

Д.П. Митрошина, А.А. Славянский, Н.Н. Лебедева, В.В. Круглов
D.P. Mitroshina, A.A. Slavyansky, N.N. Lebedeva, V.V. Kruglov

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КАРАМЕЛИ,
ОБОГАЩЕННОЙ АНТИОКСИДАНТАМИ
DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR CAMEL
ENRICHED WITH ANTIOXIDANTS**

Аннотация:

Одним из важнейших направлений развития пищевой промышленности является производство продуктов питания, обогащенных незаменимыми нутриентами, к которым относятся в том числе и антиоксиданты. Это обусловлено тем, что в настоящее время на такой продукции дефицит кондитерских обогащенных подобными веществами. Создание такого вида карамели позволит получать востребованную продукцию, в том числе профилактического назначения. В ходе исследований был разработан и запатентован способ производства антиоксидантной карамели. Установлено, что полученная по предлагаемой технологии карамель обладает высокой пищевой ценностью, необходимыми органолептическими и физико-химическими характеристиками.

Ключевые слова: антиоксиданты, карамель, экстракт еловых шишек, расторопша, кондитерские изделия.

Abstract:

One of the most important areas of development of the food industry is the production of food products enriched with essential nutrients, which include antioxidants. This is due to the fact that there is currently a shortage of sugary confectionery products enriched with such substances on the market for such products. The creation of this type of caramel will make it possible to obtain in-demand products, including those for preventive purposes. During the research, a method for producing antioxidant caramel was developed and patented. It has been established that the caramel obtained using the proposed technology has a high nutritional value and the necessary organoleptic and physicochemical characteristics.

Keywords: antioxidants, caramel, fir cone extract, milk thistle, confectionery.

Одной из задач, поставленных государством, является повышение уровня жизни граждан, снижение уровня заболеваемости населения, а также предотвращение различных алиментарно-зависимых за-

болеваний. Эта цель согласуется с рядом важнейших государственных документов, таких как «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года»²². При этом требования к питанию населения изложены в утвержденных в 2021 г. методических рекомендациях²³. В данном документе установлены и обоснованы нормы потребления основных нутриентов с учетом специфики жизнедеятельности различных слоев населения РФ. Вместе с тем в настоящее время питание граждан России не всегда соответствует принятым на государственном уровне рекомендациям и требует незамедлительных действий для устранения этого несоответствия.

Особенностью современного этапа развития пищевой промышленности является производство функциональных и обогащенных продуктов питания для обеспечения организма человека необходимыми нутриентами. Потребление данной категории пищевой продукции позволяет сбалансировать рацион современного человека и предотвратить возникновение дефицита различных макро-, микроэлементов и витаминов. Кроме того, согласно «Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации до 2030 г.», углубление научных исследований в области создания продукции, способствующей профилактике неинфекционных заболеваний, является актуальным направлением современности²⁴.

Одна из ведущих отраслей пищевой промышленности Российской Федерации — кондитерское производство. Ее постоянное развитие и совершенствование способствуют увеличению объема и повышению качества выпускаемой продукции. Сегодня любой человек испытывает на себе воздействие негативных факторов окружающей среды, а также последствия несбалансированного питания и нарушений норм здорового образа жизни, стрессовые состояния, в связи с чем в организме появляются и развиваются свободные радикалы. Большая их часть отрицательно влияет на человека, поэтому особую важность представляет производство продуктов с учетом современных представлений о здоро-

²² Распоряжение Правительства РФ от 29 июня 2016 г. № 1364-р «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» // Собрание законодательства РФ. 2016. № 28. Ст. 4758.

²³ Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», утвержденные руководителем федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 22.07.2021.

²⁴ Указ Президента РФ от 21.01.2021 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» // Собрание законодательств РФ. 2020. № 4. Ст. 345.

вом питания, в том числе кондитерских изделий. В частности, перспективным направлением развития кондитерских технологий является обогащение производимой продукции незаменимыми нутриентами.

