



ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL ARTICLE

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЫРОЙ ПИВНОЙ ДРОБИНЫ

Александра С. Данильченко¹, Хазрет Р. Сиюхов²,
Татьяна Г. Короткова¹, Владимир Н. Хачатуров²

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,
ул. Московская, д. 2, г. Краснодар, 350072, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»,
ул. Первомайская, д. 191, г. Майкоп, 385000, Российская Федерация

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований физико-химических показателей и аминокислотного состава сырой пивной дробины Белореченского (Краснодарский край) и Майкопского (Республика Адыгея) пивзаводов. Цель – сравнение физико-химических показателей и аминокислотного состава сырой пивной дробины, полученной пневматическим способом на Белореченском пивзаводе и гидравлическим способом на Майкопском пивзаводе. Анализы, выполненные в аккредитованной лаборатории и испытательном центре, показали, что свежая пивная дробина обоих пивзаводов не является токсичной. На обоих пивзаводах применяют солод PILSNER MALT Производителя «Курский солод» и производят пиво по классической технологии. Содержание сахара и крахмала в абсолютно сухом веществе больше в пивной дробине Майкопского пивзавода, что свидетельствует о более глубоком доосахаривании крахмала по технологии Белореченского пивзавода. Наличие незаменимых аминокислот метионина, аргинина, валина, треонина и др. характеризует пищевую ценность дробины. Сырого протеина содержится больше в пивной дробине Белореченского пивзавода по сравнению с его содержанием в Майкопской пивной дробине – 5,1% и 4,2% соответственно, а содержание безазотистых экстрактивных веществ больше в пивной дробине Майкопского пивзавода – 9,3% и в пивной дробине Белореченского пивзавода – 8,8%. Полученные данные согласуются с данными других исследователей. В связи с большим содержанием влаги в майкопской пивной дробине ее показатели определены после стекания влаги через сито. Анализ технологических стадий производства пива показал, что на Белореченском пивзаводе перед розливом пива установлена установка пастеризации, что способствует увеличению его срока годности и уничтожению активного действия микроорганизмов, но снижению насыщенности вкуса пива.

Ключевые слова: сырая пивная дробина, физико-химические показатели, аминокислотный состав, токсичность пивной дробины, технологические стадии производства пива, пищевая ценность

Для цитирования: Физико-химические показатели сырой пивной дробины / Данильченко А.С. [и др.] // Новые технологии. 2020. Т. 16, № 6. С. 28–36. <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-16-6-28-36>

PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS OF RAW SPENT GRAIN

Alexandra S. Danilchenko¹, Khazret R. Siyukhov²,
Tatiana G. Korotkova¹, Vladimir N. Khachaturov²

¹FSBEI HE «Kuban State Technological University»,
2 Moskovskaya str., Krasnodar, 350072, the Russian Federation

²FSBEI HE «Maykop State Technological University»,
191 Pervomayskaya str., Maykop, 385000, the Russian Federation

Annotation. The results of experimental studies of physical and chemical indicators and amino acid composition of raw brewer's grains from Belorechensky (the Krasnodar Territory) and Maykop (the Republic of Adygea) breweries have been presented. The purpose of the research is to compare the physicochemical parameters and amino acid composition of raw brewer's grains obtained pneumatically at the Belorechensk brewery and hydraulically at the Maykop brewery. Analyzes carried out in an accredited laboratory and testing center have shown that fresh grains from both breweries are non-toxic. Both breweries use PILSNER MALT by «Kurskiy Malt» and produce beer using classic technology. The content of sugar and starch in absolutely dry matter is higher in brewer's grains of the Maykop brewery, which indicates a deeper additional sugar starch used in the technology of the Belorechensk brewery. The presence of essential amino acids methionine, arginine, valine, threonine, etc. characterizes the nutritional value of the grain. The content of crude protein in the brewer grains of the Belorechensk brewery is higher compared to that in the Maykop brewery grains, 5,1% and 4,2%, respectively, and the content of nitrogen-free extractive substances is higher in the brewer grains of the Maykop brewery and makes up 9,3% and 8,8% in spent grains of the Belorechensk brewery. The data obtained are consistent with the data of other researchers. Due to the high moisture content in the Maykop brewer's grains, its indicators have been determined after moisture draining through a sieve. Analysis of the technological stages of beer production has shown that a pasteurization unit was installed at the Belorechensk brewery before bottling beer, which helps to increase its shelf life and destroy the active action of microorganisms, but to reduce the saturation of the beer taste.

