

Разработка купажей растительных масел для здорового питания

Наталья Л. Клейменова¹ klesha78@list.ru  0000-0002-1462-4055¹ Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

Аннотация. Проведен анализ растительных масел в соответствии с рекомендациями физиологических потребностей для разных групп населения и ФАО/ВОЗ для удовлетворения потребности употребления растительных масел. Целью работы является создание купажей растительных масел с оптимизированным составом полиненасыщенных жирных кислот ω_3 , ω_6 , ω_9 для здорового питания человека. Объекты исследования - растительные масла, полученные методом холодного прессования из расторопши, подсолнечника, рапса и рыжика. Проведен анализ жирнокислотного состава масел с помощью газовой хроматографии. Установлено, что наибольшее количество ω_6 содержится в масле подсолнечном – 66%, в масле расторопши – 53%, в масле рапсовом – 20%, в масле рыжиковом – 17%. Масло рыжиковое богато ω_3 – 37%, масло рапсовое ω_9 – 59%, что соответствует нормам для указанных видов масел. С помощью метода линейного программирования представлен расчет четырехкомпонентных купажей из различных видов масел, сбалансированных по ω_3 , ω_6 , ω_9 в соответствии с нормами, рекомендуемыми для удовлетворения суточной потребности питания человека. Спроектированы купажи растительных масел. Установлено соотношение в купажах жирных кислот ω_3 : ω_6 : ω_9 - 1:1,5:1,3. С помощью моделирования получено 5 купажей растительных масел с различным составом. На основании полученных данных рассчитаны частные функции желательности для каждого купажа и общий показатель Харрингтона. Получены значения функций желательности, которые превышают 0,9 и обобщенный критерий Харрингтона, имеющий значение 0,97, что соответствует стандартному уровню шкалы желательности «отлично». В связи с этим можно утверждать, что полученные купажи обладают сбалансированным составом. Следует отметить, что следующим этапом должны быть дегустационные исследования с целью получения удовлетворительных органолептических показателей.

Ключевые слова: купаж, масло подсолнечное, масло расторопши, масло рыжиковое, масло рапсовое

Development of blends of vegetable oils for a healthy diet

Natalia L. Kleymenova¹ klesha78@list.ru  0000-0002-1462-4055¹ Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

Abstract. The analysis of vegetable oils was carried out in accordance with the recommendations of physiological needs for different groups of the population and FAO / WHO to meet the need for the consumption of vegetable oils. The aim of the work is to create blends of vegetable oils with an optimized composition of polyunsaturated fatty acids ω_3 , ω_6 , ω_9 for healthy human nutrition. The objects of research are vegetable oils obtained by cold pressing from milk thistle, sunflower, rapeseed and camelina. The analysis of the fatty acid composition of the oils was carried out using gas chromatography. It was found that the greatest amount of ω_6 is contained in sunflower oil – 66%, in milk thistle oil – 53%, in rapeseed oil 20%, in camelina oil 17%. Camelina oil is rich in ω_3 – 37%, rapeseed oil ω_9 – 59%, which corresponds to the standards for these types of oils. Using the method of linear programming, the calculation of four-component blends of various types of oils, balanced by ω_3 , ω_6 , ω_9 , in accordance with the norms recommended for satisfying the daily nutritional needs of a person is presented. Blends of vegetable oils were designed. The ratio in fatty acid blends ω_3 : ω_6 : ω_9 - 1: 1.5: 1.3 has been established. By means of modeling, 5 blends of vegetable oils with different compositions were obtained. Based on the data obtained, the partial desirability functions for each blend and the general Harrington index were calculated. The values of the desirability functions that exceed 0.9 and the generalized Harrington criterion of 0.97 were obtained, which corresponds to the standard level of the desirability scale "excellent". In this regard, it can be argued that the resulting blends have a balanced composition. It should be noted that the next step is a tasting studies in order to obtain satisfactory organoleptic characteristics.

Keywords: blend, sunflower oil, milk thistle oil, camelina oil, rapeseed oil

Введение

Перспективным направлением в пищевой промышленности является получение традиционных продуктов с повышенной биологической ценностью оптимизацией количества и соотношения полиненасыщенных жирных кислот. Повышенная биологическая ценность характеризует качественное и количественное содержание полиненасыщенных жирных кислот, а также является критерием функциональности для растительных масел.