Карамель можно отнести к наиболее распространенным и востребованным кондитерским изделиям. По своему химическому составу она представляет собой сложное вещество из смеси различных углеводов (сахарозы, фруктозы, глюкозы, мальтозы, декстринов) и воды^{25,26}. Необходимость повышения ее пищевой ценности требует поиска новых компонентов, которые позволят улучшить функционирование организма человека. К таким веществам можно отнести, например, антиоксиданты, поскольку они противодействуют реакциям окисления, разрушаемые соединения. Механизм действия антиоксидантов основан на том, что их молекулы отдают электрон, тем самым прерывая его действие. При этом сами молекулы окисляются и теряют активность. Основным источником антиоксидантов является пища. Недостаток антиоксидантов у человека может вызвать окислительный стресс, а значит и вероятность различных алиментарно-зависимых рисков. Поэтому нужно следить за уровнем антиоксидантов в организме, пополняя его этими незаменимыми нутриентами^{27,28}.

К одним из перспективных источников антиоксидантов можно отнести еловые шишки, продукты из которых обладают иммуностимулирующими свойствами. Они способствуют профилактике авитаминоза и имеют сильный антиоксидантный эффект^{29,30,31}. На Рисунке 1 представлен экстрактивный состав еловых шишек.

²⁵ Каганов И.Н., Славянский А.А. Гранулометрия сахара-песка // Сахарная промышленность. 1970. № 12. С. 6—10.

²⁶ Славянский А.А., Мойсеяк М.Б., Диденко В.М. и др. Применение пищевых ПАВ для интенсификации технологических процессов продуктового отделения сахарного завода. М.: Московский государственный университет пищевых производств, 2005. 22 с.

²⁷ Славянский А.А., Митрошина Д.П., Грибкова В.А. Разработка гранулированных антиоксидантных продуктов на основе сахарозы // Сахар. 2022. № 10. С. 30—39.

²⁸ Васюкова А.Т., Славянский А.А., Хайруллин М.Ф. и др. Продукты с растительными добавками для здорового питания // Пищевая промышленность. 2019. № 12. С. 72—75.

²⁹ Aziz M., Saeed F, Ahmad N. et al. Biochemical profile of milk thistle (*Silybum Marianum* L.) with special reference to silymarin content // Food science & nutrition. 2021. V. 9. №. 1. P. 244—250.

³⁰ Bukhanko N., Attard T, Arshadi M. et al. Extraction of cones, branches, needles and bark from Norway spruce (*Picea abies*) by supercritical carbon dioxide and Soxhlet extractions techniques // Industrial Crops and Products. 2020. V. 145. P. 112096.

³¹ Mihailović V, Srećković N., Popović-Djordjević J.B. Silybin and Silymarin:

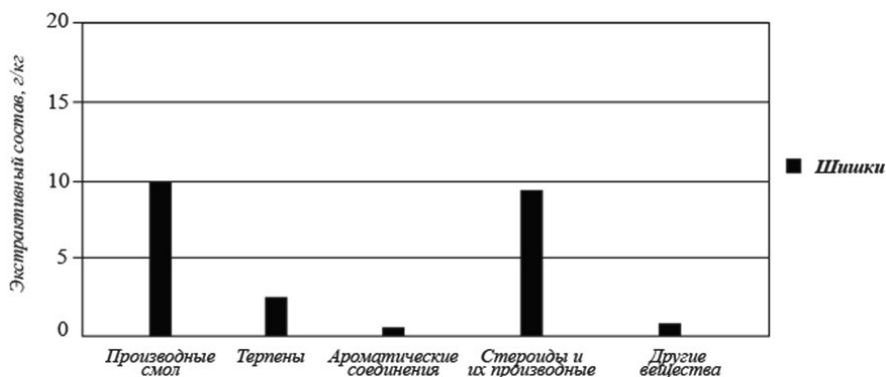


Рис. 1. Экстрактивный состав еловых шишек.

