

УДК 663, 664, 613.2, 547.9, 57.044, 57.083.1, 543.95, 543.55, 543.424

Сравнительное оптико-электрохимическое исследование про- и антибиотических свойств водных растительных экстрактов

Канд. хим. наук В. С. СИБИРЦЕВ¹, канд. хим. наук М. А. ЧЕКАНОВ², У. Ю. НЕЧИПОРЕНКО¹, А. Ю. МАСЛОВА³, Е. Г. ГУЛЬКОВ¹, канд. хим. наук М. А. РАДИН⁴

¹Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок — филиал Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН

²Институт молекулярной биологии и генетики Национальной академии наук Украины

³Университет ИТМО

⁴Санкт-Петербургский университет промышленных технологий и дизайна

E-mail: vs1969r@mail.ru

Описана методика биотестирования, предусматривающая регистрацию изменений интенсивности упругого светорассеяния, рН и электропроводности образцов с жизнеспособными тестовыми микроорганизмами, инкубируемых в жидкой питательной среде в присутствии и в отсутствие тестируемых факторов. Представлены результаты анализа с помощью данной методики про- и антибиотической активности разных концентраций водных экстрактов, получаемых разными способами из различного растительного сырья, исходя из которых можно заключить следующее. Данная методика позволяет более экспрессно, объективно и информативно, а также менее трудоемко и материалоемко, чем при использовании стандартных визуальных методов микробиотестирования, оценивать влияние на динамику жизненной активности разных микроорганизмов различных образцов и добавок пищевой продукции. Также возможно экстрагирование различных биологически активных веществ (БАВ). При приготовлении водных растительных экстрактов предпочтительно осуществлять их кратковременное нагревание, позволяющее значительно сократить время экстрагирования, в то время как длительное нагревание существенно уменьшает биологическую активность экстрагируемых веществ. Краткосрочная биотическая активность тестируемых экстрактов (ТЭ), как правило, существенно больше их долгосрочной активности. Среднесрочная биотическая активность ТЭ нередко превышает не только их долгосрочную, но и краткосрочную активность. А с уменьшением концентрации ТЭ в тестовой среде их антибиотическая активность как правило уменьшается, тогда как пробиотическая активность ТЭ может как уменьшаться, так и возрастать.

Ключевые слова: биотестирование микробиологическое, биотические свойства, экстракты растительные.

Информация о статье:

Поступила в редакцию 23.09.2019, принята к печати 22.01.2020

DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-1-75-83

Язык статьи — русский

Для цитирования:

Сибирцев В. С., Чеканов М. А., Нечипоренко У. Ю., Маслова А. Ю., Гульков Е. Г., Радин М. А. Сравнительное оптико-электрохимическое исследование про- и антибиотических свойств водных растительных экстрактов // Вестник Международной академии холода. 2020. № 1. С. 75–83.

Comparative optico-electrochemical research of pro- and antibiotic properties of water plant extracts

Ph. D. V. S. SIBIRTSEV¹, Ph. D. M. A. CHEKANOV², U. Yu. NECHIPORENKO¹, A. Yu. MASLOVA³, E. G. GULKOV¹, Ph. D. M. A. RADIN⁴

¹All-Russia Research Institute for Food Additives — Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS

²Institute of Molecular Biology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine

³ITMO University

⁴Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design

E-mail: vs1969r@mail.ru

A biotesting technique is described, which provides for recording changes in the intensity of elastic light scattering, pH, and electrical conductivity of samples with viable test microorganisms incubated in a liquid nutrient medium in the presence and absence of test factors. The results of the analysis using this technique of pro- and antibiotic activity of different

concentrations of aqueous extracts obtained in different ways from various plant materials are presented. The results allow us to conclude that, while using the technique presented, it is possible to evaluate the impact on the dynamics of the vital activity for various microorganisms of food samples and other products and additives in a more significant, expressive, objective, and informative way than while using standard visual methods of microbiotesting. At the same time the evaluation is less time-consuming and material-intensive. Different biologically active substances (BAS) can be extracted from different parts of different plants in different ways. Different test organisms have different sensitivity to different BAS. In the preparation of aqueous plant extracts, it is preferable to carry out their short-term heating, which can significantly reduce the extraction time; while prolonged heating significantly reduces the biological activity of the extracted substances. Short-term biotic activity of the tested extracts (TE) is shown to be usually significantly greater than their long-term activity. The medium-term biotic activity of TE often exceeds not only their long-term, but also short-term activity. And with a decrease in the concentration of the TE in the test medium, their antibiotic activity usually decreases, and the probiotic activity could both decrease and increase.

Key words: microbiological biotesting, biotic properties, plant extracts.

Article info:

Received 23/09/2019, accepted 22/01/2020

DOI: 10.17586/1606-4313-2020-19-1-75-83

Article in Russian

For citation:

Sibirtsev V. S., Chekanov M. A., Nechiporenko U. Yu., Maslova A. Yu., Gulkov E. G., Radin M. A. Comparative optico-electrochemical research of pro- and antibiotic properties of water plant extracts. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda*. 2020. No 1. p. 75–83.

Введение

В последнее время в пищевой продукции, производимой и потребляемой человеческим обществом, ощущается все больший недостаток биологически активных веществ (БАВ) природного происхождения, включающих незаменимые аминокислоты, витамины и многие другие вещества, способствующие нормальному развитию и функционированию как самого человеческого организма (часто дополнительно ослабленного стрессами, наличием различных физико-химических факторов загрязнения окружающей среды, недостатком природного освещения и физической активности, контактами с многочисленной посторонней микрофлорой, все более агрессивной по отношению к человеческому организму и т. п.), так и симбиотически связанной с ним полезной микрофлоры.

Производство концентрированных синтетических аналогов этих БАВ (с целью использования их в качестве различных биологически активных добавок к пищевой, косметологической и иной продукции, лекарственным препаратам и т. п.), при современном уровне развития технологий, часто является весьма затратным с экономической точки зрения, а также малоэффективным, вследствие сложности достижения нужной степени чистоты, стереоспецифичности и других параметров данной продукции, способных обеспечить достаточно высокую степень ее биологической активности. Таким образом водные экстракты из растительного сырья до сих пор являются одним из наиболее простых, дешевых, доступных и широко распространенных источников БАВ. В связи с этим интересным представлялось сравнить пор- и антибиотическую активность таких экстрактов, получаемых различными способами из разных видов сырья.

