

УДК 574.64:504.064

DOI 10.25799/AR.2019.80.1.043

## Изучение возможности использования биотестирования для сравнительной оценки качества соков

**Леонова Ирина Борисовна**

Кандидат технических наук,  
доцент кафедры товароведения и товарной экспертизы,  
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,  
117997, Российская Федерация, Москва, переулок Стремянный, 36;  
e-mail: ibleonova@yandex.ru

**Бабанина Виктория Игоревна**

Студент,  
Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова,  
117997, Российская Федерация, Москва, переулок Стремянный, 36;  
e-mail: babaninavi@yandex.ru

### Аннотация

Биотестирование является методом интегральной оценки окружающей среды. При биотестировании проводится токсикологический анализ, используя утвержденные методики, учитывая суммарный эффект, вне зависимости от качественных и количественных характеристик тестируемой среды. Биотестирование применимо для оценки качества природных и сточных вод, почвы и отходов. Биотестирование является обязательным для определения V класса опасности отходов. Так же биотестирование можно применять при определении предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ и разработки нормативно допустимого сброса сточных вод. Биотестирование необходимо совмещать с методами физико-химического анализа. Репрезентативность данных полученных при биотестировании зависит от выбранных тест-объектов, их количества и использования утвержденной методики. Примером применения биотестирования в данном случае проведено исследование по оценке качества водопроводной воды на территории ПГНИУ. Данное исследование подтверждает необходимость использования биотестирования, но вместе с методами физико-химического анализа.

Не всегда есть возможность проводить комплексные научные исследования, требующие больших материальных затрат и специального оборудования. В таких случаях можно использовать метод биотестирования, получивший в последнее время широкое признание и распространенность. Под биотестированием - обычно понимают процедуру установления токсичности среды с помощью тест объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения жизненно важных функций у тест – объектов. Благодаря простоте, оперативности и доступности биотестирование получило широкое признание во всем мире и его все чаще используют наряду с методами аналитической химии.

**Для цитирования в научных исследованиях**

Леонова И.Б., Бабанина В.И. Изучение возможности использования биотестирования для сравнительной оценки качества соков // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2019. Том 9. № 1А. С. 419-427.

**Ключевые слова**

Сок, биотестирование, культивирование, *Tetrahymena pyriformis*, *Paramecium caudatum*, качество, сравнительная оценка.

**Введение**

В настоящее время соки для многих являются продуктом повседневного употребления и занимают соответствующее место в рационе благодаря лечебному и профилактическому действию, увеличивая сопротивляемость организма к инфекциям и оказывая позитивное воздействие в стрессовых ситуациях. Соки обеспечивают организм набором многих физиологически активных веществ – витаминов, минеральных веществ, ферментов, фитонутриентов, полифенолов, аминокислот и других, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека. С каждым годом потребление соков растет, и на сегодняшний день рынок соковой продукции активно развивается и характеризуется большим разнообразием видов продукции, используемого сырья, производителей, применяемой упаковки и нормативными требованиями к качеству. Качество и безопасность соков остаются одной из важнейших проблем, для решения которой необходимы современные подходы и методы. Обязательным является определение различных токсичных элементов свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, олово, хром; микотоксинов: патулин, нитраты; пестицидов: гексахлорциклопексан (альфа-, бета-, гамма- изомеры); ДДТ и его метаболиты; радионуклидов: цезий-137, стронций-90. Каждый из этих показателей имеет свой определенный допустимый уровень, и соответствие ему является для потребителя подтверждением безопасности и качества. (1,2). Однако комплексную оценку и тем более сравнительную оценку качества образцов одноименного товара провести крайне затруднительно. Одним из косвенных методов определения комплексного воздействия чего – либо на человека является исследование продукта методом биотестирования с использованием живых организмов – высших животных или альтернативных моделей, в том числе простейших. Биотестирование – это процедура установления токсичности среды с помощью живых объектов, сигнализирующих об опасности независимо от того, какие вещества и в каком сочетании вызывают изменения важных функций. Основные преимущества использования простейших состоят в их доступности, простоте и удобстве культивирования или хранения, достаточной чувствительности к содержащимся в объектах, в т.ч. пищевых продуктах многим токсичным соединениям. В настоящее время в биотестировании из нескольких десятков тест-культур наиболее часто используемыми при исследовании пищевых продуктов являются инфузории *Tetrahymena pyriformis* и *Paramecium caudatum*. Ядовитые вещества для человека и высших животных воздействуют на биотесты и при отсутствии у них чувствительности абсолютно ко всем ксенобиотикам, они являются достаточно объективными экспертами качества. Угнетение подвижности, гибель особей, их деформация и другие признаки свидетельствуют о токсичности продукта. Для оценки длительного воздействия малых концентраций действующих веществ тест-реакцией может служить гибель экспериментальных популяций монокультур за заданный период времени, изменение подвижности, скорость

размножения и гибель организмов [Бошданов, 2016, 97; Кокорин, 2015, 75; Колеснов, 2009, 40; Лаженцева, 2009, 109; Моисеенко, 2010, 50; Черемных, 2009, 37].