К важнейшим источникам антиоксидантов следует отнести и лекарственные растения, например, расторопшу пятнистую (*Silybum marianum*). В ее плодах содержится биологически активное вещество силимарин (1,5—3 % от сухой массы плодов). Оно представляет собой изомерную смесь уникальных флавоноидных комплексов — флавонолигнанов. Основными представителями этой группы являются силибин, изосилибин, силикрестин, изосилихрестин, силидианин и силимонин. В Таблице 1 приведено содержание флавонолигнанов в расторопше³².

Табл. 1. Содержание флавонолигнанов в расторопше.

Соединение	Содержание, мкмоль
Силихрестин	75,7 ± 7,4
Силидианин	70,9 ± 12,9
Силибин А	125,3 ± 13,3
Силибин Б	144,4 ± 19,3
Изосилибин А и Б	68,2 ± 6,9
Всего	484,5 ± 51,3

Считается, что силибин — важнейший компонент экстракта плодов расторопши. Помимо антиоксидантных свойств, это вещество

Phytochemistry, Bioactivity, and Pharmacology // Handbook of Dietary Flavonoids. Cham.: Springer International Publishing, 2023. P. 1—45.

³² Santos M.B., Sillero L., Gatto D.A. et al. Bioactive molecules in wood extractives: Methods of extraction and separation, a review // Industrial Crops and Products. 2022. V. 186. P. 115231.

может иметь гепатопротекторное действие. В химический состав плодов расторопши, кроме флавонолигнанов, входят и другие флавоноиды (таксифолин, кверцетин, дигидрокемпферол, кемпферол, апигенин, нарингин, эриодиктиол и хризоэриол), 5,7-дигидроксихромон, дигидроконифериловый спирт, токоферол, стерины (холестерин, кампестерин, стигмастерин и ситостерин), углеводы (арабиноза, рамноза, ксилоза и глюкоза) и белки³³.

Особый интерес представляет использование натуральных растительных ингредиентов в качестве источника антиоксидантов для производства карамельных изделий. Поэтому в ходе проведенных исследований был разработан соответствующий способ производства леденцовой карамели, защищенный патентом на изобретение³⁴.

Предлагаемая технология включает в себя получение смеси из кристаллического белого сахара и сухой молочной сыворотки, растворение ее в воде с постепенным нагреванием полученного сиропа, внесение в него жирового компонента, молочной кислоты, охлаждение и формование в виде готовых изделий. Отличительной особенностью данного способа является то, что предварительно в сахар с размером кристаллов 0,2—0,5 мм вводят 5—9 % по массе сухой молочной сыворотки, 1,5—2,5 % по массе сахара β-циклодекстрина, насыщенного взятыми в равных количествах экстрактами расторопши и еловых шишек. Полученную массу перемешивают, растворяют в воде до содержания 75—85 % сухих веществ, нагревают до 85—95 °С и подвергают кавитационно-кумулятивной обработке в суперкавитирующем аппарате при скорости пропускания 20—25 м/с. Кавитационно-кумулятивная обработка сахарного сиропа способствует более равномерному перемешиванию вводимых в него компонентов и их растворению.

После проведения кавитационной обработки сироп постепенно нагревают до температуры 100—105 °С, вводят в него рафинированное подсолнечное масло из расчета 6,0—9,5 % по массе сахара и молочную кислоту в количестве 0,9—1,6 % по массе сахара. Окончательное уваривание карамельной массы при температуре 140—150 °С проводят до 97,5—98,5 % сухих веществ. Далее ее охлаждают до температуры

³³ Surai P.F, Surai A., Earle-Payne K. Silymarin and Inflammation: Food for Thoughts // Antioxidants. 2024. V. 13. № 1. P. 98.

³⁴ Патент № 2804858 С1, Российская Федерация, МПК А23G 3/36. Способ производства леденцовой карамели: № 2022133740: заявл. 22.12.2022; опубл. 06.10.2023 / А.А. Славянский, Д.П. Митрошина, В.А. Грибкова, В.В. Круглов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского».

89—91 °С, вносят в нее пищевой ароматизатор «Земляника лесная» в количестве 0,2—0,8 % по массе сахара и затем проводят формование.