Наиболее приемлемым и адекватным в настоящее время признано использование для этих целей тестовых биосистем. В качестве последних могут быть применены как одноклеточные; так и более высокоорганизованные

организмы, а также культуры клеток их тканей, крови и др. [1]–[11]. Использование для целей биотестирования многоклеточных организмов позволяет более адекватно моделировать с их помощью человеческий организм. В то же время, биотестирование с помощью микроорганизмов делает проведение таких анализов значительно более простым, доступным, дешевым, экспрессным и статистически достоверным в оценке результатов. А кроме того, позволяет непосредственно оценить влияние различных концентраций тестируемых экстрактов на динамику жизнедеятельности различных представителей «полезной» и «вредной» микрофлоры, присутствующей в составе человеческого организма, а также на «внешнюю» (по отношению к человеческому организму) микрофлору, присутствие которой может приводить к заражению либо порче продукции, содержащей тестируемые экстракты.

Однако, принятые в настоящее время в качестве стандартных при биотестировании процедуры оценки общей выживаемости микроорганизмов (включающиеся, в большинстве случаев, в визуальной оценке того, насколько ингибируется или активируется по сравнению с контрольной группой рост тестовых микроорганизмов после инкубации их в течение одних или нескольких суток в стерильных условиях при заданной температуре в присутствии тестируемых факторов) [6, 8, 9, 11] дают, как правило, лишь весьма неполную и субъективную информацию о летальных нарушениях жизнедеятельности тестовых организмов. В связи с этим, перспективным представляется использование для целей биотестирования инструментальных технологий, среди которых существенное место занимают методы, основанные на оценке различных оптических и электрохимических параметров тестовых сред (ТС), представляющих собой водные растворы, содержащие достаточное количество жизнеспособных тестовых микроорганизмов, а также необходимых им питательных и ростовых веществ.

Материалы и методы

Вследствие вышесказанного, исходя из результатов уже имевшихся авторских наработок по различным способам инструментального биотестирования [12]–[35], была разработана следующая методика комплексного, инструментального, оптико-электрохимического микробиотестирования, с помощью которой проводился сравнительный анализ про- и антибиотических свойств водных экстрактов, получавшихся тремя разными способами из 12-и видов растительного сырья.

Для каждой партии экстрактов проводилось по четыре серии измерений, перед началом каждой из которых готовилась питательная среда (ПС), представлявшая собой стерильный водный раствор с рН $7,2 \pm 0,2$, содержащий 20 г/л сахарозы, 3 г/л NH_4NO_3 , 1 г/л KH_2PO_4 , 1 г/л NaH_2PO_4 , 1 г/л $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, 0,2 г/л $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, 0,06 г/л FeCl_3 и 0,02 г/л CaCl_2 . Затем эта ПС засеивалась *Escherichia coli* ATCC 25922, *Rhodotorula glutinis* ATCC 10659 или *Chlorella vulgaris* ATCC 9765, которые были выбраны в качестве тестовых биообъектов потому, что они являются типичными представителями широко распространенных в естественных условиях видов микроорганизмов, принадлежащих к разным таксономическим группам — таким, соответственно, как бактерии, дрожжеподобные грибы и одноклеточные водоросли. Далее ПС инкубировалась при $30 \pm 0,1$ °С пока содержание жизнеспособных микроорганизмов в ней не достигало примерно 5×10^6 кл/мл, что у достоверялось нефелометрическим способом по стандарту мутности.

Далее, полученная ТС разливалась по измерительным емкостям (ИЕ), в каждую из которых (за исключением 3-х контрольных) предварительно добавлялось (по три ИЕ в параллель) необходимое количество тестируемого объекта (ТО), в качестве которого в описываемом исследовании выступали водные экстракты, получаемые разными способами из разного растительного сырья. Затем как тестовые, так и контрольные ИЕ инкубировались при $30 \pm 0,1$ °С в течение еще 9-и часов. При этом у ТС, содержащихся в каждой из ИЕ, последовательно, с интервалом 3 часа регистрировались интенсивность упругого светорассеяния в видимой области спектра (*Iod*), рН и удельная, линейная, низкочастотная электропроводность (*X*, мСм/см). Причем *Iod* регистрировалась с помощью нефелометра «WGZ-2»; рН регистрировалось с помощью иономера «Эксперт-001» с комбинированным электродом «ЭСК-10601/7»; а *X* регистрировалась с помощью кондуктометра «Эксперт-002» с датчиком «УЭП-П-С», работающим на частоте 1,6 кГц.

После чего общая степень активирования либо ингибирования (+/–) жизнедеятельности тестовых микроорганизмов (ТМ) заданными концентрациями тестируемых экстрактов (ТЭ) рассчитывалась по формулам:

$$\varepsilon_{S,k} = (\varepsilon_{Iod,k} + 0,7\varepsilon_{pH,k} + 0,7\varepsilon_{X,k}) / 2,4, \quad (1)$$

где $\varepsilon_{Iod,k}$, $\varepsilon_{pH,k}$ и $\varepsilon_{X,k}$ определялись отдельно по результатам измерений *Iod*, рН и *X* у ТС в ИЕ в ходе инкубации этих ИЕ по формуле

$$\varepsilon_{i,k} = 100 \times (\Delta Y_{i,k} - \Delta Y_{C,i,k}) / \Delta Y_{C,i,k}, \quad (2)$$

где $\Delta Y_{i,k}$ и $\Delta Y_{C,i,k}$ — усредненные по выборке из *N* образцов с одинаковыми концентрациями ТЭ, приготовленных

одинаковым способом из одного вида растительного сырья (в нашем случае $N = 3 \times 4 = 12$) изменения значений *i*-параметра ТС (где $i = Iod$, рН или *X*), произошедшие за *k* часов от начала инкубирования этой ТС в присутствии заданной концентрации ТЭ (ΔY_i , наблюдаемое в тестовых ИЕ) либо в отсутствие ТЭ (ΔY_C , наблюдаемое в контрольных ИЕ, ТС в которых содержали вместо ТЭ такое же количество стерильной дистиллированной воды).

При этом в качестве исходного сырья для приготовления ТЭ были выбраны мелкодисперсные сухие порошки, приготовленные из корней имбиря лекарственного (*Zingiber officinale*) — № 1, цветов гвоздичного дерева (*Syzygium aromaticum*) — № 2, коры коричника цейлонского (*Cinnamomum verum*) — № 3, семян кориандра овощного (кориандр черный, *Coriandrum sativum*) — № 4, семян мускатника душистого (мускатный орех, *Myristica fragrans*) — № 5, корня куркумы длинной (*Curcuma longa*) — № 6, листьев кориандра овощного (кинза, кориандр зеленый, *Coriandrum sativum*) — № 7, семян перца черного (*Piper nigrum*) — № 8, плодов перца чили (*Capsicum annuum*) — № 9, листьев лавра благородного (*Leurus nobilis*) — № 10, оболочек плодов граната обыкновенного (*Punica granatum*) — № 11 и листьев шалфея лекарственного (*Salvia officinalis*) — № 12.

