайн-калькуляторе «Показатели вариации» (<https://math.semestr.ru/group/variations.php>).

Результаты

Исходные экспериментальные данные, преобразованные в интервальный вариационный ряд, сведены в таблицу 2. Рассчитанные характеристики интервального вариационного ряда (показатели центра распределения, вариации и формы распределения) приведены ниже. Расчет средней взвешенной (выборочной средней) произведен по формуле (1), моды – по формуле (2), медианы – по формуле (3), квартилей – по формулам (4, 5), децилей – по формулам (6, 7), среднего значения по способу моментов – по формуле (8), среднего квадрата отклонений по способу моментов – по формуле (9), среднеквадратичного отклонения – по формуле (10), размаха вариации – по формуле (11), среднего линейного отклонения – по формуле (12), дисперсии – по формуле (13), несмещенной оценки дисперсии – по формуле (14), оценки среднеквадратичного отклонения – по формуле (15), коэффициента вариации – по формуле (16), линейного коэффициента вариации – по формуле (17), коэффициента осцилляции – по формуле (18), коэффициента асимметрии – по формуле (19), среднеквадратичной ошибки коэффициента асимметрии – по формуле (20), структурного коэффициента асимметрии Пирсона – по формуле (21), коэффициента эксцесса – по формуле (22), среднеквадратичной ошибки коэффициента эксцесса – по формуле (23), доверительного интервала для генерального среднего – по формуле (24), стандартной ошибки выборки для среднего – по формуле (25), предельной ошибки выборки – по формуле (26), доверительного интервала для генеральной доли – по формуле (27). Проверку статистической гипотезы о принадлежности выборочных данных наблюдений числа падения кукурузной муки нормальному распределению наблюдений генеральной совокупности производили исходя из выполнения условия (28) и правила 3σ (29).

Требования к показателям качества кукурузной муки по ГОСТ 14176–69 [20]

Таблица 1.

Table 1.

Requirements for quality indicators of corn flour according to GOST 14176–69 [20]

Показатель Indicator	Характеристика Characteristics		
Цвет Colour	Белый или желтый White or yellow		
Запах Flavour	Свойственный кукурузной муке, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневелый Characteristic of corn flour, odorless, not musty, not moldy		
Вкус Taste	Свойственный кукурузной муке, без посторонних привкусов, не кислый, не горький Characteristic of corn flour, without foreign flavors, not sour, not bitter		
Минеральная примесь Mineral impurity	При разжевывании муки не должно ощущаться хруста When chewing flour, there should be no crunch		
Влажность, %, не более Moisture, %, no more	15,0	15,0	15,0
Зольность в пересчете на сухое вещество, %, не более Ash content in terms of dry matter, %, no more	0,9	1,3	–
Жир в пересчете на сухое вещество, %, не более Fat in terms of dry matter, %, no more	2,5	3,0	–
Крупность помола: Fineness of grinding:			
остаток на сите из шелковой ткани № 23 по ГОСТ 4403, не более the residue on the silk fabric sieve No. 23 according to GOST 4403, no more	2		2
остаток на сите из проволочной сетки № 56 по ТУ 14–4–1374, не более the residue on the wire mesh sieve No. 56 according to TU 14–4–1374, no more	–		–
проход через сито из шелковой ткани № 32 по ГОСТ 4403, не менее passage through a silk fabric sieve No. 32 according to GOST 4403, at least	30	–	30
Металломагнитная примесь, мкг в 1 кг муки Metallomagnetic admixture, mcg in 1 kg of flour размером отдельных частиц в наибольшем линейном измерении не более 0,3 мм и (или) массой не более 0,4 мг, не более the size of individual particles in the largest linear dimension is not more than 0.3 mm and (or) the mass is not more than 0.4 mg, not more	3	3	3
размером и массой отдельных частиц более указанных выше значений the size and mass of individual particles are more than the above values	Не допускается Not allowed		
Зараженность вредителями хлебных запасов Pest infestation of grain stocks			
Загрязненность вредителями вредных запасов Pest contamination of harmful stocks			

Средняя взвешенная (выборочная средняя):

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i f_i}{\sum f_i} = \frac{333,5 \cdot 3 + 338 \cdot 6 + 342 \cdot 7 + 345,5 \cdot 2 + 349,5 \cdot 2}{20} = (1)$$

$$= \frac{6812,5}{20} = 340,625$$

Мода как наиболее часто встречающееся значение признака у единиц данной совокупности:

$$M_0 = x_0 + h \frac{f_2 - f_1}{(f_2 - f_1) + (f_2 - f_3)} = (2)$$

$$= 341 + 2 \frac{7 - 6}{(7 - 6) + (7 - 2)} = 341,333,$$

где x_0 – начало модального интервала; h – величина интервала; f_2 – частота, соответствующая модальному интервалу; f_1 – предмодальная частота; f_3 – послемодальная частота.

