

Т. Ф. Киселева [T. F. Kiseleva]¹
 Ю. Ю. Миллер [Yu. Yu. Miller]²
 А. Л. Верещагин [A. L. Vereschagin]³
 О. В. Голуб [O. V. Golub]²

УДК 663.433:633.16

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СТИМУЛЯТОРА В ПРОИЗВОДСТВЕ ПШЕНИЧНОГО СОЛОДА

STUDY THE POSSIBILITY OF USING ORGANIC STIMULANT IN THE PRODUCTION OF WHEAT MALT

¹ Кемеровский государственный университет,

² Сибирский университет потребительской кооперации,

³ Бийский технологический институт (филиал) «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова»

Аннотация. Основным видом сырья, применяемым в технологии напитков пивобезалкогольной отрасли, являются различные виды злаковых растений, используемые преимущественно в соложенном виде.

Материалы и методы. С целью оптимизация процесса солодоращения и повышения качества солодовенного продукта в технологии солода используют различные способы обработки зерна. В работе показана возможность интенсификация процесса солодоращения на примере пшеницы посредством применения комплекса органических кислот.

Исследования проведены на образце пшеницы сорта «Алтайская 99», культивированной в Алтайском крае, определены качественные показатели исходного зерна, подтверждающие возможность получения солода его основе.

Результаты. Разработана технология пшеничного солода, определены параметры технологических стадий, рекомендована дозировка органического стимулятора. Исследовано влияние комплекса органических кислот на изменение ферментативной активности пшеницы (амилолитической и протеолитической) на всех этапах солодоращения. Определены качественные показатели пшеничного солода, содержание аминокислот в готовом солоде.

Заключение. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности проведения обработки пшеницы комплексом органических кислот на стадии замачивания зерна.

Ключевые слова: пшеничный солод, повышенная ферментативная активность, проращивание.

Abstract. The main type of raw materials used in the beverage and beverage technology of the beverage industry are various types of cereals, used mainly in the malted form.

Materials and methods. In order to optimize the process of malting and improve the quality of the malting product in the malt technology, various methods of grain processing are used. The paper shows the possibility of intensifying the malting process on the example of wheat through the use of a complex of organic acids.

Studies were conducted on a sample of wheat variety "Altai 99", cultivated in the Altai Territory, the quality indicators of the original grain were determined, confirming the possibility of producing malt based on it.

Results. The technology of wheat malt was developed, the parameters of the technological stages were determined, the dosage of the organic stimulator was recommended. The effect of a complex of organic acids on the change in the enzymatic activity of wheat (amylolytic and proteolytic) at all stages of malting has been investigated. The quality indicators of wheat malt, the content of amino acids in the finished malt were determined.

Conclusion. The results indicate the feasibility of processing wheat with a complex of organic acids at the stage of soaking the grain.

Key words: wheat malt, increased enzymatic activity, germination.

Введение. Одним из основных видов сырья, применяемых в технологии напитков пивобезалкогольной отрасли, являются различные виды злаковых растений, используемые преимущественно в соложенном виде, поскольку зерновое сырье, подвергнутое предварительному проращиванию, имеет ряд преимуществ с технологической точки зрения перед нативным зерном. Соложенные зернопродукты легче подвергаются растворению в процессе приготовления зернового сула за счет перевода нерастворимых соединений в растворимые, повышают его экстрактивность за счет снижения температуры клейстеризации крахмала и более полного его гидролиза, не

провоцируют сложности при фильтровании, тем самым позволяют оптимизировать процесс приготовления зернового сула и улучшить его технологические показатели.

Материалы и методы. В настоящее время, наряду с классическими способами солодоращения, существует большое количество современных приемов, отличающихся от традиционных специфическими способами воздействия (физические, химические, биохимические и др.) на зерно, позволяющими добиться каких-либо определенных положительных результатов при реализации основной цели солодоращения – сокращения продолжительности производства солода, улучшения его качественных характеристик, снижения потерь, экономического эффекта [1–3].

В проведенном нами исследовании предлагалось усовершенствовать технологию солода на примере пшеницы, как самой распространенной зерновой культуры в мире, в том числе в России, и достаточно распространенной в применении при производстве сброженных зерновых напитков пивобезалкогольной отрасли, но редко применяемой для проращивания ввиду возникающих определенных трудностей, связанных с характерным химическим составом, посредством использования на одной из стадий производства солода комплекса органических кислот, входящих в цикл Кребса (лимонной, янтарной, яблочной, α-кетоглутаровой и фумаровой), стимулирующих рост и развитие растений и микроорганизмов [4–8].

