

УДК 615.281.9/282:544.723.21:547.91

В. Т. Долгих¹, Л. Г. Пьянова², В. А. Лихолобов², А. В. Лавренов², Н. В. Рудаков¹,
М. Г. Чеснокова¹, А. В. Седанова², В. В. Русаков¹, О. В. Корпачева¹

АНТИБАКТЕРИАЛЬНЫЕ И АНТИМИКОТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРАНУЛИРОВАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ

¹ Омский государственный медицинский университет, Омск, Российская Федерация;

² Институт проблем переработки углеводородов СО РАН, Омск, Российская Федерация

V. T. Dolgikh¹, L. G. Pjanova², V. A. Likholobov², A. V. Lavrenov², N. V. Rudakov¹,
M. G. Chesnokova¹, A. V. Sedanova², V. V. Rusakov¹, O. V. Korpachova¹

ANTIBACTERIAL AND ANTIMYCOTIC PROPERTIES OF GRANULAR CARBON SORBENTS

¹ Omsk State Medical University, Omsk, Russian Federation;

² Institute of Hydrocarbons Processing SB RAS, Omsk, Russian Federation

Резюме. *Цель* — исследовать антибактериальные и антимикотические свойства модифицированных углеродных сорбентов по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам. *Материалы и методы.* Исследования проведены в два этапа: на первом этапе оценивали чувствительность микроорганизмов к наиболее часто используемым в клинике антибиотикам, а на втором этапе — антимикробную резистентность 4 углеродных сорбентов. Представлены *результаты* стендовых микробиологических исследований по определению антибактериальной и антимикотической активности углеродных сорбентов, модифицированных олигомерами молочной и гликолевой кислот. Установлено, что исследуемые микроорганизмы *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. agalactiae*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *S. pyogenes*, *K. pneumoniae* и *E. coli* проявляют устойчивость к большей части антимикробных препаратов, широко используемых в клинической практике для лечения инфекционных заболеваний бактериальной и грибковой природы. Установлено, что углеродный сорбент ВНИИТУ-1 не обладает антибактериальной активностью по отношению к исследованным штаммам микроорганизмов. Вместе с тем, ВНИИТУ-1, модифицированный олигомерами молочной или гликолевой кислоты оказывает выраженную антибактериальную активность по отношению к большинству исследованных микроорганизмов.

Ключевые слова: антимикробная и антимикотическая резистентность, модифицированные углеродные сорбенты

Abstract. *The aim* is to investigate the antibacterial and antimycotic properties of modified carbon sorbents in relation to pathogenic and opportunistic microorganisms. *Materials and methods.* The studies were carried out in two stages: at the first stage, the sensitivity of microorganisms to the antibiotics most often used in the clinic was evaluated, and in the second stage — the antimicrobial resistance of 4 carbon sorbents. *The results* of microbiological bench studies to determine the antibacterial and antimycotic activity of the carbon sorbents modified by the oligomers of lactic and glycolic acids are presented. It was revealed that the tested microorganisms, such as *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. agalactiae*, *E. faecalis*, *P. aeruginosa*, *S. pyogenes*, *K. pneumoniae* and *E. coli* were mostly resistant to antimicrobials widely used in the clinical practice for treatment of infections of bacterial or fungal origin. It was registered that the carbon sorbent VNIITU-1 had no antibacterial activity against investigated microorganism strains. However, VNIITU-1 modified by the oligomers of lactic or glycolic acids demonstrated a pronounced antibacterial activity against most tested microorganisms.

Keywords: antimicrobial and antimycotic resistance, modified carbon sorbents

Конфликт интересов отсутствует.

There is no conflict of interest.