Выбираем в качестве начала интервала 341, так как именно на этот интервал приходится наибольшее количество, определили, что наиболее часто встречающееся значение ряда – 341,333.

Медиана служит характеристикой при асимметричном распределении данных, т. к. при наличии их «выбросов» более устойчива к воздействию отклоняющихся из них:

$$M_e = x_0 + \frac{h}{f_{me}} \left(\frac{\sum f_i}{2} - S_{me-1} \right) = (3)$$

$$= 341 + \frac{2}{7} \left(\frac{20}{2} - 9 \right) = 341,286 .$$

Медианным является интервал 341–343, т. к. в этом интервале накопленная частота S больше медианного номера. Медианным называется первый интервал, накопленная частота S которого превышает половину общей суммы частот. Расчет показал, что 50% единиц совокупности будут меньше по величине 341,286.

Таблица 2.

Характеристики интервального вариационного ряда наблюдения числа падения кукурузной муки

Table 2.

Characteristics of the interval variation series of observation of the falling number of corn flour

Интервал Interval	Сер. интервала, $x_{\text{центр}}$ Middle of interval, x_{centre}	Количество, f_i Quantity, f_i	$x_i \cdot f_i$	Накопленная частота, S Accumulated frequency, S	$ x - x_{\text{ср}} \cdot f_i$	$(x - x_{\text{ср}})^2 \cdot f_i$	Относительная частота, f_i/f Relative frequency, f_i/f
331–335	333,5	3	1000,5	3	21,375	152,297	0,15
336–340	338	6	2028	9	15,75	41,344	0,3
341–343	342	7	2394	16	9,625	13,234	0,35
344–347	345,5	2	691	18	9,75	47,531	0,1
348–351	349,5	2	699	20	17,75	157,531	0,1
Итого Total		20	6812,5		74,25	411,938	1

Квартили, как значения признака в ранжированном ряду распределения, выбраны таким образом, что 25% единиц совокупности меньше по величине квартиля Q_1 , 25% будут заключены между квартилями Q_1 и Q_2 , 25% – между квартилями Q_2 и Q_3 , а остальные 25% превосходят квартиль Q_3 :

$$Q_1 = x_0 + \frac{h}{f_{me}} \left(\frac{\sum f_i}{4} - S_{me-1} \right) = (4)$$

$$= 336 + \frac{4}{6} \left(\frac{20}{4} - 3 \right) = 337,333 ,$$

$$Q_3 = x_0 + \frac{3h}{f_{me}} \left(\frac{3 \cdot \sum f_i}{4} - S_{me-1} \right) = (5)$$

$$= 341 + \frac{2}{7} \left(\frac{3 \cdot 20}{4} - 9 \right) = 342,714 .$$

Расчет показал, что 25% единиц совокупности меньше по величине 337,333, квартиль Q_2 совпадает с медианой и равен 341,286, а остальные 25% превосходят значение 342,714.

Децили, как значения признака в ранжированном ряду распределения, выбраны таким образом, что 10% единиц совокупности меньше по величине дециля D_1 , а 80% заключены между децилями D_1 и D_9 , а остальные 10% превосходят дециль D_9 .

$$D_1 = x_0 + \frac{h}{f_{me}} \left(\frac{\sum f_i}{10} - S_{me-1} \right) = (6)$$

$$= 332 + \frac{3}{3} \left(\frac{20}{10} - 0 \right) = 334,$$

$$D_9 = x_0 + \frac{h}{f_{me}} \left(\frac{9 \sum f_i}{10} - S_{me-1} \right) = (7)$$

$$= 344 + \frac{3}{3} \left(\frac{9 \cdot 20}{10} - 16 \right) = 347.$$

Расчет показал, что 10% единиц совокупности меньше по величине 334, а остальные 10% превосходят 347.

Среднее значение изучаемого признака по способу моментов равно:

$$\bar{x} = \frac{x_i' f_i}{\sum f_i} h + A = \frac{-9,17}{20} 3 + 342 = 340,625 \quad (8)$$

где A – условный нуль, равный варианту с максимальной частотой (середина интервала с максимальной частотой), равен 501; h – шаг интервала, равен 26.

