УДК 664.061.34

DOI 10.29141/2500-1922-2020-5-4-10

Влияние аскорбиновой кислоты на интенсивность извлечения антоцианового пигмента из ягод черной смородины и его стабильность

Н.Ю. Чеснокова^{1*}, Е.А. Ашихмин¹¹Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Российская Федерация, *e-mail: chesn_natali@mail.ru

Ключевые слова:

антоциановый пигмент;
аскорбиновая кислота;
экстракция;
интенсивность извлечения;
ягоды черной смородины

Реферат

В статье рассмотрено влияние аскорбиновой кислоты на интенсивность экстрагирования и стабильность антоцианового пигмента, выделенного из ягод черной смородины. Размороженные и измельченные ягоды черной смородины обрабатывали 0,2–10,0 %-ми растворами аскорбиновой кислоты при температурах 20–90 °С в течение 5–150 мин и 100 °С в течение 2,5 мин, затем раствор отфильтровывали. Интенсивность окраски растворов устанавливали по величине оптической плотности на спектрофотометре SHIMADZU UV-1800 (Япония). Для определения содержания антоцианового пигмента образцы разбавляли системой растворителей этанол/вода/соляная кислота (69/30/1) и измеряли их оптическую плотность при длине волны 540 нм. Содержание антоцианов в растворах рассчитывали по формуле. Определено, что использование 0,2–1,0 %-го раствора аскорбиновой кислоты в качестве экстрагента приводит к росту интенсивности извлечения антоцианового пигмента из растительного сырья. Добавление 1,0 %-го раствора аскорбиновой кислоты в систему увеличивает степень извлечения антоцианового пигмента в 1,4 раза. Дальнейшее увеличение количества аскорбиновой кислоты в растворе до 2,0–10,0 % приводит к незначительному повышению интенсивности извлечения антоцианового пигмента. Наиболее полно антоциановый пигмент извлекается из растительного сырья в присутствии аскорбиновой кислоты при температурах воздействия 20–80 °С в течение 30 мин и 100 °С в течение 2,5 мин. Увеличение времени воздействия до 60–150 мин приводит к падению степени извлечения антоцианового пигмента и изменению цветности его раствора. Раствор пигмента приобретает бурую окраску.

Для цитирования: Чеснокова Н.Ю., Ашихмин Е.А. Влияние аскорбиновой кислоты на интенсивность извлечения антоцианового пигмента из ягод черной смородины и его стабильность // Индустрия питания/Food Industry. 2020. Т. 5, № 4. С. 68–73. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-4-10

Дата поступления статьи: 18 октября 2020 г.

Ascorbic Acid Influence on the Extraction Intensity of the Anthocyanin Pigment from Black Currant Berries and Its Stability

Natalia Yu. Chesnokova^{1*}, Egor A. Ashikhmin¹¹Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russian Federation, *e-mail: chesn_natali@mail.ru

Keywords:

anthocyanin pigment;
ascorbic acid;
extraction;

Abstract

The article considers the ascorbic acid effect on the extraction rate and stability of anthocyanin pigment exuded from black currant berries. The researchers treated defrosted and crushed black currant berries with 0.2–10.0 % solutions of ascorbic acid at temperatures of 20–90 °C for 5–150 minutes and 100 °C for 2.5 minutes, then filtered the solution

*extraction intensity;
black currant berries*

out. They determined the color intensity of the solutions by the optical density using spectrophotometer SHIMADZU UV-1800 (Japan). To determine the anthocyanin pigment content, a man diluted samples with solvent system ethanol/water/hydrochloric acid (69/30/1) and measured their optical density at a wavelength of 540 nm. The authors calculate anthocyanins content in solutions using the formula and determine that the use of 0.2–1.0 % solution of ascorbic acid as an extractant leads to the extraction intensity increase of anthocyanin pigment from plant raw materials. Adding a 1.0 % ascorbic acid solution of to the system increases the extraction degree of anthocyanin pigment by 1.4 times. A further increase in the amount of ascorbic acid in the solution to 2.0–10.0 % leads to a slight increase in the extraction intensity of anthocyanin pigment. The most complete anthocyanin pigment is extracted from plant raw materials in the presence of ascorbic acid at exposure temperatures of 20–80 °C for 30 minutes and 100 °C for 2.5 minutes. An increase in the exposure time to 60–150 minutes leads to a drop in the extraction degree of anthocyanin pigment and a change in the solution color. The solution of the pigment color becomes brown.