Контактная информация автора, ответственного за переписку:

Долгих Владимир Терентьевич
prof_dolgih@mail.ru

Contact information of the author responsible for correspondence:

Dolgikh Vladimir T.
prof_dolgih@mail.ru

Дата поступления 14.03.2017

Received 14.03.2017

Образец для цитирования:

Долгих В.Т., Пьянова Л.Г., Лихолобов В.А., Лавренов А.В., Рудаков Н.В., Чеснокова М.Г., Седанова А.В., Русаков В.В., Корпачева О.В. Антибактериальные и антимикотические свойства гранулированных углеродных сорбентов. Вестник уральской медицинской академической науки. 2017, Том 14, №2, с. 164–170 DOI: 10.22138/2500-0918-2017-14-2-164-170

For citation:

Dolgikh V.T., Pjanova L.G., Likholobov V.A., Lavrenov A.V., Rudakov N.V., Chesnokova M.G., Sedanova A.V., Rusakov V.V., Korpachova O.V. Antibacterial and antimycotic properties of granular carbon sorbents. Vestn. Ural. Med. Akad. Nauki = Jour. Ural Med. Acad. Science. 2017, no. 2, pp. 164–170. DOI: 10.22138/2500-0918-2017-14-2-164-170 (In Russ.)

Нарушение микроэкологии и возрастание этиологической роли патогенных и условно-патогенных микроорганизмов под влиянием антимикробной терапии нередко сопровождается развитием резистентности возбудителей инфекционных заболеваний к антибактериальным и антимикотическим соединениям [1, 2, 3]. В связи с этим научные поисковые исследования по разработке новых материалов и методов лечения заболеваний, вызванных патогенными микроорганизмами, представляются актуальными [4, 5]. Очевидно, что перспективным методом лечения инфекционной патологии может стать сорбционная терапия с использованием материалов, которые безопасны для организма и не содержат антибиотиков или антимикотиков. Сорбенты инактивируют патогенные микроорганизмы и выводят из организма пациента продукты их жизнедеятельности, а также продукты нарушенного метаболизма и токсичные соединения, полученные из внешней среды [6]. Известно, что молочная, гликолевая кислоты и их олигомеры проявляют антибактериальные свойства, подавляют рост патогенных микроорганизмов [7, 8, 9]. Лечебное действие углеродных сорбционных материалов объясняется их сорбционно-адгезивными свойствами [10, 11]. В Институте проблем переработки углеводов СО РАН (ИППУ СО РАН) разработаны гранулированные углеродные сорбенты, модифицированные олигомерами гидроксикислот, в том числе молочной и гликолевой кислоты [12].

Цель настоящей работы — исследовать антибактериальные и антимикотические свойства модифицированных углеродных сорбентов по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам.

Материалы и методы исследования

Исследования проведены в два этапа: на первом этапе оценивали чувствительность микроорганизмов к наиболее часто используемым в клинике антибиотикам, а на втором этапе — антимикробную резистентность 4 углеродных сорбентов:

1. ВНИИТУ-1 — исходный сорбент, разработанный в ИППУ СО РАН на основе нанодисперсного углерода; регистрационное удостоверение № ФСР 2008/03492 от 25.09.2012 г. Он представляет собой сферические гранулы черного или серебристого цвета диаметром 0,63–1,00 мм без вкуса и запаха, обладает высокой химической чистотой (содержание углеро-

да не менее 99,5%), практически полным отсутствием пылевидных частиц на поверхности и в порах, обладает совместимостью с биологическими жидкостями:

2. ВНИИТУ-1-МК — это ВНИИТУ-1, модифицированный 50% раствором молочной кислоты.

3. ВНИИТУ-1-ГК — это ВНИИТУ-1, модифицированный 50% раствором гликолевой кислоты.

4. ВНИИТУ-1-МГК — это ВНИИТУ-1, модифицированный смесью гликолевой и молочной кислот в соотношении 70/30%.