Средний квадрат отклонений по способу моментов равен:

$$D = \frac{[x_i']^2 f_i}{\sum f_i} h^2 + (\bar{x} - A)^2 = \frac{49,97}{20} 3^2 - (340,625 - 342)^2 = 20,597. \quad (9)$$

Результаты расчета квадрата отклонений по способу момента приведены в таблице 3.

Таблица 3.
Расчет квадрата отклонений по способу моментов

Table 3.
Calculation of the square of deviations by the method of moments

x_{it}	x_i^*	$x_i^* f_i$	$[x_i^*]^2 f_i$
333,5	-2,83333333333333	-8,5	24,0833333333333
338	-1,33333333333333	-8	10,6666666666667
342	0	0	0
345,5	1,16666666666667	2,33333333333333	2,72222222222222
349,5	2,5	5	12,5
		-9,1666666666667	49,9722222222222

Среднеквадратичное отклонение равно:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{20,597} = 4,538. \quad (10)$$

Соответственно, каждое значение ряда отличается от среднего значения 340,625 в среднем на 4,538.

Размах вариации как разность между максимальным и минимальным значениями признака первичного ряда:

$$R = x_{max} - x_{min} = 351 - 332 = 19. \quad (11)$$

Среднее линейное отклонение для учета различия всех единиц исследуемой совокупности равно:

$$d = \frac{\sum |x_i - \bar{x}| f_i}{\sum f_i} = \frac{74,25}{20} = 3,713. \quad (12)$$

Очевидно, что каждое значение ряда отличается от другого в среднем на 3,713.

Дисперсия как мера разброса около ее среднего значения (мера рассеивания, т. е. отклонения от среднего) равна:

$$D = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i} = \frac{411,938}{20} = 20,597. \quad (13)$$

Результат аналогичен полученному ранее по формуле (9).

Несмещенная оценка дисперсии как состоятельная оценка дисперсии (исправленная дисперсия) равна:

$$S^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 f_i}{\sum f_i - 1} = \frac{411,938}{19} = 21,681. \quad (14)$$

Оценка среднеквадратичного отклонения равна:

$$s = \sqrt{S^2} = \sqrt{21,681} = 4,656. \quad (15)$$

Коэффициент вариации, как мера относительного разброса значений совокупности, показывает, какую долю среднего значения этой величины составляет ее средний разброс:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}} = \frac{4,538}{340,286} 100\% = 1,33\%. \quad (16)$$

Поскольку $v \leq 30\%$, то совокупность однородна, а вариация слабая, поэтому полученным результатам можно доверять.

Линейный коэффициент вариации характеризует долю усредненного значения признака абсолютных отклонений от средней величины:

$$K_d = \frac{d}{\bar{x}} = \frac{3,713}{340,625} 100\% = 1,09\%. \quad (17)$$

Коэффициент осцилляции отражает относительную колеблемость крайних значений признака вокруг средней:

$$K_r = \frac{R}{\bar{x}} = \frac{19}{340,625} 100\% = 5,58\%. \quad (18)$$

Симметричным является распределение, в котором частоты любых двух вариантов, равностоящих в обе стороны от центра распределения, равны между собой. Наиболее точным и распространенным показателем асимметрии является моментный коэффициент асимметрии:

$$As = M_3 / s^3 = \frac{22,72}{4,538^3} = 0,243, \quad (19)$$

где M_3 – центральный момент третьего порядка; s – среднеквадратичное отклонение.

Полученная положительная величина моментного коэффициента асимметрии указывает на наличие правосторонней асимметрии.

Оценка существенности показателя асимметрии дается с помощью среднеквадратичной ошибки коэффициента асимметрии:

$$s_{As} = \sqrt{\frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)}} = \sqrt{\frac{6(5-2)}{(5+1)(5+3)}} = 0,612. \quad (20)$$

Если выполняется соотношение $|As|/s_{As} < 3$, то асимметрия несущественная, ее наличие объясняется влиянием различных случайных обстоятельств.

Если имеет место соотношение $|As|/s_{As} > 3$, то асимметрия существенная и распределение признака в генеральной совокупности не является симметричным. Результаты расчета центральных моментов приведены в таблице 4.

Таблица 4.

Расчет центральных моментов

Table 4.

