

УДК 664.8.036.62

Эффективность пастеризации компота черешневого с ксилитом в автоклавах, с применением корзин с механической герметизацией банок и двухэтапным охлаждением

Р. А. РАХМАНОВА¹, д-р техн. наук М. Э. АХМЕДОВ^{1,2},
д-р техн. наук А. Ф. ДЕМИРОВА^{1,2}

¹Дагестанский государственный университет народного хозяйства

²Дагестанский государственный технический университет

E-mail: akhmag49@mail.ru

Рассмотрены вопросы по совершенствованию режимов пастеризации компота из черешни для диетического питания на основе использования нового способа охлаждения после тепловой обработки с применением двухэтапного охлаждения. Научно обоснованы режимы двухступенчатого охлаждения с подтверждением их энергоэффективности. Разработаны новые режимы пастеризации компота из черешни для диетического питания с двухэтапным охлаждением в банках СКО 1-82-500 и 1-82-1000. Для реализации данного способа была использована автоклавная корзина с механической герметизацией банок при тепловой обработке, которая обеспечивает возможность осуществления процесса охлаждения в два этапа и без создания противодавления в аппарате. Использование двухэтапного охлаждения с продолжением охлаждения в воде температурой 35–40 °С, осуществляемое на втором этапе охлаждения, обеспечивает резкое увеличения температурного перепада между теплоносителем и продуктом в банке, что способствует интенсификации процесса охлаждения и, как результат, продолжительность цикла охлаждения уменьшается более чем на 10–15%. При использовании автоклавной корзины с механической герметизацией банок упрощается процесс осуществления тепловой обработки и сокращается продолжительность периода охлаждения. Применение нового высокоэффективного способа охлаждения позволяет получить консервированные продукты длительного хранения высокого качества при минимальных энергозатратах. Комплексная оценка полученных данных позволила определить энергоэффективность и простоту реализации предлагаемого технического решения.

Ключевые слова: компот, аппарат, нагрев, двухэтапное охлаждение, режим пастеризации, автоклавная корзина.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 12.03.2019, принята к печати 12.07.2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-3-67-71

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Рахманова Р. А., Ахмедов М. Э., Демирова А. Ф. Эффективность пастеризации компота черешневого с ксилитом в автоклавах, с применением корзин с механической герметизацией банок и двухэтапным охлаждением // Вестник Международной академии холода. 2019. № 3. С. 67–71.

Efficiency of pasteurization for cherry compote with xylitol in autoclaves using the baskets with mechanical hermrirtization and two-stage cooling

R. A. RAKHMANOVA¹, D. Sc. M. E. AKHMEDOV^{1,2}, D. Sc. A. F. DEMIROVA^{1,2}

¹Dagestan State University of National Economy

²Dagestan State Technical University

E-mail: akhmag49@mail.ru

The improvement of pasteurization modes for compote from cherries for dietary nutrition on the basis of a new method of cooling after heat treatment with two-stage cooling is considered. Two-stage cooling regimes with the justification of their energy efficiency are scientifically substantiated. New modes of pasteurization of sweet cherry compote for dietary nutrition with two-step cooling in SKO 1-82-500 and 1-82-1000 jars were developed. For realization of this method the autoclave basket with mechanical sealing of jars at thermal processing which provides possibility of cooling process in two stages and without creation of back pressure in the device has been used. that the use of two-stage cooling with the continuation of cooling in the water with the temperature of 35–40 °C, carried out in the second stage of cooling, provides a sharp increase in the temperature difference between the heat carrier and the product, which contributes to the intensification

of the cooling process and, as a result, the duration of the cooling cycle decreases by more than 10–15%. When using the autoclave basket with mechanical sealing of jars the process of heat treatment is simplified and the duration of cooling period is reduced. Application of the new high-efficiency method of cooling allows to get canned products of long-term storage and of high quality with minimum energy cost. It is important to note that there is also a saving of cooling water. A comprehensive assessment of the data obtained allowed to determine energy efficiency and to ease the implementation of the proposed technical solution.

Keywords: compote, device, heating, two-stage cooling, pasteurization mode, autoclave basket.

Article info:

Received 12/03/2019, accepted 12/07/2019

DOI: 10.17586/1606-4313-2019-18-3-67-71

Article in Russian

For citation:

Rakhmanova R. A., Akhmedov M. E., Demirova A. F. Efficiency of pasteurization for cherry compote with xylitol in autoclaves using the baskets with mechanical hermrirtization and two-stage cooling. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2019. No 3. p. 67–71.

