




Полуфабрикат из *Daucus carota* L. в производстве кондитерских изделий




Жанна А. Кох	1	jannetta-83@mail.ru	 0000-0003-4016-7596
Денис А. Кох	1	dekoch@mail.ru	 0000-0002-3047-1386
Елена Н. Непомнящих	1	pikuleva.87@mail.ru	 0000-0002-1736-3321

1 Красноярский государственный аграрный университет, пр. Мира 90, Красноярск, 660049, Россия

Аннотация. Исследования посвящены способу получения концентрированного морковного сока с целью внесения в рецептуры леденцовой карамели, с использованием нетрадиционного сырья и источника красителя натурального происхождения. В настоящее время растет потребительский спрос на натуральные красители, которые можно получить из овощных соков. Морковный сок особенно богат каротиноидами. Производство морковного сока в коммерческих целях включает термическую стерилизацию и снижение его pH, поскольку его естественный pH составляет приблизительно 6,0, что подвергает продукт высокому риску бактериального загрязнения. Обработка под давлением является новой нетепловой технологией, используемой для пастеризации пищевых продуктов, и было научно доказано, что она производит микробиологически безопасные и стабильные продукты с улучшенным качеством. Было обнаружено, что процесс концентрирования (0,08 МПа / 45,4 °C / 40 мин) значительно увеличивает количество β -каротина (50%). по сравнению со свежесжатым морковным соком. Полученный концентрат морковного сока в значительном количестве содержит сухие вещества по рефрактометру 75,8%, β -каротин 6558 мкг/100 г, а также отмечено незначительное увеличение титруемой кислотности в два раза. Разработаны рецептуры леденцовой карамели с внесением концентрата морковного сока в количестве 25, 50 и 75 % от массы воды с исключением красителя входящего в рецептуру контрольного образца. Полученные результаты исследований показали, что леденцовая карамель с внесением концентрата морковного сока соответствует физико-химическим показателям в соответствии с требованиями ГОСТ, но отличающейся по дегустационной оценке образцов карамели.

Ключевые слова: *Daucus carota* L., морковный сок, концентрат, краситель, полуфабрикат, карамель.

Semi-finished product from *Daucus carota* L. in the manufacture of confectionery

Zhanna A. Koch	1	jannetta-83@mail.ru	 0000-0003-4016-7596
Denis A. Koch	1	dekoch@mail.ru	 0000-0002-3047-1386
Elena N. Nepomnyashchikh	1	pikuleva.87@mail.ru	 0000-0002-1736-3321

1 Krasnoyarsk State Agrarian University, 90, Mira Avenue, Krasnoyarsk City, 660049, Russia

Abstract. Studies are devoted to a method for producing concentrated carrot juice with the aim of introducing candy caramel into the formulations using unconventional raw materials and a source of dye of natural origin. Currently, consumer demand for natural dyes that can be obtained from vegetable juices is growing. Carrot juice is especially rich in carotenoids. The production of carrot juice for commercial purposes involves thermal sterilization and lowering its pH, since its natural pH is approximately 6.0, which exposes the product to a high risk of bacterial contamination. Pressure processing is a new non-thermal technology used to pasteurize food products, and it has been scientifically proven to produce microbiologically safe and stable products with improved quality. It was found that the concentration process (0.08 MPa/45.4°C/40min) significantly increases the amount of β -carotene (50%). compared to freshly squeezed carrot juice. The resulting carrot juice concentrate in a significant amount contains solids on a refractometer of 75.8%, β -carotene 6558 μ g / 100 g, and also a slight increase in titratable acidity was noted twice. Formulations of candy caramel with the addition of carrot juice concentrate in the amount of 25, 50 and 75% by weight of water with the exception of the dye included in the control sample were developed. The obtained research results showed that candy caramel with the addition of carrot juice concentrate corresponds to physicochemical parameters in accordance with the requirements of GOST, but differs in tasting evaluation of caramel samples.

Keywords: *Daucus carota* L., carrot juice, concentrate, dye, semi-finished product, caramel

Введение

Многие современные обработанные пищевые продукты, такие как газированные напитки и конфеты, сами по себе практически бесцветны. Здесь цвет в основном добавляется для привлекательности продукта и для создания связи с ароматом продукта.

