

**Вестник биотехнологии
и физико-химической биологии
имени Ю.А. Овчинникова**

СОДЕРЖАНИЕ

Колонка главного редактора	
К читателям. <i>Р.Г. Васильев</i>	4
Оригинальные статьи	
О систематике прокариот: актуальные проблемы и пути выхода из кризиса. <i>С.Ю. Щеголев</i>	5
К вопросу об использовании отечественных фильтрационных материалов в производстве антирабического иммуноглобулина. <i>Е.Г. Абрамова, А.Г. Селезнева, И.М. Жулидов, Р.А. Свинцов, С.В. Генералов, Л.В. Савицкая, О.А. Лобовикова, А.К. Никифоров</i>	15
Молекулярные маркеры нозокомиальных инфекций. <i>В.Б. Бородулин, И.В. Бабушкина, Е.В. Бородулина, Е.В. Бобылева, О.Э. Лосев, Е.Г. Чеботарева</i>	21
Получение, свойства, использование и скорость деградации пленок и гелей бактериальной целлюлозы, продуцируемой <i>Gluconacetobacter sucrofermentans</i> . <i>Н.А. Кленова, Т.А. Овчинникова, Ю.А. Маркова, В.С. Соболева, Э.Ю. Сосова, А.Е. Ерофеева</i>	27
Рекультивирование после длительного хранения коллекции цианобактерий <i>Spirulina (Arthrospira)</i> с применением регенерированной питательной среды. <i>Д.И. Петрухина</i>	32
Исследование чувствительности природных штаммов люминесцентных бактерий <i>Vibrio sp.</i> к модельным токсикантам с целью использования в качестве цельноклеточных бактериальных биосенсоров. <i>М.В. Журавлева, Ш.К. Карчава, И.С. Сазыкин, Е.М. Кудеевская, М.И. Хаммами, Н.В. Гненная, М.А. Сазыкина</i>	37
Штаммы-продуценты термостабильного прямого гемолизина (TDH) и TDH-родственного гемолизина (TRH) <i>Vibrio parahaemolyticus</i> . <i>О.С. Чемисова, О.А. Рыковская, М.В. Полева, Е.М. Санамянц</i>	43
Сезонные изменения протеолитической активности кальпаинов и содержания титина и небулина в поперечнополосатых мышцах длиннохвостого суслика (<i>Spermophilus undulatus</i>). <i>Я.А. Юцкевич, С.С. Попова, Н.Н. Салмов, А.Д. Уланова, Н.М. Захарова, И.М. Вихлянцев</i>	49
Получение генетической конструкции для экспрессии гена биназы с мутацией в потенциальном сайте димеризации белка. <i>И.М. Лисевич, Ф.Г. Куприянова-Ашина, В.В. Ульянова</i>	60
Введение в культуру <i>in vitro</i> и регенерация побегов из эксплантов эпикотилей амаранта <i>Amaranthus cruentus</i> . <i>Р.М. Таипова, Б.Р. Кулуев</i>	64
Транскриптомный анализ дифференциальной экспрессии единичных нейронов статоцистов виноградной улитки. <i>А.А. Осипов, Н.А. Асеев, Е.А. Чеснокова, М.В. Роцин, П.М. Колосов, Н.В. Баль, П.М. Балабан</i>	67
Как вычислять уравнения Ходжкина – Хаксли быстрее. <i>И.Е. Мысин</i>	72
Обзоры	
Механизмы приобретения микроорганизмами резистентности к антибиотикам. <i>Н.В. Гненная, И.С. Сазыкин, М.А. Сазыкина</i>	77
Методы исследования бактериальных биопленок. <i>А.В. Гильдебрант, И.С. Сазыкин, М.А. Сазыкина</i>	86
Биосинтез бактериальной наноцеллюлозы на альтернативных питательных средах: обзор. <i>Е.К. Гладышева, Е.А. Скиба</i>	92
Краткие сообщения	
Изучение влияния ультразвукового воздействия на споро- и неспорообразующие бактерии. <i>С.С. Бойко, Е.С. Яценко</i>	102

Страницы истории. Юбилейные и знаменательные даты 2018 года	106
Хроника. События первой половины 2018 года.....	109
Правила для авторов	110

**Yu.A. Ovchinnikov bulletin
of biotechnology and
physical and chemical biology**

CONTENTS

Column of the editor-in-chief

To readers. *R.G. Vasilov* 4

Original articles

On prokaryote systematics: actual problems and ways out of the crisis. *S.Yu. Shchyogolev*..... 5

Concerning the usage of domestic filtration materials in manufacturing of anti-rabies immunoglobulin.