Перед началом исследований проводили стерилизацию углеродных сорбентов в микробиологическом боксе ультрафиолетовыми лучами в течение 30 мин. Использовали 7 клинических штаммов микроорганизмов, из них 3 грамположительных (*Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis*), 3 грамотрицательных (*Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Escherichia coli*) и культуру дрожжеподобных грибов рода *Candida* (*Candida albicans*). Идентификацию микроорганизмов проводили на тест-системах производства PLIVA-Lachema Diagnostica (Чехия) в компьютерной программе «МИКРОБ Автомат». Готовили микробную взвесь с помощью стерильного 0,5% раствора натрия хлорида и 0,1% желатина и проводили стандартизацию суспензии до плотности, эквивалентной стандарту мутности 0,5 по McFarland. Контролем служили посеы рабочих разведений испытываемых культур. Концентрацию микробных клеток определяли на приборе Densi-La-Meter (Италия). Для оценки антибактериального действия углеродных сорбентов использовали диффузионный метод. Изучение адгезивной активности культур микроорганизмов проводили в реакции бактериальной гемагглютинации с эритроцитами морской свинки и эритроцитами барана.

Для клинических штаммов микроорганизмов в качестве питательной среды использовали 2% агар Мюллера-Хинтона с pH=7,2–7,4, который разливали в чашки Петри диаметром 90 мм в количестве 20 мл. Для микроорганизмов рода *Enterococcus* в качестве питательной среды использовали агар Мюллера-Хинтона с добавлением 5% дефибринированной бараньей крови. Дефибринированную кровь вносили асептически в питательную основу после автоклавирования и охлаждения до 48–50°C.

В соответствии с правилами микробиологической техники на поверхность плотной агаровой среды в чашке Петри стерильной пипеткой наносили 1 мл су-

спензии суточной культуры микроорганизма концентрации, эквивалентной стандарту мутности 0,5 по McFarland (содержание микроорганизмов $1,5 \times 10^8$ КОЕ/мл), равномерно распределяли по поверхности среды покочиванием, после чего удаляли избыток инокулюма пипеткой. После 30-минутного подсушивания чашек в термостате при 37 °С на поверхность среды, засеянную микроорганизмами, осуществляли аппликацию четырех образцов гранулированных сорбентов с помощью пинцета на участке среды диаметром 10 мм каждый на расстоянии не менее 20 мм друг от друга. Для стандартизации проведения микробиологических исследований с каждой культурой использовали три чашки.

После аппликации сорбентов чашки Петри выдерживали при комнатной температуре в течение 30 мин, помещали в термостат сверху дном и инкубировали при температуре 37 °С в течение 18–24 час. При анализе результатов учитывали диаметр зоны задержки роста микроорганизмов с точностью до 1 мм. По величине зоны угнетения роста микробов судили об антибактериальных свойствах гранулированных углеродных сорбентов. Антимикотические свойства сорбентов оценивали аналогично. Готовили взвесь культуры дрожжеподобных грибов рода *Candida*, принадлежащей к виду *C. albicans* в изотоническом растворе хлорида натрия, содержащую 500×10^6 КОЕ/мл. В качестве питательной среды использовали агаризованную среду Сабуро. После нанесения сорбентов на засеянную питательную среду чашки выдерживали 30 мин при комнатной температуре, затем помещали в холодильник при температуре 10 °С на 2 часа, после чего переносили в термостат и инкубировали в течение 24–48 часов при 30 °С. Оценку адгезивной активности культур микроорганизмов проводили в реакции бактериальной гемагглютинации с эритроцитами морской свинки и эритроцитами барана.

Исследования по оценке чувствительности патогенных и условно-патогенных микроорганизмов в отношении углеродных сорбентов проводили с помощью диффузионного метода (агар-диффузионный метод). Суточную культуру соответствующего микроорганизма, выращенную на скошенном 2% агаре Мюллера-Хинтона, смывали 5 мл стерильного физиологического раствора, а полученную суспензию микробов разводили физиологическим раствором до концентрации 1 млрд. микробных тел в 1 мл по бактериальному стандарту мутности.