Целью работы являлось изучение влияния комплекса органических кислот, используемого при проращивании пшеницы, на качественные характеристики получаемого пшеничного солода, прежде всего его ферментативную активность.

Объектом исследования являлся пшеничный солод, предметом исследования – качественные характеристики пшеницы на отдельных стадиях получения солода (исходное, замоченное и пророщенное зерно, готовый солод). Методами исследования являлись традиционные методики анализа зернового сырья, применяемые для контроля качества в пивобезалкогольной промышленности. Исходные показатели используемой в работе пшеницы на примере сорта «Алтайская 99» приведены в таблице 1.

Таблица 1

Качественные показатели пшеницы «Алтайская 99»

Наименование показателей	Значения
Цвет, запах, вкус	свойственные нормальной пшенице, без посторонних оттенков
Массовая доля влаги, %	8,8 ± 0,1
Абсолютная масса, г	33,2 ± 1,0
Натура, г/дм ³	776 ± 5,0
Способность прорастания, %	91,2 ± 0,1
Массовая доля экстрактивных веществ, %	61,8 ± 1,0
Массовая доля белка, %	12,5 ± 0,1
Массовая доля крахмала, %	62,1 ± 0,5
Массовая доля жира, %	1,9 ± 0,1
Амилолитическая активность, ед./г	138,2 ± 0,5
Протеолитическая активность, ед./г	78,2 ± 0,5

Анализируя данные, приведенные в таблице 1, можно отметить, что исходные качественные показатели используемого образца пшеницы, культивируемой в Алтайском крае, позволяют предположить о возможности получения пшеничного солода на ее основе, чему свидетельствует определяющий в данном случае показатель «способность прорастания». Из этой же таблицы также видно, что пшеница уже в нативном состоянии обладает относительно высокой (в сравнении с другими злаковыми или также пшеницей, но других сортов) ферментативной активностью, однако, применение ее в непророщенном состоянии может иметь место в технологии зерновых напитков только в случае частичной замены ею сложенных зернопродуктов, что и является на сегодняшний день одним из распространенных случаев применения такого рода зернопродуктов. Применение пшеницы в качестве основного зернового сырья с таким уровнем ферментов невозможно, решение данной проблемы осуществляется посредством солодоращения.

Технология пшеничного солода представляла собой последовательное проведение классических стадий солодоращения, а именно, мойку и замачивание пшеницы, проращивание и сушку готового солода, удаление ростков. Замачивание зерна перед проращиванием проводят для накопления в зерне достаточного количества

влаги, необходимой для активации ферментных систем, частичного их новообразования для последующего гидролиза с их помощью высокомолекулярных соединений. В данном исследовании замачивание проводили по воздушно-водяному способу, чередованием пауз с преимущественной выдержкой без воды. Продолжительность замачивания составила 48 часов, температура замочной воды – 16 °С. В последнюю замочную воду вносили комплекс органических кислот в концентрации 10^{-9} моль/дм³, продолжительность последней водяной паузы составила 6 часов. Период внесения данных стимуляторов роста обоснован уже прошедшими процессами набухания коллоидов зерна и невозможностью их последующего удаления при дальнейшей смене замочной воды для выравнивания концентраций по обе стороны зерновых перегородок. Концентрация препарата выбрана на основании ранее проведенных исследований [9, 10].

Для исследования влияния внесенного стимулятора роста на изменения биохимического характера, происходящие на всех технологических этапах солодоращения, пшеницу опытного и контрольного образцов после замачивания направляли на проращивание по обычному классическому способу, типа ящичной солодовни, при температуре 16-18 °С с периодическим ворошением зерна 2 раза в сутки. Проращивание вели по холодному режиму с целью проведения равномерного процесса растворения биополимеров зерна.

Поскольку объектом данного исследования является зерно пшеницы, то в большей степени представляющими интерес ферментами являются амилазы и протеазы с точек зрения химического состава зерна и цели использования пшеничного солода в технологии напитков, так как преимущественно эти ферменты отвечают за гидролиз основных биополимеров и, в конечном итоге, за выход экстракта.