E.G. Abramova, A.G. Selezneva, I.M. Zhulidov, R.A. Svintsov, S.V. Generalov, L.V. Savitskaya, O.A. Lobovikova, I.V. Shul'gina, A.K. Nikiforov..... 15

Molecular markers of nosocomial infections.

V.B. Borodulin, I.V. Babushkina, E.V. Borodulina, E.V. Bobyleva, O.E. Losev, E.G. Chebotareva.. 21

The preparation, properties, use and rate of degradation of the films and gels of bacterial cellulose produced by *Gluconacetobacter sucrofermentans*.

N.A. Klenova, T.A. Ovchinnikova, U.A. Markova, V.S. Soboleva, E.U. Sosova, A.E. Erofeeva..... 27

Recultivation after long-term storage of cyanobacteria *Spirulina (Arthrospira)* collection with reusing a regenerated medium.

D.I. Petrukhina..... 32

Investigation of the sensitivity of natural strains of luminescent bacteria *Vibrio* sp. to model toxicants for the purpose of use as cellular bacterial biosensors.

M.V. Zhuravleva, Sh.K. Karchava, I.S. Sazykin, E.M. Kudrevskaya, M.I. Hammami,

N.V. Gnennaya, M.A. Sazykina..... 37

Vibrio parahaemolyticus strains-producers of thermostable direct hemolysin (TDH) and TDH-related hemolysin (TRH). *O.S. Chemisova, O.A. Rykowskaya,*

M.V. Poleeva, E.M. Sanamyants..... 43

Seasonal changes of proteolytic activity of calpains and the content of titin and nebulin in striated muscles of the long-tailed ground squirrels (*Spermophilus undulatus*).

Y.A. Yutkevich, S.S. Popova, N.N. Salmov, A.D. Ulanova, N.M. Zakharova, I.M. Vikhlyantsev..... 49

Plasmid construction for expression of binase gene mutated in proposed protein dimerization site.

I.M. Lisevich, F.G. Kupriyanova-Ashina, V.V. Ulyanova..... 60

Introduction to *in vitro* culture and regeneration of shoots from epicotyl explants of *Amaranthus cruentus*.

R.M. Taipova, B.R. Kuluev..... 64

Transcriptome analysis of differential expression of single neurons of statocysts in grape snail.

A.A. Osypov, P.M. Kolosov, N.A. Aseyev, E.A. Chesnokova, M.V. Roshchin,

N.V. Bal, P.M. Balaban..... 67

How to compute Hodgkin-Huxley equations faster. *I.E. Mysin*..... 72

Reviews

Mechanisms of acquisition by microorganisms of resistance to antibiotics.

N.V. Gnennaya, I.S. Sazykin, M.A. Sazykina 77

Methods of bacterial biofilms study. *A.V. Gildebrant, I.S. Sazykin, M.A. Sazykina* 86

Biosynthesis of bacterial cellulose on alternative nutrient media: review.

E.K. Gladysheva, E.A. Skiba..... 92

Short communications

Study of the influence of ultrasound on spore and non-spore forming bacteria.

S.S. Boyko, E.S. Yatsenko..... 102

Pages of history. Anniversary and significant dates 2018..... 106

The chronicle. Events of the first half-year 2018.....	109
Rules for authors	110

УДК 57.063.7

**О СИСТЕМАТИКЕ ПРОКАРИОТ:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ВЫХОДА ИЗ КРИЗИСА**

С.Ю. ЩЕГОЛЕВ

*Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН,
Саратовский национальный исследовательский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского, Саратов*