Для оценки эффективности сорбентов в каждом случае измеряли диаметр зоны задержки (подавления) роста микроорганизмов. В случаях, если диаметр зоны задержки роста микробов составлял от 10 до 15 мм, считали, что сорбент проявляет слабое антибактериальное, антимикотическое действие. Если диаметр зоны подавления роста составлял от 15 до 20 мм, то сорбент обладает умеренно выраженным действием. При диаметре зоны подавления роста более 20 мм считают, что сорбент проявляет сильно выраженные биоспецифические свойства. Отсутствие зо-

ны задержки роста микробов вокруг дисков свидетельствовало об отсутствии у сорбентов антибактериальных или антимикотических свойств.

Результаты и их обсуждение

Чувствительность патогенных и условно-патогенных микроорганизмов оценивали по отношению к 19 антимикробным препаратам. Установлено, что культура *S. aureus* оказалась чувствительной к 3 препаратам из 19: гентамицину, доксициклину и цефалексину; *S. epidermidis* — к 6 препаратам из 19: гентамицину, левомицетину, ципрофлоксацину, офлоксацину, цефалексину и цефуроксиму. *E. faecalis* проявляла чувствительность только к 2 препаратам из 19: эритромицину и офлоксацину, а *Paeruginosa* — тоже к двум препаратам из 19: гентамицину и ципрофлоксацину. Культура *K. pneumoniae* проявляла чувствительность к 6 препаратам: гентамицину, левомицетину, ципрофлоксацину, офлоксацину, доксициклину и цефалексину, а *E. coli* — к 8 препаратам: гентамицину, левомицетину, ципрофлоксацину, офлоксацину, доксициклину, цефалексину, цефотаксиму и цефтазидиму.

Таким образом, исследование чувствительности условно-патогенных и патогенных микроорганизмов к антибиотикам позволяет утверждать, что наибольшей чувствительностью обладают грамотрицательные культуры семейства энтеробактерий *E. coli* и *K. pneumoniae*. Грамположительные микроорганизмы *S. aureus* и *S. epidermidis* проявляют антибиотикорезистентность. Наибольшей антибактериальной резистентностью обладают клинические штаммы, принадлежащие к видам *P. aeruginosa*, *E. faecalis*. (резистентность к 17 антибактериальным препаратам).

Изучение чувствительности дрожжеподобных грибов рода *Candida*, принадлежащих к виду *C. albicans* к антимикотическим препаратам позволило установить, что они чувствительны к флуконазолу, кетоконазолу и итраконазолу, но резистентны к нистатину, амфотерицину В и клотримазолу.

На втором этапе оценивали антибактериальные и антимикотические свойства гранулированных сорбентов (таблица) по наблюдавшейся диффузии в агаре (зона задержки, мм).

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии антибактериальной активности у ВНИИТУ-1. ВНИИТУ-1-МК обладает слабо выраженным антибактериальным действием по отношению ко всем использованным бактериальным штаммам, а ВНИИТУ-1-ГК и ВНИИТУ-1-МГК проявляют умеренно выраженную антибактериальную активность по отношению к *S. aureus*, *S. epidermidis*, *S. pyogenes*, *S. agalactiae*, *E. faecalis*, *Ps. aeruginosa*. Следует отметить, что ВНИИТУ-1-ГК и ВНИИТУ-1-МГК проявляют слабо выраженное антибактериальное действие по отношению к *K. pneumoniae* и *E. coli*. Вместе с тем, ВНИИТУ-1-МК, ВНИИТУ-1-ГК и ВНИИТУ-1-МГК проявляют слабо выраженное антибактериальное действие по отношению к *K. pneumoniae* и *E. coli*.

Исследования по оценке антимикотических (противогрибковых) свойств гранулированных углеродных сорбентов по отношению к дрожжеподобным грибам рода *Candida* позволили выявить следующее. Оказалось, что ВНИИТУ-1 не проявляет антимикотических свойств, что выражалось в отсутствии зоны задержки роста этого гриба. Вместе с тем, все остальные модифицированные сорбенты обладают выраженными антимикотическими свойствами в отношении *C. albicans* (зона задержки роста колебалась от 22 до 25 мм). Наиболее высокая степень антимикотической активности была выявлена у сорбента ВНИИТУ-1-ГК, который дал наибольшую зону задержки роста - 25 мм. ВНИИТУ-1-МК проявлял умеренно выраженное антимикотическое действие (зона задержки роста составляла 20 мм).