«Пищевые красители», определяемые как пищевые продукты с красящими свойствами, используются в пищевой промышленности более 40 лет. Идея заключается в том, чтобы просто придать цвет пище. «Красящие продукты» специально разработаны и разработаны для того, чтобы легко добиться естественного

Для цитирования

Кох Ж.А., Кох Д.А., Непомнящих Е.Н. Полуфабрикат из *Daucus carota* L. в производстве кондитерских изделий // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 82. № 3. С. 139–144. doi:10.20914/2310-1202-2020-3-139-144

For citation

Koch Zh.A., Koch D.A., Nepomnyashchikh E.N. Semi-finished product from *Daucus carota* L. in the manufacture of confectionery. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2020. vol. 82. no. 3. pp. 139–144. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2020-3-139-144

окрашивания со стандартизованной интенсивностью цвета и оттенком цвета. Качество любой обработанной пищи зависит от качества используемого сырья. Поэтому для производства «красителей» следует рассматривать только фрукты, овощи и съедобные растения с высоким содержанием пигментов. Производство «красящих пищевых продуктов» обычно включает в себя этапы физической обработки, такие как мытье, измельчение, прессование, фильтрация, сепарация, концентрирование и пастеризация, при этом вода используется в качестве предпочтительной среды для обработки. С помощью этих физико-механических процедур принципы окрашивания не извлекаются из пищевого сырья избирательно. Как правило, «красящие пищевые продукты» для промышленных целей представляют собой вязкие концентраты или порошки с интенсивной окраской, стандартизованные с учетом интенсивности цвета и оттенка цвета посредством сочетания различных типов «красящих пищевых продуктов» или путем добавления бесцветных пищевых продуктов, таких как концентраты сахара или соков. Аромат характерен для перерабатываемого сырья. Из-за относительно высокого содержания пигмента будет достаточно низкой дозировки в конечном продукте, что позволит избежать нежелательного вкусового воздействия и потенциального нарушения желаемого профиля вкуса конечного продукта. Концентраты из фруктов или овощей ведут себя по-разному, в зависимости от выбора сырья. Мало того, что красящие вещества в съедобных растениях безопасны, они также относятся к классу пищевых фитохимических веществ, к которым относится значительная доля потенциальной пользы для здоровья фруктов и овощей [1–6].

Морковь (*Daucus carota* L.) – это культура семейства зонтичные *Apiaceae* (ранее *Umbelliferae*), имеет чаще всего однотонные корнеплоды с различными типами пигментов в виде каротиноидов и флавоноидов, которые придают антиоксидантные свойства в дополнение к цвету. Морковь является одним из важных корнеплодов, богатых биологически активными соединениями, такими как каротиноиды и пищевые волокна, также содержанием моркови содержит значительное количество других функциональных компонентов, имеющих значительные свойства, способствующие укреплению здоровья. Потребление моркови и продуктов из нее неуклонно растет из-за ее признания в качестве важного источника природных антиоксидантов. Помимо морковных корнеплодов, которые традиционно используются в питании человека,

их них получают обработанные продукты, богатые питательными веществами, такие как сок, концентрат, сухой порошок, консервы и т. д. [3–6].

В настоящее время растет потребительский спрос на натуральные красители, которые можно получить из овощных соков. Морковный сок особенно богат каротиноидами, в частности: β -каротин, α -каротин, γ -каротин и ζ -каротин, ответственные за типичный оранжевый цвет корня моркови [2, 4]. Натуральные красители широко используются для окрашивания различных пищевых продуктов, таких как смеси для кеков, желатины, десерты, заменители мяса, соусы, заправки для салатов, плавленый сыр, закуски, кондитерские изделия, маргарин, заправки для салатов, пасты, выпечка и горчица. Однако ограничением использования натуральных красителей на промышленном уровне является их низкая устойчивость к изменениям pH, нагреванию, освещению и окислителям [9–13].

