

Методика потенциометрического микробиотестирования в применении к сравнительной оценке свойств различных эфирных масел

© Сибирцев^{1,2,*+} Владимир Станиславович, Уткина¹ Юлия Ильинична,
Евгенова¹ Ксения Ивановна, Синиченко¹ Екатерина Константиновна,
Патрина¹ Екатерина Сергеевна, Зайцева² Анна Юрьевна, Широкова¹ Ирина Юрьевна,
Радин¹ Михаил Александрович, Бармашов³ Сергей Николаевич

¹ Санкт-Петербургский государственный химико-фармацевтический университет.
ул. Профессора Попова, д.14. г. Санкт-Петербург, 197022. Россия. E-mail: vs1969r@mail.ru

² Институт аналитического приборостроения РАН. ул. Ивана Черных, д.31-33.
г. Санкт-Петербург, 198095. Россия.

³ Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет
им. Акад. И.П. Павлова. ул. Льва Толстого, д.6-8. г. Санкт-Петербург, 197376. Россия.

*Ведущий направление; +Поддерживающий переписку

Ключевые слова: эфирные масла, контроль качества, биологическая активность,
потенциометрическое биотестирование, микробиологическое тестирование.

Аннотация

Проблема контроля качества различной фармацевтической, пищевой и иной продукции (в том числе, включающей в себя различные растительные экстракты) в последнее время становится всё более актуальной. В этой статье описана вновь разработанная методика мультисенсорного потенциометрического микробиологического тестирования, предусматривающая периодическую (в данном случае, через 0, 40, 80 и 120 минут) регистрацию изменений pH, а также разностей потенциалов между хлорсеребряным электродом сравнения и индикаторными стальным и латунным электродами «1-го рода» (для чего нами были разработаны два принципиально новых потенциометрических датчика), характерных для жидкой питательной среды, инкубируемой в присутствии и в отсутствие тестируемых образцов и жизнеспособных тестовых микроорганизмов с последующей математической обработкой получаемых данных. С помощью этой методики проведен сравнительный анализ биологической активности 9-и разных промышленно производимых эфирных масел в зависимости как от вида растительного сырья, из которого эти масла были получены, так и от их концентрации, а также от времени воздействия этих масел на тестовые микроорганизмы (для чего нами, помимо прочего, были введены новые дополнительные параметры, учитывающие динамику изменения биологической активности тестируемых образцов в ходе их взаимодействия с тестовыми микроорганизмами). Это исследование подтвердило более высокую экспрессность, информативность и экономичность представленной в данной работе методики по сравнению как с «классическими визуальными», так и с ранее использовавшимися инструментальными микробиологическими методами, применяемыми как при контроле качества уже существующей, так и при разработке новой фармацевтической, пищевой и иной продукции, а также ингредиентов и добавок к ней.

Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Сибирцев В.С., Уткина Ю.И., Евгенова К.И., Синиченко Е.К., Патрина Е.С., Зайцева А.Ю., Широкова И.Ю., Радин М.А., Бармашов С.Н. Методика потенциометрического микробиотестирования в применении к сравнительной оценке свойств различных эфирных масел. *Бутлеровские сообщения*. 2026. Т.86. №6. С.92-102. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-86-6-92

Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Сибирцев В.С., Уткина Ю.И., Евгенова К.И., Синиченко Е.К., Патрина Е.С., Зайцева А.Ю., Широкова И.Ю., Радин М.А., Бармашов С.Н. Методика потенциометрического микробиотестирования в применении к сравнительной оценке свойств различных эфирных масел. *Бутлеровские сообщения* С. 2026. Т.13. №2. Id.13. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-86-6-92/ROI-jbc-C/26-13-2-13 (Russian)

The output for citing the English online version of the article:

Vladimir S. Sibirtsev, Yulia I. Utkina, Ksenia I. Evgenova, Ekaterina K. Sinichenko, Anna Yu. Zaitseva, Irina Yu. Shirokova, Mikhail A. Radin, Sergey N. Barmashov. Potentiometric microbiota testing method applied to comparative evaluation of the properties of various essential oils. *Butlerov Communications* C. 2026. Vol.13. No.2. Id.13. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-86-6-92/ROI-jbc-C/26-13-2-13