Таблица

Оценка чувствительности патогенной и условно-патогенной микрофлоры и грибов *Candida albicans* по отношению к сорбентам агар-диффузным методом

Table
Assessment of the sensitivity of pathogenic and conditionally pathogenic microflora and fungi *Candida albicans* in relation to sorbents agar-diffusion method

Исследуемая культура / Studied culture	Гранулированные сорбенты / Granular sorbents			
	ВНИИТУ-1/ VNIITU-1	ВНИИТУ-1-МК/ VNIITU-1-MK	ВНИИТУ-1-ГК/ VNIITU-1-GK	ВНИИТУ-1-МГК/ VNIITU-1-MGK
<i>S. aureus</i>	-	*	**	**
<i>S. epidermidis</i>	-	*	**	**
<i>S. pyogenes</i>	-	*	**	**
<i>S. agalactiae</i>	-	*	**	**
<i>E. faecalis</i>	-	*	**	**
<i>Ps. aeruginosa</i>	-	*	*	*
<i>K. pneumoniae</i>	-	*	*	*
<i>E. coli</i>	-	*	*	*
<i>C. albicans</i>	-	**	***	***

Примечание: * — диаметр зоны задержки роста микробов (зона действия сорбента) от 10 до 15 мм: слабое антибактериальное действие сорбента; ** — диаметр зоны подавления роста от 15 до 20 мм: сорбент обладает умеренно выраженным антибактериальным действием; *** — диаметр зоны подавления роста более 20 мм: сорбент проявляет сильно выраженные биоспецифические свойства; « - » — отсутствие зоны задержки роста микробов вокруг дисков: свидетельствует об отсутствии у сорбентов антибактериальных свойств.

Note: * — the diameter of the zone of growth inhibition of microbes (area of sorbent) 10 to 15 mm: weak antibacterial action of the sorbent; * * — the diameter of the zone of suppression of growth of 15 to 20 mm: the sorbent has a moderately strong antibacterial effect; *** — the diameter of the zone of growth inhibition > 20 mm: sorbent exhibits a strongly pronounced

biospecifically properties; « - » — means no zone of growth inhibition of microbes around disks: indicates the absence of sorbents antibacterial properties.

Высокие антибактериальные и антимикотические свойства модифицированных образцов углеродного сорбента могут быть обусловлены кислотными свойствами нанесенного олигомера молочной кислоты: при контакте олигомера с биологической средой снижается pH. Происходит локальное «закисление» среды за счет процесса гидролиза образованного на сорбенте олигомера гидроксикислоты, что является губительным фактором для жизнедеятельности патогенных микроорганизмов.

Заключение

Таким образом, установлено, что углеродный сорбент ВНИИТУ-1 не обладает антибактериальной активностью по отношению к исследованным штаммам микроорганизмов. Вместе с тем, ВНИИТУ-1-ГК проявляет сильно выраженную антибактериальную активность по отношению к *P. aeruginosa* и менее выраженное в отношении *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. faecalis*, *K. pneumoniae*, *E. coli*. ВНИИТУ-1-МГК не оказывает антибактериальный эффект в отношении *S. aureus*, но слабое антибактериальное действие по отношению к *S. epidermidis*, *K. pneumoniae*, *E. coli*, *E. faecalis* и *P. aeruginosa*. Углеродный сорбент ВНИИТУ-1-МК обладает умеренной антибактериальной активностью по отношению к *P. aeruginosa* и слабой антимикробной активностью к *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. faecalis*, *K. pneumoniae*, *E. coli*. Что касается антимикотических свойств сорбентов, то следует отметить ее отсутствие у ВНИИТУ-1, а у остальных сорбентов — слабо выраженный антимикотический эффект.