Результаты. В ходе наблюдений был отмечен положительный эффект применения в качестве стимулятора солодоращения комплекса органических кислот на стадиях замачивания и проращивания зерна. После замачивания контроль и сравнительный анализ ферментативной активности показали, что накопление и амилолитической, и протеолитической активностей, начинающееся еще на стадии замачивания, происходило интенсивнее в опытном образце относительно контрольного при замачивании и последующем проращивании, и к концу пятых-шестых суток проращивания уровень ферментативной активности опытного образца был сопоставим с уровнем ферментативной активности необработанного зерна седьмых суток проращивания.

На основании выше сказанного, можно резюмировать двойной эффект влияния комплекса органических кислот:

1) увеличение амилолитической активности опытного образца пшеницы относительно контрольного варианта составило около 26 %, прирост протеолитической активности чуть более выражен и составил 30 %, при этом, сравнивая ферментативную активность исходного и пророщенного зерна, отмечено возрастание ферментативной активности в среднем в 2,0 и 1,6 раза для опытного и контрольного варианта соответственно;

2) применение органического стимулятора роста в виде органических кислот из цикла Кребса позволяет сократить продолжительность проращивания исследуемого образца пшеницы на 1,5–2,0 суток, при этом к этому моменту уровень ферментов амилолитического и протеолитического действия достаточен для того, чтобы использовать полученный пшеничный солод в качестве основного (осахаривающего) зернового сырья в производстве зерновых напитков.

Накопленный положительный эффект на предыдущих технологических операциях важно сохранить при проведении последующих стадий, а именно сушки. В этот период, при нарушении температурно-влажностного режима можно не только не сохранить полученные результаты, но и привести к тому, что готовый продукт будет иметь неудовлетворительные характеристики по всем показателям качества, ввиду чего сушке следует уделять повышенное внимание. Данная операция протекала в два этапа: подсушивание свежепророщенного солода при невысоких температурах с максимальным удалением свободной влаги, с дальнейшим повышением температуры в относительно сухом материале до значений, позволяющих максимально сохранить ферменты и в то же время снизить влажность в зерне до требуемых технологией значений для достижения длительного хранения.

После сушки в пшеничном солоде сразу же отделяли ростки, так как они гигроскопичны, кроме того, отрицательно влияют на органолептические показатели готового продукта, а также определяли качественные показатели, в том числе ферментативную активность. На рисунках 1 и 2 показаны изменения амилолитической и протеолитической активностей на протяжении всего цикла получения пшеничного солода. В таблице 2 приведены качественные показатели готового пшеничного солода.

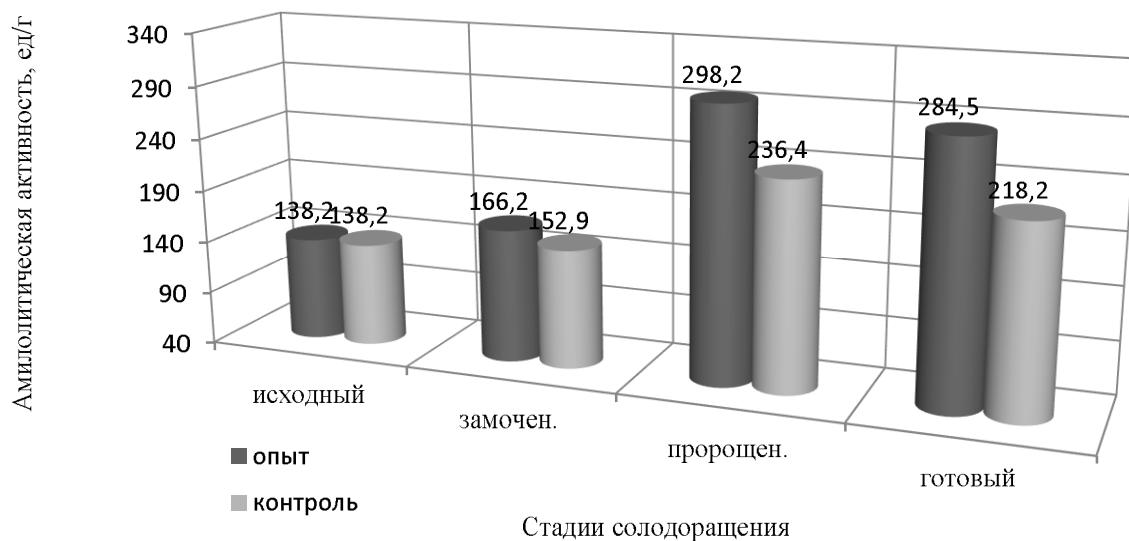


Рис. 1. Изменение амиллитической активности зерна при производстве пшеничного солода с использованием комплекса органических кислот