Введение

Пастеризация является обязательным завершающим этапом при производстве консервируемых продуктов в герметически укупоренной таре [1–4]. Одновременно, процесс пастеризации является и наиболее энергоемким процессом в технологическом цикле производства, в связи с чем, изыскание способов, позволяющих оптимизировать энергетические затраты, является важнейшей задачей в технологии консервированных продуктов [5–8].

Для пастеризации консервов в аппаратах периодического действия, широко используемых на предприятиях консервной промышленности [9], консервируемый продукт по достижению определенной степени стерильности охлаждают [3, 4], посредством снижения температуры теплоносителя (воды) до 35–40 °С и вся тепловая энергия, подведенная к теплоносителю, в процессе его нагрева от 35–40 °С до 100 °С, вместе с охлаждающим теплоносителем выбрасывается в атмосферу.

Если учесть, что в одном автоклаве Б6 КАВ-2 помещается около 600 л воды, а в автоклаве Б6 КАВ-4 около 1000 л, то потери тепловой энергии при охлаждении консервов от температуры стерилизации (100 °С) до конечной температуры воды в автоклаве по окончании процесса охлаждения (35–40 °С), составляют ориентировочно 88,0 и 175,9 мДж, соответственно. Также нужно отметить, что перед пастеризацией очередной партии консервов, воду в автоклаве снова нагревают до 60–65 °С и после этого загружают корзины с новой партией пастеризуемого продукта.

Еще одним, не менее существенным недостатком при пастеризации консервируемых продуктов в автоклавах является то, что процесс пастеризации в них осуществляется под избыточным давлением, которое создается сжатым воздухом и водой, что требует дополнительного оборудования. Задачей создания противодействия в аппарате является предотвращение срыва крышек с банок, обусловленное повышением давления в самой банке в процессе тепловой обработки, величина которого в банках снижается только после охлаждения воды в автоклаве до 35–40 °С, а соответственно по мере охлаждения снижают и избыточное давление в самом аппарате, которое, по мере завершения процесса охлаждения, приближается к нулю [1].

Цели и задачи исследования

Целью данной работы является разработка принципиально нового технического решения для осуществления пастеризации консервов, основанного на обеспечении механической герметизации пастеризуемой тары в процессе термообработки. Актуальность разработки данного устройства обосновывается тем, что обеспечение возможности реализации пастеризации консервов без создания противодействия в аппарате, существенно упрощает сам процесс и обеспечивает возможность экономии тепловой энергии и охлаждающей воды. Соответственно, разработка способов и устройств, обеспечивающих осуществить процесс охлаждения с минимальными потерями тепловой энергии, является важным научно-техническим решением задачи по реализации ресурсосберегающих технологий.

Для осуществления этой задачи, нами разработана конструкция автоклавной корзины (рис. 1), обеспечивающая механическую герметизацию пастеризуемой тары с продуктом, позволяющий осуществить охлаждение в самом аппарате до температурного уровня воды, равной 60–65 °С (температурный уровень, необходимый при загрузке в аппарат следующей партии) и дальнейшим завершением процесса охлаждения вне данного аппарата, путем переноса из нее корзины с банками в другую емкость с водой температурой 35–40 °С [10].

Описание и принцип действия автоклавной корзины

Корзина состоит из плоского круглого поддона 1, на котором закреплены один центральный и четыре, расположенных диаметрально под углом 90°, стержни 4. На этих стержнях, с возможностью совершения возвратно-поступательного движения установлены плоские столики 2, для размещения на них банок с продуктом. В столиках проделаны одна центральная и четыре диаметральных отверстия с направляющими втулками, подпружиненными стальными пружинами 5, работающими на растяжение. При этом, к нижней плоскости столиков приклеена прокладка из плотной резины 3. На верхних концах стержней нарезана резьба, что позволяет фиксировать стержни в положении посредством крестовины 7 и барашковых гаек 6.

