

## Биотестирование овощных снеков

|                                       |                                                                |                                                                                                         |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Андрей В. Котельников <sup>1</sup>    | <a href="mailto:kotas@inbox.ru">kotas@inbox.ru</a>             |                      |
| Светлана В. Золотокопова <sup>1</sup> | <a href="mailto:zolotokopova@mail.ru">zolotokopova@mail.ru</a> |  0000-0002-2146-5443 |
| Анастасия А. Неваленная <sup>1</sup>  | <a href="mailto:nasty_n92@rambler.ru">nasty_n92@rambler.ru</a> |  0000-0002-8701-9171 |

<sup>1</sup> Астраханский государственный технический университет, ул. Татищева, стр. 16/1, г. Астрахань, 414056, Россия

**Аннотация.** Представлены результаты тестирования овощных снеков, разработанных по новой технологии с использованием лактулозы, для придания хрусткости продукту, без использования масла. Было проведено сравнение результатов биотестирования нового продукта с картофельными чипсами, приготовленными по традиционной технологии с использованием масла. Биотестирование овощных снеков проводили с использованием тест-объекта *Daphnia magna* Straus в возрасте от 6-24 часов. Продолжительность эксперимента составила 96 часов и проводилась в каждом образце в трех вариациях с различной кратностью разбавления 1:10, 1:100, 1:1000. По результатам тестирования для каждой анализируемой пробы заданного разбавления, в том числе контрольной, рассчитывали среднеарифметическое значение, выживших тест-организмов *Daphnia magna* Straus. Используемая методика биотестирования основана на определении смертности дафний при воздействии веществ, присутствующих в исследуемой водной вытяжке. В результате проведенных исследований выявлено, что в растворах водной вытяжки овощных снеков из свеклы и моркови, в технологии приготовления которых, использовалась лактулоза и лимонная кислота процент гибели тест-организмов составлял в пробах с разбавлением 1:10 – 33,3% и 26,6% соответственно. В водной вытяжке снеков из картофеля, приготовленных с лактулозой в пробах (1:10) процент гибели тест-организмов *Daphnia magna* Straus составлял 17,7%, а в аналогичных пробах чипсов, приготовленных по традиционной технологии 46,6%. При разбавлении проб 1:100 гибель тест - организмов значительно уменьшилась во всех образцах. При разбавлении проб 1:1000 все тест-организмы *Daphnia magna* Straus выжили. Таким образом, для проведения биотестирования овощных снеков с помощью *Daphnia magna* Straus для получения сравнимых результатов достаточно разбавлять образцы культивационной водой в соотношении 1:10. По результатам проведенного биотестирования *Daphnia magna* Straus было доказано, что овощные снеки, приготовленные без использования масла, имеют меньшую токсичность.

**Ключевые слова:** биотестирование, *Daphnia magna* Straus, овощные снеки, картофельные чипсы, лактулоза.

## Biotesting of vegetable snacks

|                                       |                                                                |                                                                                                           |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Andrey V. Kotelnikov <sup>1</sup>     | <a href="mailto:kotas@inbox.ru">kotas@inbox.ru</a>             |                      |
| Svetlana V. Zolotokopova <sup>1</sup> | <a href="mailto:zolotokopova@mail.ru">zolotokopova@mail.ru</a> |  0000-0002-2146-5443 |
| Anastasia A. Nevalennaya <sup>1</sup> | <a href="mailto:nasty_n92@rambler.ru">nasty_n92@rambler.ru</a> |  0000-0002-8701-9171 |