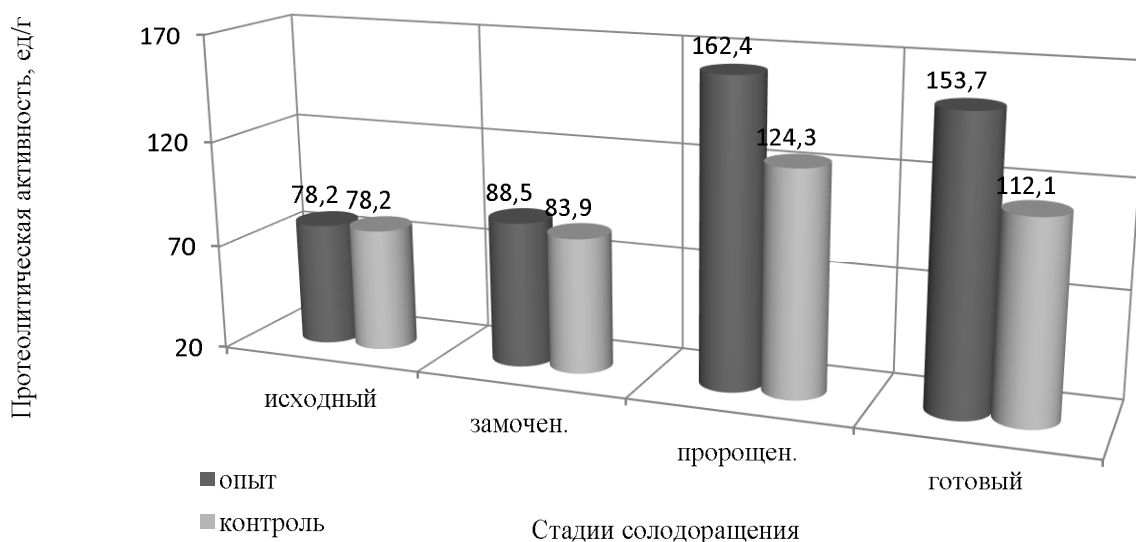


Рис. 2. Изменение протеолитической активности зерна при производстве пшеничного солода с использованием комплекса органических кислот

Таблица 2

Физико-химические показатели пшеничного солода

Наименование показателя	Содержание в пшеничном солоде	
	контрольный образец	опытный образец
Массовая доля влаги, %	6,0±0,1	5,9±0,1
Массовая доля экстракта в сухом солоде, %	65,2±0,1	68,4±0,1
Степень растворения, %	3,5±0,01	2,9±0,01
Продолжительность осахаривания, мин	25±1	20±1
Массовая доля белка, %	8,9±0,1	7,7±0,1
Массовая доля крахмала, %	58,5±0,5	56,9±0,5
Амиллитическая активность, ед/г	218,2±0,5	284,5±0,5
Протеолитическая активность ед/г	112,1±0,5	153,7±0,5

Общее количество аминокислот, мг/100 г продукта	8510	10250
Количество незаменимых аминокислот, мг/100г продукта, в том числе:	2640	2920
- валин	280	320
- аргинин	770	660
- лейцин и изолейцин (суммарно)	770	910
- лизин	240	290
- треонин	340	380
- фенилаланин	240	360
Лабораторное сусло:		
Цвет, см ³ р-ра йода конц-цией 0,1 моль/дм ³ на 100 см ³ воды	0,17±0,01	0,12±0,01
Кислотность, см ³ р-ра гидроокиси натрия конц-цией 1 моль/дм ³ на 100 см ³ сусла	1,1±0,01	1,1±0,01
Прозрачность	слегка замутненное	достаточно прозрачное

На основании анализа приведенных результатов можно констатировать, что полученный с применением в технологии комплекса органических кислот пшеничный солод имеет более высокие качественные показатели, позволяющие использовать данный солодовенный продукт в производстве напитков не только в качестве альтернативного сырья, добавляемого, как правило, в незначительных количествах, а как самостоятельный базовый сырьевой компонент. Кроме этого использование данного органического стимулятора в производстве пшеничного солода за счет провоцирования интенсивного накопления протеолитических ферментов и как следствие частичного проведения ими гидролиза полимерных азотистых соединений приводит к повышенному образованию аминокислот, в том числе и незаменимых, способствуя повышению биологической ценности получаемого солода, о чем свидетельствуют данные, приведенные в таблице 2.