Calculation of central moments

Интервал Interval	Середина интервала, $x_{\text{центр}}$ The middle of the interval, x_{centre}	Количество, f_i Quantity, f_i	$(x - x_{\text{cp}})^3 \cdot f_i$	$(x - x_{\text{cp}})^4 \cdot f_i$
331 – 335	333,5	3	-1085,115	7731,446
336 – 340	338	6	-108,527	284,884
341 – 343	342	7	18,197	25,021
344 – 347	345,5	2	231,715	1129,61
348 – 351	349,5	2	1398,09	12408,047
Итого Total		20	454,359	21579,009

В анализируемом вариационном ряду распределения наблюдается несущественная асимметрия ($0,243 / 0,612 = 0,4 < 3$).

Структурный коэффициент асимметрии Пирсона характеризует асимметрию только в центральной части распределения, т. е. основной массы единиц, и не зависит от крайних значений признака:

$$A_{sp} = \frac{\bar{x} - M_0}{\sigma} = \frac{340,625 - 341,333}{4,538} = -0,16. \quad (21)$$

Коэффициент эксцесса определяется для симметричных распределений, при этом эксцесс представляет собой выпад вершины эмпирического распределения вверх или вниз от вершины кривой нормального распределения:

$$E_x = \frac{M_4}{s^4} - 3 = \frac{1078,95}{4,538^4} - 3 = 2,5433 - 3 = -0,46. \quad (22)$$

Для распределений более островершинных (вытянутых), чем нормальное, показатель эксцесса обычно положительный ($E_x > 0$), для более плосковершинных (сплюснутых) – отрицательный ($E_x < 0$), т. к. для нормального распределения выполняется равенство $M_4 / s^4 = 3$. Число 3 вычитается из отношения μ^4 / σ^4 , поскольку для нормального закона распределения $\mu^4 / \sigma^4 = 3$, поэтому для нормального распределения эксцесс равен нулю.

Для данного вариационного ряда характерно плосковершинное распределение при выполнении условия $E_x < 0$. Существенность эксцесса рассчитывается по статистике E_x / s_{E_x} , где s_{E_x} – средняя квадратическая ошибка коэффициента эксцесса:

$$s_{E_x} = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}} = \sqrt{\frac{24 \cdot 5 \cdot (5-2) \cdot (5-3)}{(5+1)^2(5+3)(5+5)}} = 0,5. \quad (23)$$

Если отношение $E_x / s_{E_x} > 3$, то отклонение от нормального распределения считается существенным. В данном случае $s_{E_x} < 3$, поэтому отклонение от нормального распределения считается не существенным.

Доверительный интервал для генерального среднего равен:

$$\left(\bar{x} - t_{кр} \frac{8}{\sqrt{n}}; \bar{x} + t_{кр} \frac{8}{\sqrt{n}} \right). \quad (24)$$

Для проведения расчета определили значение $t_{кр}$ по таблице распределения Стьюдента: $T_{\text{табл}}(n-1; \alpha / 2) = T_{\text{табл}}(19; 0,025) = 2,433$.

Стандартная ошибка выборки для среднего равна:

$$s_c = \frac{s}{\sqrt{n}} = \frac{4,656}{\sqrt{20}} = 1,0412. \quad (25)$$

Стандартная ошибка среднего указывает, на какую величину среднее выборки 340,625 отличается от среднего генеральной совокупности.

Предельная ошибка выборки равна:

$$\varepsilon = t_{кр} \frac{s}{\sqrt{n}} = 2,433 \frac{4,656}{\sqrt{20}} = 2,533. \quad (26)$$

или если $\varepsilon = t_{кр}$, то $s_c = 2,433 \cdot 1,041 = 2,533$.

Расчетный доверительный интервал равен: $(340,625 - 2,533; 340,625 + 2,533) = (338,092; 343,158)$. С вероятностью 0,95 можно утверждать, что среднее значение при выборке большего объема не выйдет за пределы найденного интервала.

Доверительный интервал для генеральной доли ($p \cdot -\varepsilon; p \cdot + \varepsilon$) равен:

$$\varepsilon = t_{кр} \sqrt{\frac{p \cdot (1 - p \cdot)}{n}}. \quad (27)$$

В рассматриваемом случае принято равенство $2\Phi(t_{кр}) = \gamma$. $\Phi(t_{кр}) = \gamma / 2 = 0,954 / 2 = 0,477$. По таблице функции Лапласа нашли $t_{кр}$ значение при $\Phi(t_{кр}) = 0,477$, т. е. $t_{кр}(\gamma) = (0,477) = 2$. Результаты вычислений приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Интервальное оценивание генеральной доли

Table 5.