<sup>1</sup> Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Abstract.** The results of testing vegetable snacks developed using a new technology using lactulose to add crunchiness to the product, without the use of oil, are presented. The results of biotesting of the new product were compared with potato chips prepared according to the traditional technology using oil. Biotesting of vegetable snacks was carried out using a *Daphnia magna* Straus test object at the age of 6-24 hours. The duration of the experiment was 96 hours and was carried out in each sample in three variations with different dilution ratios 1:10, 1:100, 1:1000. Based on the test results, for each analyzed sample of a given dilution, including the control one, the arithmetic mean of the surviving test organisms *Daphnia magna* Straus was calculated. The used biotesting technique is based on the determination of daphnia mortality under the influence of substances present in the studied water extract. As a result of the studies, it was found that in solutions of aqueous extract of vegetable snacks from beets and carrots, in the preparation technology of which lactulose and citric acid were used, the percentage of death of test organisms in samples with a dilution of 1:10 was 33.3% and 26.6 % respectively. In the aqueous extract of potato snacks prepared with lactulose in samples (1:10), the percentage of death of *Daphnia magna* Straus test organisms was 17.7%, and in similar samples of chips prepared using traditional technology, 46.6%. When the samples were diluted 1:100, the death of test organisms was significantly reduced in all samples. When the samples were diluted 1:1000, all *Daphnia magna* Straus test organisms survived. Thus, to conduct biotesting of vegetable snacks with *Daphnia magna* Straus, to obtain comparable results, it is sufficient to dilute the samples with cultivation water in a ratio of 1:10. According to the results of the biotesting of *Daphnia magna* Straus, it was proved that vegetable snacks prepared without the use of oil have less toxicity.

**Keywords:** biotesting, *Daphnia magna* Straus, vegetable snacks, potato chips, lactulose.

### Введение

При разработке новых продуктов питания важную роль играет биотестирование наряду с использованием химических, физико-химических, микробиологических методов исследования. Химические методы исследования позволяют определить пищевую ценность разрабатываемого продукта питания, физико-химические характеризуют структурно-механические свойства и особенности состояния пищевых продуктов.

Для цитирования

Котельников А.В., Золотокопова С.В., Неваленная А.А. Биотестирование овощных снеков // Вестник ВГУИТ. 2023. Т. 85. № 1. С. 162–166. doi:10.20914/2310-1202-2023-1-162-166

Аналитические методы устанавливают наличие в продуктах различных веществ, как положительно влияющих на организм человека (белков, жиров, углеводов, минеральных веществ, витаминов), так и оказывающих отрицательное влияние (тяжелые металлы, антибиотики, пестициды и другие ксенобиотики), без выявления их биологической активности и влияния в совокупности на живые организмы. Биологическое тестирование позволяет выявить комплексное действие

For citation

Kotelnikov A.V., Zolotokopova S.V., Nevalennaya A.A. Biotesting of vegetable snacks. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2023. vol. 85. no. 1. pp. 162–166. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2023-1-162-166

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

пищевых и непищевых веществ и получить интегральное выражение в виде реакции живого организма [4, 12]. Так использование для этих целей высших животных не всегда благоприятно с этической и экономической точки зрения, поэтому возможно использование альтернативных видов тест-объектов (беспозвоночные, растения, микроорганизмы). Биологическую ценность молочных продуктов можно определять путем сравнения продолжительности продуктивного периода и жизни имаго комнатной мухи (*Musca domestica*) [8]. Также для контроля безопасности сырья и пищевых продуктов используют аксеническую культуру ресничных инфузорий *Tetrahymena pyriformis* [5, 6]. Одним из распространенных методов является биотестирование на луке репчатом (*Allium cepa* L.). Данная тест-система позволяет быстро и достоверно оценить цито- и генотоксическое влияние химического вещества и новых пищевых добавок на живые организмы [2, 3, 11, 13, 14–20]. Но наиболее известным экспресс-методом определения токсичности пищевых добавок и контроля качества продуктов питания на безопасность является биотестирование на дафниях [7, 9, 10]

Целью нашего исследования было определение качества разработанных нами овощных снеков методом биотестирования с использованием *Daphnia magna* Straus.

### Объекты и методы

Объектом исследования были овощные снеки из свеклы, моркови и картофеля, приготовленные по разработанным нами технологиям без использования масла [1], для сравнения были взяты картофельные чипсы приготовленные по традиционной технологии путем обжаривания в масле.

Готовые изделия представляли собой тонкие пластинки, обработанные лимонной кислотой и лактулозой, для сохранения цвета и приобретения хрусткости.

Образцы были приготовлены следующим образом: свеклу мыли, очищали от кожуры, нарезами на тонкие слайсы, обрабатывали растворами лимонной кислоты, бланшировали, наносили лактулозу и высушивали, получали хрустящие свекольные снеки, ярко-бордового цвета. Морковь мыли, очищали от кожуры, резали на тонкие слайсы, бланшировали и обрабатывали раствором лактулозы и высушивали. Получали тонкие хрустящие снеки оранжевого цвета. Картофель мыли, очищали от кожуры, резали на тонкие слайсы, бланшировали, обрабатывали лактулозой, высушивали. Получили тонкие хрустящие снеки светло-желтого цвета.