Морковный сок является одним из самых популярных овощных соков и предпочтительно используется в качестве естественного источника провитамина А в напитках из каротиноидов. Однако необработанный сырой морковный сок имеет ограниченный рыночный потенциал из-за его короткого срока годности и обычно должен употребляться в течение одного-двух дней. Производство морковного сока в коммерческих целях включает термическую стерилизацию и снижение его pH, поскольку его естественный pH составляет приблизительно 6,0, что подвергает продукт высокому риску бактериального загрязнения. Бланширование раствором кислоты используется для предотвращения коагуляции белков в морковном соке и является важным шагом для обработки соков с целью сохранения цвета; инактивировать ферменты и микроорганизмы; удалить захваченный воздух; и сделать протопектин растворимым. Тем не менее, кислотное бланширование и последующая сильная термическая обработка при 105–121°C неизбежно разрушит чувствительные к нагреванию питательные вещества, текстуру, цвет и вкус в соке. Потребительский спрос увеличил потребность в продуктах с более натуральными ароматами и красителями с высоким содержанием нутриентов пищи и сроком хранения, достаточным для их распределения и потребления. Обработка под давлением является новой нетепловой технологией, используемой для пастеризации пищевых продуктов, и было научно доказано, что она производит микробиологически безопасные и стабильные продукты с улучшенным качеством, включая улучшенный вкус и цвет [7, 8, 12, 13].

Цель работы – разработка технологии леденцовой карамели с внесением полученного концентрата морковного сока.

Материалы и методы

Приготовление морковного сока. Корнеплоды моркови были промыты водопроводной водой и очищены. Для тепловой обработки морковь перед экстракцией не бланшировали, а полученный сок доводили до pH 4,0 с помощью лимонной кислоты. Для морковного сока были подобраны следующие условия проведения и результаты полного концентрирования морковного сока и сведены в таблицу 1.

Таблица 1.
Параметры для концентрирования морковного сока на вакуум-ротаторном испарителе

Table 1.
Parameters for concentrating carrot juice on a vacuum-rotary evaporator

Параметры Parameter	Давление, МПа Pressure, MPa		
	0,04	0,06	0,08
Начальный объем морковного сока, мл Initial volume of carrot juice, ml	400		
Начальная температура водяной бани, °C Initial water bath temperature, °C	18		
Частота вращения колбы, об./мин. Speed of rotation of the flask, rpm.	84–90		
Температура испарения в начале периода концентрирования, °C Evaporation temperature at the beginning of the concentration period, °C	59,5	53	43
Длительность полного концентрирования морковного сока, мин Duration of full carrot juice concentration, min	130	110	40
Температура концентрирования морковного сока, °C Temperature of carrot juice concentration, °C	61,5	67	45,4
Объем концентрата морковного сока, мл Volume of carrot juice concentrate, ml	73	65	30

Результаты и обсуждение

Анализ практически полученных результатов приведенных из таблицы 1 позволяет выбрать наиболее подходящие условия для концентрирования морковного сока при пониженной температуре 45,4°C, но повышенном давлении 0,08 МПа, в течение 40 минут. При выбранных параметрах объем концентрата морковного сока составляет порядка 75%.

По сравнению с неконцентрированным морковным соком количество сахаров процесса инверсии в концентрированном морковном соке значительно снизились ($P < 0,05$), что может быть связано с реакцией Майяра, вызванной

процессом концентрирования под вакуумом. Процесс концентрирования (0,08 МПа / 45,4°C/40 мин) значительно увеличивает количество β -каротина (50%) по сравнению со свежесжатым морковным соком. Процесс концентрирования морковного сока под вакуумом может увеличить количество экстрагируемых каротиноидов вследствие денатурации белково-каротиноидных комплексов. Каротиноиды проявляют более быстрое разложение под действием света в морковном соке, и белково-каротиноидные комплексы, могут защищать их [10–13].

В таблицах 2 и 3 представлены рецептура и технология производства леденцовой карамели с внесением концентрата морковного сока.

Таблица 2.
Химический состав сока и концентрата морковного сока

Table 2.
The chemical composition of juice and concentrate carrot juice

Показатель Indicator	Содержание Content	
	концентрат из сока моркови carrot juice concentrate	сок из моркови carrot juice
Сухие вещества по рефрактометру, % Dry matter, %	75,8	18,4
Титруемая кислотность, % Titrate acidity, %	2,31	1,16
Белок, % Protein, %	1,1	1,3
Инертные сахара, % Inert Sugars, %	30,5	45,0
Клетчатка, % Cellular tissue, %	5,24	5,24
Каротиноиды (в пересчете на β -каротин), мкг/100 г. Caratinoids (in terms of β -carotene), $\mu\text{g} / 100 \text{ g}$.	6458	3426
Пектиновые вещества, % Pectin substances, %	0,5	0,3

Из таблицы 2 следует, что концентрат морковного сока в значительном количестве содержит сухие вещества по рефрактометру 75,8%, β -каротин 6558 мкг/100 г., а также отмечено незначительное увеличение титруемой кислотности в два раза. В целом концентрат морковного сока содержит 3–5 раз питательных веществ по сравнению со свежесжатым соком из моркови.