Целью настоящего исследования являлось изучение возможности использования метода биотестирования с использованием инфузорий для сравнительной оценки качества сока промышленного изготовления на примере яблочного.

Объекты исследования: образцы осветленного восстановленного яблочного сока известных торговых марок, приобретенные в розничной торговой сети и обозначенные под номерами 1-7, информация о производителе для данного исследования не является приоритетной и потому не приводится. Поведенные предварительные исследования по оценке качества соков по органолептическим и стандартным физико-химическим критериям показали соответствие исследованных образцов нормативным требованиям к качеству.

## Материалы и методы

Биотестирование с использованием культур *Tetrahymena pyriformis* и *Paramecium caudatum*. Использовали стандартные и модифицированные методики биотестирования (3,4,5). Культуру *Tetrahymena pyriformis* выращивали стандартным методом на традиционной среде культивирования, для чего использовали стерильную базовую пептонно-дрожжевую питательную среду, которую готовили с использованием дистиллированной воды и содержащую (в %): 0,5 глюкозы, 2 пептона бактериологического, 0,1 дрожжевого экстракта и 0,1 морской соли. Культивирование инфузорий осуществляли в лабораторных условиях при комнатной температуре (20±2°C) без доступа света путем пересева бактериологической петлей на свежую среду через каждые 7 суток. К среде с культурой добавляли яблочный сок в количестве в соответствии с задачей эксперимента. Наблюдения за поведением культуры проводили через 30 минут, 2, 4 и 24 часа. Для определения количества *Tetrahymena pyriformis* при развитии в присутствии яблочного сока в различных концентрациях проводили подсчет инфузорий через 24 часа культивирования. Количество клеток простейших считали в большом квадрате камеры Фукса-Розенталя. Культуру в среде тщательно перемешивали для получения однородной взвеси, отбирали в отдельную емкость 1 см<sup>3</sup> культуры, добавляли 1 каплю раствора йода для гибели простейших. Содержимое тщательно перемешивали и вносили стандартным методом в счетную камеру. При 100-кратном увеличении производили подсчет клеток инфузорий в 16 квадратах, исследования выполняли в трех повторностях.

При выполнении исследований с использованием *Paramecium caudatum* проводили изучение возможности развития инфузорий в присутствии яблочного сока. Проводили посев инфузорий на питательную среду Лозин-Лозинского с добавлением яблочного сока исследуемых образцов в количестве в соответствии с задачей эксперимента. Проводили наблюдение за поведением инфузорий, их состоянием и размножением в присутствии яблочного сока. Учитывали изменения поведенческих характеристик и накопление биомассы простейших в присутствии образцов яблочного сока различных производителей. Накопление биомассы учитывали по количеству клеток в 10 мкл среды после 3 недель культивирования, подсчеты проводили в 20-кратной повторности.

## Результаты и обсуждения

Изучена возможность развития *Tetrahymena pyriformis* в присутствии различных образцов яблочного сока. Проведено исследование влияния различных концентраций яблочного сока на

состояние и поведенческие характеристики культуры через 24 часа культивирования. Результаты представлены в таблице 1.

**Таблица 1 – Количество *Tetrahymena pyriformis* в стандартной среде с добавлением яблочного сока через 24 часа культивирования**

Яблочный сок (%)*	Образцы яблочного сока						
	1	2	3	4	5	6	7
1,0	18	9	21	19	8	34	25
2,5	42	13	34	34	17	43	32
5,0	16	13	21	8	6	5	17
7,5	15	14	18	10	12	6	14
10,0	13	19	14	2	17	8	15
12,5	12	8	4	2	2	7	12

\* % яблочного сока от среды культивирования инфузорий

Проведение наблюдений и подсчёт культуры исследований через 0,5, 2, 6 и 12 часов не выявили значительного различия в состоянии культуры. Исследования, проведенные через 24 часа, показали наличие значимых отличий к количественным характеристикам культуры. Как видно из результатов, представленных в таблице 1, через 24 часа наименьшее количество клеток *Tetrahymena pyriformis* обнаружено в образцах с концентрацией сока 12,5%. Установлено, что концентрация 2,5% является оптимальной для культивирования инфузорий, так как в присутствии этой концентрации соков обнаружено максимальное количество клеток *Tetrahymena pyriformis*. Сравнительный анализ полученных результатов свидетельствует о том, что наиболее благоприятными для развития культуры средами явились образцы 1 и №6, наименее благоприятными – образцы №2 и №5.