Для сравнения брали картофельные чипсы Lay's приготовленные по традиционной технологии путем обжаривания в масле.

Биотестирование проводили по ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.12–06 и ФР.1.39.2007.03222. В эксперименте использовалась синхронизированная культура *Daphnia magna* Straus – молодь в возрасте 6–24 часов, которая была выращена в лаборатории филиала ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Южному Федеральному округу» – «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Астраханской области»

Методика основана на определении смертности дафний (*Daphnia magna* Straus) при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной вытяжке, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ (контроль) за определенный период времени. Критерием острой токсичности служит гибель 50% и более дафний за 96 часов в исследуемом растворе при условии, что в контрольном эксперименте гибель не превышает 10%.

### Результаты и обсуждение

Проведение эксперимента по получению результатов по биотестированию овощных снеков проводилось в следующей последовательности.

10 г. исследуемых продуктов измельчали и заливали 100 мл культивационной воды. Культивационная вода состоит из 70% отстоянной водопроводной воды и 30% дистиллированной воды. Емкости для приготовления растворов подготавливаются в соответствии с установленными правилами. Приготовление растворов, разбавлений и проведение биотестирования выполняются при комнатной температуре. Температура культивационной и исследуемой вытяжки должна быть также доведена до комнатной температуры.

Так как нам не были известны токсикологические свойства исследуемых овощных снеков, то мы использовали несколько разведений 1:10; 1:100; 1:1000. Разведения делали, выполняя условие, что чем выше предполагаемая токсичность, тем большей должна быть кратность разбавлений исходной пробы.

Пробы исследуемых овощных снеков, высушенных до постоянной влажности в сушильном шкафу при температуре 1000 °С, перед биотестированием измельчали до размеров частиц 0,5–0,7 мм. Затем пробы просеивали через сито с размером ячейки 1 мм. Водную вытяжку готовили из соотношения твердая фаза: жидкость 1:10, в качестве жидкости для разведения использовали культивационную воду.

Далее полученную смесь встряхивали на аппарате «Шейкер перемешивающее устройство. ПЭ-0034» в течение 1,5–2-х часов, после чего пробу отстаивали в течение 30 минут. Затем водные вытяжки фильтровали через обеззоленный синий фильтр (производитель АО «ЭКРОС»). Полученная таким образом вытяжка является первой пробой, вторую и третью пробу получали разбавлением первой в 10 и 100 раз.

Затем с помощью сифона переносили 10 экземпляров живых дафний в возрасте 6–24 часов в приготовленные растворы. При проведении эксперимента учет выживших *Daphnia magna*

Straus проводили через 96 часов. Выжившими считали особи, свободно передвигающиеся в толще воды или всплывающие со дна сосуда не позднее 15 секунд после его легкого покачивания.

Эксперимент проводили с водной вытяжкой каждого образца в трех вариациях с различной кратностью разбавления 1:10, 1:100, 1:1000. По результатам тестирования для каждой анализируемой пробы заданного разбавления, в том числе контрольной, рассчитывали среднеарифметическое значение, выживших тест-организмов.

Результаты проведенного исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты биотестирования (культура *Daphnia magna* Straus – молодь в возрасте 6–24 часов)

Table 1.

Bioassay results (culture of *Daphnia magna* Straus – juveniles aged 6–24 hours)