Литература

- [1] J. Sutherland, M. Miles, D. Hedderley, *et al.* In vitro effects of food extracts on selected probiotic and pathogenic bacteria. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. **2009**. Vol.60. No.8. P.717-727. <https://doi.org/10.3109/09637480802165650>
- [2] S. Das, C. Anjeza, S. Mandal. Synergistic or additive antimicrobial activities of *Indian spice* and herbal extracts against pathogenic, probiotic, and food-spoiler microorganisms. *International Food Research Journal*. **2012**. Vol.19. No.3. P.1185-1191.
- [3] A. Al-Zubairi, M.A. Al-Mamary, E. Al-Ghasani. The antibacterial, antifungal, and antioxidant activities of essential oil from different aromatic plants. *Global Advanced Research Journal of Medicine and Medical Sciences*. **2017**. Vol.6. No.9. P.224-233.
- [4] A.I. Markosyan, A.S. Baghdasaryan, A.S. Ayyvazyan, *et al.* Synthesis and antibacterial and antitumor properties of derivatives of 5,5-dimethyl-3-iso-propyl-2-thioxo-2,3,5,6-tetrahydrobenzo[h]quinazoline-4(1h)-one. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. **2023**. Vol.57. No.9. P.1367-1371. <https://doi.org/10.1007/s11094-023-02999-7>
- [5] M.V. Roshchina, O.V. Gunar, N.G. Sakhno. Microbiological monitoring in analysis of drug quality. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. **2024**. Vol.57. No.11. P.1822-1826. <https://doi.org/10.1007/s11094-024-03084-3>
- [6] O.G. Shapoval, A.S. Sheremetyeva, N.A. Dumova, *et al.* Antimicrobial activity of *Thymus serpyllum* L. and *Thymus marschallianus* Willd. essential oils against *Candida albicans*. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. **2023**. Vol.57. No.9. P.1449-1453. <https://doi.org/10.1007/s11094-023-03009-6>
- [7] S.A. Yamashkin, I.S. Stepanenko, A.I. Kiryutina, T.N. Platova. Chloroacetates of substituted 1H-indol-5-,6-,7-ylamines and their antimicrobial activity. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. **2024**. Vol.57. No.10. P.1546-1551. <https://doi.org/10.1007/s11094-024-03047-8>
- [8] Маслова В.Д., Колпакова С.Д., Куркин В.А. Сравнительное исследование антимикробной активности водных и водно-спиртовых извлечений и эфирного масла листьев мирта обыкновенного. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. **2025**. Т.24. №3. С.210-221. [V.D. Maslova, S.D. Kolpakova, V.A. Kurkin. Comparative study of the antimicrobial activity of aqueous and aqueous-alcoholic secretions and essential oil of common myrtle leaves. *Bulletin of the Smolensk State Medical Academy*. **2025**. Vol.24. No.3. P.210-221 (Russian)] <https://doi.org/10.37903/vsgma.2025.3.27>
- [9] J. Maataoui, A. Kchikich, R. Akoh, *et al.* Gamma irradiation-induced modulation of the chemical profile, antimicrobial activity, and antioxidant potential of *Myrtus communis*. *Russian Journal of Plant Physiology*. **2025**. Vol.72. No.6. P.1-12. <https://doi.org/10.1134/S102144372560494X>
- [10] Климович А.А., Игнатовец О.С. Антимикробные свойства эфирного масла и водно-спиртовых извлечений из лекарственного растения пупавки благородной (*Chamaemelum nobile*). *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. **2025**. Т.28. №6. С.61-67. [A.A. Klimovich, O.S. Ignatovets. Antimicrobial properties of essential oil and hydroalcoholic extracts from the medicinal plant *Chamaemelum nobile*. *Issues of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry*. **2025**. Vol.28. No.6. P.61-67. (Russian)] <https://doi.org/10.29296/25877313-2025-06-08>
- [11] Ибрагимов А.А., Мамажонова И.Р., Бобакулов Х.М. и др. Компонентный состав и антимикробная активность фракции летучих веществ *Prunus cerasus* L. (*Rosaceae*), культивируемой в Узбекистане. *Химия растительного сырья*. **2025**. №1. С.177-187. [A.A. Ibragimov, I.R. Mamajonova, H.M. Bobakulov, *et al.* Component composition and antimicrobial activity of the volatile fraction of *Prunus cerasus* L. (*Rosaceae*), cultivated in Uzbekistan. *Chemistry of Plant Raw Materials*. **2025**. No.1. P.177-187 (Russian)] <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250114483>
- [12] T.V. Giang, T.T. Huyen, L.T.T. Huyen, V.N. Lan. Effect of zinc and copper on the growth characteristics, yield, essential oil composition, and antimicrobial properties of thai basil (*Ocimum basilicum* var. *thrysiflora*) cultivated in Vietnam. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. **2025**. Vol.186. No.1. P.17-26. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2025-1-17-26>
- [13] H.V. Nguyen, Sh. Chen, An.N.T. Huynh, *et al.* Chemical composition and antimicrobial activities of *Boesenbergia xiphostachya*. *Research Results in Biomedicine*. **2025**. Vol.11. No.4. P.643-653. <https://doi.org/10.18413/2658-6533-2025-11-4-0-4>
- [14] V.S. Sibirtsev, E.N. Glibin, S.D. Ivanov. Variation of spectral properties of actinocin derivatives due to equilibrium transformations. *Russian Journal of Organic Chemistry*. **2000**. Vol.36. No.12. P.1812-1818. <https://elibrary.ru/item.asp?id=13347603>
- [15] V.S. Sibirtsev, A.Yu. Tolmachev, M.V. Kovaleva, *et al.* Spectral study of interactions of 4,8,4'-trimethylpsoralen and 4,4'-dimethylangelicin dyes with DNA. *Biochemistry (Moscow)*. **2005**. Vol.70. No.7. P.822-832. <http://doi.org/10.1007/s10541-005-0190-4>