Рассматриваются проблемы таксономических исследований прокариот, проявляющиеся в повседневной лабораторной практике и приобретающие особую остроту в связи с опубликованием в последние годы ряда принципиальных обобщающих работ в области сравнительной геномики и биоинформатики. Констатируются возможности и ограничения традиционных филогенетических маркеров – последовательностей генов 16S рРНК и интергенного спейсера ITS1 в связи с внутригеномной гетерогенностью рибосомного оперона *rnt*, обусловленной гомологичной рекомбинацией ДНК и горизонтальным переносом генов. Отмечается значение концепции пангенома для интерпретации таксономических данных, полученных с использованием разнообразных филогенетических маркеров, относящихся к его базовой и подвижной составляющим. Обсуждается возможность применения результатов полногеномного секвенирования ДНК штаммов с целью выхода за пределы парадигмы использования в качестве филогенетических маркеров отдельных генов или даже их ограниченных групп. На примере бактерий рода *Azospirillum* демонстрируются полученные автором оценки внутригеномной гетерогенности последовательностей 16S рРНК и результаты применения набора филогенетических тестов на основе полногеномных данных в рамках развиваемой в ряде публикаций геномной таксономии микробов. Установлена зависимость оценки систематического положения штаммов от типа используемых полногеномных данных, относящихся к базовой или базовой и подвижной составляющим пангенома. Отмечается, что до достижения условий, обеспечивающих получение результатов полногеномного секвенирования ДНК прокариот в масштабах, обеспечивающих достаточное наполнение соответствующих баз данных, наиболее корректным остается полифазный подход с сочетанием разнообразных молекулярно-генетических тестов с хемотаксономическими, физиологическими и культуральными свойствами исследуемых изолятов.

Ключевые слова: прокариоты, систематика, филогенетические маркеры, пангеном, полногеномное секвенирование, геномная таксономия.

С. 5 – 14

**ON PROKARYOTE SYSTEMATICS: ACTUAL PROBLEMS
AND WAYS OUT OF THE CRISIS**

S.Yu. SHCHYOGOLEV

*Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms,
Russian Academy of Sciences,
N.G. Chernyshevsky Saratov National Research University, Saratov*

Considered here are problems in the taxonomic study of prokaryotes. These problems show up in everyday laboratory practice and are becoming especially acute in view of the recent publication of several fundamental summarizing papers in comparative genomics and in bioinformatics. Possibilities and limitations are stated concerning traditional phylogenetic markers such as 16S rRNA gene sequences and the ITS1 intergenic spacer, in the context of the

intragenomic heterogeneity of the *rrn* ribosomal operon, which is due to homologous DNA recombination and horizontal gene transfer. It is noted that the pangenome concept has important implications for the interpretation of the taxonomic data generated by use of diverse phylogenetic markers, related to the pangenome's basic and mobile components. The possibility is discussed of using results of complete genome sequencing of the DNA of bacterial strains to go beyond the use of individual genes or even limited gene groups as phylogenetic markers. With *Azospirillum* bacteria as an example, the article shows the author's estimates of the intragenomic heterogeneity of the 16S rRNA sequences and the results from the use of a set of phylogenetic tests based on complete genome data within the limits of microbial genomic taxonomy, explicated in several publications. The dependence is found of an estimate of the systematic position of strains on the type of complete genome data used (i.e., whether they are related to the pangenome's basic component or to its basic and mobile components). It is noted that until conditions are achieved that would ensure complete genome sequencing of prokaryotic DNA on a scale sufficient to fill the relevant databases, the most correct approach will remain to be the polyphasic one. It is the kind of approach that combines diverse molecular-genetic tests with studies of the chemotaxonomic, physiological, and cultural properties of the isolated bacteria.

Keywords: prokaryotes, systematics, phylogenetic markers, pangenome, complete genome sequencing, genomic taxonomy.

УДК:616.98:578.824.11

**К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ
ФИЛЬТРАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ
АНТИРАБИЧЕСКОГО ИММУНОГЛОБУЛИНА**

Е.Г. АБРАМОВА*, А.Г. СЕЛЕЗНЕВА, И.М. ЖУЛИДОВ, Р.А. СВИНЦОВ, С.В.
ГЕНЕРАЛОВ,
Л.В. САВИЦКАЯ, О.А. ЛОБОВИКОВА, А.К. НИКИФОРОВ
*ФКУЗ «Российский научно-исследовательский противочумный институт
«Микроб», Саратов*

Рассмотрены вопросы применения отечественных фильтроматериалов в производстве гетерологичного антирабического иммуноглобулина. Показано, что разработанная модульная система предварительной и стерилизующей фильтрации полуфабриката не уступает по эффективности применяемой ранее схеме каскадной фильтрации с использованием фильтров зарубежного производства. Эффективность фильтрационного каскада подтверждена в контрольных испытаниях показателей качества препарата в соответствии с требованиями нормативной документации.