| Тест-объект<br>Object   | Продолжительность<br>эксперимента, час<br>Experiment durarion, hour | Кратность<br>разбавления, раз<br>Multiplicity<br>of dilution, times | Количество выживших дафний, шт.<br>Количество выживших дафний, шт. |                                 | Доля гибели<br>тест-объекта, %<br>Percentage of death<br>of the test object, % |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                                                                     |                                                                     | контроль<br>control                                                | проба (n = 3)<br>sample (n = 3) |                                                                                |
| Снеки из свеклы         |                                                                     |                                                                     | Beetroot snacks                                                    |                                 |                                                                                |
| Daphnia magna<br>Straus | 96 часов<br>С 11.00 20.02.2023 до 11.00<br>24.02.2023               | 10                                                                  | 10/10/10                                                           | 6/7/7                           | 33,3                                                                           |
|                         |                                                                     | 100                                                                 |                                                                    | 9/9/10                          | 6,7                                                                            |
|                         |                                                                     | 1000                                                                |                                                                    | 10/10/10                        | 0,0                                                                            |
| Снеки из моркови        |                                                                     |                                                                     | Carrot snacks                                                      |                                 |                                                                                |
| Daphnia magna<br>Straus | 96 часов<br>С 11.00 20.02.2023 до 11.00<br>24.02.2023               | 10                                                                  | 10/10/10                                                           | 8/7/7                           | 26,6                                                                           |
|                         |                                                                     | 100                                                                 |                                                                    | 9/10/10                         | 3,3                                                                            |
|                         |                                                                     | 1000                                                                |                                                                    | 10/10/10                        | 0,0                                                                            |
| Снеки из картофеля      |                                                                     |                                                                     | Potato snacks                                                      |                                 |                                                                                |
| Daphnia magna<br>Straus | 96 часов<br>С 11.00 20.02.2023 до 11.00<br>24.02.2023               | 10                                                                  | 10/10/10                                                           | 8/9/8                           | 17,7                                                                           |
|                         |                                                                     | 100                                                                 |                                                                    | 10/10/9                         | 3,3                                                                            |
|                         |                                                                     | 1000                                                                |                                                                    | 10/10/10                        | 0,0                                                                            |
| Картофельные чипсы      |                                                                     |                                                                     | Potato chips                                                       |                                 |                                                                                |
| Daphnia magna<br>Straus | 96 часов<br>С 11.00 20.02.2023 до 11.00<br>24.02.2023               | 10                                                                  | 10/10/10                                                           | 5/5/6                           | 46,6                                                                           |
|                         |                                                                     | 100                                                                 |                                                                    | 9/8/8                           | 17,7                                                                           |
|                         |                                                                     | 1000                                                                |                                                                    | 10/10/10                        | 0,0                                                                            |

Исходя из данных таблицы, видно, что острая токсичность не проявляется ни в одном из исследуемых растворов, но приближается к этим значениям (46,6%) только в растворах с десятикратным разбавлением пробы картофельных чипсов, что обусловлено традиционной технологией приготовления путем обжаривания в масле и накоплением продуктов окисления в процессе хранения. Овощные снеки, приготовленные по новой технологии с использованием лактулозы, показали низкую токсичность даже при разведении 1:10. Но наименьшая токсичность при разведении 1:10 была у проб со снеками из картофеля, она составляла 17,7% погибших особей *Daphnia magna* Straus. У овощных снеков из свеклы и моркови, в технологии приготовления которых, использовалась лактулоза и лимонная кислота процент гибели тест-организмов составлял в пробах с разбавлением 1: 10 – 33,3%

и 26,6% соответственно. При разбавлении 1:100 гибель тест организмов значительно уменьшилась во всех пробах. При разбавлении проб 1:1000 все тест-организмы *Daphnia magna* Straus выжили. Таким образом, для проведения биотестирования овощных снеков с помощью *Daphnia magna* Straus для получения сравнимых результатов достаточно разбавлять образцы культивационной водой в соотношении 1:10.

### Закключение

В результате проведенных исследований по биотестированию овощных снеков с помощью тест-культуры *Daphnia magna* Straus было выявлено, что снеки из свеклы, моркови и картофеля, полученные по новой технологии проявляют меньшую токсичность, по сравнению с чипсами, полученными по традиционной технологии путем обжаривания в масле.