- [16] V.S. Sibirtsev, I.A. Naumov, E.E. Kuprina, R.O. Olekhovich. Use of impedance biotesting to assess the actions of pharmaceutical compounds on the growth of microorganisms. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. **2016**. Vol.50. No.7. P.481-485. <http://doi.org/10.1007/s11094-016-1473-3>
- [17] V.S. Sibirtsev. Biological test methods based on fluorometric genome analysis. *Journal of Optical Technology*. **2017**. Vol.84. No.11. P.787-791. <http://doi.org/10.1364/JOT.84.000787>
- [18] V.S. Sibirtsev, R.O. Olekhovich, E.O. Samuylova. Assessment of integral toxicity of water resources by instrumental methods of analysis. *SGEM Conference Proceedings*. **2017**. Vol.17. No.61. P.507-514. <https://elibrary.ru/item.asp?id=31067566>
- [19] M.S. Kokina, M. Frioui, M. Shamtsyan, *et al.* Influence of pleurotus ostreatus beta-glucans on the growth and activity of certain lactic acid bacteria. *Scientific Study and Research: Chemistry and Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*. **2018**. Vol.19. No.4. P.465-471. <https://elibrary.ru/item.asp?id=38656457>
- [20] V.S. Sibirtsev, M.V. Uspenskaya, A.V. Garabadiu, V.I. Shvets. An integrated method of instrumental microbiotesting of environmental safety of various products, wastes, and territories. *Doklady Biological Sciences*. **2019**. Vol.485. No.6. P.59-61. <http://doi.org/10.1134/S001249661902011X>
- [21] E.P. Anan'eva, O.Yu. Bogdanova, S.V. Gurina, *et al.* Using a conductometric method in microbiological control of natural excipients. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. **2022**. Vol.56. No.6. P.872-876. <https://doi.org/10.1007/s11094-022-02721-z>
- [22] E.P. Anan'eva, O.Yu. Bogdanova, S.V. Gurina, *et al.* Application of impedance technology to the determination of microbial contamination of medicinal plant raw materials. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. **2023**. Vol.57. No.6. P.913-917. <https://doi.org/10.1007/s11094-023-02967-1>
- [23] V.V. Fedotova, D.A. Konovalov. Research and development of *Solidago caucasica* herbal dry extract. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. **2018**. Vol.52. No.3. P.216-219. <https://doi.org/10.1007/s11094-018-1794-5>
- [24] T.V. Kornopol'tseva, E.A. Botoeva, T.A. Aseeva, Zh.B. Zhashinamzhilov. New herbal preparation pancafit and its antiinflammatory efficacy. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. **2018**. Vol.52. No.6. P.536-538. <https://doi.org/10.1007/s11094-018-1855-9>
- [25] S. Rodino, M. Butu. Functional and Medicinal Beverages. Volume 11: The Science of Beverages. *Academic Press*. **2019**. P.73-108. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816397-9.00003-0>
- [26] S. Burt. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *International Journal of Food Microbiology*. **2004**. Vol.94. No.3. P.223-253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
- [27] F. Bakkali, S. Averbek, D. Averbek, M. Idaomar. Biological effects of essential oils – a review. *Food and Chemical Toxicology*. **2008**. Vol.46. No.2. P. 446-475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- [28] F. Donsi, G. Ferrari. Essential oil nanoemulsions as antimicrobial agents in food. *Journal of Biotechnology*. **2016**. Vol.233. P.106-120. <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2016.07.005>
- [29] L. Atarés, A. Chiralt. Essential oils as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging. *Trends in Food Science & Technology*. **2016**. Vol.48. P.51-62. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.12.001>
- [30] A. Merghni, H. Marzouki, H. Hentati, *et al.* Antibacterial and antibiofilm activities of *Laurus nobilis* L. essential oil against *Staphylococcus aureus* strains associated with oral infections. *Current Research in Translational Medicine*. **2016**. Vol.64. No.1. P.29-34. <https://doi.org/10.1016/j.patbio.2015.10.003>
- [31] R. Pavela, G. Benelli. Essential oils as ecofriendly biopesticides? Challenges and constraints. *Trends in Plant Science*. **2016**. Vol.21. No.12. P.1000-1007. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2016.10.005>
- [32] G. Yuan, X. Chen, D. Li. Chitosan films and coatings containing essential oils: The antioxidant and antimicrobial activity, and application in food systems. *Food Research International*. **2016**. Vol.89. P.117-128. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.10.004>
- [33] M. Fani, J. Kohanteb. In vitro antimicrobial activity of thymus vulgaris essential oil against major oral pathogens. *Journal of Evidence-Based Complementary & Alternative Medicine*. **2017**. Vol.22. No.4. P.660-666. <https://doi.org/10.1177/2156587217700772>
- [34] R. Ribeiro-Santos, M. Andrade, N.R. Melo, A. Sanches-Silva. Use of essential oils in active food packaging: recent advances and future trends. *Trends in Food Science & Technology*. **2017**. Vol.61. P.132-140. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.11.021>
- [35] J. Ju, Y. Xie, Y. Guo, *et al.* Application of edible coating with essential oil in food preservation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **2019**. Vol.59. No.15. P.2467-2480. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1456402>
- [36] M. Abers, S. Schroeder, L. Goelz, *et al.* Oral magnesium supplementation for insomnia in older adults: a systematic review and meta-analysis. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. **2021**. Vol.21. No.124. <https://doi.org/10.1186/s12906-021-03297-z>