Keywords: raw spent grain, physical and chemical parameters, amino acid composition, toxicity of spent grain, technological stages of beer production, nutritional value

For citation: *Physical and chemical indicators of raw spent grain / Danilchenko A.S. [et al.] // New technologies. 2020. Vol. 16, No. 6. P. 28–36 (in Russian) <https://doi.org/10.47370/2072-0920-2020-16-6-28-36>*

Совершенствование технологии получения сухой пивной дробины, направленной на минимизацию энергозатрат при сушке за счет повышения степени отжима при ее обезвоживании, основано на знании физико-химических свойств и показателя, характеризующего соотношение свободной и связанной влаги в сырой пивной дробине.

Исследованию физико-химических свойств сырой пивной дробины посвящено много работ. Процентное содержание

воды в дробине определяется способом ее транспорта в приемный сборник, в качестве которого применяют гидравлический – путем разбавления дробины обратными водами и пневматический – путем прессования при помощи винтового насоса и транспорта нагнетаемым воздухом.

В связи с этим процентное содержание воды в сырой пивной дробине колеблется в широких пределах от 75% до 90%. По данным [1], содержание воды

составляет 75–85%, в сухом остатке содержится 6,6% белка, 1,7% жира и 9,7% безазотистых экстрактивных веществ. Аналогичные значения химического состава и питательности сырой пивной дробины приведены в работе [2] для четырех пивоваренных заводов: «САН Ин-Бев», «Степан Разин», «Балтика», «Хайнекен» (г. Санкт-Петербург). Наибольшее значение сухих веществ 23,6%, сырого протеина 5,63%, сырой клетчатки 4,69%, сырого жира 2,13%, обменной энергии 2,47 МДж/кг, кормовых единиц 0,22 к.ед./кг содержится в пивной дробине пивоваренного завода «Балтика».

Хранение сырой пивной дробины в течение трех суток приводит к образованию и выделению в биосферу ядовитых продуктов гидролиза и гниения с накоплением веществ, образующих газы с неприятным запахом – индол, скатол и аммиак [3].

С целью рационального использования отхода пивоваренного производства сырую пивную дробину подвергают отжиму и сушке. Глубокий анализ, проведенный в [4], показал, что частицы сухой пивной дробины разного размера имеют различный химический состав. В частицах с размером 0,27 мм содержание белка и липидов было максимальным

– 23,5% и 5,5% соответственно, а содержание клетчатки и минеральных веществ – минимальным, 13,8% и 2,4% соответственно. Состав жирных кислот липидов представлен насыщенными 24,85%, мононенасыщенными 10,17% и полиненасыщенными жирными кислотами 61,85% с общим содержанием 96,87%. Значительное содержание среди насыщенных кислот составляет пальмитиновая 21,95%, мононенасыщенных – олеиновая 7,26%, полиненасыщенных – линолевая 46,91%. Среди показателей безопасности в сухой пивной дробине обнаружены свинец, мышьяк и кадмий, но их концентрации не превышают допустимых значений.

Сравнение физико-химических показателей, минеральных веществ и витаминов в сырой и сухой пивной дробине приведено в [5]. Содержание минеральных веществ в мг/кг – кальция, калия, фосфора, магния, натрия, железа, меди, цинка, марганца, кобальта, йода повышается в сухой дробине в 3–6 раз. Содержание витаминов токоферола, тиамина, рибофлавина и холина также увеличивается. Исключением является каротин, содержание которого в сырой дробине составляет 1,6 мг/кг, а в сухой – полностью отсутствует.



а)

б)

Рис. 1. Пивная дробина: а) ООО «Белореченский пивоваренный завод»; б) ООО «Майкопское пиво»

Fig. 1. Spent grain: a) «Belorechensky brewery» LLC; b) «Maykop beer» LLC

Срок хранения сухой пивной дробины составляет от 3 до 6 месяцев. В основном ее добавляют в количестве 15–20% в

качестве кормовой добавки в корма для сельскохозяйственных животных. Разработаны технологии ее использования