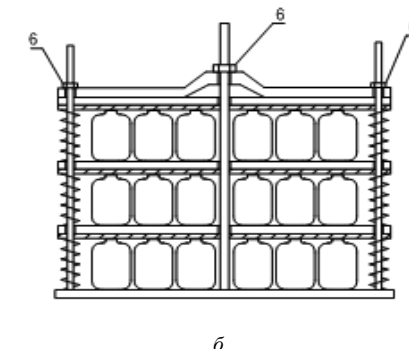
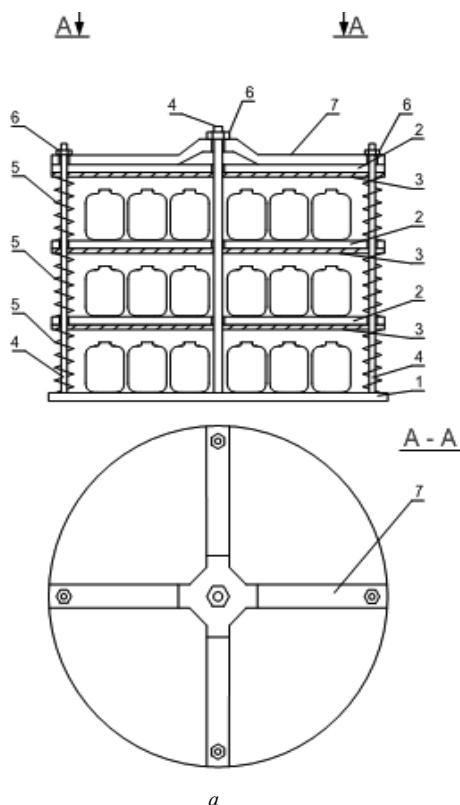


Рис. 1. Автоклавная корзина в нерабочем (а) и рабочем (б) состоянии: 1 — поддон; 2 — столики; 3 — прокладка из плотной резины; 4 — стержни; 5 — стальные пружины; 6 — барашковые гайки; 7 — крестовина

Fig. 1. Autoclave basket: 1 — pan; 2 — tables; 3 — tough rubber packing; 4 — stems; 5 — steel springs; 6 — thumb nuts; 7 — center-cross

Работа корзины осуществляется следующим образом. При ослаблении барашковых гаек, пружины растягиваются и тем самым поднимаются плоские столики, что обеспечивает возможность установки на них банок. После установки на столиках банок, посредством затягивания гаек, банки прижимаются между двумя плоскими столиками, покрытыми прорезиненной прокладкой и тем самым обеспечивается механическая герметизация банок. После этого корзину опускают в аппарат (автоклав) для пастеризации, и осуществляют тепловую обработку по соответствующему режиму без создания в самом аппарате противодействия. После завершения этапа нагрева, банки охлаждают, вытаскивают корзину из емкости, открывают гайки, и при этом под действием растягивающих пружин, плоские столики поднимаются на высоту, позволяющую убирать, прошедшие тепловую обработку банки, и на их место устанавливают другие банки.

Конструктивное выполнение корзины с возможностью, обеспечивающей механическую герметизацию банок в процессе их тепловой обработки за счет прижатия между двумя плоскими столиками, позволяет осуществлять тепловую обработки консервируемой продукции в аппаратах без противодействия, что существенно упрощает конструктивное выполнение аппарата для тепловой обработки.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования выбраны компот из черешни для диетического питания и режимы его пастеризации. Изучение теплообменных процессов при пастеризации компота черешневого с ксилитом осуществляли на экспериментальной установке, а для механической герметизации банки в процессе термообработки

был изготовлен лабораторный аналог корзины для герметизации банки. Температуру продукта измеряли хромель-копелевыми термопарами, изготовленными из проволоки диаметром 0,15 мм и подсоединенными к самопишущему потенциометру КСП-4.

Результаты исследования

Нами проведены эксперименты по изучению температурных уровней продукта в банке, пастеризуемой с применением автоклавной корзины с механической герметизацией банок по новым режимам пастеризации с двухступенчатым охлаждением: до 65°C охлаждение проводится в самом аппарате, где пастеризуется продукт, а второй этап осуществляется в другой емкости, при постоянном температурном уровне воды, равном 40 °C.