Высокие антибактериальные и антимикотические свойства модифицированных образцов углеродного сорбента могут быть обусловлены кислотными свойствами нанесенных олигомеров молочной и гликолевой кислоты. При контакте олигомера с биологической средой снижается pH, происходит локальное «закисление» среды за счет гидролиза образованного на сорбенте олигомера гидроксикислоты, что является губительным фактором для жизнедеятельности патогенных микроорганизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Козлов В.К., Чилилов А.М., Ахмедов Б.А. Комплексное лечение пациента с инфекционно-осложненным огнестрельным переломом костей конечностей. Выбор тактики лечения и его эффективность (клинический случай). Хирургия. 2016; 11: 71-6.
2. Терехова Р.П., Митиш В.А., Пасхалова Ю.С., Складан Г.Е., Прудникова С.А., Блатун Л.А. Возбудители остеомиелита длинных костей и их резистентность. Раны и раневые инфекции. 2016; 3 (2): 24-30.
3. Moultrie D., Hawker J., Cole S. Factors associated with multidrug-resistant Acinetobacter transmission: an integrative review of the literature. AORN J. 2011; 94(1): 27-36.
4. Самсонов К.В. Сравнительная эффективность сорбции бактерий и бактериальных токсинов углеродными и углерод-минеральными сорбентами. Бюллетень физиологии и патологии дыхания. 2008; 296: 48-50.
5. Belik E.V., Brykalov A.V., Bostanova F.A., Gryadskikh D.A., Golovkina E.M. Fabrication and study of biologically active organosilica polymer composites used for application sorption. Fibre Chemistry. 2008; 40(5): 445-6.
6. Долгих В.Т., Пьянова Л.Г., Баринов С.В., Лихолобов В.А., Долгих Т.И., Рябчикова Е.И. и др. Эффективность использования углеродного формованного сорбента ВНИИТУ-1 в акушерской практике. Общая реаниматология. 2015; 11(4): 60-71.
7. Долгих В.Т., Долгих Т.И., Пьянова Л.Г., Лихолобов В.А., Баринов С.В., Баракина О.В. и др. Антибактериальная активность гранулированных углеродных сорбентов. Российский иммунологический журнал. 2014; 8 (3): 788-91.
8. Antimicrobial resistance threats in the United States. 2013. Электронный ресурс: [www.cdc.gov/drugresistance/threat-report-2013/pdf/ar-threats-2013-508.pdf].
9. Antimicrobial resistance threats in the United States. 2013. Электронный ресурс: [www.cdc.gov/drugresistance/threat-report-2013/pdf/ar-threats-2013-508.pdf].
11. Пьянова Л.Г., Бакланова О.Н., Лихолобов В.А., Дроздов В.А., Саланов А.Н., Тази В.П. Исследование эффекта модифицирования поверхности углеродных сорбентов поли-N-винилпирролидоном комплексом физико-химических и микробиологических методов. Физикохимия поверхности и защита материалов. 2013; 49(4): 408-17.
12. Баринов С.В., Долгих В.Т., Долгих Т.И., Баракина О.В., Пьянова Л.Г., Лихолобов В.А. и др. Разработка и применение формованных углеродных сорбентов при лечении хронического эндометрита. Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2014; 4: 55-9.