В настоящее время получаемые различные виды масел массового производства не оптимальны по физиологическому показателю – жирнокислотному составу. Поэтому необходимо увеличить ассортимент полезных для здоровья масел с новым составом и свойствами, а также применить рациональные технические решения для создания купажированных продуктов. Актуальность исследования заключается в изменении потребительских свойств новых купажей из растительных масел.

Для цитирования

Клейменова Н.Л. Разработка купажей растительных масел для здорового питания // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 1. С. 187–191. doi:10.20914/2310-1202-2021-1-187-191

For citation

Kleymenova N.L. Development of blends of vegetable oils for a healthy diet. *Vestnik VGUET* [Proceedings of VSUET]. 2021. vol. 83. no. 1. pp. 187–191. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2021-1-187-191

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

Известно множество работ, в которых представлено, что жиры должны быть в рационе питания человека в необходимом количестве и определенном соотношении [1, 2]. Также проведены исследования о влиянии полиненасыщенных жирных кислот на организм, оказывающих лечебный эффект: благоприятное воздействие при болезнях сердца, сахарном диабете, хронических заболеваниях глаз, онкологических заболеваниях [3-6]. Эти кислоты поступают в организм человека в разном количестве, но максимальный эффект от их воздействия достигается при определенном соотношении ω_3 , ω_6 , ω_9 . Известен рациональный уровень потребления жирных кислот в количестве 11 г/сут [7].

Исследователи изучают не только количественную составляющую жиров, но и сбалансированность состава (наличие полиненасыщенных жирных кислот, биологически активных веществ), низкую окислительную способность при хранении масел, их безопасность [8]. Следовательно, требуется проведение исследований в данной области.

В нормах физиологических потребностей для разных групп населения установлены рекомендуемые количества потребления жиров – 80 – 100 г/сутки [9]. На основе ФАО/ВОЗ нормы потребления жиров составляют около 3% для ω_6 и 0,5% для ω_3 , но для борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями рекомендуют до 9% ω_6 и 2% ω_3 [10]. Употребление большого количества ω_3 и ω_6 приводит к неблагоприятным последствиям. В связи с этим, рекомендуется употреблять около 35% жиров для здорового рациона человека, употребление меньшего количества приводит к их недостатку [11].

Поэтому целью работы является создание купажей растительных масел с оптимизированным составом полиненасыщенных жирных кислот ω_3 , ω_6 , ω_9 для здорового питания человека, снижающих риск развития заболеваний за счет пищевых ингредиентов [12, 13]. Задачей исследования является определение жирнокислотного состава масел с полиненасыщенными жирными кислотами, включающими ω_3 , ω_6 , ω_9 , расчет купажей исследуемых масел. Для получения таких продуктов рекомендуется применять не менее двух масел с содержанием линолевой, линоленовой и олеиновой кислот.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования выбраны растительные масла, полученные методом холодного прессования из рапсорпши, подсолнечника, рапса и рыжика. На первом этапе проводились исследования по жирнокислотному составу растительных масел с помощью

газовой хроматографии [14–16]. Идентификацию образцов определяли с использованием эталонных смесей метиловых эфиров жирных кислот, информация о которых достоверна. При проведении исследований учитывалась повторяемость результатов, которая составила 5 раз.

Для создания купажа использован метод оптимизации – линейного программирования, учитывающий содержание полиненасыщенных жирных кислот и их соотношение для исследуемых масел [17].

При использовании мультипликативной модели определены максимумы обобщенного критерия по формуле

$$D = \sqrt[m]{\prod_{i=1}^m d_i},$$

где D – обобщенный критерий моделирования, $D \in [1]$; d_i – частные критерии по каждому из i -х факторов.

Частные критерии находили в соответствии с эталонным значением.

Определен максимум обобщенного критерия моделирования по формуле

$$b_i = \frac{\sum_{k=1}^n b_{ik} c_k x_k}{\sum_{k=1}^n c_k x_k},$$

где c_k – массовая доля компонентов масла, %; b_{ik} – массовая доля компонентов k -го ингредиента, которые входят в c_k в X_i ингредиенте рецептуры.