For citation: Natalia Yu. Chesnokova, Egor A. Ashikhmin. Ascorbic Acid Influence on the Extraction Intensity of the Anthocyanin Pigment from Black Currant Berries and Its Stability. Индустрия питания/Food Industry. 2020. Vol. 5, No. 4. Pp. 68–73. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-4-10

Paper submitted: October 18, 2020

Актуальность

Антоцианы относятся к классу флавоноидов и имеют C_{15} -углеродный скелет – 2 бензольных кольца А и В, соединенных C_3 -фрагментом, который с атомом кислорода образует гамма-пироновое кольцо. Все антоцианы содержат в гетероциклическом кольце четырехвалентный кислород (оксоний), придающий молекуле антоцианов положительный заряд [1].

Антоцианы, будучи водорастворимыми пигментами растений, обуславливают красный, фиолетовый и голубые цвета фруктов, овощей и цветов. Из-за большого разнообразия оттенков и растворимости в воде антоцианы представляют собой альтернативу замены красно-бордовым искусственным красителям, используемым в пищевых продуктах. Кроме того, антоцианы обладают антирадикальной активностью [2; 3] и фармакологическими свойствами, которые позволяют им снижать уровень холестерина, препятствовать образованию тромбов, повышать эластичность сосудов, ускорять заживление ран, благоприятно воздействовать на зрение, а также способствовать профилактике онкологических заболеваний [4; 5; 6].

Вместе с тем применение антоцианов как красителей в пищевой промышленности ограничено их низкой стабильностью, зависящей от pH среды, температуры, кислорода воздуха, света, концентрации, наличия фенольных соединений [7; 8]. Также ограничивающим фактором является аскорбиновая кислота.

Аскорбиновая кислота содержится во многих пищевых продуктах. Ее часто добавляют в качестве антиоксидантной добавки [9] для

предотвращения потемнения и улучшения питательных свойств изделия [10]. Как показано в работе С. Chang et al. [11], содержащаяся в расторе антоцианового пигмента аскорбиновая кислота способствует образованию комплексов антоциановый пигмент – белок, что благоприятствует сохранению свойств и стабильности антоцианового пигмента. Вместе с тем в литературных источниках отмечено и отрицательное влияние аскорбиновой кислоты на стабильность антоцианов при добавлении ее в антоциановые экстракты [12] и обогащенные соки [13]. Взаимодействие этих соединений способно изменять цветность растворов антоцианов и, соответственно, влиять на качество пищевых продуктов, в которых антоциановый пигмент может быть использован в виде натурального красителя.

Цель исследования – определение влияния аскорбиновой кислоты на интенсивность извлечения и стабильность антоцианового пигмента, выделенного из ягод черной смородины.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являются доступное культивируемое ягодное сырье Дальневосточного региона – замороженные ягоды черной смородины (*Ribes nigrum*), а также экстракты антоцианового пигмента, выделенные из данного сырья.

Аскорбиновая кислота, используемая для экстракции антоцианового пигмента, имела квалификацию чда.

Размороженные и измельченные ягоды черной смородины обрабатывали 0,2–10,0 %-ми

растворами аскорбиновой кислоты при температурах 20–90 °С в течение 5–150 мин и 100 °С в течение 2,5 мин, затем раствор отфильтровывали. Интенсивность окраски растворов определяли по величине оптической плотности на спектрофотометре «SHIMADZU UV-1800» (Япония).

Содержание антоцианов в растворах определяли по методике, описанной в работе V. Ivanova, et al. [14]. Для определения содержания антоцианового пигмента образцы разбавляли системой растворителей этанол/вода/соляная кислота (69/30/1) и измеряли их оптическую плотность при длине волны 540 нм. Содержание антоцианов в растворах рассчитывали по формуле

$$C = 16,7A_{540} \times d,$$

где d – коэффициент разбавления; A_{540} – оптическая плотность растворов при длине волны 540 нм; C – содержание антоцианов мг/л, выраженное как мальвидин-3-гликозид эквивалент.

Эксперименты по определению содержания антоцианового пигмента в растворах проводились сериями. Каждая серия повторялась не менее трех раз. За результат определения принималось среднеарифметическое значение трех параллельных измерений.