*Paramecium caudatum*. Проведено изучение возможности развития *Paramecium caudatum* в присутствии яблочного сока. Проводили наблюдение за поведением инфузорий при культивировании в стандартных условиях с добавлением различного количества исследуемых образцов яблочного сока. Учитывали изменения поведенческих характеристик и накопление биомассы простейших в присутствии образцов яблочного сока различных производителей. Средние значения результатов исследований представлены в таблице 2.

**Таблица 2 – Количество *Paramecium caudatum* в среде культивирования с добавлением яблочного сока через 7 дней культивирования**

Яблочный сок, (%)*	Образцы яблочного сока						
	1	2	3	4	5	6	7
0,1	4	4	5	5	4	4	7
0,5	4	5	5	5	4	6	5
1,0	8	9	10	7	5	12	7
2,0	5	7	8	5	2	3	2

Результаты исследований, представленные в таблице 2, показывают, что оптимальной средой для развития *Paramecium caudatum* является среда с добавлением 1% яблочного сока. Максимальное количество клеток было обнаружено в среде с добавлением образца № 6.

Сравнительный анализ количественных характеристик культивирования культур инфузорий *Tetrahymena pyriformis* и *Paramecium caudatum* в присутствии различных образцов соков, показал примерную идентичность полученных результатов. Гистограмма по результатам проведения сравнительной количественной оценки, представленная на рисунке, показывает, что идентичность полученных характеристик имеет место при оптимальное количество сока для культивирования обеих культур инфузорий.



**Рисунок 1 – Сравнительная диаграмма результатов культивирования инфузорий на среде с добавлением яблочного сока**

Для изучения дополнительных сравнительных количественных характеристик сока различных производителей дополнительно было проведено культивирование культуры парамеций в среде Лозин-Лозинского с добавлением 1% яблочного сока различных образцов в течение 21 дня. Средние значения результатов исследований представлены в таблице 3.

**Таблица 3 – Количество *Paramecium caudatum* в среде Лозин-Лозинского с добавлением 1% яблочного сока при культивировании в течение 21 дня**

Образцы яблочного сока	1	2	3	4	5	6	7
Количество парамеций в 10 мкл среды	5	6	8	7	2	25	7

Анализ полученных результатов через три недели культивирования показал, что наиболее благоприятными условиями для развития *Paramecium caudatum* также является среда с добавлением сока № 6.

## Заключение

Изучена возможность культивирования инфузорий в присутствии яблочного сока. Определено оптимальное количество сока в процентах к среде культивирования инфузорий, которое составляет 2,5% для культуры *Tetrahymena pyriformis* и 1% *Paramecium caudatum*. Установлено, что метод биотестирования может быть использован для проведения сравнительной оценки качества сока промышленного изготовления различных производителей.