В лаборатории института пищевых производств Красноярского ГАУ кафедры ТХК и МП были получены образцы леденцовой карамели на основе традиционной технологии [14, 15]. На стадии приготовления сахаро-паточного сиропа вводили концентрат морковного сока в количестве 25, 50 и 75% от массы воды.

При внесении в рецептуру концентрата морковного сока в качестве натурального красителя цвет леденцовой карамели отличался, выглядел естественнее, темнее и насыщеннее.

Образцы леденцовой карамели, полученные в ходе экспериментального подбора доли вносимого концентрата представлены на рисунке 1.

Таблица 3.

Рецептура карамели леденцовой, рассчитанная на выход 100 г.

Table 3.

Recipe for candy caramel, designed for a yield of 100 g

Сырье Raw	CB, % Dry matter, %	Расход сырья, г Raw consumption, g							
		Контроль [14] Control		с 25%		с 50%		с 75%	
		натура nature	CB Dry matter	натура nature	CB Dry matter	натура nature	CB Dry matter	натура nature	CB Dry matter
Сахар-песок Granulated sugar	99,85	71,30	71,2	71,30	71,2	71,30	71,2	71,30	71,2
Патока крахмальная Starch syrup	78,00	35,70	27,8	35,70	27,8	35,70	27,8	35,70	27,8
Лимонная кислота Lemon acid	98,00	1,0	0,98	1,0	0,98	1,0	0,98	1,0	0,98
Эссенция Essence	–	0,4	–	0,4	–	0,4	–	0,4	–
Краска пищевая Food paint	–	0,02	–	0,02	–	0,02	–	0,02	–
Концентрат морковного сока Carrot concentrate	70,00	–	–	7,5	5,25	15,0	10,5	22,5	15,75
Итого Total		108,4	100,0	115,92	105,25	123,42	110,48	130,95	115,73
Выход Output	98,50	100,0	98,5	106,94	103,67	113,86	108,82	121,36	114,07