REFERENCES

1. Kozlov V.K., Chililov A.M., Akhmedov B.A. Experience complex treatment of patients with infectious complications of bullet-extremity fractures. Choice of tactics complex treatment and its efficiency (case report). Khirurgi. 2016, No. 11, pp. 71-76 (in Russ.)
2. Terekhova R.P., Mitish V.A., Paskhalova Yu.S., Skladan G.E., Prudnikova S.A., Blatun L.A. Osteomyelitis agents of the long bones and their resistance. Rani i ranevaya infektsia. 2016, no. 3(2), pp. 24-30 (in Russ.)
3. Moultrie D., Hawker J., Cole S. Factors associated with multidrug-resistant Acinetobacter transmission: an integrative review of the literature. AORN J. 2011, no. 94 (1), pp. 27-36. doi: 10.1016/j.aorn.2010.12.026.
4. Samsonov K.V. The comparative effectiveness of bacteria and bacterial toxins sorption with carbonic and carbonmineral sorbents. Byulleten fiziologii i patologii dykhania. 2008, no. 29, pp. 48-50 (in Russ.)
5. Belik E.V., Brykalov A.V., Bostanova F.A., Gryadskikh D.A., Golovkina E.M. Fabrication and study of biologically active organosilica polymer composites used for application sorption. Fibre Chemistry 2008, no. 40(5), pp. 445-446. DOI: 10.1007/s10692-009-9080-7.
6. Dolgikh V.T., Pjanova I.G., Barinov S.V., Likholobov V.A., Dolgikh T.I., Rjabchikoba E.I. et al. Efficacy of the molded carbon sorbent VNIITU-1 used in obstetric practice. Obshchaya reanimatologiya. 2015, no. 11(4), pp. 60-71 (in Russ.)
7. Dolgikh V.T., Dolgikh T.I., Pjanova L.G., Likholobov V.A., Barinov S.V., Barakina O.V. et al. Antimicrobial activity of granular carbon sorbents for medical application in vitro. Rossiysky immunologicheskyy zhurnal = Russian Journal of Immunology. 2014, no. 8(3), pp. 788-791 (in Russ.)
8. Antimicrobial resistance: global report on surveillance. 2014. On-line: <http://www.who.int/entity/drugresistance/publications/infographic-antimicrobial-resistance-20140430.pdf>
9. Antimicrobial resistance threats in the United States. 2013. On-line: www.cdc.gov/drugresistance/threat-report-2013/pdf/ar-threats-2013-508.pdf.
10. Baklanova O.N., Pjanova L.G., Talsi V.P., Knjazeva O.A., Sedanova A.V., Dolgikh T.I. The surface modification of carbon sorbent poly-N-vinylpyrrolidone for the application of medicine. Fizikokhimiya poverkhnosti i zashchita materialov = Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2012, no. 48 (4), pp. 363-369 (in Russ.)
11. Pjanova L.G., Baklanova O.N., Likholobov V.A., Drozdov V.A., Salanov A.N., Tazi V.P. Research of the effect of surface modification of carbon sorbents poly-N-vinylpyrrolidone complex physical-chemical and microbiological methods. Fizikokhimiya poverkhnosti i zashchita materialov = Protection of Metals and Physical Chemistry of Surfaces. 2013, no. 49(4), pp. 408-417 (in Russ.)
12. Barinov S.V., Dolgikh V.T., Dolgikh T.I., Barakina O.V., Pjanova O.V., Likholobov V.A. Development and application of model carbon sorbents in the treatment of chronic endometritis. Sibirsky meditsinsky zhurnal (Irkutsk). 2014, no. 4, pp. 55-59 (in Russ.)

Russ.)

Авторы

Долгих Владимир Терентьевич

Омский государственный медицинский университет
Д. м. н., профессор, заслуженный деятель науки РФ,
зав. кафедрой патофизиологии, клинической патофизиологииРоссийская Федерация, 644099, Омск-99, ул. Ленина,
12
prof_dolgih@mail.ru

Пьянова Лидия Георгиевна

Институт проблем переработки углеводов СО
РАНД. б. н., старший научный сотрудник
Российская Федерация, 644040, Омск-40, ул. Нефтеза-
водская, 54
medugli@ihcp.ru

Лихолобов Владимир Александрович

Институт проблем переработки углеводов СО
РАНД. хим. наук, профессор, член-корреспондент РАН, на-
учный руководитель Института проблем переработки
углеводородов СО РАН
Российская Федерация, 644040, Омск-40, ул. Нефтеза-
водская, 54
val@ihcp.oscsbras.ru