Ключевые слова: антирабический иммуноглобулин, глубинный фильтр, капсульный мембранный фильтр, стерилизующая фильтрация.

С. 15 – 20

**CONCERNING THE USAGE OF DOMESTIC FILTRATION MATERIALS IN
MANUFACTURING OF ANTI-RABIES IMMUNOGLOBULIN**

E.G. ABRAMOVA, A.G. SELEZNEVA, I.M. ZHULIDOV, R.A. SVINTSOV, S.V.
GENERALOV, L.V. SAVITSKAYA, O.A. LOBOVIKOVA, I.V. SHUL'GINA,
A.K. NIKIFOROV
Russian Research Anti-Plague Institute «Microbe», Saratov

Considered are the issues of application of domestic filtration materials in manufacturing of heterologous anti-rabies immunoglobulin. It is demonstrated that the developed modular system for preliminary and sterilizing filtration of intermediate product is as effective as earlier used cascade filtration scheme deploying filters of foreign manufacture. Efficiency of the new filtration cascade is verified through control testing of preparation quality parameters in accordance with normative documentation requirements.

Keywords: anti-rabies immunoglobulin, screen filter, capsular membrane filter, sterilizing filtration.

УДК 616.24-002-07

МОЛЕКУЛЯРНЫЕ МАРКЕРЫ НОЗОКОМИАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ

В.Б. БОРОДУЛИН¹, И.В. БАБУШКИНА^{2*}, Е.В. БОРОДУЛИНА¹, Е.В.
БОБЫЛЕВА¹,
О.Э. ЛОСЕВ¹, Е.Г. ЧЕБОТАРЕВА¹

¹ ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет
им. В.И. Разумовского» Минздрава России,

² НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии ФГБОУ ВО «Саратовский
государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава России

Проведено изучение распространенности клинических штаммов микроорганизмов для оценки их роли при гнойно-воспалительных осложнениях в травматолого-ортопедическом стационаре. Выявлена большая этиологическая значимость грамотрицательных микроорганизмов семейства *Enterobaciaceae* и рода *Pseudomonas*. Установлен высокий уровень резистентности клинических штаммов *P. aeruginosa* и *E. coli* к профильным антимикробным препаратам. Выделены плазмидные ДНК из 80 клинических штаммов грамотрицательных бактерий. Установлено, что среди изученных распространены штаммы, обладающие R-плазмидами, и проведено электрофоретическое исследование плазмидных ДНК. Изучена молекулярная масса плазмид, определены наиболее распространенные плазмидовары. Осуществлен рестрикционный анализ выделенных плазмидных ДНК, выявивший сходные рестрикционные фрагменты у штаммов различных таксономических групп. Плазмидная ДНК, обнаруженная в клинических штаммах микроорганизмов, является важным эпидемиологическим маркером, дополняющим традиционные микробиологические и биохимические методы идентификации бактерий. Использование молекулярно-генетического типирования возбудителей гнойно-воспалительных осложнений должно стать одним из основных методов при реализации программ борьбы с внутрибольничной инфекцией.

Ключевые слова: плазмиды, нозокомиальная инфекция, рестрикционный анализ, *E. coli*, *P. aeruginosa*.