## Библиография

1. Белорукова Е.С., Панкина И.А. Экспериментальное исследование фруктовых соков / Е.С. Белорукова, И.А. Панкина // Развитие технических наук в современном мире. – 2016. – 70 - 72 с.
2. Богданов В.Д., Сахарова О.В., Сахарова Т.Г. Исследование безопасности и биологической ценности сухого концентрата трепанга биотестированием / В.Д. Богданов, О.В. Сахарова, Т.Г. Сахарова // Научные труды Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета. – 2016. – № 1. 93 – 98 с.
3. Долгов, В.А., Лавина, С.А., Козак, С.С., Никитченко, Д.В. Биотестирование продуктов, кормов и объектов окружающей среды / В.А. Долгов, С.А. Лавина, С.С. Козак, Д.В. Никитченко // Вестник РУДН. Серия: Агрономия и животноводство. - 2014. - №3. – С. 69-78
4. Кокорин А.М. Изучение способностей к биотестированию качества воды у разных видов организмов / А.М. Кокорин // Актуальные проблемы в экологии в 21 веке. – 2015. – 73 – 78 с.
5. Колеснов А.Ю. Оценка подлинности как основная составляющая системы защиты потребительского рынка соков. Окончание / А.Ю. Колеснов // Контроль качества продукции. – 2009. – № 5. – 38 – 42 с.
6. Лаженцева Л.Ю., Шульгина Л.В., Загородная Г.И., Зими́на О.В. Биотестирование рыбных продуктов с пищевыми добавками / Л.Ю. Лаженцева, Л.В. Шульгина, Г.И. Загородная // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2009. – № 1. – 108 – 110 с.
7. Лаженцева, Л. Ю., Шульгина, Л. В., Загородная, Г. И., Зими́на, О. В. Биотестирование рыбных продуктов с пищевыми добавками / Л.Ю. Лаженцева, Л.В. Шульгина, Г.И. Загородная, О.В. Зими́на // Известия ВУЗов. Пищевая технология. - 2009. - №1. – С. 108-110
8. Леонова, И. Б., Смирнов, Е.И. Биотестирование в оценке качества бутилированной питьевой воды / И.Б. Леонова, Е.И. Смирнов // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. - 2016. - № 5 (27). - С. 43-48.
9. Лукьянов, А.С. Биотестирование. Альтернативы экспериментам на животных / А.С. Лукьянов, Л.Л. Лукьянова, Н.М. Чернавская, С.Ф. Гилязов. - М.: Изд-во МГУ, 1996. - 256 с.
10. Методические рекомендации для использования экспресс-метода биологической оценки продуктов и кормов. - ВАСХНИЛ, М. 1990г.
11. Методические рекомендации по применению методов биотестирования для оценки качества воды в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения. МР № ЦОС ПВ Р 005-95. – Москва, 1995 – 51 с.
12. Методическое руководство по биотестированию воды РД118-02-90. – М. -1991. – 48 с.
13. Моисеенко Т.И., Гашев С.Н., Петухова Г.А., Елифанов А.В., Селюков А.Г. Биологические методы оценки качества вод: часть 2. Биотестирование / Т.И. Моисеенко, С.Н. Гашев, Г.А. Петухова, А.В. Елифанов, А.Г. Селюков // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2010. – № 7. – 40 – 51 с.
14. Пилипенко, Л. Н. Биотестирование - современный метод контроля безопасности растительных пищевых продуктов / Л. Н. Пилипенко, И. В. Пилипенко, Д. К. Гайдукевич, Д. П. Куличенко // Харчова наука і технологія. - 2012. - № 3. - С. 69-72.
15. Постнов, И.Е. Физиолого-биохимический подход к биотестированию физиологически активных веществ в объектах окружающей среды / Постнов И.Е. // Нижегородский аграрный вестник. Н.Новгород, Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. - 2012. – С. 283-243.
16. Технологии биотестирования в экологической оценке агроценозов и гуминовых веществ: Материалы международной молодежной школы / под общ. ред. В.А. Тереховой, К.А. Кыдралиевой, МГУ, 21-23 ноября 2014 г., Москва: Изд-во «Доброе слово». - 217 с.
17. ТР ТС № 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». – СПб.: ГИОРД, 2015. – 176 с.
18. ТР ТС № 023/2011 «Технический регламент на соковую продукцию из фруктов и овощей». – СПб.: ГИОРД, 2015. – 56 с.
19. Черемных Е.Г., Тихомирова Н.А., Игнатъева О.Н. Биотестирование пищевых добавок и молочных продуктов / Е.Г. Черемных, Н.А. Тихомирова, О.Н. Игнатъева // Молочная промышленность. – 2009. – № 10. – 36 – 38 с.

20. Черемных, Е. Г., Кулешин, А. В., Кулешина, О. Н. Биотестирование пищевых добавок на инфузориях /Е.Г. Черемных, А.В. Кулешин, О.Н. Кулешина // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. - 2011. - №3. – С. 5-12.
21. Черемных, Е.Г., Май Тху Лан. Биотестирование риса из Вьетнама на приборе БиоЛаТ /Е.Г. Черемных, Май Тху Лан // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. - 2011. - №4. – С. 65-71.
22. Черемных, Е.Г., Симбирева Е.И. Инфузории пробуют пищу / Е.Г. Черемных, Е.И. Симбирева // Химия и жизнь. — 2009. — № 1. — С. 28—31.