Заключение. Таким образом, нами подтверждена возможность совершенствования технологии солода на примере зерновой культуры – пшеницы, посредством обработки зерна на стадии замачивания комплексом органических кислот, входящих в цикл Кребса. Препарат рекомендуется вносить в последнюю замочную воду в концентрации 10^{-5} моль/дм³, и выдерживать пшеницу в течение шести часов. Это позволяет ускорить процесс синтеза и активации ферментов, сократить продолжительность солодоращения, что к тому же сопутственно позволяет достичь определенного экономического эффекта, а также получить солод с высокими качественными и технологическими показателями (в том числе высокой ферментативной активностью), а также повышенной пищевой (биологической) ценностью. Полученный таким способом пшеничный солод может стать ценным сырьем пивобезалкогольной промышленности, используемым в производстве зерновых напитков, в том числе напитков с повышенной пищевой ценностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ростовская М. Ф. Влияние параметров солодоращения на качество пшеничного солода / М. Ф. Ростовская, А. Н. Извекова, Н. Н. Извекова // Пиво и напитки. 2014. № 4. С. 54-56.
2. Kalita, D., Influence of germination conditions on malting potential of low and normal amylose paddy and changes in enzymatic activity and 164hysic chemical properties / D. Kalita, B. Sarma, B. Srivastava // Food Chemistry, 2017, Vol. 220, pp. 67-75.
3. Optimization of wheat sprouting for production of selenium enriched kernels using response surface methodology and desirability function / Marco A. Lazo-Vélez, Jonnatan Avilés-González, Sergio O. Serna-Saldivar, Maria C. Temblador-Pérez // LWT – Food Science and Technology, 2016, Vol. 65, pp. 1080-1086.
4. Верещагин А. Л., Кропоткина В. В. Влияние сверхмалых доз интермедиатов цикла Кребса на рост и развитие ряда двудольных растений. Бийск: Бийский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (Бийск), 2010.
5. Биологическая активность сверхмалых концентраций ряда природных органических кислот – интермедиатов цикла Кребса / А. Л. Верещагин, В. В. Еремина, Ю. И. Захарьева, А. Н. Хмелева, Л. Л. Кунец // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2012. № 2 (3). С. 72-75.

6. Верещагин А. Л. Строение анионов кислот цикла Кребса в нано- и фемтомольных концентрациях / А. Л. Верещагин, А. М. Звонок, Ю. И. Захарьева // Южно-Сибирский научный вестник. 2014. № 1 (5). С. 80-85.
7. Захарьева Ю. И. Изменение электропроводности водных растворов органических кислот цикла Кребса при разбавлении и ультразвуковой обработке / Ю. И. Захарьева, А. Л. Верещагин // Южно-Сибирский научный вестник. 2014. № 1 (5). С. 88-89.
8. Совершенствование технологии овсяного солода / Т. Ф. Киселева, Ю. Ю. Миллер, С. В. Степанов, И. А. Вдовкина, С. Е. Терентьев // Пиво и напитки. 2014. № 1. С. 28-30.
9. Возможность интенсификации солодоращения посредством использования комплекса органических кислот / Т. Ф. Киселева, Ю. Ю. Миллер, Ю. В. Гребенникова, Е. И. Стабровская // Техника и технология пищевых производств. 2016. № 1. С. 11-17.
10. Миллер Ю. Ю. Интенсификация солодоращения ржи посредством использования комплекса органических кислот // Пища. Экология. Качество. 2016. С. 313-317.