Основные операции карамели представлены на Рисунке 2.

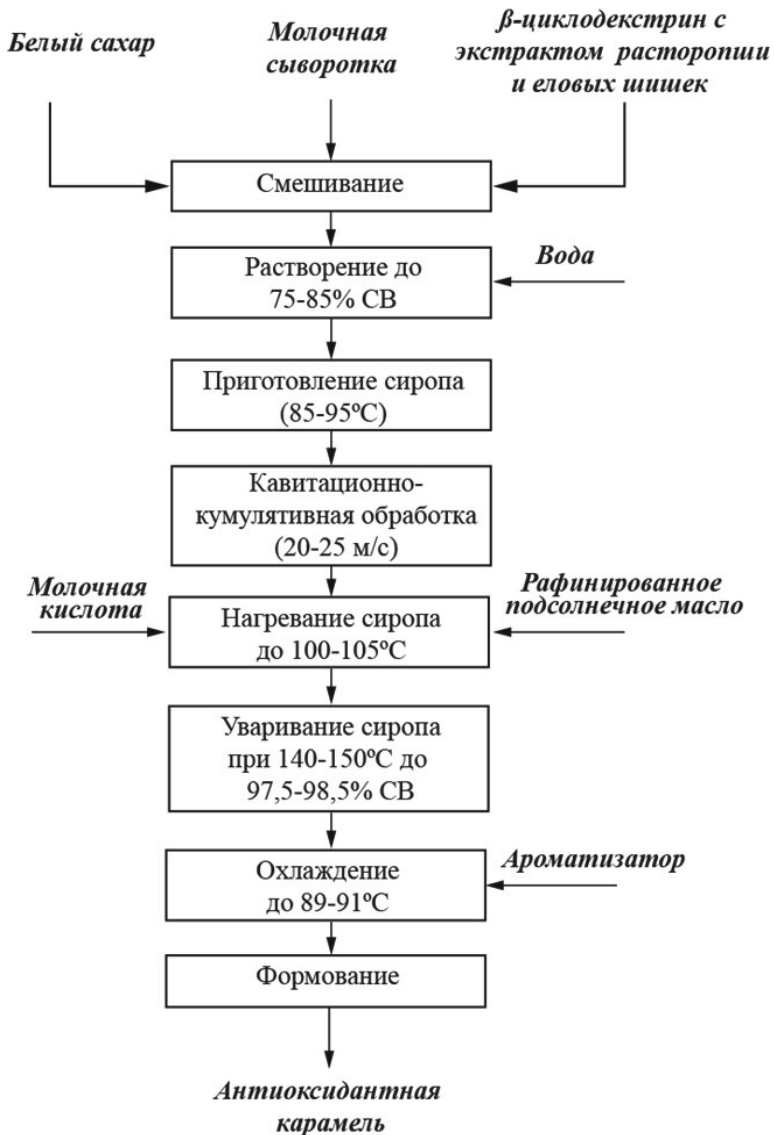


Рис. 2. Основные операции производства.

Для улучшения антиоксидантных свойств леденцовой карамели в ходе экспериментов были использованы натуральные растительные экстракты и ингредиенты, что также улучшило ее пищевую ценность (Таблица 2).

Табл. 2. Результаты оценки энергетической ценности антиоксидантной карамели.

Показатель	Контрольный образец	Антиоксидантная карамель
Белки, г	0	0,67
Жиры, г	0	0,386
Углеводы, г	97	98,9
Энергетическая ценность, ккал	230	232

К важнейшим показателям качества карамельных изделий относятся их органолептические свойства. В ходе исследований были оценены органолептические показатели антиоксидантной карамели и контрольного образца без добавления растительных экстрактов, их сравнение приведено в профилограмме на Рисунке 3.