Результаты исследования и их обсуждение

Аскорбиновая кислота, как было указано выше, может являться фактором, ограничивающим использование антоцианового пигмента в качестве красителя в пищевой промышленности. Авторами изучено влияние аскорбиновой кислоты на интенсивность извлечения и стабильность антоцианового пигмента, выделенного из ягод черной смородины. Зависимости интенсивности извлечения антоцианового пигмента от содержания аскорбиновой кислоты в растворе представлены на рис. 1.

Из представленных результатов видно, что интенсивность извлечения антоцианового пигмента из ягод черной смородины зависит от присутствия аскорбиновой кислоты в растворе. Без ее добавления содержание антоцианов составляет 0,85 мг/мл. Использование 0,2–1,0 %-го раствора аскорбиновой кислоты в качестве экстрагента приводит к росту интенсивности извлечения антоцианового пигмента из ягод черной смородины (рис. 1а). Добавление 1,0 %-го раствора аскорбиновой кислоты в систему увеличивает степень извлечения антоцианового пигмента в 1,4 раза. Дальнейшее увеличение количества аскорбиновой кислоты в растворе до 2,0–10,0 % (рис. 1б) приводит к незначительному повышению интенсивности извлечения антоцианового пигмента. Степень его извлечения повышается в 1,4–1,6 раза соответственно.

а)

б)

Рис. 1. Зависимость интенсивности извлечения антоцианового пигмента от введения в систему растворов аскорбиновой кислоты (условия проведения реакции: температура – 60 °С, время – 30 мин): а) 0,2–1,0 %-й раствор; б) 1,0–10,0 %-й раствор

Fig. 1. Extraction Intensity Dependence of Anthocyanin Pigment from the Introduction of 1.0–10.0 % Ascorbic Acid Solutions in the System (Reaction Conditions: Temperature – 60 °C, Time – 30 min) а) 0,2–1,0 % Solution; б) 1,0–10,0 % Solution

Поскольку антоцианы и аскорбиновая кислота являются нестабильными соединениями, и их биологическую активность определяют такие факторы, как температура, время термического воздействия, а также способность к взаимодействию между собой [15; 16], было рассмотрено влияние температуры (рис. 2) и времени экстрагирования (рис. 3) на интенсивность извлечения антоцианового пигмента в присутствии 1,0 и 10,0 %-х растворов аскорбиновой кислоты.

Как видим, температура заметно влияет на интенсивность извлечения антоцианового пигмента в присутствии 1,0 и 10,0 %-х растворов аскорбиновой кислоты (рис. 2). Наименьшая интенсивность извлечения с добавлением 1,0 и 10,0 %-х растворов аскорбиновой кислоты и без нее наблюдается при экстрагировании анто-

Рис. 2. Интенсивность извлечения антоцианового пигмента из ягод черной смородины в присутствии 1,0 и 10,0 %-ых растворов аскорбиновой кислоты в зависимости от температуры раствора

Fig. 2. Extraction Intensity of the Anthocyanin Pigment from Black Currant Berries in the Presence of 1.0–10.0 % Ascorbic Acid Solutions Depending on The Solution Temperature

цианового пигмента в течение 30 мин при 20 °C. Дальнейшее повышение температуры экстрагирования приводит к увеличению интенсивности его извлечения.

Наибольшее извлечение антоцианового пигмента наблюдается в процессе экстрагирования при 100 °C в течение 2,5 мин. Степень извлечения антоцианового пигмента в присутствии 1,0 и 10,0 %-х растворов аскорбиновой кислоты повышается в 1,7 и 1,4 раза соответственно.

Из результатов, представленных графически на рис. 3, видно, что продолжительность экстрагирования антоцианового пигмента по-разному влияет на его стойкость и определяется видом кислоты, используемой для его извлечения. Наибольшее извлечение антоцианового пигмента без добавок в присутствии 1,0 %-го раствора аскорбиновой и 1,0 %-х растворов пищевых кислот, таких как лимонная и уксусная, наблюдается при продолжительности воздействия 30 мин при температуре 80 °C. Дальнейшее увеличение времени экстрагирования приводит к падению интенсивности извлечения антоцианового пигмента. При продолжительности воздействия

150 мин степень извлечения антоцианового пигмента в присутствии 1,0 %-х растворов уксусной и лимонной кислот и без их добавления падает в 1,5; 1,5 и 1,4 раз соответственно. При этом изменение окраски растворов не наблюдается. Вероятно, подкисление раствора антоцианового пигмента пищевыми кислотами оказывает стабилизирующее действие на пигмент.