Затем вычисляются значения частных функций желательности каждого компонента. Чтобы найти частные критерии, использованы значения функции Харрингтона, которые могут быть сгруппированы в шкалу желательности.

Результаты и обсуждение

Проведен анализ состава исследуемых образцов масел по наличию полиненасыщенных жирных кислот. Наибольшее количество ω_6 содержится в масле подсолнечном – 66%, в масле рапсорпши – 53%, в масле рапсовом – 20%, в масле рыжиковом – 17%. Масло рыжиковое богато ω_3 – 37%, масло рапсовое ω_9 – 59%, что соответствует нормам для указанных видов масел (рисунок 1) [18].

Для эффективного получения функциональных продуктов важным аспектом является использование нерафинированных масел с повышенной биологической ценностью [19, 20]. В качестве источника богатого ω_6 использовали масло рапсорпши. Добавление в купажи масла рыжикового позволит сбалансировать состав по ω_3 .

По результатам проектирования получены следующие четырехкомпонентные купажи с соотношением $\omega_3 : \omega_6 : \omega_9$ (рисунок 2).

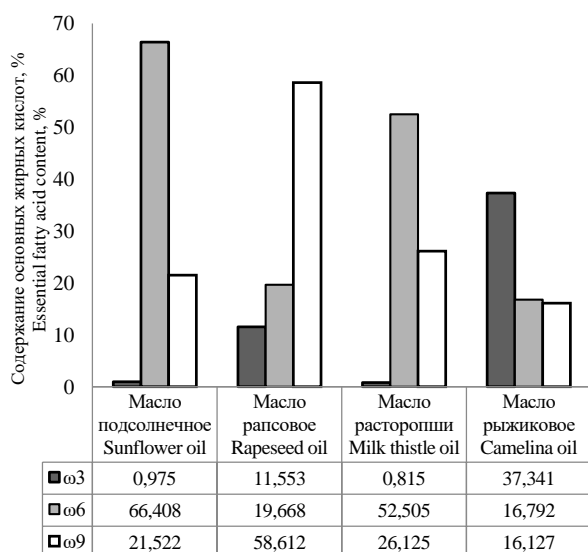


Рисунок 1. Состав исследуемых образцов масел по наличию полиненасыщенных жирных кислот

Figure 1. Composition of the studied oil samples by the presence of polyunsaturated fatty acids

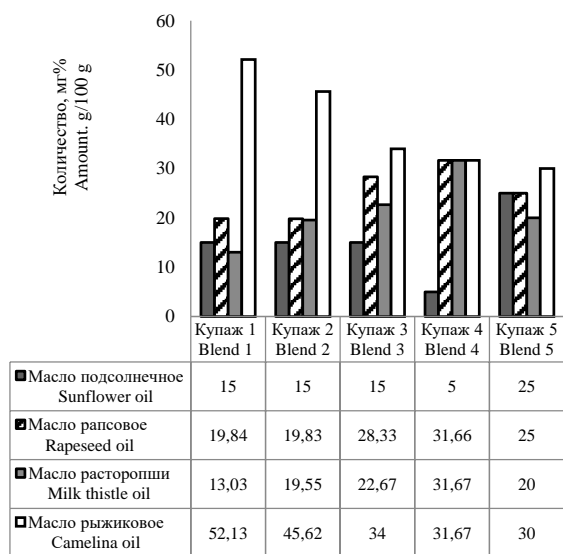


Рисунок 2. Результаты проектирования четырехкомпонентных купажей

Figure 2. Results of designing four-component blends

Установлено соотношение жирных кислот $\omega_3 : \omega_6 : \omega_9 = 1:1,5:1,3$. На основании полученных данных рассчитаны частные функции желательности для каждого купажа и общий показатель Харрингтона (рисунок 3).