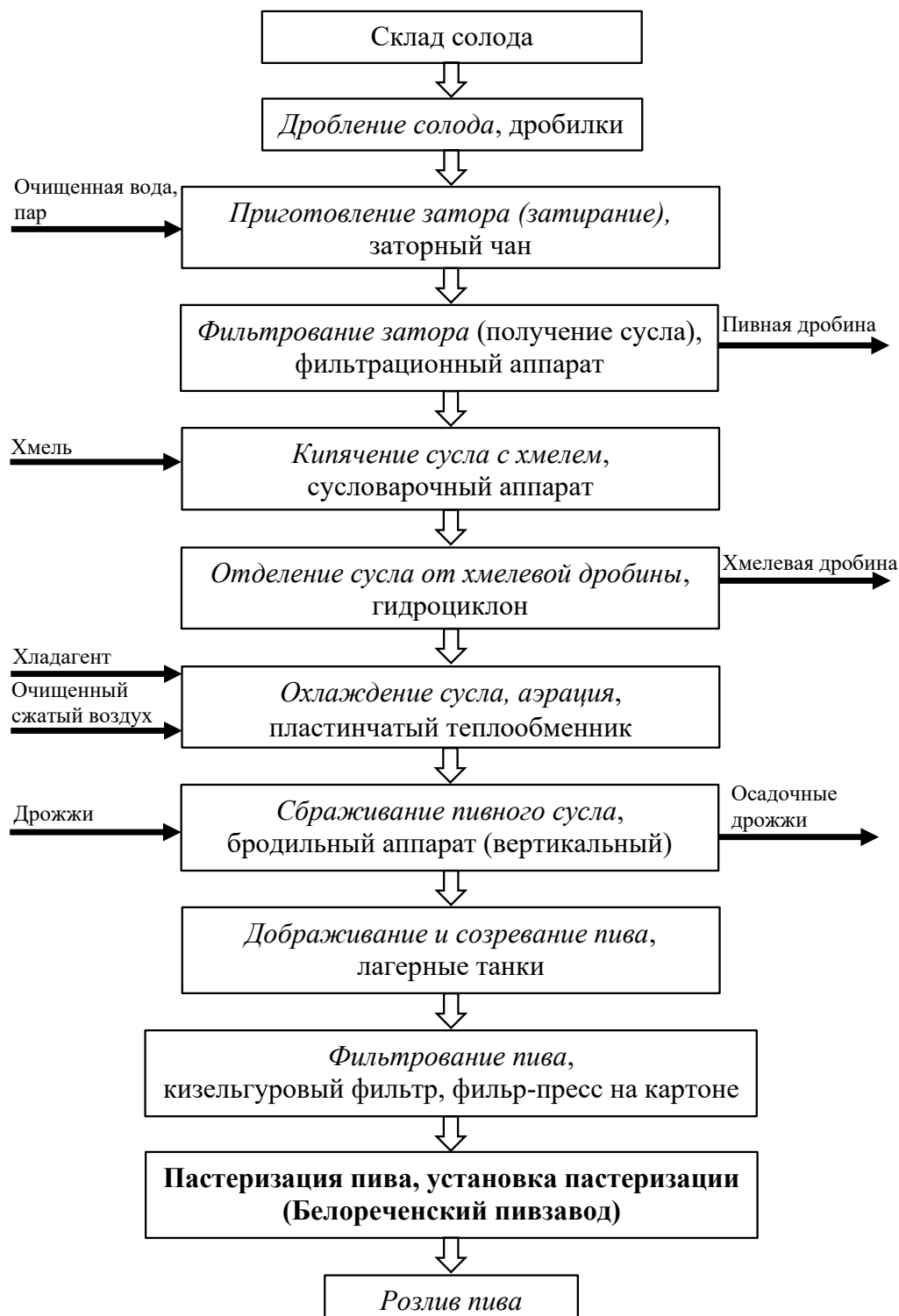


Рис.2. Технологические стадии производства пива на Белореченском и Майкопском пивзаводах

Fig. 2. Technological stages of beer production at Belorechensky and Maykop breweries

в пищевой промышленности, такие как способ панирования пищевых продуктов [6], при производстве пряничных изделий [5] и др.

В данной работе приведены физико-химические показатели и аминокислотный состав сырой пивной дробины Белореченского (Краснодарский край) и Майкопского пивзаводов (Республика Адыгея) и проведено сравнение основных технологических стадий производства пива на этих заводах.

Внешний вид сырой пивной дробины, полученной пневматическим способом на Белореченском пивзаводе и гидравлическим способом на Майкопском пивзаводе, приведен на рисунке 1. При гидравлическом способе пивная дробина является жидкой, для дальнейшего использования ее необходимо подвергать отстаиванию с последующей декантацией отстоя. Однако при этом происходит потеря питательных веществ с отстоем.