Interval estimation of the general share

Доля i -ой группы $f_i/\sum f$ The share of the i -th group $f_i/\sum f$	Средняя ошибка выборки для генеральной доли, ε Average sampling error for the general fraction, ε	Нижняя граница доли, $p \cdot -\varepsilon$ Lower limit of the share, $p \cdot -\varepsilon$	Верхняя граница доли, $p \cdot +\varepsilon$ Upper limit of the share, $p \cdot +\varepsilon$
0,15	$\varepsilon = 2\sqrt{\frac{0,15(1-0,15)}{20}} = 0,0798$	0,0702	0,23
0,3	$\varepsilon = 2\sqrt{\frac{0,3(1-0,3)}{20}} = 0,1$	0,198	0,402
0,35	$\varepsilon = 2\sqrt{\frac{0,35(1-0,35)}{20}} = 0,11$	0,243	0,457
0,1	$\varepsilon = 2\sqrt{\frac{0,1(1-0,1)}{20}} = 0,0671$	0,0329	0,167
0,1	$\varepsilon = 2\sqrt{\frac{0,1(1-0,1)}{20}} = 0,0671$	0,0329	0,167

С вероятностью 0,954 при большем объеме выборки эти доли будут находиться в заданных интервалах.

При проверке статистической гипотезы о том, что случайная величина наблюдений числа падения кукурузной муки распределена по нормальному закону, воспользовались следующим условием:

$$|A_s| < 3S_{A_s}; |A| < 3S_{A_s}; |E| < 3S_{E_x} \quad (28)$$

Для изучаемого вариационного ряда $S_{A_s} = 0,6124$, $S_{E_x} = 0,5$, $A_s = 0,243$, $E_x = -0,46$.

$|0,243| < 3 \times 0,6124 = 1,8371$; $|-0,46| < 3 \times 0,5 = 1,5$, то есть 3σ условия выполняются.

При проверке статистической гипотезы о том, что случайная величина наблюдений числа падения распределена по нормальному закону с помощью правила 3σ , воспользовались предположением: если случайная величина распределена нормально, то абсолютная величина ее отклонения от математического ожидания не превосходит утроенного среднеквадратичного отклонения, т. е. все значения случайной величины должны попасть в интервал:

$$\left(x - 3 \cdot \sigma; x + 3 \cdot \sigma \right) \quad (29)$$

В рассматриваемом случае этот интервал составил: $(340,625 - 3 \cdot 4,538; 340,625 + 3 \cdot 4,538) = (327,011; 354,239)$, все значения случайной величины попадают в интервал, так как $x_{\min} = 332$, $x_{\max} = 351$.

Очевидно, что для рассматриваемой выборки небольшого объема ($n = 20$) при проверке статистической гипотезы о законе распределения достаточно было использовать критерий

Стьюдента для сравнения генеральных параметров распределения и их оценок, полученных по выборке. В качестве оцениваемых параметров выборки целесообразным посчитали выбирать центральные моменты.

Обсуждение

Полученные в работе результаты совпадают с принятыми представлениями о параметрах функции распределения, определяемых с помощью методов статистического анализа эксперимента. В целях статистического анализа в математической статистике введено понятие абстрактной генеральной совокупности, состоящей из всех допустимых значений случайной величины, и выборки, представляющей собой совокупность ограниченного числа значений, полученных в результате опытов [3, 19, 22]. В соответствии с этим, различают выборочные характеристики случайной величины, найденные по ограниченному числу наблюдений и зависящие от этого числа, и соответствующие им характеристики генеральной совокупности. Предметом подобного изучения служит репрезентативная выборка, т. е. выборка, в которой все основные признаки генеральной совокупности, из которой извлечена данная выборка, представлены приблизительно в той же пропорции или с той же частотой, с которой данный признак выступает в этой генеральной совокупности. По изучаемой выборке наблюдений числа падения кукурузной муки в виде интервального вариационного ряда (таблица 2) рассчитали широкий перечень выборочных статистических характеристик, которые и явились оценками соответствующих генеральных параметров (таблица 5).

Заключение

Изучение выборочного распределения наблюдений числа падения кукурузной муки позволило установить числовые характеристики, выражающие характерные особенности случайной величины и относимые к ее центральным моментам. Статистический метод «сгруппированных данных» для получения интервального вариационного ряда с показателями центра распределения, вариации, формы распределения и интервального оценивания центра генеральной совокупности позволил оценить репрезентативность выборочных данных в отношении варьирования изучаемого признака в генеральной совокупности. Статистическая гипотеза о нормальном распределении изучаемой случайной величины числа падения кукурузной муки

доказана путем расчета показателей асимметрии и эксцесса (соответственно, третьего и четвертого центральных моментов), а также при применении правила 3σ . В силу взятого объема выборки ($n = 20$) при проверке статистической гипотезы о законе распределения достаточно было использовать критерий Стьюдента для сравнения генеральных параметров распределения и их оценок, полученных по выборке.