При приготовлении «холодных», «полугорячих» и «горячих» водных экстрактов (ХВЭ, ПГВЭ и ГВЭ, соответственно) исходное сырье заливали в количестве 0,02 г на 1 мл экстрагента стерильной дистиллированной водой с температурой, равной 18 °С — для ХВЭ, 100 °С — для ПГВЭ, 90 °С — для ГВЭ. После чего, перемешивая, выдерживали в течение 24 ч при температуре 18 °С (для ХВЭ), 1 ч при 18 °С (для ПГВЭ), либо 30 мин при 90 °С (для ГВЭ).

Результаты и обсуждение

Методика определения общих степеней активирования либо ингибирования (+/–) жизнедеятельности тестовых микроорганизмов разными концентрациями различных растительных экстрактов ($\varepsilon_{S,k}$, где $k = 3, 6$ и 9 ч инкубирования), а также соответствие № 1 — № 12 видов сырья, использованного для приготовления тестируемых экстрактов, и обозначениям ГВЭ, ПГВЭ и ХВЭ способов приготовления этих экстрактов представлена выше. Относительная ошибка определения ε_S ($\xi\varepsilon$) для всех, указанных в табл. 1, значений находилась в диапазоне от 10 до 20%.

Исходя из данных табл. 1, полученных описанным выше способом, можно сделать следующие выводы. Из разных частей разных растений различными способами можно экстрагировать разные БАВ. Разные ТМ имеют различную чувствительность к БАВ. При этом среди исследованных ТМ в большинстве случаев наиболее чувствительной к ТЭ оказалась *C. vulgaris*, а наименее чувствительной — *E. coli*.

В порядке убывания биотической активности конечного продукта, выражавшейся в большинстве случаев в активировании жизнедеятельности ТМ по сравнению с контролем, исследованные экстракты по способам их получения можно упорядочить следующим образом: ХВЭ ≈ ПГВЭ > ГВЭ. То есть максимальную биотическую активность в концентрации 13 об.% име-

Таблица 1

Общая степень $\varepsilon_{S,k}$ (%), определяемая через 3, 6 и 9 ч инкубирования разных представителей природной микрофлоры в присутствии разных количеств водных экстрактов, приготовляемых различными способами из разного растительного сырья

Table 1

The degree $\varepsilon_{S,k}$ (%), estimated after 3, 6, and 9 h of incubation for different varieties of natural microflora at the presence of various aqueous extracts in various amounts made by various ways from natural plant raw materials

№ сырья	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Концентрация экстракта	13 об.% ГВЭ											
<i>E. coli</i> $\varepsilon_{S,9}$	-0,9	-5,5	1,2	3,2	-0,3	12	6,2	2,3	-5,0	7,0	-12	10
<i>R. glutinis</i> $\varepsilon_{S,9}$	-1,2	-7,2	1,6	4,2	-0,4	16	8,1	3,0	-6,5	9,1	-15	13
<i>C. vulgaris</i> $\varepsilon_{S,9}$	-1,5	-9,1	2,0	5,3	-0,5	22	10	3,8	-8,3	12	-20	17
Концентрация экстракта	13 об.% ПГВЭ											
<i>E. coli</i> $\varepsilon_{S,3}$	16	20	16	18	25	17	34	33	33	38	-4,6	-4,1
<i>E. coli</i> $\varepsilon_{S,6}$	10	13	9,2	12	14	6,3	27	16	12	29	-6,1	-7,1
<i>E. coli</i> $\varepsilon_{S,9}$	5,7	6,4	4,8	6,2	6,3	0,4	21	7,0	8,0	21	-3,2	-4,2
<i>R. glutinis</i> $\varepsilon_{S,9}$	7,4	8,3	6,2	8,1	8,2	0,5	27	9,1	10	27	-4,2	-5,5
<i>C. vulgaris</i> $\varepsilon_{S,9}$	9,4	10	7,9	10	10	0,7	35	12	13	35	-5,3	-6,9
Концентрация экстракта	13 об.% ХВЭ											
<i>E. coli</i> $\varepsilon_{S,3}$	23	-17	-4,1	19	14	15	20	14	15	0,4	-19	-5,4
<i>E. coli</i> $\varepsilon_{S,6}$	28	-9,2	-5,3	22	21	21	23	23	25	10	-31	-2,0
<i>E. coli</i> $\varepsilon_{S,9}$	17	2,6	-7,4	8,9	11	13	10	13	14	5,0	-34	6,0
<i>R. glutinis</i> $\varepsilon_{S,9}$	22	3,4	-9,6	12	14	15	13	17	18	6,5	-44	7,8
<i>C. vulgaris</i> $\varepsilon_{S,9}$	28	4,3	-12	15	18	22	17	20	23	8,3	-56	9,9
Концентрация экстракта	23 об.% ХВЭ											
<i>E. coli</i> $\varepsilon_{S,3}$	58	55	79	116	99	29	136	127	144	98	-70	9,5
<i>E. coli</i> $\varepsilon_{S,6}$	25	6,2	-10	2,4	29	5,2	31	64	42	44	-53	3,2
<i>E. coli</i> $\varepsilon_{S,9}$	20	4,9	-13	1,2	-12	1,2	23	51	32	37	-40	1,9
<i>R. glutinis</i> $\varepsilon_{S,9}$	26	6,4	-17	1,6	-16	1,4	30	66	42	48	-52	2,5
<i>C. vulgaris</i> $\varepsilon_{S,9}$	33	8,1	-21	2,0	-20	2,2	38	84	53	61	-66	3,1
Концентрация экстракта	6 об.% ХВЭ											
<i>E. coli</i> $\varepsilon_{S,9}$	3,1	1,2	-2,0	0,2	7,4	8,1	3,2	10	10	3,1	20	8,4
<i>R. glutinis</i> $\varepsilon_{S,9}$	4,0	1,6	-2,6	0,3	9,6	10	4,2	12	13	4,0	26	11
<i>C. vulgaris</i> $\varepsilon_{S,9}$	5,1	2,0	-3,3	0,3	12	13	5,3	16	17	5,1	33	14

ли ХВЭ либо ПГВЭ, в зависимости от вида сырья. При этом, как видно из данных табл. 1, нами исследовались биотические свойства ТЭ и при других их концентрациях в ТС, в результате чего концентрация 13 об.% была выбрана как наиболее показательная. Таким образом, очевидно, что при приготовлении водных растительных экстрактов предпочтительно осуществлять их кратковременное нагревание, такое например, как в случае ПГВЭ, позволяющее, с одной стороны, значительно сократить время экстрагирования (1 ч для ПГВЭ вместо 24 ч для ХВЭ), а с другой — сохранить достаточно высокую биологическую активность получаемых экстрактов (см. $\varepsilon_{S,9}$ для ХВЭ и ПГВЭ в табл. 1). В то время как более длительное нагревание, к примеру, как в случае ГВЭ, существенно уменьшает биологическую активность экстрагируемых веществ (см. $\varepsilon_{S,9}$ для ПГВЭ и ГВЭ в табл. 1).