Анализ технологических стадий производства пива, проведенный в [7; 8] показал, что на Белореченском пивзаводе перед розливом пива установлена установка пастеризации (рисунок 2). С одной стороны, пастеризация пива способствует увеличению его срока годности и уничтожению активного действия микроорганизмов, а с другой стороны, снижается насыщенность вкуса пива. На обоих заводах пивную дробину получают

при соблюдении одинаковых технологических стадий (дробление солода, приготовление затора) после отделения суслу от дробины при фильтровании затора на фильтрационном аппарате.

Свежая пивная дробина обоих пивзаводов не является токсичной. Результаты испытаний на токсичность образцов сырой пивной дробины подтверждены в аккредитованной испытательной лаборатории ООО «Премикс» (г. Тимашевск, Краснодарский край). Исследования токсичности проведены по ГОСТ 31674-2012 п. 4.1. В данной лаборатории определено содержание сахара и крахмала (таблица 1) и физико-химические показатели (таблица 2). В связи с большим содержанием влаги в майкопской пивной дробине ее показатели определяли после стекания влаги через сито.

На обоих пивзаводах применяют солод *PILSNER MALT* Производителя «Курский солод» и производят пиво по классической технологии. Результаты таблицы 1 показывают, что содержание сахара и крахмала в абсолютно сухом веществе больше в пивной дробине Майкопского пивзавода, что свидетельствует о более глубоком доосахаривании крахмала по технологии Белореченского пивзавода. Сырого протеина содержится больше в пивной дробине Белореченского пивзавода по сравнению с его содержанием в Майкопской пивной дробине – 5,1% и

Таблица 1

Содержание сахара и крахмала сырой пивной дробины Белореченского и Майкопского пивзаводов

Table 1

Sugar and starch content of raw spent grain of Belorechensk and Maykop breweries

Показатели	НД на методы испытаний	Белореченский пивзавод		Майкопский пивзавод	
		в абсолютно сухом веществе	в веществе натуральной влажности	в абсолютно сухом веществе	в веществе натуральной влажности
Массовая доля сахара, %	ГОСТ 26176-91	1,3	0,3	1,6	0,2
Массовая доля крахмала, %	ГОСТ 26176-91	31,0	5,1	33,3	3,5

Таблица 2

**Физико-химические показатели сырой пивной дробины
 Белореченского и Майкопского пивоваренных заводов**

Table 2

Physical and chemical indicators of raw spent grain from Belorechensk and Maykop breweries

Показатели	НД на методы испытаний	Белореченский пивзавод			Майкопский пивзавод		
		в абсолютно сухом веществе	в воздушно сухом веществе	в веществе натуральной влажности	в абсолютно сухом веществе	в воздушно сухом веществе	в веществе натуральной влажности
Первоначальная влага, %	ГОСТ 31640-2012	–	–	79,13	–	–	79,59
Гигро-влага, %	ГОСТ 31640-2012	–	–	5,9	–	–	5,2
Массовая доля общей влаги, %	ГОСТ 31640-2012	–	–	80,4	–	–	80,7
Массовая доля сухого вещества, %	ГОСТ 31640-2012	–	–	19,4	–	–	19,3
Массовая доля сырого протеина, %	ГОСТ 32044.1-2012	25,7	24,2	5,1	21,8	20,7	4,2
Массовая доля сырого жира, %	ГОСТ 32905-2014	7,12	6,70	1,4	6,96	6,6	1,35
Массовая доля сырой клетчатки, %	ГОСТ 31675-2012	18,9	17,8	3,7	19,7	18,7	3,8
Массовая доля безазотистых экстрактивных веществ, %	Расчетный метод	44,6	–	8,8	48,0	–	9,3
Массовая доля сырой золы, %	ГОСТ 32933-2014	3,6	3,4	0,7	3,5	3,3	0,7
Содержание кальция, г/кг	ГОСТ 26570-95	1,86	1,75	0,37	1,85	1,75	0,36
Содержание фосфора, г/кг	ГОСТ 26657-97	3,83	3,6	0,75	3,64	3,45	0,7
Обменная энергия, МДж/кг	Расчетный метод	10,5	–	2,1	10,4	–	2,0
Кормовые единицы,	Расчетный метод	0,9	–	0,2	0,9	–	0,2
Содержание каротина, мг/кг	ГОСТ 13496.17-95	3	3	1	5	5	1

4,2% соответственно, а содержание безазотистых экстрактивных веществ больше в пивной дробине Майкопского пивзавода – 9,3% и в пивной дробине Белореченского пивзавода – 8,8%. Остальные физико-химические показатели, приведенные в таблице 2, можно принять примерно одинаковыми.