- [37] N. Khodaei, M.M. Nguyen, A. Mdimagh, *et al.* Compositional diversity and antioxidant properties of essential oils: Predictive models. *LWT*. **2021**. Vol.138. No.110684. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110684>
- [38] P. Bolouri, R. Salami, S. Kouhi, *et al.* Applications of essential oils and plant extracts in different industries. *Molecules*. **2022**. Vol.27. No.8999. <https://doi.org/10.3390/molecules27248999>
- [39] Ботиров Э.Х., Усманова Н.К., Нарбутаева Д.А., Абдурахманов Б.А. Химический состав и биологическая активность метаболитов *Melilotus officinalis*. *Химия растительного сырья*. **2025**. №3. С.23-42. [E.Kh. Botirov, N.K. Usmanova, D.A. Narbutaeva, B.A. Abdurakhmanov. Chemical composition and biological activity of *Melilotus officinalis* metabolites. *Chemistry of Plant Raw Materials*. **2025**. No.3. P.23-42 (Russian)] <https://doi.org/10.14258/jcprm.20250315700>
- [40] F.M. Tabar, S. Fathi, S. Shameh, A. Alirezalu. Phytochemicals and antioxidant activity of *Mentha longifolia* ecotypes. *Russian Journal of Plant Physiology*. **2025**. Vol.72. No.3. P.1-15. <https://doi.org/10.1134/S1021443724610553>
- [41] Попков Н.С., Замыслова В.Д., Пovyдыш М.Н. Дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium* L.): химические компоненты и биологическая активность (обзор). *Разработка и регистрация лекарственных средств*. **2025**. Т.14. №3. С.60-70. [N.S. Popkov, V.D. Zamyslova, M.N. Povydysh. *Xanthium strumarium* L.: chemical components and biological activity (review). *Development and Registration of Drugs*. **2025**. Vol.14. No.3. P.60-70 (Russian)] <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2025-14-3-2024>
- [42] A. Matbo, M.M. Ghanbari, S.S. Sekhavatizadeh, M. Nikkhah. Stabilizing fish oil during storage with *Satureja bachtiarica bunge*. *Foods and Raw Materials*. **2025**. Vol.13. No.2. P.254-263. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2025-2-645>
- [43] K. Atsatan, A.D. Survival. Growth, and antioxidant response in vaccinated *Oncorhynchus mykiss fed Hypericum*. *Biology Bulletin*. **2025**. Vol.52. No.6. P.1-11. <https://doi.org/10.1134/S106235902560970X>
- [44] Сибирцев В.С., Гарабаджиу А.В., Иванов С.Д. Механизмы изменения флуоресцентных свойств бисбензимидазольных красителей. *Биоорганическая химия*. **1995**. Т.21. №9. С.731-736. [V.S. Sibirtsev, A.V. Garabadzhiu, S.D. Ivanov. Mechanisms of variation in fluorescent properties of bis-benzimidazole dyes. *Bioorganic Chemistry*. **1995**. Vol.21. No.9. P.731-736 (Russian)] <https://elibrary.ru/item.asp?id=18915687>