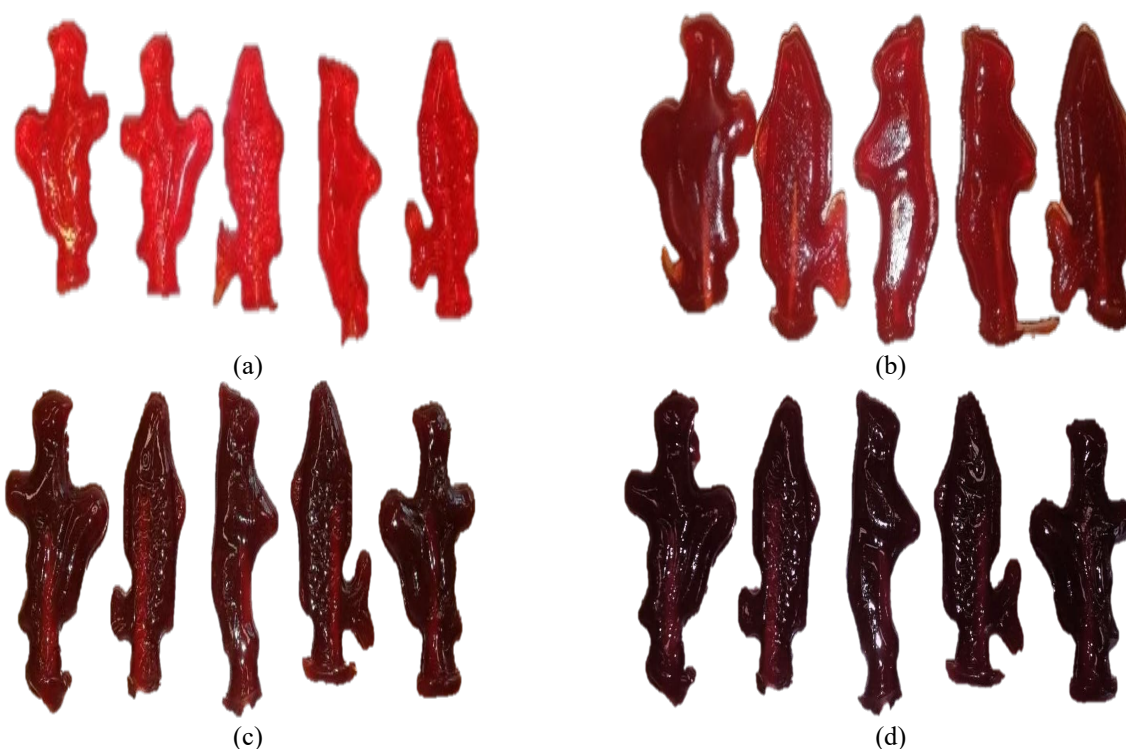


Рисунок 1. Образцы полученной леденцовой карамели: (а) – леденцовая карамель контрольный образец; (б) – леденцовая карамель с 25%; (с) – леденцовая карамель с 50%; (д) – леденцовая карамель с 75%

Figure 1. Samples of the obtained candy caramel: (a) – candy caramel control sample; (b) – candy caramel with 25%; (c) – candy caramel with 50%; (d) – candy caramel with 75%

В таблице 4 приведены физико-химические показатели леденцовой карамели обогатщенной концентратом морковного сока.

Таблица 4.
Показатели качества леденцовой карамели
Table 4.
Candy caramel quality indicators

Показатель Indicator	Норма по ГОСТ 6477-88	Контроль [14] Control [14]	Леденцовая карамель с концентратом морковного сока, % Caramel, %		
			25	50	75
Влажность, %, ≤ Humidity, %, ≤	3,0	2,8	2,4	2,5	2,8
Кислотность подкисляемой карамели, град., ≥ Acidity of acidified caramel, hail, ≥	10,0	10,2	10,1	10,3	10,4
Массовая доля редуцирующих веществ, %, ≤ Mass fraction of reducing substances, %, ≤	23,0	21,9	22,3	22,6	22,8

Из результатов таблицы 4 следует что, дозировка концентрата морковного сока, существенного влияния на физико-химические показатели леденцовой карамели с внесением концентрата морковного сока не оказывает.

Дегустационная оценка качества леденцовой карамели проводилась по балльной шкале. Высшая максимальная оценка – 30 баллов (рисунок 2).

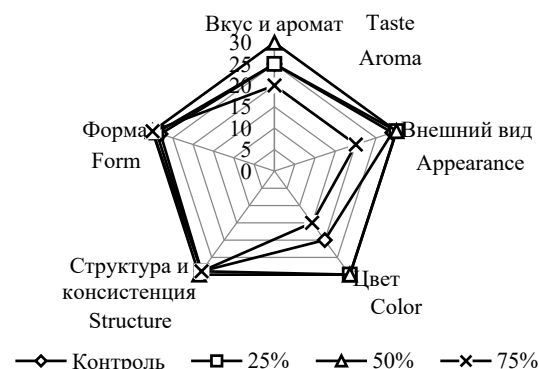


Рисунок 2. Профильная диаграмма дегустационной оценки леденцовой карамели с внесением воды на концентрат морковного сока

Figure 2. Profile diagram of the tasting assessment of candy caramel with the addition of water to the carrot juice concentrate

Результаты проведенной дегустационной оценки показали, что улучшение органолептических характеристик соответствует с внесением концентрата морковного сока 50%.

Заключение

Обосновано внесение концентрата морковного сока в рецептуру леденцовой карамели в таком количестве как 25, 50 и 75% с полным исключением синтетических красителей. На основании проведенной оценки физико-химических показателей и дегустационной оценке полученная карамель соответствует требованиям ГОСТ 6477-88. Планируется разработка изделий на основе концентрата морковного сока и изучение возможности использовать их для функционального питания.