Благодарности

Исследования выполнялись с использованием оборудования ЦПК «Исследовательский центр пищевых и химических технологий» КубГТУ (СКР_3111), развитие которого поддерживается Министерством науки и высшего образования РФ (Соглашение № 075–15–2021–679).

Литература

- 1 Хатит А.М., Лямец А.Л. Алгоритм проверки гипотезы о нормальном распределении исследуемого количественного признака // Смоленский медицинский альманах. 2022. № 3. С. 131–136.
- 2 Клявин И.А., Тырсин А.Н. Метод подбора наилучшего закона распределения случайной величины по экспериментальным данным // Автометрия. 2013. Т. 49. № 1. С. 18–25.
- 3 Ахназарова С.Л., Кафаров В.В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии. М.: Высшая школа, 1978. 319 с.
- 4 Ключкова И.С., Масленникова И.В. Использование нетрадиционного сырья при разработке рецептур хлебобулочных изделий // Пищевая промышленность. 2021. № 4. С. 32–35. doi: 10.24412/0235–2486–2021–4–0033
- 5 Машанова Н.С., Алтайулы С., Мажит Г. Разработка новых видов хлебобулочных изделий с использованием растительного сырья // Интернаука. 2021. № 28–1 (204). С. 69–71.
- 6 Писарец О.П., Семенова О.Б., Дробот В.И. Обоснование эффективности использования молочнокислой закваски в технологии пшенично-кукурузного хлеба // Вестник Алматинского технологического университета. 2016. № 3. С. 94–99.
- 7 Мартирисян В.Д., Сотченко Е.Ф., Сотченко Ю.В. Применение кукурузной муки для улучшения показателей качества хлебобулочных изделий // Кукуруза и сорго. 2011. № 1. С. 28–29.
- 8 Ахмедов М.Э., Вершинина О.Л., Гончар В.В., Тычина А.В., Жемчужникова Н.А. Использование кукурузной муки при производстве ржаной симбиотической естественной закваски для хлебопечения // Проблемы развития АПК региона. 2019. № 1(37). С. 203–209.
- 9 Hussein A.M., Mohie M.K., Nefisa A.H., El-Nor S.A.H.A. Effect of Wheat Flour Supplemented with Barely and/or Corn Flour on Balady Bread Quality // Polish Journal of Food and Nutrition Sciences. 2013. V. 63. №. 1. P. 11–18. doi: 10.2478/v10222–012–0064–6
- 10 Raya M.A.A., Ghoneem G., Elhadi H. Effect of Addition Corn Flour on Chemical, Physical, Rheological and Sensory Properties of Iraq Bread // Journal of Food and Dairy Sciences. 2022. V. 13. №. 6. P. 95–100. doi: 10.21608/jfds.2022.145157.1062
- 11 Brooker D.J. Quality assurance for corn and wheat flour tortilla manufacturing // Tortillas. AACC International Press, 2015. P. 97–123. doi: 10.1016/B978–1–891127–88–5.50004–9
- 12 de Alcântara R.G., de Carvalho R.A., Vanin F.M. Evaluation of wheat flour substitution type (corn, green banana and rice flour) and concentration on local dough properties during bread baking // Food Chemistry, 2020. V. 326. P. 126972. doi:10.1016/j.foodchem.2020.126972
- 13 Özboy Ö. Development of corn starch-gum bread for phenylketonuria patients // Nahrung. 2002. V. 46 (2). P. 87–91. doi: 10.1002/1521–3803(20020301)46:2<87:AID-FOOD87>3.0.CO;2-Y
- 14 Корнева О.А., Дунец Е.Г., Руденко О.В., Полозюк Т.Д. Исследование кривой вязкости пресного безглютенового теста в зависимости от концентрации разных видов муки // Пищевая промышленность. 2019. № 6. С. 62–65. doi: 10.24411/0235–2486–2019–10091
- 15 Шмалько Н.А., Никитин И.А. Регрессионная зависимость числа падения аглютиновой мучной смеси от состава компонентов // Хлебопродукты. 2022. № 10. С. 34–39. doi: 10.32462/0235–2508–2022–31–10–34–39
- 16 Шмалько Н.А., Никитин И.А., Велина Д.А., Хайруллин М.Ф. Экспоненциальное сглаживание динамического ряда числа разжижения кукурузной крахмалистой смеси // Вестник ВГУИТ. 2022. № 2 (92). Т. 84. С. 170–178. doi: 10.20914/2310-1202-2022-2-170-178