В порядке убывания долгосрочной (через 9 ч инкубации в присутствии ТМ) пробиотической активности и увеличения затем антибиотической ТЭ, получаемые из различных видов растительного сырья, можно упорядочить следующим образом, где в скобках после № сырья

(см. «Материалы и методы») указаны соответствующие ему ε_S (см. табл. 1):

№ 8 (51) > № 10 (37) > № 9 (32) > № 7 (23) > № 1 (20) >> № 2 (4,9) > № 12 (1,9) ≈ № 4 (1,2) ≈ № 6 (1,2) >> № 5 (-12) ≈ № 3 (-13) >> № 11 (-40) (для 23 об.% ХВЭ);

№ 1 (17) > № 9 (14) ≈ № 8 (13) ≈ № 6 (13) > № 5 (11) ≈ № 7 (10) > № 4 (8,9) > № 12 (6,0) > № 10 (5,0) > № 2 (2,6) >> № 3 (-7,4) >> № 11 (-34) (для 13 об.% ХВЭ);

№ 7 (21) ≈ № 10 (21) >> № 9 (8,0) > № 8 (7,0) > № 2 (6,4) ≈ № 5 (6,3) ≈ № 4 (6,2) > № 1 (5,7) > № 3 (4,8) >> № 6 (0,4) >> № 11 (-3,2) > № 12 (-4,2) (для 13 об.% ПГВЭ);

№ 6 (12) > № 12 (10) > № 10 (7,0) > № 7 (6,2) >> № 4 (3,2) > № 8 (2,3) >> № 3 (1,2) > № 5 (-0,3) > № 1 (-0,9) >> № 9 (-5,0) ≈ № 2 (-5,5) >> № 11 (-12) (для 13 об.% ГВЭ).

Отсюда видно, что среди исследованных экстрактов наиболее активные долгосрочные антибиотические свойства, в отношении ТМ, проявили 23 и 13 об.% ХВЭ из корки граната (№ 11); а наиболее активные долгосрочные

пробиотические свойства проявили 23 об.% ХВЭ из черного перца, лаврового листа, перца чили и кинзы (№ 8, 10, 9 и 7), а также 13 об.% ПГВЭ из кинзы и лаврового листа (№ 7, 10).

При этом краткосрочная биотическая активность ТЭ, характеризуемая величиной $\varepsilon_{S,3}$, определяемой через 3 ч инкубации ТС с ТЭ, как правило, была существенно больше по модулю, то есть без учета знака ε_S , их долгосрочной активности, характеризуемой величиной $\varepsilon_{S,9}$, определяемой через 9 ч инкубации ТС с ТЭ, за исключением 13 об.% ХВЭ и ПГВЭ № 12, а также 13 об.% ХВЭ № 3, № 10 и № 11 (см. табл. 1).

Среднесрочная биотическая активность ТЭ, характеризуемая величиной $\varepsilon_{S,6}$, определяемой через 6 ч инкубации ТС с ТЭ, либо занимала промежуточное положение между $\varepsilon_{S,3}$ и $\varepsilon_{S,9}$, либо в ряде случаев (таких как 13 об.% ПГВЭ № 11 и № 12, а также 13 об.% ХВЭ № 1 и № 4 — № 10; см. табл. 1) превышала как $\varepsilon_{S,3}$, так и $\varepsilon_{S,9}$.

С уменьшением концентраций в ТС исследованных ХВЭ от 13 до 6 об.% их биотическая активность в отношении ТМ как правило уменьшалась (причем в отношении как активирования, так и ингибирования жизнедеятельности ТМ — за исключением ХВЭ № 11 и № 12, у которых количество и активность БАВ очевидно были слишком большими даже при 13 об.% ТЭ в ТС) (см. табл. 1).

А с увеличением концентраций в ТС исследованных ХВЭ от 13 до 23 об.% степень активирования ими жизнедеятельности ТМ могла как увеличиваться при недостаточных количестве и активности БАВ в ТЭ — как в случае 23 об.% ХВЭ № 1 — № 2 и № 7 — № 10, так и уменьшаться, как в случае 23 об.% ХВЭ № 4, № 6 и № 12). Тогда как степень ингибирования ТЭ жизнедеятельности ТМ в этом случае могла только увеличиваться, как в случае 23 об.% ХВЭ № 3, № 5 и № 11 (см. табл. 1).

Заключение

Таким образом, с помощью, представленной в настоящей работе, методики биотестирования можно существенно более экспрессно, объективно и информативно, чем при использовании стандартных визуальных методов микробиотестирования, оценить влияние на динамику жизненной активности ТМ различных растительных экстрактов и иной продукции. Кроме того, представленная методика, по сравнению со стандартными методами, существенно менее материалоемка и трудоемка, а также представляет гораздо больше возможностей для автоматизации процесса анализа. Все это делает

представленную методику существенно более доступной для массового применения, чем ранее используемые стандартные методы биотестирования.

А последнее является весьма актуальным в свете того, что одним из важных условий обеспечения должного уровня безопасности и качества жизни людей является не только своевременное и качественное тестирование про- и антибиотических свойств новой пищевой и иной продукции, а также добавок к ней (таких например, как растительные экстракты), ассортимент которых всё увеличивается, а сроки появления сокращаются; но и постоянный широкий мониторинг биотических свойств уже допущенной к массовому употреблению продукции с целью выявления недоброкачественных, либо успешных до окончательной реализации испортиться или претерпеть химическое или биологическое заражение ее образцов.