- [45] Сибирцев В.С., Гарабаджиу А.В. Спектральное исследование взаимодействия с ДНК бензотиазолил-бенз- α -хромена. *Биохимия*. **2007**. Т.72. №8. С.1107-1116. [V.S. Sibirtsev, A.V. Garabadzhiu. Spectral study of the interaction of DNA with benzothiazolyl-benz-a-chromene. *Biochemistry (Moscow)*. **2007**. Vol.72. No.8. P.901-909 (Russian)] <http://doi.org/10.1134/S0006297907080123>
- [46] Сибирцев В.С., Кулаков А.Ю., Строев С.А. Кондуктометрическое биотестирование в применении к оценке про- и антибактериальных свойств католитов и анолитов. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. **2016**. Т.16. №3. С.573-576. [V.S. Sibirtsev, A.Yu. Kulakov, S.A. Stroev. Conductometric biotesting applied to the assessment of pro- and antibacterial properties of catholytes and anolytes. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. **2016**. Vol.16. No.3. P.573-576 (Russian)] <https://doi.org/10.17586/2226-1494-2016-16-3-573-576>
- [47] V.S. Sibirtsev Investigation of mechanisms of change in spectral properties during interaction of benzazole, indole, and phenanthridium compounds with DNA. *Journal of Optical Technology*. **2017**. Vol.84. No.5. P.294-301. <http://doi.org/10.1364/JOT.84.000294>
- [48] V.S. Sibirtsev, A.V. Garabadgiu, V.I. Shvets. New technique for integrated photofluorescence microbiotesting. *Doklady Biological Sciences*. **2019**. Vol.489. No.6. P.196-199. <https://doi.org/10.1134/S0012496619060103>
- [49] Сибирцев В.С., Строев С.А. Оптико-электрохимическая микробиотестовая система оценки токсической безопасности нефтепродуктов. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. **2019**. Т.19. №1. С.74-81. [V.S. Sibirtsev, S.A. Stroev. New optical-electrochemical microbiotesting system for valuation of oil products toxicosafety. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. **2019**. Vol.19. No.1. P.74-81 (Russian)] <https://doi.org/10.17586/2226-1494-2019-19-1-74-81>
- [50] Сибирцев В.С., Маслова А.Ю. Комплексное исследование динамики жизнедеятельности *E.coli* в присутствии ионов переходных металлов. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. **2019**. Т.19. №2. С.236-241. [V.S. Sibirtsev, A.Yu. Maslova. Complex research of *E.coli* vital activity dynamics in presence of transition metal ions. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. **2019**. Vol.19. No.2. P.236-241 (Russian)] <https://doi.org/10.17586/2226-1494-2019-19-2-236-241>
- [51] V.S. Sibirtsev, U.Yu. Nechiporenko. Method of electrochemical biotesting for comparative analysis of probiotic and antibiotic properties of various plant extracts. *Fine Chemical Technologies*. **2020**. Vol.15. No.6. P.34-43. <https://doi.org/10.32362/2410-6593-2020-15-6-34-43>