Литература

- 1 Zhang J., Jinnai S., Ikeda R., Wada M. et al. A simple HPLC-fluorescence method for quantitation of curcuminoids and its application to turmeric products // Anal Sci. 2009. № 25(3). P. 385-388.
- 2 Дерканосова Н.М., Гинс В.К., Лупанова О.А., Андропова И.И. Разработка способов получения и применения натурального пищевого красителя // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 1(36). С. 18-23.
- 3 Fikselová M. et al. Extraction of carrot (*Daucus carota* L.) carotenes under different conditions // Czech Journal of Food Sciences. 2008. V. 26. № 4. P. 268-274.
- 4 Shukla K.K., Kaur S. Development of value added product from underutilized tuber and root. Lovely Professional University, 2018.
- 5 Agcam E., Akyıldız A., Balasubramaniam V.M. Optimization of anthocyanins extraction from black carrot pomace with thermosonication // Food chemistry. 2017. V. 237. P. 461-470.
- 6 Kaur A., Sogi D.S. Effect of osmotic dehydration on physico-chemical properties and pigment content of carrot (*Daucus carota* L.) during preserve manufacture // Journal of food processing and preservation. 2017. V. 41. № 5. P. e13153.
- 7 Болотов В.М., Олейникова А.Я., Плотникова И.В., Саввин П.Н. Применение красителя из натурального растительного сырья в производстве карамели «Жевательной» // Известия ОГАУ. 2009. № 23-1. С. 187-189.
- 8 Collins P., Timberlake C. Recent developments of natural food colours // Overseal Foods, United Kingdom. 1993. № 6. P. 32-35.
- 9 Кох Д.А., Кох Ж.А. Ягодно-овощные полуфабрикаты как источник биологически активных веществ в производстве кондитерских кремов // Наука и образование: опыт, проблемы, перспективы развития // мат-лы междунар. науч.-практ. конф. Часть 2. Красноярск, 2017. С. 91-93.
- 10 Магомедов М.Г., Лобосова Л.А., Дерканосова А.А. Получение концентрированного сока сахарной свеклы и перспективы его использования // Вестник ВГУИТ. 2014. № 2. С. 158-163.
- 11 Муравьев К.Ю., Баракова Н.В. Получение селенсодержащих экстрактов из растительного сырья // Вестник ВГУИТ. 2018. № 80(3). С. 212-219.
- 12 Пат. № 2221829, RU, C09B 61/00. Способ получения спирто-водорастворимого каротиноидного красителя из растительного сырья / Перикова Л.И., Болотов В.М., Рудаков О.Б. № 2002119910/13; Заявл. 22.07.2002; Оpubл. 20.01.2004, Бюл. № 2.

13 Пат. № 194622, RU, B01D 11/02. Лабораторная установка для экстракции растительного сырья / Невзоров В.Н., Безязыков Д.С., Мацкевич И.В., Кох Ж.А. № 2019121828; Заявл. 09.07.2019; Оpubл. 17.12.2019, Бюл. № 35.

14 Фролова Н.А., Резниченко И.Ю., Иванкина Н.Ф. Разработка технологии и товароведная оценка карамели, обогащенной экстрактами из биологически активного растительного и животного сырья // Техника и технология пищевых производств. 2012. № 4(27). С. 164–170.

15 Якунина Е.С. Рыбчинская В.С. Использование экстракта зеленого чая в производстве конфет функционального назначения // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2016. № 1(23). С. 46–48.

References

- 1 Zhang J., Jinnai S., Ikeda R., Wada M. et al. A simple HPLC-fluorescence method for quantitation of curcuminoids and its application to turmeric products. *Anal. Sci.* 2009. no. 25(3). pp. 385–388.
- 2 Derkanosova N.M., Gins V.K., Iupanova O.A., Andropov I.I. Development of methods for production and application of natural food dye. *Equipment and technology of food production*. 2015. no. 1 (36). pp. 18–23. (in Russian).
- 3 Fikselová M. et al. Extraction of carrot (*Daucus carota* L.) carotenes under different conditions. *Czech Journal of Food Sciences*. 2008. vol. 26. no. 4. pp. 268–274.
- 4 Shukla K.K., Kaur S. Development of value added product from underutilized tuber and root. *Lovely Professional University*, 2018.
- 5 Agcam E., Akyıldız A., Balasubramanian V.M. Optimization of anthocyanins extraction from black carrot pomace with thermosonication. *Food chemistry*. 2017. vol. 237. pp. 461–470.
- 6 Kaur A., Sogi D.S. Effect of osmotic dehydration on physico-chemical properties and pigment content of carrot (*Daucus carota* L.) during preserve manufacture. *Journal of food processing and preservation*. 2017. vol. 41. no. 5. pp. e13153.
- 7 Bolotov V.M., Oleinikov A.I., Plotnikova I.V., Savvin P.N. The application of dye from natural plant materials in the production of hard candy “Chewing”. *News OGAU*. 2009. no. 23–1. pp. 187–189. (in Russian).
- 8 Collins P., Timberlake C. Recent developments of natural food colours. *Overseal Foods, United Kingdom*. 1993. no. 6. pp. 32–35.
- 9 Koch D.A., Koch Zh.A. Berry and vegetable semi-finished products as a source of biologically active substances in the production of confectionery creams. *Science and education: experience, problems, prospects. Mat-ly mezhdunar. scientific-pract. Conf. Part 2. Krasnoyarsk*, 2017. pp. 91–93. (in Russian).
- 10 Magomedov M.G., Lobosova L.A., Derkanosova A.A. Production of concentrated sugar beet juice and its prospects. *Proceedings of VSUET*. 2014. no. 2. pp. 158–163. (in Russian).
- 11 Ants K.S., Barakova N.V. Obtaining selenium-containing plant extracts. *Proceedings of VSUET*. 2018. no. 80(3). pp. 212–219. (in Russian).
- 12 Pericula L.I., Bolotov V.M., Rudakov O.B. Method of obtaining alcohol-soluble carotenoid dye from plant material. *Patent RF*, no. 2221829, 2004.
- 13 Nevzorov V.N., Bezyazykov D.S., Matskevich I.V., Koch Zh.A. Laboratory installation for the extraction of plant materials. *Patent RF*, no. 194622, 2019.
- 14 Frolova N.A., Reznichenko I.Yu., Ivankina N.F. Development of the technology and evaluation of caramel, enriched with extracts from biologically active plant and animal materials. *Equipment and technology of food production*. 2012. no. 4 (27). pp. 164–170. (in Russian).
- 15 Yakunina E.S., Rybchinskaya V.S. The Use of green tea extract in the manufacture of candies of the functional purpose. *Modern science: actual problems and ways of their solution*. 2016. no. 1 (23). pp. 46–48. (in Russian).