В отношении же исследованных нами водных растительных экстрактов следует отметить следующее. Как мы убедились, из разных частей разных растений разными способами можно экстрагировать разные БАВ. Разные тестовые организмы имеют разную чувствительность к разным БАВ. При приготовлении водных растительных экстрактов предпочтительно осуществлять их кратковременное нагревание (такое например, как в случае ПГВЭ; см. «Материалы и методы»), позволяющее, с одной стороны, значительно сократить время экстрагирования, а с другой — сохранить достаточно высокую биологическую активность получаемых экстрактов. В то время как более длительное нагревание (такое например, как в случае ГВЭ) существенно уменьшает биологическую активность экстрагируемых веществ. Среди исследованных экстрактов наиболее активные долгосрочные антибиотические свойства проявили 23 и 13 об.% ХВЭ (см. «Материалы и методы») из корки граната; а наиболее активные долгосрочные пробиотические свойства проявили 23 об.% ХВЭ из черного перца, лаврового листа, перца чили и кинзы, а также 13 об.% ПГВЭ из кинзы и лаврового листа. При этом краткосрочная биотическая активность тестируемых экстрактов (ТЭ) как правило была существенно больше их долгосрочной активности. Среднесрочная биотическая активность ТЭ нередко превышала не только их долгосрочную, но и краткосрочную активность. А с уменьшением концентрации ТЭ в тестовой среде их антибиотическая активность как правило уменьшалась, а пробиотическая активность могла как уменьшаться, так и возрастать.

Литература

1. Ivanov S. D., Korytova L. I., Yamshanov V. A., Ilyn N. V., Sibirtsev V. S. Leukopenia prognosis by radiation therapy of patients with Hodgkin's disease. // *Journal of Experimental and Clinical Cancer Research*. 1997. V. 16. No 2. P. 183–188.
2. Ivanov S. D., Korytova L. I., Yamshanov V. A., Ilyn N. V., Sibirtsev V. S. Leukopenia prognosis during radiation therapy in patients with Hodgkin's disease. // *Journal of Experimental and Clinical Cancer Research*. 1997. V. 16. No 4. P. 413–418.
3. Иванов С. Д., Коваленко А. Л., Кованько Е. Г., Ямшанов В. А., Акимов А. А., Забежинский М. А., Сибирцев В. С. Примене-

References

1. Ivanov S. D., Korytova L. I., Yamshanov V. A., Ilyn N. V., Sibirtsev V. S. Leukopenia prognosis by radiation therapy of patients with Hodgkin's disease. *Journal of Experimental and Clinical Cancer Research*. 1997. V. 16. No 2. P. 183–188.
2. Ivanov S. D., Korytova L. I., Yamshanov V. A., Ilyn N. V., Sibirtsev V. S. Leukopenia prognosis during radiation therapy in patients with Hodgkin's disease. *Journal of Experimental and Clinical Cancer Research*. 1997. V. 16. No 4. P. 413–418.
3. Ivanov S. D., Kovalenko A. L., Kovan'ko E. G., Jamschanov V. A., Akimov A. A., Zabezhinskii M. A., Sibirtsev V. S. The