Наибольшее падение интенсивности извлечения антоцианового пигмента при времени экстрагирования 60–150 мин наблюдается в присутствии 1,0 %-го раствора аскорбиновой кислоты, вызывая деградацию антоцианов. Степень извлечения пигмента при времени экстрагирования 150 мин падает в 3,2 раза. При этом происходит изменение цветности экстракта, раствор пигмента приобретает бурю окраску. Полученные данные согласуются с результатами работ Hernández-Herrero J.A., Frutos M.J. [15] и García-Viguera C., Bridle P. [17], где также показано, что присутствие аскорбиновой кислоты в растворе антоцианового пигмента при продолжительном нагревании и длительном хранении оказывает негативное влияние на стабильность

Рис. 3. Интенсивность извлечения антоцианового пигмента в присутствии пищевых кислот в зависимости от времени экстрагирования

Fig. 3. Extraction Intensity of Anthocyanin Pigment in the Food Acids Presence Depending on the Extraction Time

антоцианов, приводя к их деградации. Вероятно, аскорбиновая кислота снижает стабильность антоцианов из-за реакции конденсации, либо разложение антоцианов вызвано продуктами окисления аскорбиновой кислоты [15; 16; 17].

Выводы

Добавление в раствор антоцианов аскорбиновой кислоты способствует интенсивности извлечения антоцианового пигмента при температурах воздействия 20–80 °C в течение 30 мин и при

100 °C в течение 2,5 мин. Увеличение времени воздействия до 60–150 мин приводит к падению степени извлечения антоцианового пигмента и изменению цветности его раствора. Присутствие аскорбиновой кислоты в растворе антоцианового пигмента при продолжительном его экстрагировании оказывает негативное влияние на стабильность антоцианов, приводя к взаимной деградации как антоцианового пигмента, так и аскорбиновой кислоты.

Библиографический список

1. Бриттон Г. Биохимия природных пигментов. М.: Мир, 1986. 422 с.
2. Flanigan, P.M.; Niemeyer, E.D. Effect of Cultivar on Phenolic Levels, Anthocyanin Composition, and Antioxidant Properties in Purple Basil (*Ocimum Basilicum* L.). *Food Chemistry*. 2014. Vol. 164. Pp. 518–526. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.05.061.
3. Nems, A.; Peksa, A.; Kucharska, A.Z.; Sokol-Letowska, A.; Kita, A.; Drozd, W.; Hamouz, K. Anthocyanin and Antioxidant Activity of Snacks with Colored Potato. *Food Chemistry*. 2015. Vol. 172. Pp. 175–182. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.09.033.
4. Mineo, S.; Noguchi, A.; Nagakura, Y.; Kabori, K.; Ohta, T.; Sakaguchi, E.; Ichiyanagi, T. Boysenberry Polyphenols Suppressed Elevation of Plasma Triglyceride Levels in Rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. 2015. Vol. 61, iss. 4. Pp. 306–312. DOI: 10.3177/jnsv.61.306.
5. Sorrenti, V.; Vanella, L.; Acquaviva, R.; Cardile, V.; Giofre, S.; Di Giacomio, C. Cyanidin Induces Apoptosis and Differentiation in Prostate Cancer Cells. *International Journal of Oncology*. 2015. Vol. 47, Iss. 4. Pp. 1303–1310. DOI: 10.3892/ijo.2015.3130.
6. Mazewski, C.; Liang, K.; Gonzalezde Mejia, E. Inhibitory Potential of Anthocyanin-Rich Purple and Red Corn Extracts on Human Colorectal Cancer Cell Proliferation in Vitro. *Journal of Functional Foods*. 2017. Vol. 34. Pp. 254–265. DOI: 10.1016/j.jff.2017.04.038.
7. Patras, A.; Brunton, N.P.; O'Donnell, C.; Tiwari, B.K. Effect of Thermal Processing on Anthocyanin Stability in Foods; Mechanisms and Kinetics of Degradation. *Trends in Food Science and Technology*. 2010. Vol. 21, Iss. 1. Pp. 3–11. DOI: 10.1016/j.tifs.2009.07.004.
8. Sui, X.; Dong, X.; Zhou, W. Combined Effect of pH and High Temperature on the Stability and Antioxidant Capacity of Two Anthocyanins in Aqueous Solution. *Food Chemistry*. 2014. Vol. 163. Pp. 163–170. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.04.075.
9. Elliott, J.G. Application of Antioxidant Vitamins in Foods and Beverages. *Food Technology*. 1999. Vol. 53, No. 2. Pp. 46–48.
10. Freedman, L.; Francis, F.J.; Effect of Ascorbic Acid on Color of Jellies. *Journal of Food Science*. 1984. Vol. 49, Iss. 4. Pp. 1212–1213. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1984.tb10435.x.