Аминокислотный состав сырой пивной дробины (таблица 3) определен в испытательном центре ФГБОУ ВО

«Кубанский государственный технологический университет» (г. Краснодар) по методике М 04-38-2009. Наличие незаменимых аминокислот метионина, аргинина, валина, треонина и др. определяет пищевую ценность дробины.

Проведенные нами исследования содержания свободной и связанной влаги [9; 10] в пивной дробине для обоих заводов показали, что содержание связанной влаги превышает содержание свободной.

Аминокислотный состав сырой пивной дробины
Белореченского и Майкопского пивоваренных заводов

Table 3

Amino acid composition of raw spent grain from Belorechensk and Maykop breweries

Аминокислота	Белореченский пивзавод	Майкопский пивзавод
	Массовая доля, %	
Аргинин	2,89±1,16	3,39±1,36
Лизин	1,00±0,34	1,26±0,43
Тирозин	0,78±0,23	1,31±0,39
Фенилаланин	1,56±0,47	менее 0,25
Гестидин	0,43±0,22	0,39±0,20
Лейцин + изолейцин	3,65±0,95	3,99±1,04
Метионин	0,48±0,16	0,79±0,27
Валин	1,56±0,62	1,45±0,58
Пролин	3,58±0,93	2,94±0,76
Треонин	1,15±0,46	0,96±0,38
Серин	1,37±0,36	1,48±0,39
Аланин	1,47±0,38	1,21±0,32
Глицин	1,33±0,45	1,53±0,52
Глутаминовая кислота и глутамин	1,83±0,73	2,09±0,84
Аспаргиновая кислота и аспаргин	0,72±0,29	1,12±0,45
Цистин	0,32±0,13	0,35±0,14
Триптофан	0,21±0,06	0,14±0,04

Для получения сухой пивной дробины, преимуществом которой является более длительный срок хранения, необходимо проводить предварительное разрушение клеток дробины после удаления влаги прессованием или отжима в шнековом сепараторе.

Вывод:

Свежая пивная дробина не является токсичной. Содержит незаменимые аминокислоты, протеин, жир, клетчатку, что определяет ее пищевую ценность. Полученные данные согласуются с данными других исследователей.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The author declare no conflict of interests

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Руденко Е.Ю. Влияние отходов пивоварения на ферментативную активность нефтезагрязненной чернозёмной почвы // Теоретическая и прикладная экология. 2011. № 3. С. 60–64.
2. Создание технологических основ процесса утилизации отходов пивоваренной промышленности путем микробиологической переработки на нужды животноводства / Большаков В.Н. [и др.] // Аграрный вестник Урала. 2009. № 10 (64). С. 37–40.

3. Rudenko E.Yu. Sovremennyye tendentsii pererabotki osnovnyh pobochnykh produktov pivovareniya [Trends basic processing of by-products of brewing] // *Beeranddrinks*. 2007. No. 2. P. 66–68.
4. Волотка Ф.Б., Богданов В.Д. Технологическая и химическая характеристика пивной дробины // *Вестник ТГЭУ*. 2013. № 1. С. 114–124.
5. Лесникова Н.А., Лаврова Л.Ю., Борцова Е.Л. Использование пивной дробины в производстве пряничных изделий // *Хлебопродукты*. 2015. № 7. С. 44–46.
6. Способ панирования пищевых продуктов: патент на изобретение 2488282 Рос. Федерация МПК А23L 1/176 // Волотка Ф.Б., Богданов В.Д.; патентообладатель ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», № 2011148863/13 заявл. от 30.11.2011, опубл. 27.07.2013. Бюл. № 21.
7. Данильченко А.С., Короткова Т.Г. Технологические стадии производства пива на Белореченском пивзаводе [Электронный ресурс] // *Научные труды КубГТУ*. 2020. № 4. С. 10–26. Режим доступа: <http://ntk.kubstu.ru/file/3044>
8. Данильченко А.С., Короткова Т.Г. Технологические стадии производства пива на Майкопском пивзаводе [Электронный ресурс] // *Научные труды КубГТУ*. 2020. № 4. С. 27–41. Режим доступа: <http://ntk.kubstu.ru/file/3045>.
9. Короткова Т.Г., Данильченко А.С., Истошина Н.Ю. Исследование кинетики сушки пивной дробины // *Известия вузов. Пищевая технология*, 2020. № 4. С. 80–83.
10. Сиюхов Х.Р., Короткова Т.Г., Сиюхова Б.Б. Определение содержания свободной и связанной влаги в пивной дробине / Данильченко А.С. [и др.] // *Новые технологии*. 2020. Т. 15, № 4. С. 41–52.