## Литература

- 1 Золотокопова С.В., Неваленная А.А., Миронов А.И., Павликова Р.П. Влияние технологических приемов на качество овощных снеков // Товароведение, технология и экспертиза: инновационные решения и перспективы развития: мат. III нац. науч.-практ. конф. Москва, 02 июня 2022 г. 2022. С. 57–62.
- 2 Зайцева М.В. Применение метода экспресс-биотестирования для оценки цито- и генотоксичности пищевых добавок // Перспективные исследования и новые подходы к производству и переработке сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: мат. XIII междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов организаций в сфере сельскохозяйственных наук, Углич, 28–30 октября 2019 г. С. 125–131.
- 3 Зайцева М.В., Сураева Н.М., Самойлов А.В. Оценка токсического потенциала смеси аспартама и сорбиновой кислоты на основе биотеста // Пищевые системы. 2022. Т. 5 № 1. С. 41–46. doi: 10.21323/2618-9771-2022-5-1-41-46
- 4 Зобкова З.С. Биотестирование как индикатор изучения синергетического эффекта в производстве творожных продуктов с коллагеном // Пищевая промышленность. 2023. № 2. С. 22–25. doi: 10.52653/PPI.2023.2.2.005
- 5 Карпенко Ю.В., Кращенко В.В. Биотестирование рыбной кулинарной продукции с использованием *Tetrahymena pyriformis* // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2019. № 3. С. 132–140. doi:10.24143/2073-5529-2019-3-132-140
- 6 Нитяга И.М., Уша Б.В., Морозова Е.Н., Викулова Л.В. Контроль безопасности сырья и пищевых продуктов с помощью методики определения острой токсичности на инфузориях // Пищевая промышленность. 2017. № 1. С. 48–49.
- 7 Мартынюк И.А. Разработка экспресс-методики определения токсичности пищевых добавок как один из методов экологического контроля качества продуктов питания на безопасность [Использование биотестирования на дафниях для оценки токсичности подсластителей на основе цикламатов] // Пища. Экология. Человек: мат. четвертой междунар. науч.-техн. конф. Москва, 2001. С. 260–264.
- 8 Сороколетов О.Н., Гаптар С.Л., Бгатов А.В. Применение биотестирования для оценки биологической ценности пищевых продуктов // Инновации и продовольственная безопасность. 2022. № 4 (38). С. 31–36. doi: 10.31677/2311-0651-2022-38-4-31-36
- 9 Суходоева Е.А. Определение токсичности различных сред с помощью тест-объекта дафний // Вестник КИГИТ. 2011. № 3 (16). С. 108–109.
- 10 Kaprelyants L., Pylypenko I. Development of preventive control concept of endoecological safety for foodstuffs in Ukraine // Сахаровские чтения 2018 года: экологические проблемы XXI века: мат. 18-й Междунар. науч. конф. в 3 частях. Часть 1. Минск, 2018. С. 266–267.
- 11 Liman R., Ciğerci İ.H., Gökçe S. Cytogenetic and genotoxic effects of Rosmaniric Acid on *Allium cepa* L. root meristem cells // Food and Chemical Toxicology. 2018. V. 121. P. 444-449. doi:10.1016/j.fct.2018.09.022
- 12 Sales I.M.S., Santos F.K.S., Sousa J.M.C., Silva F.C.C. et al. Acute toxicity of grape, plum and orange synthetic food flavourings evaluated in vivo test systems // Food Technology and Biotechnology. 2017. V. 55. №. 1. P. 131-137. doi:10.17113/ftb.55.01.17.4770
- 13 Koç K., Pandir D. All aspect of toxic effect of brilliant blue and sunset yellow in *Allium cepa* roots // Cytotechnology. 2018. V. 70. P. 449-463. doi:10.1007/s10616-017-0161-9.
- 14 Yuldashbek D.H., Koishiyeva G.J., Tashmetova G.E. Application of daphnia as a bioindicator in reservoirs of the turkestan region // Bulletin of the M. Kozybayev NKU. 2020. №. 4 (49). P. 189-197.
- 15 Perfilova O.V., Akishin D.V., Vinnitskaya V.F., Danilin S.I. et al. Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. V. 548. №. 8. P. 082071. doi: 10.1088/1755-1315/548/8/082071
- 16 Hastmann T.J., Bopp M., Fallon E.A., Rosenkranz R.R. et al. Factors influencing the implementation of organized physical activity and fruit and vegetable snacks in the HOPN after-school obesity prevention program // Journal of Nutrition Education and Behavior. 2013. V. 45. №. 1. P. 60-68. doi: 10.1016/j.jneb.2012.06.005
- 17 Lazzeri G., Pammolli A., Azzolini E., Simi R. et al. Association between fruits and vegetables intake and frequency of breakfast and snacks consumption: a cross-sectional study // Nutrition journal. 2013. V. 12. №. 1. P. 1-10. doi: 10.1186/1475-2891-12-123
- 18 Draxten M., Fulkerson J.A., Friend S., Flattum C.F. et al. Parental role modeling of fruits and vegetables at meals and snacks is associated with children's adequate consumption // Appetite. 2014. V. 78. P. 1-7. doi: 10.1016/j.appet.2014.02.017
- 19 Ciurzyńska A., Cieśluk P., Barwińska M., Marczak W. et al. Eating habits and sustainable food production in the development of innovative “healthy” snacks // Sustainability. 2019. V. 11. №. 10. P. 2800. doi: 10.3390/su11102800
- 20 Bisharat G.I., Lazou A.E., Panagiotou N.M., Krokida M.K. et al. Antioxidant potential and quality characteristics of vegetable-enriched corn-based extruded snacks // Journal of Food Science and Technology. 2015. V. 52. P. 3986-4000. doi: 10.1007/s13197-014-1519-z