- Полная исследовательская публикация** _____ Сибирцев В.С., Уткина Ю.И., Евгенова К.И., Синиченко Е.К., Патрина Е.С., Зайцева А.Ю., Широкова И.Ю., Радин М.А., Бармашов С.Н.
- [52] Сибирцев В.С., Нечипоренко У.Ю., Кабанов В.Л., Кукин М.Ю. Методика оптико-электрохимического микробиологического тестирования в применении к сравнительному анализу свойств эфирных масел. *Техника и технология пищевых производств*. **2020**. Т.50. №4. С.650-659. [V.S. Sibirtsev, U.Yu. Nechiporenko, V.L. Kabanov, M.Yu. Kukin. Electrochemical and optical microbiological testing: a comparative study on properties of essential oils. *Food Processing: Techniques and Technology*. **2020**. Vol.50. No.4. P.650-659 (Russian)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-4-650-659>
- [53] Сибирцев В.С., Нечипоренко У.Ю., Кабанов В.Л. и др. Оценка влияния растительных экстрактов на активность золотистого стафилококка методом электрохимического биотестирования. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. **2020**. Т.20. №6. С.791-801. [V.S. Sibirtsev, U.Yu. Nechiporenko, V.L. Kabanov, et al. Effect of plant extracts on activity of *Staphylococcus aureus* by electrochemical biotesting. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. **2020**. Vol.20. No.6. P.791-801 (Russian)] <https://doi.org/10.17586/2226-1494-2020-20-6-791-801>
- [54] Сибирцев В.С., Нечипоренко У.Ю., Маслова А.Ю. Методика комплексного электрохимического биотестирования в применении к оценке про- и антибиотических свойств различных растительных экстрактов. *Химико-фармацевтический журнал*. **2021**. Т.55. №4. С.49-55. <https://doi.org/10.30906/0023-1134-2021-55-4-49-55> [V.S. Sibirtsev, U.Yu. Nechiporenko, A.Yu. Maslova. Comparative optico-electrochemical research of pro- and antibiotic properties water plant extracts. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. **2021**. Vol.55. No.4. P.378-383. <https://doi.org/10.1007/s11094-021-02431-y>]
- [55] Сибирцев В.С., Нечипоренко У.Ю., Кабанов В.Л. и др. Методика электрохимического микробиологического тестирования в применении к сравнительному анализу свойств различных растительных экстрактов. *Журнал сибирского федерального университета. Серия: Биология*. **2023**. Т.16. №1. С.109-124. [V.S. Sibirtsev, U.Yu. Nechiporenko, V.L. Kabanov, et al. The procedure of electrochemical microbiological assay for comparative analysis of the properties of various plant extracts. *Journal of Siberian Federal University. Biology*. **2023**. Vol.16. No.1. P.109-124 (Russian)] <https://elibrary.ru/item.asp?id=50440390>
- [56] V.S. Sibirtsev, U.Yu. Nechiporenko. Method of optical-electrochemical microbiological testing in application to assessment of properties of various essential oils. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. **2024**. Vol.58. No.7. P.1170-1175. <https://doi.org/10.1007/s11094-024-03256-1>
- [57] V.S. Sibirtsev. Analysis of benzo[a]pyrene deactivation mechanisms at rats. *Biochemistry (Moscow)*. **2006**. Vol.71. No.1. P.90-98.
- [58] G. Korn, T. Korn. Mathematical handbook for scientists and engineers. Definitions, theorems and formulas for reference and review. *McGraw-Hill Book Company*. **1968**. 1130p.
- [59] K. Jeffrey Johnson. Numerical methods in chemistry. *Marcel Dekker*. **1980**. 503p.
- [60] Сибирцев В.С., Кузьмин А.Г., Титов Ю.А. и др. Газовый масс-спектрометрический анализ промышленных йогуртов с различными добавками. *Техника и технология пищевых производств*. **2024**. Т.54. №2. С.285-297. [V.S. Sibirtsev, A.G. Kuzmin, Yu.A. Titov, et al. Gas mass spectrometric analysis of industrial yogurts with various additives. *Food Processing: Techniques and Technology*. **2024**. Vol.54. No.2. P.285-297 (Russian)] <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2024-2-2507>
- [61] Vladimir S. Sibirtsev, Yulia I. Utkina, Ksenia I. Evgenova, Ekaterina K. Sinichenko, Anna Yu. Zaitseva, Irina Yu. Shirokova, Mikhail A. Radin, Sergey N. Barmashov. Potentiometric microbiota testing method applied to comparative evaluation of the properties of various essential oils. *Butlerov Communications C*. **2026**. Vol.13. No.2. Id.13. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-86-6-92/ROI-jbc-C/26-13-2-13
- [62] Сибирцев В.С., Уткина Ю.И., Евгенова К.И., Синиченко Е.К., Патрина Е.С., Зайцева А.Ю., Широкова И.Ю., Радин М.А., Бармашов С.Н. Методика потенциометрического микробиотестирования в применении к сравнительной оценке свойств различных эфирных масел. *Бутлеровские сообщения C*. **2026**. Т.13. №2. Id.13. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-86-6-92/ROI-jbc-C/26-13-2-13 (Russian)