Режимы пастеризации с двухэтапным охлаждением и механической герметизацией тары рекомендуется выразить в следующем виде:

$$\frac{A - B - C}{T_1 - T_2 - T_3} \cdot \frac{C_1}{T_4}$$

где A — продолжительность цикла повышения температуры воды в аппарате до значения, необходимого для осуществления пастеризации; B — продолжительность цикла тепловой обработки при температуре пастеризации; C — время цикла снижения температуры воды до 65 °C; T_1 — температура воды в аппарате на начало процесса пастеризации; T_2 — температура пастеризации; T_3 — температурный уровень воды в аппарате в конце первого этапа охлаждения; C_1 — время реализации второго этапа охлаждения; T_4 — температура воды при охлаждении на втором этапе.

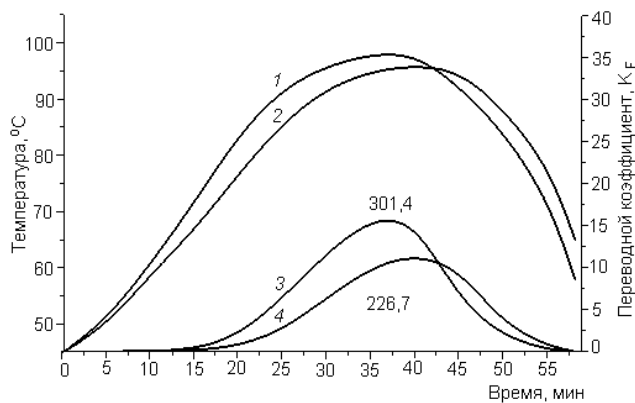


Рис. 2. Графики изменения температуры и летальности микрофлоры при пастеризации черешневого компота с ксилитом по новому режиму с двухэтапным охлаждением

Fig. 2. The changes of temperature and microflora lethality at cherry compote pasteurization with xylitol using new mode with two-stage cooling

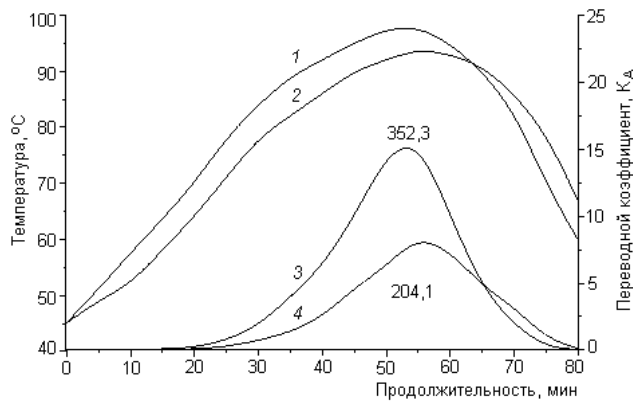


Рис. 3. Графики изменения температуры и летальности микрофлоры при пастеризации черешневого компота с ксилитом в таре 1-82-1000 по новому режиму с двухэтапным охлаждением

Fig. 3. The changes of temperature and microflora lethality at cherry compote pasteurization with xylitol in 1-82-1000 jars using new mode with two-stage cooling

Режимы пастеризации и соответствующие энергетические затраты при пастеризации черешневого компота по традиционным режимам пастеризации и пастеризации с двухэтапным охлаждением

Pasteurization modes and their energy consumption for traditional pasteurization of cherry compote and pasteurization with two-stage cooling

Наименование компота	Традиционные режимы пастеризации и их энергоёмкость		Режимы пастеризации с двухэтапным охлаждением и их энергоёмкость	
	Режимы пастеризации	Расход тепловой энергии на нагрев воды в аппарате МДж/туб	Режимы пастеризации	Расход тепловой энергии на нагрев воды в аппарате МДж/туб
Черешневый компот с ксилитом в банках 1-82-500	$\frac{20 - 20 - 20}{100} \cdot 118$	71,5	$\frac{20 - 20 - 12}{65 - 100 - 65} \cdot \frac{6}{40}$	38,3
Черешневый компот с ксилитом в банках 1-82-1000	$\frac{25 - 30 - 25}{100} \cdot 118$		$\frac{25 - 30 - 15}{65 - 100 - 65} \cdot \frac{8}{40}$	

Графики изменения температуры и летальности микрофлоры при пастеризации черешневого компота с ксилитом в банке 1-82-500 по новому режиму:

$$\frac{20 - 20 - 12}{65 - 100 - 65} \cdot \frac{6}{40}$$

с двухэтапным охлаждением показаны на рис. 2, где 20, 20 и 12 — соответственно время циклов нагрева воды в автоклаве от начальной (65 °С) до конечной (100 °С), пастеризации при 100 °С и снижения до 65 °С, 6 — время второго этапа охлаждения в воде при 40 °С.