С. 21 - 26

MOLECULAR MARKERS OF NOSOCOMIAL INFECTIONS

V.B. BORODULIN¹, I.V. BABUSHKINA², E.V. BORODULINA¹, E.V. BOBYLEVA¹,
O.E. LOSEV¹, E.G. CHEBOTAREVA¹

¹ V.I. Razumovsky Saratov State Medical University,

² Research Institute of Traumatology,

Orthopedics and Neurosurgery of V.I. Razumovsky Saratov State Medical University,
Saratov

A study was made of the prevalence of clinical strains of microorganisms to assess their role in purulent-inflammatory complications in the trauma and orthopedic hospital. A great etiological significance of gram-negative microorganisms of the *Enterobaciaceae* family and the genus *Pseudomonas* has been revealed. The high level of resistance of clinical strains of *P. aeruginosa* and *E. coli* to profile antimicrobial agents was established. Plasmid DNA from 80 clinical strains of gram-negative bacteria was isolated. It was found that strains with R-plasmids were common among the studied strains and an electrophoretic study of plasmid DNA was carried out. The molecular mass of plasmids has been studied, the most common plasmidovars

have been determined. Restriction analysis of isolated plasmid DNA was carried out, revealing similar restriction fragments in strains of different taxonomic groups. Plasmid DNA found in clinical strains of microorganisms is an important epidemiological marker, complementing the traditional microbiological and biochemical methods for identifying bacteria. The use of molecular-genetic typing of pathogens of purulent-inflammatory complications should become one of the main methods in the implementation of programs to combat nosocomial infection.

Keywords: plasmids, nosocomial infection, restriction analysis, *E. coli*, *P. aeruginosa*.

УДК 573.6.086.83

**ПОЛУЧЕНИЕ, СВОЙСТВА, ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И СКОРОСТЬ
ДЕГРАДАЦИИ ПЛЕНОК И ГЕЛЕЙ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ,
ПРОДУЦИРУЕМОЙ *GLUCONACETOBACTER SUCROFERMENTANS***

Н.А. КЛЕНОВА*, Т.А. ОВЧИННИКОВА, Ю.А. МАРКОВА, В.С. СОБОЛЕВА,
Э.Ю. СОСОВА, А.Е. ЕРОФЕЕВА

*ФГАОУ ВО «Самарский национальный исследовательский университет
им. С.П. Королева», Самара*

В статье приводятся сведения о методах получения бактериальной целлюлозы в виде гелей, гель-пленок и «вторичных» пленок в разных условиях культивирования *Gluconacetobacter sucrofermentans* и описывается ряд их свойств. Использование данных материалов в качестве носителей для антибиотических соединений показало высокую эффективность «вторичных» пленок, когда они получаются из гелей, которые способны хорошо адсорбировать и затем отдавать антибактериальные и антифунгальные вещества. Авторы изучают скорость деградации образцов бактериальной целлюлозы смешанной культурой агаролитиков в сравнительном аспекте и показывают сопоставимость ее с деградацией образцов растительной целлюлозы.

Ключевые слова: бактериальная целлюлоза, гели, пленки, деградация.

С. 27 – 31

**THE PREPARATION, PROPERTIES, USE AND RATE OF DEGRADATION
OF THE FILMS AND GELS OF BACTERIAL CELLULOSE PRODUCED BY
*GLUCONACETOBACTER SUCROFERMENTANS***

N.A. KLENOVA, T.A. OVCHINNIKOVA, U.A. MARKOVA, V.S. SOBOLEVA,
E.U. SOSOVA, A.E. EROFEEVA

Samara National Research University

The article provides information about the methods of obtaining the bacterial cellulose in the form of gels, gel films and «secondary» films in different culture conditions of *Gluconacetobacter sucrofermentans* and describes some of their properties. The using of these materials as carriers for antibiotic compounds has revealed high efficiency of the «secondary» films, when they are obtained from gels that are able to adsorb and then to give antibacterial and antifungal substances. The authors study the rate of the samples degradation of bacterial cellulose by a mixed culture of agarolytics in a comparative perspective and show its comparability with the degradation of the plant cellulose samples.

Keywords: bacterial cellulose, gels, films, degradation.

УДК 606:582.232

**РЕКУЛЬТИВИРОВАНИЕ ПОСЛЕ
ДОЛГОВРЕМЕННОГО ХРАНЕНИЯ КОЛЛЕКЦИИ
ЦИАНОБАКТЕРИЙ *SPIRULINA* (*ARTHROSPIRA*)
С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕГЕНЕРИРОВАННОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ**