## **Study the possibility of using the bioassay for comparative evaluation of the quality of juices**

**Irina B. Leonova**

PhD in Technical Sciences,  
Associate Professor at the Department of Merchandising and Commodity Examination,  
Russian Economic University named after G.V. Plekhanov,  
117997, 36, Stremyanny lane, Moscow, Russian Federation;  
e-mail: ibleonova@yandex.ru

**Viktoriya I. Babanina**

Student,  
Russian Economic University named after G.V. Plekhanov,  
117997, 36, Stremyanny lane, Moscow, Russian Federation;  
e-mail: babaninavi@yandex.ru

### **Abstract**

The bioassay is a method of integral evaluation of the environment. During biotesting, Toxicological analysis is carried out using approved methods, taking into account the total effect, regardless of the qualitative and quantitative characteristics of the tested medium. Biotesting is used to assess the quality of natural and waste water, soil and waste. Biotesting is mandatory to determine the V class of hazard of waste. Also, biotesting can be used in determining the maximum permissible concentrations of pollutants and the development of normative permissible wastewater discharge. The bioassay must be combined with the methods of physico-chemical analysis. The representativeness of the data obtained during biotesting depends on the selected test objects, their number and the use of the approved methodology. Example of application of the bioassay in this case study the assessment of the quality of tap water on the territory of Perm state University. This study confirms the need to use biotesting, but together with the methods of physical and chemical analysis.

It is not always possible to carry out comprehensive research, requiring large material costs and special equipment. In such cases, it is possible to use the method of biotesting, which has recently received wide recognition and prevalence. Under biotesting-usually understand the procedure for determining the toxicity of the environment with the help of test objects, signaling the danger regardless of what substances and in what combination cause changes in the vital functions of the test objects. Due to the simplicity, efficiency and accessibility of the bioassay is widely accepted around the world and it is increasingly used along with methods of analytical chemistry.

### For citation

Leonova I.B., Babanina V.I. (2019) Izuchenie vozmozhnosti ispol'zovaniya biotestirovaniya dlya sravnitel'noi otsenki kachestva sokov [Study the possibility of using the bioassay for comparative evaluation of the quality of juices]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 9 (1A), pp. 419-427.

### Keywords

juice, biotesting, cultivation, *Tetrahymena pyriformis*, *Paramecium caudatum*, quality, comparative evaluation.