The English version of the article has been published in the international edition of the journal

Butlerov Communications C
Advances in Biochemistry & Technologies

The Reference Object Identifier – ROI: jbc-C/26-13-2-13

The Digital Object Identifier – DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/26-86-5-92/ROI-jbc-C/26-12-2-13

Potentiometric microbiota testing method applied to comparative evaluation of the properties of various essential oils

**Vladimir S. Sibirtsev,^{1,2,*} Yulia I. Utkina,¹ Ksenia I. Evgenova,¹ Ekaterina K. Sinichenko,¹
Anna Yu. Zaitseva,² Irina Yu. Shirokova,¹ Mikhail A. Radin,¹ Sergey N. Barmashov³**

¹ Saint-Petersburg State Chemical and Pharmaceutical University.

Professor Popov St., 14. Saint Petersburg, 197022. Russia. E-mail: vs1969r@mail.ru

² Institute for Analytical Instrumentation. Ivan Chernykh St., 31-33. St. Petersburg, 198095. Russia.

³ First Saint Petersburg State Medical University. Lev Tolstoy St., 6-8. Saint Petersburg, 197376. Russia.

*Supervising author; *Corresponding author

Keywords: essential oils, quality control, biological activity, potentiometric biotesting, microbiological testing.

Abstract

The problem of quality control of various pharmaceutical, food and other products (including those containing various plant extracts) has recently become increasingly relevant. This article describes a newly developed multisensory method of potentiometric microbiological testing, which involves periodic (in this case, every 40 minutes) recording of changes in pH, as well as potential differences between the silver chloride reference electrode and the indicator iron and brass "first-kind" electrodes (for which we have developed two fundamentally new potentiometric sensors), characteristic of the liquid nutrient medium incubated in the presence and absence of the test samples and viable test microorganisms followed by mathematical processing of the obtained data. Using this method, we conducted a comparative analysis of the biological activity of 9 different industrially produced essential oils, depending on both the type of plant material from which these oils were obtained and concentrations of these oils, as well as the time of their exposure to test microorganisms (for which, among other things, we introduced a new parameter that takes into account the dynamics of changes in the biological activity of the tested samples during their interaction with test microorganisms). This study confirmed the higher expressivity, information content and cost-effectiveness of the method presented in this work in comparison with both classical "visual" and previously used instrumental microbiological methods, applied both in quality control of existing and in the development of new pharmaceutical, food and other products, as well as ingredients and additives to it.