Bibliography

1. Britton, G. *Biohimiya Prirodnyh Pigmentov* [Biochemistry of Natural Pigments]. M.: Mir, 1986. 422 p.
2. Flanigan, P.M.; Niemeyer, E.D. Effect of Cultivar on Phenolic Levels, Anthocyanin Composition, and Antioxidant Properties in Purple Basil (*Ocimum Basilicum* L.). *Food Chemistry*. 2014. Vol. 164. Pp. 518–526. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.05.061.
3. Nems, A.; Peksa, A.; Kucharska, A.Z.; Sokol-Letowska, A.; Kita, A.; Drozd, W.; Hamouz, K. Anthocyanin and Antioxidant Activity of Snacks with Colored Potato. *Food Chemistry*. 2015. Vol. 172. Pp. 175–182. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.09.033.
4. Mineo, S.; Noguchi, A.; Nagakura, Y.; Kabori, K.; Ohta, T.; Sakaguchi, E.; Ichiyanagi, T. Boysenberry Polyphenols Suppressed Elevation of Plasma Triglyceride Levels in Rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*. 2015. Vol. 61, iss. 4. Pp. 306–312. DOI: 10.3177/jnsv.61.306.
5. Sorrenti, V.; Vanella, L.; Acquaviva, R.; Cardile, V.; Giofre, S.; Di Giacomio, C. Cyanidin Induces Apoptosis and Differentiation in Prostate Cancer Cells. *International Journal of Oncology*. 2015. Vol. 47, Iss. 4. Pp. 1303–1310. DOI: 10.3892/ijo.2015.3130.
6. Mazewski, C.; Liang, K.; Gonzalezde Mejia, E. Inhibitory Potential of Anthocyanin-Rich Purple and Red Corn Extracts on Human Colorectal Cancer Cell Proliferation in Vitro. *Journal of Functional Foods*. 2017. Vol. 34. Pp. 254–265. DOI: 10.1016/j.jff.2017.04.038.
7. Patras, A.; Brunton, N.P.; O'Donnell, C.; Tiwari, B.K. Effect of Thermal Processing on Anthocyanin Stability in Foods; Mechanisms and Kinetics of Degradation. *Trends in Food Science and Technology*. 2010. Vol. 21, Iss. 1. Pp. 3–11. DOI: 10.1016/j.tifs.2009.07.004.
8. Sui, X.; Dong, X.; Zhou, W. Combined Effect of pH and High Temperature on the Stability and Antioxidant Capacity of Two Anthocyanins in Aqueous Solution. *Food Chemistry*. 2014. Vol. 163. Pp. 163–170. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.04.075.
9. Elliott, J.G. Application of Antioxidant Vitamins in Foods and Beverages. *Food Technology*. 1999. Vol. 53, No. 2. Pp. 46–48.
10. Freedman, L.; Francis, F.J.; Effect of Ascorbic Acid on Color of Jellies. *Journal of Food Science*. 1984. Vol. 49, Iss. 4. Pp. 1212–1213. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1984.tb10435.x.