- ние циклоферона при экспериментальной лучевой терапии опухолей. // Вопросы онкологии. 1999. Т. 45. № 3. С. 292–297.
4. Volynets G. P., Bdzhola V. G., Golub A. G., Synyugin A. R., Chekanov M. A., Kukharensko O. P., Yarmoluk S. M. Rational design of apoptosis signal-regulating kinase 1 inhibitors: Discovering novel structural scaffold. // *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2013. V. 61. P. 104–115.
 5. Kokina M. S., Frioui M., Shamtsyan M., Sibirtsev V. S., Krasnikova L. V., Konusova V. G., Simbirtsev A. S. 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. V. 19. No 4. P. 465–471.
 6. Zhuravlev O. E., Voronchikhina L. I. Synthesis and antimicrobial activity of n-decylpyridinium salts with inorganic anions // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 4. P. 312–315.
 7. Bykov R. A., Trapeznikova N. N., Balandina S. Yu., Komarova O. A., Makhmudov R. R., Pulina N. A., Sobin F. V., Rubtsov A. E. Synthesis and biological activity of 4-aryl-2-[(2-oxo-1,2-diphenylethylidene) — hydrazinyl]-4-oxobut-2-enoic-acid amides // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 5. P. 415–418.
 8. Arutyunyan G. L., Arutyunyan A. D., Gevorkyan K. A., Gasparyan S. P., Paronikyan R. V., Stepanyan G. M., Minasyan N. S. Synthesis and conversions of polyhedral compounds. 32. Synthesis and antibacterial activity of azaadamantane-containing azomethine dihydrochlorides // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 5. P. 419–423.
 9. Luzhnova S. A., Tyrkov A. G., Gabitova N. M., Yurtaeva E. A. Synthesis and antimicrobial activity of 5- (arylmethylidene) — 2,4,6-pyrimidine-2,4,6 (1H,3H,5H) — triones // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 6. P. 506–509.
 10. Vlasov S. V., Kovalenko S. N., Osolodchenko T. P., Lenitskaya E. B., Chernykh V. P. Synthesis and biological activity of 6- (1,3-benzoxazol-2-yl)-5-methylthieno- [2,3-d] pyrimidines // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 6. P. 510–514.
 11. Koshchienko Yu. V., Drobin Yu. D., Zubenko A. A., Timoshevskii D. A., Fetisov L. N., Bodryakov A. N. Synthesis and antimicrobial, antiprotozoal, and fungistatic activity of [5- (amino-, acylamino-, and 2-pyridylmethylamino) — 1-alkylbenzimidazol-2-yl] diphenylmethanols // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 8. P. 711–715.
 12. Sibirtsev V. S., Garabadzhiu A. V., Ivanov S. D. Spectral properties of bisbenzimidazole dyes upon interaction with DNA. // *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 1997. V. 23. No 12. P. 857–866.
 13. Sibirtsev V. S., Garabadzhiu A. V. Effect of heteroatom on the spectral properties of benzazoles. // *Russian Journal of Organic Chemistry*. 1997. V. 33. No 12. P. 1756–1759.
 14. Sibirtsev V. S., Glibin E. N., Ivanov S. D. Variation of spectral properties of actinocin derivatives due to equilibrium transformations. // *Russian Journal of Organic Chemistry*. 2000. V. 36. No 12. P. 1812–1818.
 15. Sibirtsev V. S., Garabadzhiu A. V., Ivanov S. D. Comparative study of DNA-specific dyes of the indole and benzimidazole series. // *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 2001. V. 27. No 1. P. 57–65. doi: 10.1023/A:1009535320077
 16. Sibirtsev V. S., Tolmachev A. Yu., Suslov V. V., Garabadzhiu A. V., Traven V. F. Dependence of fluorescence properties of compounds from psoralen, angelicin, and carbazole series on the character of their terminal substituents. // *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 1999. V. 25. No 3. P. 292–297. (in Russian)
 4. Volynets G. P., Bdzhola V. G., Golub A. G., Synyugin A. R., Chekanov M. A., Kukharensko O. P., Yarmoluk S. M. Rational design of apoptosis signal-regulating kinase 1 inhibitors: Discovering novel structural scaffold. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2013. V. 61. P. 104–115.
 5. Kokina M. S., Frioui M., Shamtsyan M., Sibirtsev V. S., Krasnikova L. V., Konusova V. G., Simbirtsev A. S. 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. V. 19. No 4. P. 465–471.
 6. Zhuravlev O. E., Voronchikhina L. I. Synthesis and antimicrobial activity of n-decylpyridinium salts with inorganic anions. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 4. P. 312–315.
 7. Bykov R. A., Trapeznikova N. N., Balandina S. Yu., Komarova O. A., Makhmudov R. R., Pulina N. A., Sobin F. V., Rubtsov A. E. Synthesis and biological activity of 4-aryl-2-[(2-oxo-1,2-diphenylethylidene)-hydrazinyl]-4-oxobut-2-enoic-acid amides. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 5. P. 415–418.
 8. Arutyunyan G. L., Arutyunyan A. D., Gevorkyan K. A., Gasparyan S. P., Paronikyan R. V., Stepanyan G. M., Minasyan N. S. Synthesis and conversions of polyhedral compounds. 32. Synthesis and antibacterial activity of azaadamantane-containing azomethine dihydrochlorides. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 5. P. 419–423.
 9. Luzhnova S. A., Tyrkov A. G., Gabitova N. M., Yurtaeva E. A. Synthesis and antimicrobial activity of 5- (arylmethylidene) — 2,4,6-pyrimidine-2,4,6 (1H,3H,5H) — triones. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 6. P. 506–509.
 10. Vlasov S. V., Kovalenko S. N., Osolodchenko T. P., Lenitskaya E. B., Chernykh V. P. Synthesis and biological activity of 6- (1,3-benzoxazol-2-yl)-5-methylthieno- [2,3-d] pyrimidines. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 6. P. 510–514.
 11. Koshchienko Yu. V., Drobin Yu. D., Zubenko A. A., Timoshevskii D. A., Fetisov L. N., Bodryakov A. N. Synthesis and antimicrobial, antiprotozoal, and fungistatic activity of [5- (amino-, acylamino-, and 2-pyridylmethylamino) — 1-alkylbenzimidazol-2-yl] diphenylmethanols. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2018. V. 52. No 8. P. 711–715.
 12. Sibirtsev V. S., Garabadzhiu A. V., Ivanov S. D. Spectral properties of bisbenzimidazole dyes upon interaction with DNA. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 1997. V. 23. No 12. P. 857–866.
 13. Sibirtsev V. S., Garabadzhiu A. V. Effect of heteroatom on the spectral properties of benzazoles. *Russian Journal of Organic Chemistry*. 1997. V. 33. No 12. P. 1756–1759.
 14. Sibirtsev V. S., Glibin E. N., Ivanov S. D. Variation of spectral properties of actinocin derivatives due to equilibrium transformations. *Russian Journal of Organic Chemistry*. 2000. V. 36. No 12. P. 1812–1818.
 15. Sibirtsev V. S., Garabadzhiu A. V., Ivanov S. D. Comparative study of DNA-specific dyes of the indole and benzimidazole series. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 2001. V. 27. No 1. P. 57–65. doi: 10.1023/A:1009535320077
 16. Sibirtsev V. S., Tolmachev A. Yu., Suslov V. V., Garabadzhiu A. V., Traven V. F. Dependence of fluorescence properties of compounds from psoralen, angelicin, and carbazole series on the character of their terminal substituents. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 1999. V. 25. No 3. P. 292–297. (in Russian)