REFERENCES:

1. Rudenko E.Yu. The effect of brewing waste on the enzymatic activity of oil-contaminated chernozem soil // *Theoretical and Applied Ecology*. 2011. No. 3. P. 60–64.
2. Creation of technological foundations of the process of utilization of wastes of the brewing industry by microbiological processing for the needs of animal husbandry / Bolshakov V.N. [et al.] // *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2009. No. 10 (64). P. 37–40.
3. Rudenko E. Yu. Sovremennyye tendentsii pererabotki osnovnyh pobochnykh produktov pivovareniya [Trends basic processing of by-products of brewing] // *Beeranddrinks*. 2007. No. 2. P. 66–68.
4. Volotka F.B., Bogdanov V.D. Technological and chemical characteristics of brewer's grain // *Vestnik TSUE*. 2013. No. 1. P. 114–124.
5. Lesnikova N.A., Lavrova L.Yu., Bortsova E.L. The use of brewer's grains in the production of gingerbread products // *Khleboprodukty*. 2015. No. 7. P. 44–46.
6. Method of breading food products: patent for invention 2488282 The Rus. Federation IPC A23L 1/176 // Volotka F.B., Bogdanov V.D.; patent holder FSBEI HPE «The Far Eastern State Technical Fisheries University», No. 2011148863/13 App. from 30.11.2011, publ. 07/27/2013. Bul. No. 21.
7. Danilchenko A.S., Korotkova T.G. Technological stages of beer production at the Belorechensk brewery [Electronic resource] // *Scientific works of KubSTU*. 2020. No. 4. P. 10–26. Access mode: <http://ntk.kubstu.ru/file/3044>
8. Danilchenko A.S., Korotkova T.G. Technological stages of beer production at the Maykop brewery [Electronic resource] // *Scientific works of KubSTU*. 2020. No. 4. P. 27–41. Access mode: <http://ntk.kubstu.ru/file/3045>.
9. Korotkova T.G., Danilchenko A.S., Istoshina N.Yu. Investigation of the kinetics of drying brewer's grain // *Izvestiya vuzov. Food technology*, 2020. No. 4. P. 80–83.
10. Siyukhov Kh.R., Korotkova T.G., Siyukhova B.B. Determination of the content of free and bound moisture in brewer's grain / Danilchenko A.S. [and others] // *New technologies*. 2020. Vol. 15, No. 4. P. 41–52.

Информация об авторах / Information about the authors

Александра Сергеевна Данильченко, соискатель кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»

bagira.ask@rambler.ru;

Хазрет Русланович Сиухов, заведующий кафедрой технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», доктор технических наук, доцент

siukhov@mail.ru;

Татьяна Германовна Короткова, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», доктор технических наук, доцент

korotkova1964@mail.ru;

Владимир Николаевич Хачатуров, доцент кафедры технологии, машин и оборудования пищевых производств ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет», кандидат педагогических наук

cszs-tv@mail.ru.

Alexandra S. Danilchenko, an applicant for the Department of Life Safety, FSBEI HE «Kuban State Technological University»

bagira.ask@rambler.ru;

Khazret R. Siukhov, head of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Doctor of Technical Sciences, an associate professor

siukhov@mail.ru;

Tatyana G. Korotkova, a professor of the Department of Life Safety, FSBEI HE «Kuban State Technological University», Doctor of Technical Sciences, an associate professor

korotkova1964@mail.ru;

Vladimir N. Khachaturov, an associate professor of the Department of Technology, Machinery and Equipment for Food Production, FSBEI HE «Maykop State Technological University», Candidate of Pedagogics

cszs-tv@mail.ru.

Поступила 18.11.2020

Received 18.11.2020

Принята в печать 14.12.2020

Accepted 14.12.2020