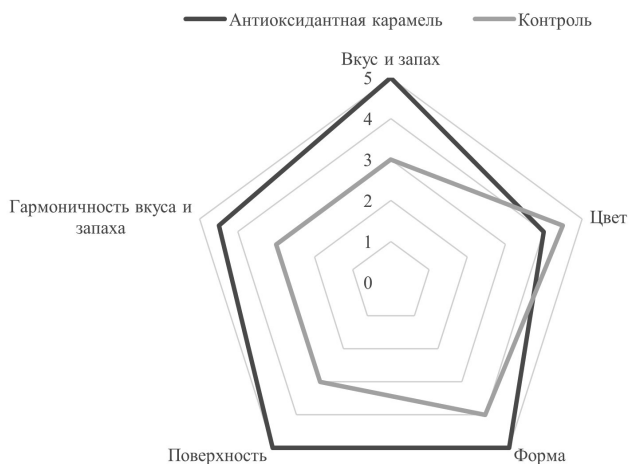


Рис. 3. Профилограмма качества антиоксидантной карамели и контрольного образца.

Из представленной профилограммы видно, что антиоксидантная карамель обладает более высокими вкусовыми свойствами и насыщенным ароматом. Поскольку разработанный и предложенный способ предусматривает интенсификацию процесса перемешивания сиропа путем использования кавитационных технологий, то по сравнению с контрольным образцом новый вид карамели имеет явно выраженную равномерность поверхности без вкраплений и вторичных центров кристаллизации сахарозы.

Качество карамели зависит также от физико-химических характеристик готового продукта (Таблица 3).

Табл. 3. Показатели качества антиоксидантной карамели.

Карамель	Показатели качества			
	Влажность карамельной массы	Массовая доля редуцирующих веществ	Кислотность	Массовая доля золы, не растворимой в 10-процентном растворе соляной кислоты
Норма по ГОСТ 6477-2019 «Карамель. Общие технические условия»				
Карамель	не более 3,5 %	не более 23 %	не менее 10°	не более 0,2 %
Исследуемые образцы карамели				
Контрольный образец	3,3	20,0	11,0	0,10
Антиоксидантная карамель	3,0	22,5	12,5	0,2

Из данных Таблицы 3 можно видеть, что полученная по предложенному способу карамель соответствует требованиям ГОСТ 6477-2019 «Карамель. Общие технические условия»³⁵. Кроме того, в отличие от контрольного образца, антиоксидантная карамель обладает более низкой влажностью.

Таким образом, в ходе исследования была разработана технология производства антиоксидантной карамели³⁶, предусматривающая

³⁵ ГОСТ 6477-2019. «Карамель. Общие технические условия». М.: Стандартинформ, 2019. 15 с.

³⁶ Патент № 2804858 С1, Российская Федерация, МПК А23G 3/36. Способ

получение сиропа, состоящего из смеси сахара, сухой молочной сыворотки и β -циклодекстрина, насыщенного экстрактами расторопши и еловых шишек, а также его кавитационно-кумулятивную обработку перед нагреванием и внесением в него жирового компонента с пищевыми добавками. Уваривание сиропа по предложенной технологии проводят при температуре 140—150 °С, после чего полученную карамельную массу охлаждают до 89—91 °С и вносят в нее пищевой ароматизатор. В отличие от традиционной, предложенная технология позволяет повысить пищевую ценность готового продукта за счет введения в него в количестве 1,5—2,5 % по массе сахара β -циклодекстрина, обогащенного экстрактами еловых шишек и расторопши. Кроме того, результаты оценки органолептических и физико-химических показателей качества продукта позволили подтвердить, что антиоксидантная карамель обладает высокими органолептическими характеристиками и соответствует требованиям ГОСТ 6477-2019 «Карамель. Общие технические условия».