Лавренов Александр Валентинович

Институт проблем переработки углеводов СО
РАНканд. хим. наук, директор Института проблем перера-
ботки углеводов СО РАН
Российская Федерация, 644040, Омск-40, ул. Нефтеза-
водская, 54
val@ihcp.ru

Рудаков Николай Викторович

Омский государственный медицинский университет
Д. м. н., профессор, заведующий кафедрой микро-
биологии, вирусологии и иммунологииРоссийская Федерация, 644099, Омск-99, ул. Ленина,
12
nicolay@omsk-osma.ru

Чеснокова Марина Геннадьевна

Омский государственный медицинский университет
Д. м. н., профессор, профессор кафедры микробиоло-
гии, вирусологии и иммунологииРоссийская Федерация, 644099, Омск-99, ул. Ленина,
12
nicolay@omsk-osma.ru

Седанова Анна Викторовна

Институт проблем переработки углеводов СО
РАНканд. хим. наук, старший научный сотрудник
Российская Федерация, 644040, Омск-40, ул. Нефтеза-

Authors

Vladimir T. Dolgikh

Omsk State Medical University

Dr. Sci. (Med.), Professor, Honored scientist of the
Russian Federation, Head of
Department of Pathophysiology
Str. Lenin., 12, Omsk, 644099, Russian Federation
prof_dolgih@mail.ru

Lydia G. P'yanova

Institute of Hydrocarbon Processing

Dr. Sci. (Bio.), Senior Researcher

Str. Neftezhavodskaya, 54, Omsk, 644040, Russian
Federation
medugli@rambler.ru

Vladimir A. Likholobov

Institute of Hydrocarbon Processing

Dr. Sci.(Chem.), Professor, Corresponding Member of
RAS, Scientific HeadStr. Neftezhavodskaya, 54, Omsk, 644040, Russian
Federation
val@ihcp.oscsbras.ru

Aleksandr V. Lavrenov

Institute of Hydrocarbon Processing

Cand.Sci.(Chem.), Director

Str. Neftezhavodskaya, 54, Omsk, 644040, Russian
Federation
val@ihcp.ru

Nikolay V. Rudakov

Omsk State Medical University

Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department of
Microbiology, Virology and ImmunologyStr. Lenin., 12, Omsk, 644099, Russian Federation
nicolay@omsk-osma.ru

Marina G. Chesnokova

Omsk State Medical University

Dr. Sci. (Med.), Professor of Department of Microbiology,
Virology and ImmunologyStr. Lenin., 12, Omsk, 644099, Russian Federation
nicolay@omsk-osma.ru

Anna V. Sedanova

Institute of Hydrocarbon Processing

Cand.Sci.(Chem.), Senior Researcher

Str. Neftezhavodskaya, 54, Omsk, 644040, Russian
Federation
medugli@rambler.ru

Vladimir V. Rusakov

Omsk State Medical University

Dr. Sci. (Med.), Professor of Department of
PathophysiologyStr. Lenin., 12, Omsk, 644099, Russian Federation
vvrusakov@mail.ru

водская, 54
medugli@ihcp.ru

Русаков Владимир Валентинович
Омский государственный медицинский университет
Д. м. н., профессор кафедры патофизиологии, клини-
ческой патофизиологии
Российская Федерация, 644099, Омск-99, ул. Ленина, 12
vvrusakov@mail.ru

Корпачева Ольга Валентиновна
Омский государственный медицинский университет
Д. м. н., профессор кафедры патофизиологии, клини-
ческой патофизиологии
Российская Федерация, 644099, Омск-99, ул. Ленина,
12
olgkor@mail.ru

Olga V. Korpachova
Omsk State Medical University
Dr. Sci. (Med.), Professor of Department of
Pathophysiology
Str. Lenin., 12, Omsk, 644099, Russian Federation
olgkor@mail.ru