Кроме того, можно отметить, что при продолжении охлаждения в воде с температурой 35–40 °С, осуществляемом на втором этапе охлаждения, за счет резкого увеличения температурного перепада интенсифицируется процесс охлаждения и продолжительность цикла охлаждения уменьшается более чем на 10–15%.

Аналогичные исследования были выполнены для черешневого компота с ксилитом в банках СКО 1-82-1000.

Графики изменения температуры и летальности микрофлоры при пастеризации черешневого компота с ксилитом в банке 1-82-1000 по новому режиму $\frac{25 - 30 - 15}{65 - 100 - 65} \cdot \frac{8}{40}$ с двухэтапным охлаждением показаны на рис. 3.

Оценка, представленных на рис. 2 и рис. 3 результатов пастеризации черешневого компота с ксилитом, показывает, что по разработанному режиму пастеризации достигаются требуемые значения стерилизующих эффектов [11–14], как в периферийной, так и центральной точках продукта, которые подтверждают обеспечение требуемой промышленной стерильности продукта.

В таблице приведены режимы пастеризации и соответствующие энергетические затраты при пастеризации черешневого компота по традиционным режимам пастеризации и пастеризации с двухэтапным охлаждением.

Предложенные режимы пастеризации обеспечивают экономию тепловой энергии 33,2 МДж на 1 туб продукции.

Выводы

Проведенные исследования подтверждают эффективность разработанной автоклавной корзины с механической герметизацией банок и способа охлаждения пастеризуемой продукции с двухэтапным охлаждением, как по энергоэффективности, так и по упрощению самого процесса осуществления тепловой обработки.

Разработанные режимы пастеризации можно рекомендовать для реализации на предприятиях консервной промышленности.

Литература

1. *Бабарин В. П.* Стерилизация консервов. СПб: ГИОРД, 2006. 312 с.
2. *Renard, C. M. G. C., & Maingonnat, J. F.* (2012). Thermal processing of fruits and fruit juices. In D. W. Sun (Ed.), *Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues* (second ed., pp. 413–440): Taylor & Francis.
3. *Флауменбаум Б. Л. Танчев С. С. Гришин М. А.* Основы стерилизации пищевых продуктов. М.: Агропромиздат, 1986. 264 с.
4. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т. 2. М.: Пищепром, 1977. 355 с.
5. *Касьянов Г. И.* Перспективы обработки пищевого сырья электромагнитным полем низкой частоты // *Известия вузов. Пищевая технология.* 2014. № 1. С. 35–38.
6. *Панина О. Р., Касьянов Г. И., Рохмань С. В.* Разработка режимов СВЧ-стерилизации обеденных консервов // *Известия вузов. Пищевая технология.* № 1. 2014. С. 122–124.
7. *Ахмедов М. Э.* Интенсификация технологии тепловой стерилизации консервов «Компот из яблок» с предварительным подогревом плодов в ЭМП СВЧ // *Известия вузов. Пищевая технология.* 2008. № 1. С. 15–16.
8. *Касьянов Г. И., Демирова А. Ф., Ахмедов М. Э.* Инновационная технология стерилизации плодового и овощного сырья // *Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук.* 2014. № 6. С. 57–59.
9. *Аминов М. С., Мурадов М. С., Аминова Э. М.* Оборудование консервных и овощесушильных заводов. М.: Колос, 1996. 431 с.
10. Патент РФ на полезную модель № 183292. Автоклавная корзина. / Ахмедов М. Э., Демирова А. Ф., Догеев Г. Д., Алибекова М. М., Рахманова Р. А. Оpubл. 17.09.2018.
11. Руководство по разработке режимов стерилизации и пастеризации консервируемой продукции. Утв. 30.04. 2011 г. ВНИИКОП. Видное, 2011, 93 с.
12. *Сенкевич В. И.* Научные основы определения pH консервов для разработки режимов стерилизации // *Техника. Технологии. Инженерия.* 2018. № 2. С. 43–47.
13. *Столяров А. В., Кайченко А. В., Власов А. В., Маслов А. А.* Экономичная методика разработки режимов стерилизации консервов из гидробионтов для промышленных автоклавов // *Вестник МГТУ.* 2015. Т. 18. № 4. С. 661–666.
14. ГОСТ 30425–97 Консервы. Метод определения промышленной стерильности.