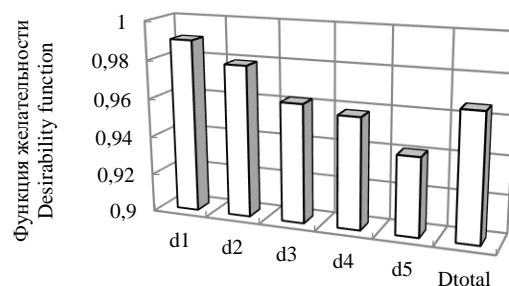


Рисунок 3. Частные критерии (d_i) и обобщенный критерий моделирования функции желательности растительных масел $D_{\text{общ}}$: d_1 – купаж 1, d_2 – купаж 2, d_3 – купаж 3, d_4 – купаж 4, d_5 – купаж 5

Figure 3. Partial criteria (d_i) and generalized criterion for modeling the desirability function of vegetable oils D_{total} : d_1 – blend 1, d_2 – blend 2, d_3 – blend 3, d_4 – blend 4, d_5 – blend 5

С помощью моделирования получено 5 купажей с различным составом, отвечающие современным требованиям питания, о чем свидетельствуют полученные данные. Анализ рисунка позволил сделать вывод, что значения функций желательности превышают 0,9, обобщенный критерий Харрингтона имеет значение 0,97. Следовательно, полученное значение соответствует стандартному уровню шкалы желательности «отлично». Поэтому можно утверждать, что полученные купажи обладают сбалансированным составом.

Заключение

Для создания функциональных пищевых продуктов использован безопасный и простой способ получения купажей при смешивании различных видов масел. Установлено, что наибольшее количество ω_6 содержится в масле подсолнечном – 66%, в масле расторопши – 53%, в масле рапсовом 20%, в масле рыжиковом – 17%. Масло рыжиковое содержит ω_3 в количестве – 37%, масло рапсовое ω_9 – 59%, что соответствует нормам для указанных видов масел.

С помощью программы Generic 2.0 проведено моделирование содержания концентрации исследуемых компонентов. Таким образом, установлен сбалансированный состав разработанных рецептур масел для перспективного использования в лечебно-профилактическом питании. Результаты анализа купаживания подтверждаются высокими значениями функции Харрингтона. Предложены рецептуры купажей, которые рекомендуется применять для функционального питания. Следующим этапом работы должна стать оптимизация купажей растительных масел, основанная на реологических и органолептических характеристиках.