- 17 Delwiche S.R., Rausch S.R., Vinyard B.T. Evaluation of a standard reference material for falling number measurement // *Cereal Chemistry*. 2020. V. 97. P. 441–448. doi: 10.1002/cche.10259
- 18 Delwiche S.R., Liang J. On the use of native corn starch as a standard reference material for falling number // *Cereal Chemistry*. 2020. V. 97. P. 1227–1235. doi: 10.1002/cche.10346
- 19 Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных; 3-е изд. М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. 512 с.
- 20 ГОСТ 14176–69. Мука кукурузная. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2008. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/2285/?ysclid=lbw89vcpqa506896564>
- 21 ГОСТ ISO 2093–2016. Зерно и продукты его переработки. Определение числа падения методом Хагберга-Пертена. М.: Стандартинформ, 2019. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200140380>
- 22 Грачев Ю.П., Плаксин Ю.М. Математические методы планирования эксперимента. М.: ДеЛи принт, 2005. 296 с.

References

- 1 Khatit A.M., Lyamets A.L. Algorithm for testing the hypothesis of the normal distribution of the investigated quantitative trait. *Smolensk Medical Almanac*. 2022. no. 3. pp. 131-136. (in Russian).
- 2 Klyavin I.A., Tyrsin A.N. Method of selecting the best distribution law of a random variable according to experimental data. *Autometry*. 2013. vol. 49. no. 1. pp. 18-25. (in Russian).
- 3 Akhnazarova S.L., Kafarov V.V. Optimization of experiment in chemistry and chemical technology. Moscow, Higher School, 1978. 319 p. (in Russian).
- 4 Klochkova I.S., Maslennikova I.V. The use of unconventional raw materials in the development of recipes for bakery products. *Food industry*. 2021. no. 4. pp. 32-35. doi: 10.24412/0235-2486-2021-4-0033 (in Russian).
- 5 Mashanova N.S., Altayuly S., Mazhit G. Development of new types of bakery products using vegetable raw materials. *Internauka*. 2021. no. 28-1 (204). pp. 69-71. (in Russian).
- 6 Pisarets O.P., Semenova O.B., Drobot V.I. Justification of the effectiveness of using lactic acid starter culture in wheat-corn bread technology. *Bulletin of the Almaty Technological University*. 2016. no. 3. pp. 94-99. (in Russian).
- 7 Martirosyan V.D., Sotchenko E.F., Sotchenko Yu.V. The use of corn flour to improve the quality indicators of bakery products. *Corn and sorghum*. 2011. no. 1. pp. 28-29. (in Russian).
- 8 Akhmedov M.E., Vershinina O.L., Gonchar V.V., Tychina A.V., Zhemchuzhnikova N.A. The use of corn flour in the production of rye symbiotic natural sourdough for baking. *Problems of the development of the agro-industrial complex of the region*. 2019. no. 1(37). pp. 203-209. (in Russian).
- 9 Hussein A.M., Mohie M.K., Nefisa A.H., El-Nor S.A.H.A. Effect of Wheat Flour Supplemented with Barely and/or Corn Flour on Balady Bread Quality. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2013. vol. 63. no. 1. pp. 11–18. doi: 10.2478/v10222-012-0064-6
- 10 Raya M.A., Ghoneem G., Elhadi H. Effect of Addition Corn Flour on Chemical, Physical, Rheological and Sensory Properties of Iraq Bread. *Journal of Food and Dairy Sciences*. 2022. vol. 13. no. 6. pp. 95–100. doi: 10.21608/jfds.2022.145157.1062
- 11 Brooker D.J. Quality assurance for corn and wheat flour tortilla manufacturing. *Tortillas*. AACC International Press, 2015. pp. 97-123. doi: 10.1016/B978-1-891127-88-5.50004-9
- 12 de Alcântara R.G., de Carvalho R.A., Vanin F.M. Evaluation of wheat flour substitution type (corn, green banana and rice flour) and concentration on local dough properties during bread baking. *Food Chemistry*, 2020. vol. 326. pp. 126972. doi:10.1016/j.foodchem.2020.126972
- 13 Özboy Ö. Development of corn starch-gum bread for phenylketonuria patients. *Nahrung*. 2002. vol. 46 (2). pp. 87–91. doi: 10.1002/1521-3803(20020301)46:2<87:AID-FOOD87>3.0.CO;2 Y
- 14 Korneva O.A., Dunets E.G., Rudenko O.V., Polozyuk T.D. Study of the viscosity curve of unleavened gluten-free dough depending on the concentration of different types of flour. *Food industry*. 2019. no. 6. pp. 62-65. doi: 10.24411/0235-2486-2019-10091 (in Russian).
- 15 Shmalko N.A., Nikitin I.A. Regression dependence of the number of drops of gluten-free flour mixture on the composition of components. *Bread products*. 2022. no. 10. pp. 34-39. doi: 10.32462/0235-2508-2022-31-10-34-39 (in Russian).
- 16 Shmalko N.A., Nikitin I.A., Levina D.A., Khairullin M.F. Exponential smoothing of the dynamic series of the number of liquefaction of corn starch mixture. *Bulletin of VSUIT*. 2022. no. 2 (92). vol. 84. pp. 170-178. doi: 10.20914/2310-1202-2022-2-170-178 (in Russian).
- 17 Delwiche S.R., Rausch S.R., Vinyard B.T. Evaluation of a standard reference material for falling number measurement. *Cereal Chemistry*. 2020. vol. 97. pp. 441–448. doi: 10.1002/cche.10259
- 18 Delwiche S.R., Liang J. On the use of native corn starch as a standard reference material for falling number. *Cereal Chemistry*. 2020. vol. 97. pp. 1227–1235. doi: 10.1002/cche.10346
- 19 Khalafyan A.A. STATISTICA 6. Statistical data analysis; 3rd ed. Moscow, ООО "Binom-Press", 2007. 512 p. (in Russian).
- 20 GOST 14176-69. Corn flour. Technical specifications. Moscow, Standartinform, 2008. Available at: <https://internet-law.ru/gosts/gost/2285/?ysclid=lbw89vcpqa506896564> (in Russian).
- 21 GOST ISO 2093-2016. Grain and its processed products. Determination of the number of falls by the Hagberg-Perten method. Moscow, Standartinform, 2019. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200140380> (in Russian).
- 22 Grachev Yu.P., Plaksin Yu.M. Mathematical methods of experiment planning. Moscow, Delhi Print, 2005. 296 p. (in Russian).