11. Chung, C.; Rojanasasithara, T.; Mutilangi, W.; McClements, D.J. Enhanced Stability of Anthocyanin-Based Color in Model Beverage Systems Through Whey Protein Isolate Complexation. *Food Research International*. 2015. Vol. 76, part 3. Pp. 761–768. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.07.003.
12. García-Viguera, C.; Zafrilla, P.; Artés F.; Romero, F.; Abellán P.; Tomás-Barberán, F.A. Colour and Anthocyanin Stability of Red Raspberry Jam. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1998. Vol. 78. Pp. 565–573.
13. Pacheco-Palencia, L.A.; Hawken, P.; Talcott, S.T. Phytochemical, Antioxidant and Pigment Stability of Açai (*Euterpe Oleracea* Mart.) as Affected by Clarification, Ascorbic Acid Fortification and Storage. *Food Research International*. 2007. Vol. 40, Iss. 5. Pp. 620–628. DOI: 10.1016/j.foodres.2006.11.006.
14. Ivanova, V.; Dornyei, A.; Mark, L.; Vojnoski, B.; Stafilov, T.; Stefova, M.; Kilar, F. Polyphenolic Content of Vranec Wines Produced by Different Vinification Conditions. *Food Chemistry*. 2011. Vol. 124, Iss. 1. Pp. 316–325. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.06.039.
15. Hernández-Herrero, J.A.; Frutos, M.J. Influence of Rutin and Ascorbic Acid in Colour, Plum Anthocyanins and Antioxidant Capacity Stability in Model Juices. *Food Chemistry*. 2015. Vol. 173. Pp. 495–500. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.10.059.
16. De Rosso, V.V.; Mercadante, A.Z. The High Ascorbic Acid Content is the Main Cause of the low Stability of Anthocyanin Extracts from Acerola. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 103, Iss. 3. Pp. 935–943. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.09.047.
17. García-Viguera, C.; Bridle, P. Influence of Structure on Colour Stability of Anthocyanins and Flavylum Salts with Ascorbic Acid. *Food Chemistry*. 1999. Vol. 64. Pp. 21–26. DOI: 10.1016/S0308-8146(98)00107-1.
11. Chung, C.; Rojanasasithara, T.; Mutilangi, W.; McClements, D.J. Enhanced Stability of Anthocyanin-Based Color in Model Beverage Systems Through Whey Protein Isolate Complexation. *Food Research International*. 2015. Vol. 76, part 3. Pp. 761–768. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.07.003.
12. García-Viguera, C.; Zafrilla, P.; Artés F.; Romero, F.; Abellán P.; Tomás-Barberán, F.A. Colour and Anthocyanin Stability of Red Raspberry Jam. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1998. Vol. 78. Pp. 565–573.
13. Pacheco-Palencia, L.A.; Hawken, P.; Talcott, S.T. Phytochemical, Antioxidant and Pigment Stability of Açai (*Euterpe Oleracea* Mart.) as Affected by Clarification, Ascorbic Acid Fortification and Storage. *Food Research International*. 2007. Vol. 40, Iss. 5. Pp. 620–628. DOI: 10.1016/j.foodres.2006.11.006.
14. Ivanova, V.; Dornyei, A.; Mark, L.; Vojnoski, B.; Stafilov, T.; Stefova, M.; Kilar, F. Polyphenolic Content of Vranec Wines Produced by Different Vinification Conditions. *Food Chemistry*. 2011. Vol. 124, Iss. 1. Pp. 316–325. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.06.039.
15. Hernández-Herrero, J.A.; Frutos, M.J. Influence of Rutin and Ascorbic Acid in Colour, Plum Anthocyanins and Antioxidant Capacity Stability in Model Juices. *Food Chemistry*. 2015. Vol. 173. Pp. 495–500. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.10.059.
16. De Rosso, V.V.; Mercadante, A.Z. The High Ascorbic Acid Content is the Main Cause of the low Stability of Anthocyanin Extracts from Acerola. *Food Chemistry*. 2007. Vol. 103, Iss. 3. Pp. 935–943. DOI: 10.1016/j.foodchem.2006.09.047.
17. García-Viguera, C.; Bridle, P. Influence of Structure on Colour Stability of Anthocyanins and Flavylum Salts with Ascorbic Acid. *Food Chemistry*. 1999. Vol. 64. Pp. 21–26. DOI: 10.1016/S0308-8146(98)00107-1.

Информация об авторах / Information about Authors

**Чеснокова
Наталья Юрьевна**
Chesnokova,
Natalia Yurievna

Тел./Phone: +7 (423) 265-24-24
E-mail: chesn_natali@mail.ru

Кандидат биологических наук, доцент, доцент департамента пищевых наук и технологий

Дальневосточный федеральный университет
690950, Российская Федерация, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

Candidate of Biological Science, Associate Professor, Associate Professor of the Food Science and Technology Department
Far Eastern Federal University
690950, Russian Federation, Vladivostok, Sukhanova St., 8

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3713-8831>

**Ашихмин
Егор Александрович**
Ashikhmin
Egor Aleksandrovich

Тел./Phone: +7 (423) 265-24-24
E-mail: egorash98@mail.ru

Магистрант департамента пищевых наук и технологий
Дальневосточный федеральный университет

690950, Российская Федерация, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.

Master Bachelor of the Department of the Food Science and Technology Department
Far Eastern Federal University
690950, Russian Federation, Vladivostok, Sukhanova St., 8

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6894-0942>