### References

1. Belorukova, E.S., Pankina I.A. (2016), *Experimental study of fruit juices / E.S. Belorukova, I.A. Pankina . Development of Technical Sciences in the Modern World [Eksperimental'noye issledovaniye fruktovykh sokov / Ye.S. Belorukova, I.A. Pankina . Razvitiye tekhnicheskikh nauk v sovremennom mire]*, - 70 - 72 s.
2. Biotesting technologies in the environmental assessment of agrocenoses and humic substances: Materials of the international youth school / under total. ed. V.A. Terekhova, K.A. Kydraliev, Moscow State University, November 21-23, 2014, Moscow: Kind Word Publishing House. - 217 s.
3. Bogdanov V.D., Sakharova O.V., Sakharova T.G. Issledovaniye bezopasnosti i biologicheskoy tsennosti sukhogo kontsentrata trepanga biotestirovaniyem / V.D. Bogdanov, O.V. Sakharova, T.G. Sakharova [Study of the safety and biological value of dry concentrate of trepang biotesting / V.D. Bogdanov, O.V. Sakharova, T.G. Sakharova]. *Nauchnyye trudy Dal'nevostochnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo rybokhozyaystvennogo universiteta – Scientific Works of the Far Eastern State Technical Fisheries University*, 2016, no. 1, pp. 93 – 98.
4. Cheremnykh, E. G., Kuleshin, A. V., Kuleshin, O. N. Biotesting of food additives in ciliates / E.G. Cheremnykh, A.V. Kuleshin, O.N. Kuleshin . *Bulletin of RUDN. Series: Ecology and life safety.* - 2011. - №3. - p. 5-12.
5. Cheremnykh, E.G., Simbireva E.I. Ciliates try food / E.G. Cheremnykh, E.I. Simbireva . *Chemistry and life.* - 2009. - №1. - pp. 28-31.
6. Cheremnykh, EG, Mai Thu Lan. Biotesting of rice from Vietnam on a BioLaT device / E.G. Cheremnykh, Mai Thu Lan. *Bulletin of RUDN. Series: Ecology and life safety.* - 2011. - №4. - p. 65-71.
7. Cheremnykh E.G., Tikhomirova N.A., Ignat'eva O.N. (2009) Biotestirovanie pishchevykh dobavok i molochnykh produktov [Biotesting of food additives and dairy products]. *Molochnaya promyshlennost' [Dairy industry]*, No. 10. pp. 36-38.
8. Dolgov, V.A., Avalanche, S.A., Kozak, S.S., Nikitchenko, D.V. Biotesting food, feed and environmental objects / V.A. Dolgov, S.A. Avalanche, S.S. Kozak, D.V. Nikitchenko . *Vestnik RUDN. Series: Agronomy and Livestock.* - 2014. - №3. - p. 69-78
9. Guidelines for the use of the rapid method of biological evaluation of products and feed. - VASHNIL, M. 1990.
10. Kokorin, A.M. (2015), *Study of the ability to biotest water quality in different species of organisms / A.M. Kokorin . Actual problems in ecology in the 21st century [Izucheniye sposobnostey k biotestirovaniyu kachestva vody u raznykh vidov organizmov / A.M. Kokorin . Aktual'nyye problemy v ekologii v 21 veke]*, - 73 - 78 s.
11. Kolesnov A.YU. Otsenka podlinnosti kak osnovnaya sostavlyayushchaya sistema zashchity potrebitel'skogo rynka sokov. Okonchaniye / A.YU. Kolesnov [Assessment of authenticity as the main component of the protection system of the consumer juice market. Termination / A.Yu. Kolesnov]. *Kontrol' kachestva produktsii – Product quality control*, 2009, no. 5, pp. 38 – 42.
12. Lazhentseva L.YU., Shul'gina L.V., Zagorodnaya G.I., Zimina O.V. Biotestirovaniye rybnykh produktov s pishchevymi dobavkami / L.YU. Lazhentseva, L.V. Shul'gina, G.I. Zagorodnaya [Biotesting of fish products]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Pishchevaya tekhnologiya – News of higher educational institutions. Food technology*, 2009, — no.1, pp. 108 – 110.
13. Lazhentseva, L. Yu., Shulgina, L. V., Zagorodnaya, G. I., Zimina, O. V. Biotesting of fish products with food additives / L.Yu. Lazhentseva, L.V. Shulgina, G.I. Zagorodnaya, O.V. Zimin . *News of universities. Food technology.* - 2009. - №1. - pp. 108-110
14. Leonova, I. B., Smirnov, E.I. Biotesting in assessing the quality of bottled drinking water / I.B. Leonova, E.I. Smirnov . *Modern science: actual problems and ways to solve them.* - 2016. - № 5 (27). - pp. 43-48.
15. Lukyanov, A.S. Bioethics. Alternatives to animal experiments / A.S. Lukyanov, L.L. Lukyanova, N.M. Chernavskaya, S.F. Gilyazov. - M. : Publishing House of Moscow State University, 1996. - 256 p.
16. Methodical manual on biotesting of water RD118-02-90. - M. -1991. - 48 s.



17. Methodical recommendations on the use of biotesting methods for assessing the quality of water in the drinking water supply systems. MR No. TsOS PV P 005-95. - Moscow, 1995 - 51 p.
18. Moiseyenko T.I., Gashev S.N., Petukhova G.A., Yelifanov A.V., Selyukov A.G. Biologicheskiye metody otsenki kachestva vod: chast' 2. Biotestirovaniye / T.I. Moiseyenko, S.N. Gashev, G.A. Petukhova, A.V. Yelifanov, A.G. Selyukov [Biological methods for assessing water quality: part 2. Biotesting / T.I. Moiseenko, S.N. Gashev, G.A. Petukhova, A.V. Elifanov, A.G. Selyukov]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya i prirodopol'zovaniye – Bulletin of the Tyumen State University. Ecology and nature management*, 2010, no. 7, pp. 40 – 51.
19. Pilipenko, L.N. Biotesting - a modern method of controlling the safety of plant foods / L.N. Pilipenko, I.V. Pilipenko, D.K. Gaidukevich, D.P. Kulichenko . *Kharchova nauka i tekhnologiya*. - 2012. - № 3. - p. 69-72.
20. Postnov, I.E. Physiological and biochemical approach to biotesting of physiologically active substances in environmental objects / Postnov I.E. . *Nizhny Novgorod Agrarian Bulletin*. N.Novgorod, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy. - 2012. - p. 283-243.
21. TR CU No. 021/2011 “On the safety of food products”. - SPb .: GIORD, 2015. - 176 p.
22. TR CU No. 023/2011 “Technical Regulations for Fruit and Vegetable Juice Products”. - SPb .: GIORD, 2015. - 56 p.