Литература


- 1 Зайцева Л.В. Роль различных жирных кислот в питании человека и при производстве пищевых продуктов // Пищевая промышленность. 2010. № 10. С. 60–63.
- 2 Le Q., Lay H., Wu M. et al. Phytoconstituents and pharmacological activities of *Silybum marianum* (Milk Thistle) // American Journal of Essential Oils and Natural Products. 2018. V. 6 (4). P. 41–47.
- 3 Wang N., Duan C., Geng X., Li S. et al. One step rapid dispersive liquid-liquid micro-extraction with in-situ derivatization for determination of aflatoxins in vegetable oils based on high performance liquid chromatography fluorescence detection // Food chemistry. 2019. V. 287. P. 333–337. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.02.099
- 4 Lefort N., LeBlanc R., Giroux M.A., Surette M.E. Consumption of *Buglossoides arvensis* seed oil is safe and increases tissue long-chain n-3 fatty acid content more than flax seed oil—results of a phase I randomised clinical trial // Journal of nutritional science. 2016. V. 5. doi: 10.1017/jns.2015.34
- 5 Wong T.C., Chen Y.T., Wu P.Y., Chen T.W. et al. Ratio of dietary ω -3 and ω -6 fatty acids independent determinants of muscle mass in hemodialysis patients with diabetes // Nutrition. 2016. V. 32. P. 989–994. doi: 10.1016/j.nut.2016.02.015
- 6 Hashempour-Baltork F., Torbati M., Azadmard-Damarchi S., Savage G.P. Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects // Trends Food Sci. Technol. 2016. V. 5. P. 52–58. doi: 10.1016/j.tifs.2016.09.007
- 7 Владыкина Д.С., Ламоткин С.А., Колногоров К.П., Ильина Г.Н. и др. Разработка купажей растительных масел со сбалансированным жирнокислотным составом // Химия, технология органических веществ и биотехнология. 2015. № 4. С. 240–245.
- 8 Rokosik E., Dwiecki K., Siger A. The quality of cold-pressed rapeseed oil obtained from seeds of *Brassica napus* L. with increased moisture content // Acta Sci. Pol. Technol. Aliment. 2019. V. 18 (2). P. 205–218. doi: 10.17306/J.AFS.2019.0672
- 9 МР 2.3.1.2432–08. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации: утв. Роспотребнадзором 18.12.2008. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200076084>
- 10 Freese J., Pricop-Jeckstadt M., Heuer T., Clemens M. et al. Determinants of consumption-day amounts applicable for the estimation of usual dietary intake with a short 24-h food list // Journal of nutritional science. 2016. V. 5. doi: 10.1017/jns.2016.26
- 11 AFSSA. Opinion of the French Food Safety Agency (AFSSA) on the update of French population reference intakes (ANCs) for fatty acids. 2010. URL: <https://www.anses.fr/en/system/files/NUT2006sa0359EN.pdf>
- 12 Tortosa-Caparrós E., Navas-Carrillo D., Marin F., Ourenés-Pinero E. Anti-inflammatory effect of polyunsaturated omega-3 and omega-6 fatty acids in cardiovascular diseases and metabolic syndrome // Crit Rev Food Sci Nutr. 2017. V. 57(16). P. 3421–3429.
- 13 Артюхова С.И., Бондарева Г.И. Об актуальности использования рыжикового масла при производстве использования рыжикового масла при производстве биопроductов для питания студентов // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 8 (1) С. 102.
- 14 ГОСТ 31665–2012. Масла растительные и жиры животные. Получение метиловых эфиров жирных кислот.
- 15 Клейменова Н.Л. Исследование функционального состава подсолнечного масла, полученного методом холодного прессования // Ползуновский вестник. 2020. № 2. С. 23–26. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.005
- 16 Клейменова Н.Л. Жирнокислотный состав масла семян рапсосте пятнистой, полученного методом холодного прессования // Вестник ВГУИТ. 2020. Т. 81. № 2. С. 201–209. doi: 10.20914/2310-1202-2020-4-102-106
- 17 Усатиков С.В., Тимофеев Т.И., Руденко О.В., Никонович С.Н. и др. Оценка эффективности использования компьютерной программы при создании смесей растительных масел для здорового питания // Фундаментальные исследования. 2015. № 10. С. 314–317.
- 18 CXS 210–1999 Standard for named vegetable oils. Adopted in 1999. Revised in 2001, 2003, 2009, 2017, 2019. Amended in 2005, 2011, 2013, 2015, 2019.
- 19 Кондратова И.И. и др. Купажированное растительное масло для геродиетического питания // Пищевая промышленность: наука и технологии. 2010. № 4. С. 21–26.
- 20 Рошина Н.Н., Егорова Е.Ю. Разработка рецептуры трехкомпонентных растительных масел, оптимизированных по составу жирных кислот и витаминов // Известия Вузов. Пищевая технология. 2011. № 5–6. С. 32–34.

References


- 1 Zaitseva L.V. The role of various fatty acids in human nutrition and in the production of food products. Food Industry. 2010. vol. 10. pp. 60–63. (in Russian).
- 2 Le Q., Lay H., Wu M. et al. Phytoconstituents and pharmacological activities of *Silybum marianum* (Milk Thistle). American Journal of Essential Oils and Natural Products. 2018. vol. 6 (4). pp. 41–47.
- 3 Wang N., Duan C., Geng X., Li S. et al. One step rapid dispersive liquid-liquid micro-extraction with in-situ derivatization for determination of aflatoxins in vegetable oils based on high performance liquid chromatography fluorescence detection. Food chemistry. 2019. vol. 287. pp. 333–337. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.02.099
- 4 Lefort N., LeBlanc R., Giroux M.A., Surette M.E. Consumption of *Buglossoides arvensis* seed oil is safe and increases tissue long-chain n-3 fatty acid content more than flax seed oil—results of a phase I randomised clinical trial. Journal of nutritional science. 2016. vol. 5. doi: 10.1017/jns.2015.34
- 5 Wong T.C., Chen Y.T., Wu P.Y., Chen T.W. et al. Ratio of dietary ω -3 and ω -6 fatty acids independent determinants of muscle mass in hemodialysis patients with diabetes. Nutrition. 2016. vol. 32. pp. 989–994. doi: 10.1016/j.nut.2016.02.015
- 6 Hashempour-Baltork F., Torbati M., Azadmard-Damarchi S., Savage G.P. Vegetable oil blending: A review of physicochemical, nutritional and health effects. Trends Food Sci. Technol. 2016. vol. 5. pp. 52–58. doi: 10.1016/j.tifs.2016.09.007