## References

- 1 Zolotokopova S.V., Nevalennaya A.A., Mironov A.I., Pavlikova R.P. The influence of technological techniques on the quality of vegetable snacks. Commodity science, technology and expertise: innovative solutions and development prospects: mat. III national scientific practice. conf. Moscow, June 02, 2022, 2022. pp. 57-62. (in Russian).
- 2 Zaitseva M.V. Application of the express-biotesting method for assessing the cyto- and genotoxicity of food additives. Promising research and new approaches to the production and processing of agricultural raw materials and food: mat. XIII International scientific and practical conference of young scientists and specialists of organizations in the field of agricultural sciences. 2019. pp. 125-131. (in Russian).
- 3 Zaitseva M.V., Surava N.M., Samoilov A.V. Assessment of the toxic potential of a mixture of aspartame and sorbic acid based on biotest. Food systems. 2022. vol. 5 no. 1. pp. 41-46. doi: 10.21323/2618-9771-2022-5-1-41-46 (in Russian).
- 4 Zobkova Z.S. Biotesting as an indicator of studying the synergetic effect in the production of cottage cheese products with collagen. Food industry. 2023. no. 2. pp. 22-25. doi: 10.52653/PPI.2023.2.2.005 (in Russian).

- 5 Karpenko Yu.V., Kraschenko V.V. Biotesting of fish culinary products using *Tetrahymena pyriformis* // Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Fisheries. 2019. no. 3. pp. 132-140. doi:10.24143/2073-5529-2019-3-132-140 (in Russian).
- 6 Nityaga I.M., Usha B.V., Morozova E.N., Vikulova L.V. Safety control of raw materials and food products using methods for determining acute toxicity on infusoria. Food industry. 2017. no. 1. pp. 48-49. (in Russian).
- 7 Martynyuk I.A. Development of an express methodology for determining the toxicity of food additives as one of the methods of environmental quality control of food for safety [Using biotesting on daphnia to assess the toxicity of sweeteners based on cyclamates]. Food. Ecology. Man: mate. the fourth international scientific-technical conf. Moscow, 2001. pp. 260-264. (in Russian).
- 8 Sorokoletov O.N., Gaptar S.L., Bgatov A.V. Application of biotesting to assess the biological value of food products. Innovations and food security. 2022. no. 4 (38). pp. 31-36. doi: 10.31677/2311-0651-2022-38-4-31-36 (in Russian).
- 9 Sukhodoeva E.A. Determination of the toxicity of various media using a daphnia test object. Vestnik KIGIT. 2011. no. 3 (16). pp. 108-109. (in Russian).
- 10 Kaprelyants L., Pylypenko I. Development of preventive control concept of endoecological safety for foodstuffs in Ukraine. Sakharov Readings 2018: environmental problems of the XXI century: mat. The 18th International Scientific Conference in 3 parts. Part 1. Minsk, 2018. pp. 266-267.
- 11 Liman R., Ciğerci İ.H., Gökçe S. Cytogenetic and genotoxic effects of Rosmaniric Acid on *Allium cepa* L. root meristem cells. Food and Chemical Toxicology. 2018. vol. 121. pp. 444-449. doi:10.1016/j.fct.2018.09.022
- 12 Sales I.M.S., Santos F.K.S., Sousa J.M.C., Silva F.C.C. et al. Acute toxicity of grape, plum and orange synthetic food flavourings evaluated in vivo test systems. Food Technology and Biotechnology. 2017. vol. 55. no. 1. pp. 131-137. doi:10.17113/ftb.55.01.17.4770
- 13 Koç K., Pandir D. All aspect of toxic effect of brilliant blue and sunset yellow in *Allium cepa* roots. Cytotechnology. 2018. vol. 70. pp. 449-463. doi:10.1007/s10616-017-0161-9.
- 14 Yuldashbek D.H., Koishiyeva G.J., Tashmetova G.E. Application of daphnia as a bioindicator in reservoirs of the turkestan region. Bulletin of the M. Kozybayev NKU. 2020. no. 4 (49). pp. 189-197.
- 15 Perfilova O.V., Akishin D.V., Vinnitskaya V.F., Danilin S.I. et al. Use of vegetable and fruit powder in the production technology of functional food snacks. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2020. vol. 548. no. 8. pp. 082071. doi: 10.1088/1755-1315/548/8/082071
- 16 Hastmann T.J., Bopp M., Fallon E.A., Rosenkranz R.R. et al. Factors influencing the implementation of organized physical activity and fruit and vegetable snacks in the HOP'N after-school obesity prevention program. Journal of Nutrition Education and Behavior. 2013. vol. 45. no. 1. pp. 60-68. doi: 10.1016/j.jneb.2012.06.005
- 17 Lazzeri G., Pammolli A., Azzolini E., Simi R. et al. Association between fruits and vegetables intake and frequency of breakfast and snacks consumption: a cross-sectional study. Nutrition journal. 2013. vol. 12. no. 1. pp. 1-10. doi: 10.1186/1475-2891-12-123
- 18 Draxten M., Fulkerson J.A., Friend S., Flattum C.F. et al. Parental role modeling of fruits and vegetables at meals and snacks is associated with children's adequate consumption. Appetite. 2014. vol. 78. pp. 1-7. doi: 10.1016/j.appet.2014.02.017
- 19 Ciurzyńska A., Cieśluk P., Barwińska M., Marczak W. et al. Eating habits and sustainable food production in the development of innovative "healthy" snacks. Sustainability. 2019. vol. 11. no. 10. pp. 2800. doi: 10.3390/su11102800
- 20 Bisharat G.I., Lazou A.E., Panagiotou N.M., Krokida M.K. et al. Antioxidant potential and quality characteristics of vegetable-enriched corn-based extruded snacks. Journal of Food Science and Technology. 2015. vol. 52. pp. 3986-4000. doi: 10.1007/s13197-014-1519-z