Сведения об авторах

Жанна А. Кох к.т.н., доцент, кафедра технологии, оборудование бро-дильных и пищевых производств, Красноярский государственный аграрный университет, институт пищевых производств, пр-т Мира 90, г. Красноярск, 660049, Россия, jannetta-83@mail.ru
[ID https://orcid.org/0000-0003-4016-7596](https://orcid.org/0000-0003-4016-7596)

Денис А. Кох к.т.н., доцент, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, Красноярский государственный аграрный университет, институт пищевых производств, пр-т Мира 90, г. Красноярск, 660049, Россия, dekocho@mail.ru
[ID https://orcid.org/0000-0002-3047-1386](https://orcid.org/0000-0002-3047-1386)

Елена Н. Непомнящих старший преподаватель, кафедра технологии хлебопекарного, кондитерского и макаронного производств, Красноярский государственный аграрный университет, институт пищевых производств, пр-т Мира 90, г. Красноярск, 660049, Россия, pikuleva.87@mail.ru
[ID https://orcid.org/0000-0002-1736-3321](https://orcid.org/0000-0002-1736-3321)

Вклад авторов

Жанна А. Кох написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несет ответственность за плагиат, провела эксперимент
Денис А. Кох обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провёл эксперимент
Елена Н. Непомнящих предложила методику проведения эксперимента, выполнила расчеты

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Zhanna A. Koch Cand. Sci. (Engin.), associate professor, technology, equipment for fermentation and food production department, Krasnoyarsk State Agrarian University, Institute of Food Production, Prospect Mira 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia, jannetta-83@mail.ru
[ID https://orcid.org/0000-0003-4016-7596](https://orcid.org/0000-0003-4016-7596)

Denis A. Koch Cand. Sci. (Engin.), associate professor, bakery, confectionery and pasta production technologies department, Krasnoyarsk State Agrarian University, Institute of Food Production, Prospect Mira 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia, dekocho@mail.ru
[ID https://orcid.org/0000-0002-3047-1386](https://orcid.org/0000-0002-3047-1386)

Elena N. Nepomnyashchikh head teacher, bakery, confectionery and pasta production technologies department, Krasnoyarsk State Agrarian University, Institute of Food Production, Prospect Mira 90, Krasnoyarsk, 660049, Russia, pikuleva.87@mail.ru
[ID https://orcid.org/0000-0002-1736-3321](https://orcid.org/0000-0002-1736-3321)

Contribution

Zhanna A. Koch wrote a manuscript, corrected it before submitting it to the editor and is responsible for plagiarism, conducted an experiment
Denis A. Koch review of literary sources on the investigated problem, conducted an experiment
Elena N. Nepomnyashchikh proposed a methodology for conducting the experiment, performed calculations

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 15/08/2020	После редакции 24/08/2020	Принята в печать 02/09/2020
Received 15/08/2020	Accepted in revised 24/08/2020	Accepted 02/09/2020