- nal of Organic Chemistry. 2003. V. 39. No 6. P. 881–889. doi: 10.1023/B:RUJO.0000003169.96393.1d
17. Sibirtsev V. S. Study of applicability of the bifunctional system «Ethidium bromide+Hoechst-33258» for DNA analysis. // *Biochemistry (Moscow)*. 2005. V. 70. No 4. P. 449–457. doi: 10.1007/s10541-005-0136-x
18. Sibirtsev V. S., Tolmachev A. Yu., Kovaleva M. V., Garabadzhiu A. V., Traven V. F. Spectral study of interactions of 4,8,4'-trimethylpsoralen and 4,4'-dimethylangelicin dyes with DNA. // *Biochemistry*. 2005. V. 70. No 7. P. 822–832. doi: 10.1007/s10541-005-0190-4
19. Sibirtsev V. S. Fluorescent DNA probes: study of mechanisms of changes in spectral properties and features of practical application. // *Biochemistry (Moscow)*. 2007. V. 72. No 8. P. 887–900. doi: 10.1134/S0006297907080111
20. Sibirtsev V. S., Garabadzhiu A. V. Spectral study of the interaction of DNA with benzothiazolyl-benz-a-chromene. // *Biochemistry (Moscow)*. 2007. V. 72. No 8. P. 901–909. doi: 10.1134/S0006297907080123
21. Сиби́рцев В. С., Краси́кова Л. В., Шле́йкин А. Г., Строев С. А., Нау́мов И. А., Олехно́вич Р. О., Терещенко В. Ф., Шабанова Э. М., Мусса Аль-Хати́б. Новый метод биотестирования с применением современных импедансных технологий. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2015. Т. 15. № 2. С. 275–284. doi: 10.17586/2226-1494-2015-15-2-275-284
22. Sibirtsev V. S., Naumov I. A., Kuprina E. E., Olekhovich R. O. Use of impedance biotesting to assess the actions of pharmaceutical compounds on the growth of microorganisms. // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2016. V. 50. No 7. P. 481–485. doi: 10.1007/s11094-016-1473-3
23. Sibirtsev V. S., Olekhovich R. O., Samuylova E. O. Assessment of integral toxicity of water resources by instrumental methods of analysis. // *International Multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM) Conference Proceedings*. 2017, V. 17, No 61, P. 507–514. doi: 10.5593/sgem2017/61/S24.066
24. Sibirtsev V. S. Investigation of mechanisms of change in spectral properties during interaction of benzazole, indole, and phenanthridium compounds with DNA. // *Journal of Optical Technology*. 2017. V. 84. No 5. P. 294–301. doi: 10.1364/JOT.84.000294
25. Sibirtsev V. S. Biological test methods based on fluorometric genome analysis. // *Journal of Optical Technology*. 2017. V. 84. No 11. P. 787–791. doi: 10.1364/JOT.84.000787
26. Sibirtsev V. S., Uspenskaya M. V., Garabadgiu A. V., Shvets V. I. An integrated method of instrumental microbiotesting of environmental safety of various products, wastes, and territories. // *Doklady Biological Sciences*, 2019, V. 485. No 1. P. 59–61. doi: 10.1134/S001249661902011X
27. Сиби́рцев В. С. Применение фотолюминесцентных методик для изучения динамики структуры белков в водных растворах. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 1. С. 27–32. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-1-27-32
28. Сиби́рцев 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. 7 — 81. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-1-74-81
29. Сиби́рцев В. С., Маслова А. Ю. Комплексное исследование динамики жизнедеятельности *E. coli* в присутствии ионов *Journal of Organic Chemistry*. 2003. V. 39. No 6. P. 881–889. doi: 10.1023/B:RUJO.0000003169.96393.1d
17. Sibirtsev V. S. Study of applicability of the bifunctional system «Ethidium bromide+Hoechst-33258» for DNA analysis. *Biochemistry*. 2005. V. 70. No 4. P. 449–457. doi: 10.1007/s10541-005-0136-x
18. Sibirtsev V. S., Tolmachev A. Yu., Kovaleva M. V., Garabadzhiu A. V., Traven V. F. Spectral study of interactions of 4,8,4'-trimethylpsoralen and 4,4'-dimethylangelicin dyes with DNA. *Biochemistry (Moscow)*. 2005. V. 70. No 7. P. 822–832. doi: 10.1007/s10541-005-0190-4
19. Sibirtsev V. S. Fluorescent DNA probes: study of mechanisms of changes in spectral properties and features of practical application. *Biochemistry (Moscow)*. 2007. V. 72. No 8. P. 887–900. doi: 10.1134/S0006297907080111
20. Sibirtsev V. S., Garabadzhiu A. V. Spectral study of the interaction of DNA with benzothiazolyl-benz-a-chromene. *Biochemistry (Moscow)*. 2007. V. 72. No 8. P. 901–909. doi: 10.1134/S0006297907080123
21. Sibirtsev V. S., Krasnikova L. V., Schleikin A. G., Stroevev S. A., Naumov I. A., Olekhovich R. O., Tereschchenko V. F., Shabanova E. M., Mussa Al-Khatib. New biotesting method with the application of modern impedance technologies. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2015. V. 15. No 2. P. 275–284 (in Russian). doi: 10.17586/2226-1494-2015-15-2-275-284
22. Sibirtsev V. S., Naumov I. A., Kuprina E. E., Olekhovich R. O. Use of impedance biotesting to assess the actions of pharmaceutical compounds on the growth of microorganisms. *Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2016. V. 50. No 7. P. 481–485. doi: 10.1007/s11094-016-1473-3
23. Sibirtsev V. S., Olekhovich R. O., Samuylova E. O. Assessment of integral toxicity of water resources by instrumental methods of analysis. *International Multidisciplinary Scientific Geo Conference Surveying Geology and Mining Ecology Management (SGEM) Conference Proceedings*. 2017, V. 17, No 61, P. 507–514. doi: 10.5593/sgem2017/61/S24.066
24. Sibirtsev V. S. Investigation of mechanisms of change in spectral properties during interaction of benzazole, indole, and phenanthridium compounds with DNA. *Journal of Optical Technology*. 2017. V. 84. № 5. P. 294–301. doi: 10.1364/JOT.84.000294
25. Sibirtsev V. S. Biological test methods based on fluorometric genome analysis. *Journal of Optical Technology*. 2017. V. 84. No 11. P. 787–791. doi: 10.1364/JOT.84.000787
26. Sibirtsev V. S., Uspenskaya M. V., Garabadgiu A. V., Shvets V. I. An integrated method of instrumental microbiotesting of environmental safety of various products, wastes, and territories. *Doklady Biological Sciences*, 2019, V. 485. No 1. P. 59–61. doi: 10.1134/S001249661902011X
27. Sibirtsev V. S. Applicability of photofluorescent techniques for research of protein structure dynamics in aqueous solutions. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2019. V. 19. № 1. P. 27–32. (in Russian) doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-1-27-32
28. Sibirtsev V. S., Stroevev S. A. New optical-electrochemical microbiotesting system for valuation of oil products toxicology. *Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics*. 2019. V. 19. No 1. P. 74–81. (in Russian) doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-1-74-81

- переходных металлов. // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2019. Т. 19. № 2. С. 236–241. doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-2-236-241
30. Сибирцев В. С., Красникова Л. В., Гарабаджиу А. В. Способ оценки про- и антимикробных свойств проб. Патент РФ № 2688117; зарег. в гос. реестре изобрет. 17.05.2019, бюлл. № 14; приоритет от 12.04.2018.
 31. Патент РФ № 2688119. Способ определения антибиотических свойств материалов. / Сибирцев В. С., Щемелинина Т. Н., Успенская М. В., Гарабаджиу А. В.; зарег. в гос. реестре изобрет. 17.05.2019, бюлл. № 14; приоритет от 12.04.2018.
 32. Патент РФ № 2688328. Способ определения бактерицидных свойств веществ. / Сибирцев В. С., Успенская М. В.; зарег. в гос. реестре изобрет. 21.05.2019, бюлл. № 15; приоритет от 27.06.2018.
 33. Патент РФ № 2688745. Способ определения токсичности проб. / Сибирцев В. С., Щемелинина Т. Н., Куприна Е. Э., Гарабаджиу А. В.; зарег. в гос. реестре изобрет. 22.05.2019, бюлл. № 15; приоритет от 25.06.2018.
 34. Патент РФ № 2689359. Способ определения бактерицидных свойств материалов. / Сибирцев В. С., Успенская М. В., Гарабаджиу А. В.; зарег. в гос. реестре изобрет. 27.05.2019, бюлл. № 15; приоритет от 12.04.2018.
 35. Патент РФ № 2708164. Способ определения токсичности материалов. / Сибирцев В. С., Успенская М. В., Гарабаджиу А. В.; зарег. в гос. реестре изобрет. 04.12.2019, бюлл. № 34; приоритет от 23.01.2019.
 29. Sibirtsev V. S., Maslova A. Yu. 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. V. 19. № 2. P. 236–241. (in Russian) doi: 10.17586/2226-1494-2019-19-2-236-241
 30. RF patent № 2688117. A method for evaluating the pro- and antimicrobial properties of samples. Sibirtsev V. S., Krasnikova L. V., Garabadzhiu A. V.; registered from 05.17.2019, bull. № 14 (in Russian)
 31. RF patent № 2688119. A method for determining the antibiotic properties of materials. Sibirtsev V. S., Schemelinina T. N., Uspenskaya M. V., Garabadzhiu A. V.; registered from 05.17.2019, bull. № 14 (in Russian)
 32. RF patent № 2688328. A method for determining the bactericidal properties of substances. Sibirtsev V. S., Uspenskaya M. V.; registered from 05.21.2019, bull. № 15 (in Russian)
 33. RF patent № 2688745. A method for determining the toxicity of samples. Sibirtsev V. S., Schemelinina T. N., Kuprina E. E., Garabadzhiu A. V.; registered from 05.22.2019, bull. № 15 (in Russian)
 34. RF patent № 2689359. A method for determining the bactericidal properties of materials. Sibirtsev V. S., Uspenskaya M. V., Garabadzhiu A. V.; registered from 05.27.2019, bull. № 15 (in Russian)
 35. RF patent № 2708164. A method for determining the toxicity of materials. Sibirtsev V. S., Uspenskaya M. V., Garabadzhiu A. V.; registered from 04.12.2019, bull. № 34 (in Russian)