**Сведения об авторах**

**Андрей В. Котельников** д.т.н., профессор, кафедра гидро-биологии и общей экологии, Астраханский государственный технический университет, ул. Татищева, стр. 16/1, г. Астрахань, 414056, Россия, kotas@inbox.ru

 <https://orcid.org/>

**Светлана В. Золотокопова** д.б.н., профессор, кафедра технологии товаров и товароведения, Астраханский государственный технический университет, ул. Татищева, стр. 16/1, г. Астрахань, 414056, Россия, zolotokopova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2146-5443>

**Анастасия А. Неваленная** к.т.н., доцент, кафедра технологии товаров и товароведения, Астраханский государственный технический университет, ул. Татищева, стр. 16/1, г. Астрахань, 414056, Россия, nasty\_n92@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8701-9171>

**Вклад авторов**

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

**Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Information about authors**

**Andrey V. Kotelnikov** Dr. Sci. (Engin.), professor, hydrobiology and general ecology department, Astrakhan State Technical University, st. Tatishcheva, 16/1, Astrakhan, 414056, Russia, kotas@inbox.ru

 <https://orcid.org/>

**Svetlana V. Zolotokopova** Dr. Sci. (Biol.), professor, product technology and commodity science department, Astrakhan State Technical University, st. Tatishcheva, 16/1, Astrakhan, 414056, Russia, zolotokopova@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-2146-5443>

**Anastasia A. Nevalennaya** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, product technology and commodity science department, Astrakhan State Technical University, st. Tatishcheva, 16/1, Astrakhan, 414056, Russia, nasty\_n92@rambler.ru

 <https://orcid.org/0000-0002-8701-9171>

**Contribution**

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

**Conflict of interest**

The authors declare no conflict of interest.

|                             |                                       |                                    |
|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Поступила</b> 16/01/2023 | <b>После редакции</b> 07/02/2023      | <b>Принята в печать</b> 01/03/2023 |
| <b>Received</b> 16/01/2023  | <b>Accepted in revised</b> 07/02/2023 | <b>Accepted</b> 01/03/2023         |