Список литературы

1. Васюкова А.Т., Славянский А.А., Хайруллин М.Ф. и др. Продукты с растительными добавками для здорового питания // Пищевая промышленность. 2019. № 12. С. 72—75.
2. ГОСТ 6477-2019. «Карамель. Общие технические условия». М.: Стандартинформ, 2019. 15 с.
3. Каганов И.Н., Славянский А.А. Гранулометрия сахара-песка // Сахарная промышленность. 1970. № 12. С. 6—10.
4. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», утвержденные руководителем федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 22.07.2021.
5. Патент № 2804858 С1, Российская Федерация, МПК А23G 3/36. Способ производства леденцовой карамели: № 2022133740: заявл. 22.12.2022; опубл. 06.10.2023 / А.А. Славянский, Д.П. Митрошина, В.А. Грибкова, В.В. Круглов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского».
6. Распоряжение Правительства РФ от 29 июня 2016 г. № 1364-р «Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции

производства леденцовой карамели / А.А. Славянский, Д.П. Митрошина, В.А. Грибкова, В.В. Круглов.

в Российской Федерации до 2030 года» // Собрание законодательства РФ. 2016. № 28. Ст. 4758.

7. *Славянский А.А., Митрошина Д.П., Грибкова В.А.* Разработка гранулированных антиоксидантных продуктов на основе сахарозы // Сахар. 2022. № 10. С. 30—39.

8. *Славянский А.А., Мойсеяк М.Б., Диденко В.М.* и др. Применение пищевых ПАВ для интенсификации технологических процессов продуктового отделения сахарного завода. М.: Московский государственный университет пищевых производств, 2005. 22 с.

9. Указ Президента РФ от 21.01.2021 № 20 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации» // Собрание законодательств РФ. 2020. № 4. Ст. 345.

10. *Aziz M., Saeed F., Ahmad N.* et al. Biochemical profile of milk thistle (*Silybum Marianum* L.) with special reference to silymarin content // Food science & nutrition. 2021. V. 9. № 1. P. 244—250.

11. *Bukhanko N., Attard T., Arshadi M.* et al. Extraction of cones, branches, needles and bark from Norway spruce (*Picea abies*) by supercritical carbon dioxide and Soxhlet extractions techniques // Industrial Crops and Products. 2020. V. 145. P. 112096.

12. *Mihailović V., Srećković N., Popović-Djordjević J.B.* Silybin and Silymarin: Phytochemistry, Bioactivity and Pharmacology // Handbook of Dietary Flavonoids. Cham.: Springer International Publishing, 2023. P. 1—45.

13. *Santos M.B., Sillero L., Gatto D.A.* et al. Bioactive molecules in wood extractives: Methods of extraction and separation, a review // Industrial Crops and Products. 2022. V. 186. P. 115231.

14. *Surai P.F., Surai A., Earle-Payne K.* Silymarin and Inflammation: Food for Thoughts // Antioxidants. 2024. V. 13. №. 1. P. 98.

Сведения об авторах

Митрошина Дарья Петровна, аспирант кафедры инновационных технологий продуктов из растительного сырья Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: d.mitroshina@mgutm.ru

Славянский Анатолий Анатольевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инновационных технологий продуктов из растительного сырья Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: a.slavyanskiy@mgutm.ru

Лебедева Наталья Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры инновационных технологий продуктов из растительного сырья Московского государственного университета технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: n.lebedeva@mgutm.ru

Круглов Владислав Витальевич, студент направления подготовки «Продукты питания из растительного сырья», профиль «Проектирование персонализированных и специализированных пищевых продуктов», Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского. E-mail: *kruglov.vlad@bk.ru*

Information about the authors

Mitroshina Daria Petrovna, postgraduate student of the Department of Innovative Technologies of Products from Plant Raw Materials, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management. E-mail: *d.mitroshina@mgutm.ru*

Slavyansky Anatoly Anatolievich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Innovative Technologies of Products from Plant Raw Materials, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management. E-mail: *a.slavyanskiy@mgutm.ru*

Lebedeva Natalya Nikolaevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Innovative Technologies of Products from Plant Raw Materials, K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management. E-mail: *n.lebedeva@mgutm.ru*

Kruglov Vladislav Vitalievich, student of the direction of training «Food products from plant raw materials», profile «Design of personalized and specialized food products», K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management. E-mail: *kruglov.vlad@bk.ru*