Сведения об авторах

Рахманова Регина Арметовна

преподаватель кафедры маркетинга и коммерции Дагестанского государственного университета народного хозяйства, 367008, г. Махачкала, ул. Джамалутдина Атаева, 5.

Ахмедов Магомед Эминович

д. т. н., доцент кафедры технологии пищевых производств, общественного питания и товароведения Дагестанского государственного технического университета, 367015, г. Махачкала, пр. И. Шамиля, 70, akhmag49@mail.ru

Демирова Амиат Фейзудиновна

д. т. н., доцент, зав. каф. технологии пищевых производств, общественного питания и товароведения Дагестанского государственного технического университета, 367015, г. Махачкала, пр. И. Шамиля, 70, uma.demirova@mail.ru

References

1. Babarin V. P. Sterilization of canned food. Saint-Petersburg: GIORД, 2006. 312 PP. (in Russian)
2. Renard, C. M. G. C., & Maingonnat, J. F. (2012). Thermal processing of fruits and fruit juices. In D. W. Sun (Ed.), *Thermal Food Processing: New Technologies and Quality Issues* (second ed., pp. 413–440): Taylor & Francis.
3. Flaumenbaum B. L. Tanchev S. S., Grishin M. A. Fundamentals of sterilization of food products. Moscow: Agropromizdat, 1986. 264 PP. (in Russian)
4. Collection of technological instructions for the production of canned food. Vol. 2. Moscow: Food Industry, 1977. 355 p. (in Russian)
5. Kasyanov G. I. Prospects of processing of raw material by an electromagnetic field of low frequencies. *Izvestiya vuzov. Food technology.* 2014. No. 1. P. 35–38. (in Russian)
6. Panina O. R., Kasyanov G. I., Rahman S. V. the Development of modes of microwave sterilization of canned food dining. *Izvestiya vuzov. Food technology.* No. 1. 2014. P. 122–124. (in Russian)
7. Akhmedov M. E. the Intensification of the technology of thermal sterilization of canned food “Compote from apples” with preliminary heating of fruits in a microwave electromagnetic field. *Izvestiya vuzov. Food technology.* 2008. No. 1. P. 15–16. (in Russian)
8. Kasyanov G. I., Demirova A. F., Akhmedov M. E. Innovative technology of sterilization of fruit and vegetable raw materials. *Reports of the Russian Academy of Agricultural Sciences.* 2014. No. 6. P. 57–59. (in Russian)
9. Aminov M. S., Muradov M. S., Aminova E. M. Equipment of canning and vegetable drying plants. Moscow: Kolos, 1996. 431 p. (in Russian)
10. Russian Patent for utility model No183292. Autoclave basket. / Akhmedov M. E., Demirova A. F., Dogaeв G. D., Alibekova, N. M., Rakhmanov R. A. Publ. 17.09.2018. (in Russian)
11. Guidelines for the development of modes of sterilization and pasteurization of canned products. Approved. 30.04. 2011 VNIKOP. 2011, 93 p. (in Russian)
12. Senkevich V. I. Scientific bases of determination of pH of canned food for development of sterilization modes. *Technics. Technologies. Engineering.* 2018. No. 2. P. 43–47. (in Russian)
13. Stolyarov A. V., Kalchenko A. V., Vlasov A. V., Maslov A. A. Economical method of development of modes of sterilization of canned food from hydrobionts for industrial autoclaves. *Vestnik MGTU.* 2015. Vol. 18. No. 4. P. 661–666. (in Russian)
14. State standard 30425–97 Canned food. Method for determination of industrial sterility. (in Russian)

Information about authors

Rakhmanova Regina Armetovna

Teacher of Marketing and Commerce Department of Dagestan State University of National Economy, Russia, 367008, Makhachkala, st. Jamalutdin Ataev, 5.

Akhmedov Magomed Eminovich

D. Sc., Associate Professor of the Department of food production technology, catering and commodity science Dagestan State Technical University, Russia, 367015, Mashachkala, I. Shamil Ave., 70, akhmag49@mail.ru

Demirova Amiiat Feizudinovna

D. Sc., Associate Professor, Head of the Department of food production technology, catering and commodity science Dagestan State Technical University, Russia, 367015, Mashachkala, I. Shamil Ave., 70, uma.demirova@mail.ru