REFERENCES

1. Rostovskaya M. F. Vliyanie parametrov solodorashcheniya na kachestvo pshenichnogo soloda / M. F. Rostovskaya, A. N. Izvekova, N.N. Izvekova // Pivo i napitki. 2014. № 4. S. 54-56.
2. Kalita D., Influence of germination conditions on malting potential of low and normal amylose paddy and changes in enzymatic activity and hysic chemical properties / D. Kalita, B. Sarma, B. Srivastava // Food Chemistry, 2017, Vol. 220, pp. 67-75.
3. Optimization of wheat sprouting for production of selenium enriched kernels using response surface methodology and desirability function / Marco A. Lazo-Vélez, Jonnatan Avilés-González, Sergio O. Serna-Saldivar, Maria C. Temblador-Pérez // LWT – Food Science and Technology, 2016, Vol. 65, pp. 1080-1086.
4. Vereshchagin A.L., Kropotkina V.V. Vliyanie sverkhmalykh doz intermediatov tsikla Kребса na rost i razvitie ryada dvudol'nykh rastenii. Biisk: Biiskii tekhnologicheskii institut (filial) federal'nogo gosudarstvennogo byudzhelnogo obrazovatel'nogo uchrezhdeniya vysshego professional'nogo obrazovaniya «Altaiskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet im. I.I. Polzunova» (Biisk), 2010.
5. Biologicheskaya aktivnost' sverkhmalykh kontsentratsii ryada prirodnykh organicheskikh kislot – intermediatov tsikla Kребса / A. L. Vereshchagin, V. V. Eremina, Yu. I. Zakhar'eva, A. N. Khmeleva, L.L. Kunets // Izvestiya vuzov. Prikladnaya khimiya i biotekhnologiya. 2012. № 2 (3). S. 72-75.
6. Vereshchagin A. L. Stroenie anionov kislot tsikla Kребса v nano- i femtomol'nykh kontsentratsiyakh / A. L. Vereshchagin, A. M. Zvonok, Yu. I. Zakhar'eva // Yuzhno-Sibirskii nauchnyi vestnik. 2014. № 1 (5). S. 80-85.
7. Zakhar'eva Yu. I. Izmenenie elektroprovodnosti vodnykh rastvorov organicheskikh kislot tsikla Kребса pri razbavlenii i ul'trazvukovoi obrabotke / Yu. I. Zakhar'eva, A. L. Vereshchagin // Yuzhno-Sibirskii nauchnyi vestnik. 2014. № 1 (5). S. 88-89.
8. Sovershenstvovanie tekhnologii ovsyannogo soloda / T. F. Kiseleva, Yu. Yu. Miller, S. V. Stepanov, I. A. Vdovkina, S. E. Terent'ev // Pivo i napitki. 2014. № 1. S. 28-30.
9. Vozmozhnost' intensifikatsii solodorashcheniya posredstvom ispol'zovaniya kompleksa organicheskikh kislot / T. F. Kiseleva, Yu. Yu. Miller, Yu. V. Grebennikova, E.I. Stabrovskaya // Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. 2016. № 1. S. 11-17.
10. Miller Yu. Yu. Intensifikatsiya solodorashcheniya rzhi posredstvom ispol'zovaniya kompleksa organicheskikh kislot // Pishcha. Ekologiya. Kachestvo. 2016. S. 313-317.

ОБ АВТОРАХ

Киселева Татьяна Федоровна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Технология бродильных производств и консервирования», Кемеровский государственный университет, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, 6, Тел.: 8 3842 39 09 79, E-mail: tf@kemtipp.ru

Kiseleva Tatiana Fedorovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department «Technology of fermentation and preservation», Kemerovo state University, 6, ulitsa Krasnaya, Kemerovo, 650000, Russia, Tel.: 8 3842 39 09 79, E-mail: tf@kemtipp.ru

Миллер Юлия Юрьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Товароведение и экспертиза товаров», Сибирский университет потребительской кооперации, 630087, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, 26, Тел.: 8 383 346-17-53, E-mail: miller.yuliya@mail.ru

Miller Yuliya Yurievna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of «Commodity research and examination», Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marxa, Novosibirsk, 630087, Russia, Tel.: 8 383 346-17-53 E-mail: miller.yuliya@mail.ru

Верещагин Александр Леонидович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Общая химия и экспертиза», Бийский технологический институт (филиал) «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», 659305, Россия, Алтайский край, г. Бийск, ул. Трофимова, д. 27, Тел.: (3854) 43-53-18, E-mail: val@bti.secna.ru

Vereschagin Alexander Leonidovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of «General chemistry and expertise» Biysk technological Institute (branch) «Altai state technical University named after I.I. Polzunova», 27, ulitsa Trofimova, Biysk, Altayskiy kray, 659305, Russia, Tel.: (3854) 43-53-18, E-mail: val@bti.secna.ru

Голуб Ольга Валентиновна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Товароведение и экспертиза товаров», Сибирский университет потребительской кооперации, 630087, г. Новосибирск, пр. К.Маркса, 26, Тел.: 8 383 346-17-53, E-mail: expertis@sibupk.nsk.su

Golub Olga Valentinovna, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of «Commodity research and examination», Siberian University of Consumer Cooperation, 26, Pr. K. Marxa, Novosibirsk, 630087, Russia, Tel.: 8 383 346-17-53, E-mail: expertis@sibupk.nsk.su

Дата поступления 08.06.2018