Сведения об авторах

Сибирцев Владимир Станиславович

К. х. н., доцент, заведующий лабораторией Всероссийского научно-исследовательского института пищевых добавок — филиала Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, 191014, Санкт-Петербург, Литейный пр., 55, vs1969r@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0829-5213, SPIN ID: 1707-0169, Scopus ID: 6603964394, Researcher ID: M-3146-2014

Чеканов Максим Александрович

К. х. н., старший научный сотрудник отдела биомедицинской химии Института молекулярной биологии и генетики Национальной академии наук Украины, 03143, Украина, г. Киев, ул. Академика Заболотного, 150, chekanov.maxx@gmail.com

Нечипоренко Ульяна Юрьевна

Лаборант-исследователь Всероссийского научно-исследовательского института пищевых добавок — филиала Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, 191014, Санкт-Петербург, Литейный пр., 55, unechiporenko@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-3708-9777

Маслова Александра Юрьевна

Магистрант факультета прикладной оптики Университета ИТМО, 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49, maslova.aleksandra97@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7484-1940

Information about authors

Sibirtsev Vladimir S.

PhD, Associate Professor, head of laboratory of All-Russia Research Institute for Food Additives — Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, 191014, Russia, St. Petersburg, Liteiny pr., 55, vs1969r@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0829-5213, Scopus ID: 6603964394, Researcher ID: M-3146-2014

Chekanov Maksym A.

PhD., Senior research scientist of Medicinal chemistry department of Institute of molecular biology and genetics of Ukraine national academy of sciences, 03143, Ukraine, Kyiv, Zabolotnogo str., 150, chekanov.maxx@gmail.com

Nechiporenko Ulyana Yu.

Laboratory assistant researcher of All-Russia Research Institute for Food Additives — Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, 191014, Russia, St. Petersburg, Liteiny pr., 55, unechiporenko@yandex.ru

Maslova Aleksandra Yu.

Undergraduate of faculty of applied optics of ITMO University, 197101, Russia, St. Petersburg, Kronverksky ave., 49, maslova.aleksandra97@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7484-1940

Гульков Евгений Геннадьевич

Научный сотрудник Всероссийского научно-исследовательского института пищевых добавок — филиала Федерального научного центра пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН, 191014, Санкт-Петербург, Литейный пр., 55, nweton@mail.ru

Gulkov Evgenij G.

Researcher of All-Russia Research Institute for Food Additives — Branch of V. M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS, 191014, Russia, St. Petersburg, Liteiny ave., 55, nweton@mail.ru

Радин Михаил Александрович

К. х. н., доцент Санкт-Петербургского университета промышленных технологий и дизайна, 191186, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, 18, chem_misha@mail.ru

Radin Mikhail A.

PhD, Associate Professor of Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 191186, Russia, St. Petersburg, Bolshaya Morskaya str., 18, chem_misha@mail.ru

ПОСТ-РЕЛИЗ

Х ЮБИЛЕЙНОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

«КАЗАХСТАН – ХОЛОД 2020»

МНТК «КАЗАХСТАН – ХОЛОД 2020» состоялась 4-5 марта 2020 г. в столице Республики Казахстан г. Нур-Султан в выставочном комплексе «ЭКСПО-2017».

Конференция является площадкой для встреч представителей образования, науки, бизнеса и производства под девизом: "Образование – Наука – Бизнес – Производство".

Конференция проведена представительством Международной академии холода в Казахстане, совместно с Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан, СРО ОЮЛ Казахской Ассоциацией холодильной промышленности (КазАХП), Союза Пищевых предприятий Казахстана, АО «НК «Астана ЭКСПО-2017», Университетом АТУ, компаниями «GBQ Asia» и «Тениз», при поддержке Бюро Непрерывного профессионального развития Международного Финансового Центра «Астана» и ведущих лидеров рынка в области холодоснабжения, систем кондиционирования воздуха и холодильных технологий.

Основной темой конференции явилось развитие экологически безопасных технологий и экономически результативных, энергоэффективных решений в сфере промышленного холода и систем кондиционирования воздуха в Республике Казахстан.

В конференции также принимали участие ведущие университеты данной отрасли: Университет ИТМО (Санкт-Петербург, Россия), МГТУ им. Н.Э. Баумана (Москва, Россия), Омский государственный технический университет (г. Омск, Россия), Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова (г. Николаев, Украина), Одесская национальная академия пищевых технологий (г. Одесса, Украина), ГУ имени Шакарима г. Семей (Казахстан) и др., представлены свыше 60 докладов по ряду актуальных вопросов на секциях:

Секция 1. Стратегическое видение и поиск среднесрочных решений по применению экологически безопасных холодильных агентов и развитию технологий переработки пищевых продуктов и холодильных технологий для Республики Казахстан.

Секция 2. Современные промышленные холодильные компрессоры, аппараты и компоненты систем хладоснабжения и кондиционирования для объектов промышленного, торгового и спортивного назначения.

На конференции присутствовали более 150 человек, представители 8-ми государств, мероприятие получило поддержку от 12 ведущих мировых лидеров в области холодильной техники и технологии.

Программа конференции представлена на сайте

<http://maxteniz.kz/conf2020/>