Сведения об авторах

Наталья А. Шмалько к.т.н., доцент, кафедра пищевой инженерии, Кубанский государственный технологический университет, ул. Московская, 2, г. Краснодар, 350072, Россия, kafedra-tith@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8939-0265>

Игорь А. Никитин д.т.н., доцент, зав. кафедрой биотехнологий пищевых продуктов из растительного и животного сырья, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, nikito.igor@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8988-5911>

Шерзодхон Муталлибзода аспирант, ассистент кафедры биотехнологий пищевых продуктов из растительного и животного сырья, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, mutallibzoda@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3855-9494>

Андрей В. Гончаров к.т.н., доцент, зав. кафедрой систем автоматизированного управления, Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), ул. Земляной Вал, 73, г. Москва, 109004, Россия, a.goncharov@mgutm.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3024-495X>

Елена В. Кузнецова к.б.н., доцент, директор Башкирского института технологий и управления (филиал), Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (Первый казачий университет), ул. Смоленская, 34, г. Мелеуз, 453856, Россия, mail@mfmgtu.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2352-7521>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Natalya A. Shmal'ko Cand. Sci. (Engin.), associate professor, food engineering department, Kuban State Technological University, Moskovskaya St., 2, Krasnodar, 350072, Russia, kafedra-tith@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8939-0265>

Igor A. Nikitin Dr. Sci. (Engin.), associate professor, head of department of biotechnology of food products from plant and animal raw materials, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (The First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, nikito.igor@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-8988-5911>

Sherzodkhon Mutallibzoda graduate student, assistant lecturer of department of biotechnology of food products from plant and animal raw materials, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (The First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, mutallibzoda@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0003-3855-9494>

Andrey V. Goncharov Cand. Sci. (Engin.), associate professor, head of department of automated control systems, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (The First Cossack University), Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, a.goncharov@mgutm.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-3024-495X>

Elena V. Kuznetsova Cand. Sci. (Biol.), associate professor, manager of bashkir institute of technology and management (branch), K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (The First Cossack University), Smolenskaya st., 34, Meleuz, 453856, Russia, mail@mfmgtu.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2352-7521>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 20/12/2022	После редакции 15/01/2023	Принята в печать 12/02/2023
Received 20/12/2022	Accepted in revised 15/01/2023	Accepted 12/02/2023