- 7 Vladykina D.S., Lamotkin S.A., Kolnagorov K.P., Ilyina G.N. et al. Development of blends of vegetable oils with a balanced fatty acid composition. Chemistry, technology of organic substances and biotechnology. 2015. no. 4. pp. 240–245. (in Russian).
- 8 Rokosik E., Dwiecki K., Siger A. The quality of cold-pressed rapeseed oil obtained from seeds of *Brassica napus* L. with increased moisture content. Acta Sci. Pol. Technol. Aliment. 2019. vol. 18 (2). pp. 205–218. doi: 10.17306/J.AFS.2019.0672
- 9 MR 2.3.1.2432–08. Norms of physiological needs in energy and food substances for various groups of the population of the Russian Federation: methodological recommendations: approved. Rospotrebnadzor 18.12.2008. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200076084> (in Russian).
- 10 Freese J., Pricop-Jeckstadt M., Heuer T., Clemens M. et al. Determinants of consumption-day amounts applicable for the estimation of usual dietary intake with a short 24-h food list. Journal of nutritional science. 2016. vol. 5. doi: 10.1017/jns.2016.26
- 11 AFSSA. Opinion of the French Food Safety Agency (AFSSA) on the update of French population reference intakes (ANCs) for fatty acids. 2010. Available at: <https://www.anses.fr/en/system/files/NUT2006sa0359EN.pdf>
- 12 Tortosa-Caparrós E., Navas-Carrillo D., Marin F., Ourenes-Pinero E. Anti-inflammatory effect of polyunsaturated omega-3 and omega-6 fatty acids in cardiovascular diseases and metabolic syndrome. Crit Rev Food Sci Nutr. 2017. vol. 57(16). pp. 3421–9.
- 13 Artyukhova S.I., Bondareva G.I. On the relevance of the use of camelina oil in the production of the use of camelina oil in the production of bio-products for the nutrition of students. International Journal of Experimental Education. 2015. vol. 8 (1). pp. 102. (in Russian).
- 14 GOST 31665–2012. Vegetable oils and animal fats. Preparation of methyl esters of fatty acids. (in Russian).
- 15 Kleimenova N.L. Investigation of the functional composition of sunflower oil obtained by the method of cold pressing. Polzunovsky vestnik. 2020. vol. 2. pp. 23–26. doi: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.005 (in Russian).
- 16 Kleimenova N.L. Fatty acid composition of milk thistle seed oil obtained by cold pressing. Proceedings of VSUET. 2020. vol. 81(2). pp. 201–209. doi: 10.20914/2310-1202-2020-4-102-106 (in Russian).
- 17 Usatkov S.V., Timofeenko T.I., Rudenko O.V., Nikonovich S.N. et al. Evaluation of the effectiveness of using a computer program when creating mixtures of vegetable oils for healthy nutrition. Fundamental Research. 2015. vol. 10. pp. 314–317. (in Russian).
- 18 CXS 210–1999 Standard for named vegetable oils Adopted in 1999. Revised in 2001, 2003, 2009, 2017, 2019. Amended in 2005, 2011, 2013, 2015, 2019.
- 19 Kondratova I. et al. Blended vegetable oil for elderly persons nutrition. Food processing: science and technology. 2010. vol. 4. pp. 21–26. (in Russian).
- 20 Roshchina N.N., Egorova E.Yu. Development of the formulation of three-component vegetable oils optimized for the composition of fatty acids and vitamins. Izvestiya Vuzov. Food technology. 2011. vol. 5–6. pp. 32–34. (in Russian).

Сведения об авторах

Наталья Л. Клейменова к.т.н., доцент, кафедра управления качеством и технологии водных биоресурсов, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, klesha78@list.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1462-4055>

Information about authors

Natalia L. Kleymenova Cand. Sci. (Engin.), associate professor, quality management and technology of aquatic bioresources department, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, klesha78@list.ru
 <https://orcid.org/0000-0002-1462-4055>

Вклад авторов

Наталья Л. Клейменова написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

Contribution

Natalia L. Kleymenova wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила 23/01/2020	После редакции 18/02/2021	Принята в печать 04/03/2021
Received 23/01/2020	Accepted in revised 18/02/2021	Accepted 04/03/2021