Д.И. ПЕТРУХИНА*

Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского

Представленная работа посвящена изучению возможности культивирования на регенерированной питательной среде Заррука коллекции цианобактерий рода *Spirulina* (*Arthrospira*) (7 штаммов) после 6-месячной криоконсервации при температуре -80 °С. Питательную среду Заррука получали после культивирования на ней цианобактерий *Spirulina* (*Arthrospira*). Биомасса цианобактерий *Spirulina* (*Arthrospira*) была криоконсервирована, тогда как отделенная от нее питательная среда Заррука прошла физико-химическую обработку с применением солей трехвалентного железа и активированного угля. В работе получены данные о влиянии регенерированной питательной среды Заррука на скорость роста цианобактерий *Spirulina* (*Arthrospira*) после криоконсервации. Рост этих цианобактерий после оттаивания был удовлетворительным и имел такой же порядок величины, что и рост этих цианобактерий на новой (свежей) питательной среде Заррука. Результаты показывают, что повторное использование регенерированной питательной среды Заррука может быть осуществлено для рекультивации коллекции цианобактерий рода *Spirulina* (*Arthrospira*) после долговременной криоконсервации.

Ключевые слова: регенерация питательной среды, рециклинг, цианобактерии, *Spirulina* (*Arthrospira*) sp., криоконсервирование, низкотемпературное хранение.

С. 32 – 36

**RECOLTIVATION AFTER LONG-TERM STORAGE OF CYANOBACTERIA
SPIRULINA (ARTHROSPIRA) COLLECTION WITH REUSING A REGENERATED
MEDIUM**

D.I. PETRUKHINA

Tsiolkovsky Kaluga State University, Russia

The presented work is devoted to the study of the possibility of cultivation of a collection of cyanobacteria of the genus *Spirulina* (*Arthrospira*) (7 strains) after a 6-month cryopreservation at a temperature of -80 °С on the regenerated nutrient medium of Zarrouk. Nutritional medium of Zarrouk was obtained after cultivation on it of cyanobacteria *Spirulina* (*Arthrospira*). The biomass of cyanobacteria *Spirulina* (*Arthrospira*) was cryopreserved, while the Zarrouk nutrient medium separated from it underwent physico-chemical treatment with the use of salts of ferric iron and activated carbon. The data on the effect of the regenerated nutrient medium of Zarrouk on the growth rate of cyanobacteria *Spirulina* (*Arthrospira*) after cryopreservation were obtained. The growth of these cyanobacteria after thawing was satisfactory and was of the same order of magnitude as the growth of these cyanobacteria in the new (fresh) nutrient medium of Zarrouk. The results show that the reuse of the regenerated nutrient medium of Zarrouk can be carried out to recultivate the collection of cyanobacteria of the genus *Spirulina* (*Arthrospira*) after long-term cryopreservation.

Keywords: regeneration of the nutrient medium, recycling, cyanobacteria, *Spirulina* (*Arthrospira*) sp., cryopreservation, low-temperature storage.

УДК 504.064.3:574.2

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРИРОДНЫХ ШТАММОВ
ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ БАКТЕРИЙ *VIBRIO SP.* К МОДЕЛЬНЫМ
ТОКСИКАНТАМ С ЦЕЛЬЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ
ЦЕЛЬНОКЛЕТОЧНЫХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОСЕНСОРОВ**

М.В. ЖУРАВЛЕВА, Ш.К. КАРЧАВА, И.С. САЗЫКИН, Е.М. КУДЕЕВСКАЯ,
М.И. ХАММАМИ, Н.В. ГНЕННАЯ, М.А. САЗЫКИНА*

*Южный федеральный университет,
Академия биологии и биотехнологии имени Д.И. Ивановского, Ростов-н-Д*

В работе представлены результаты исследования чувствительности природных биолуминесцентных бактерий *Vibrio sp.*, выделенных из воды Черного моря. Определена чувствительность микроорганизмов к следующим модельным токсикантам: сульфат меди, сульфат цинка, бихромат калия, додецилсульфат натрия, фенол. В результате исследования выделен наиболее чувствительный штамм светящихся бактерий, который может быть использован в тестировании токсичности природных объектов.

Ключевые слова: люминесцентные бактерии, загрязнение, токсичность, биотестирование.

C. 37 - 42

**INVESTIGATION OF THE SENSITIVITY OF NATURAL STRAINS
OF LUMINESCENT BACTERIA *VIBRIO SP.* TO MODEL TOXICANTS FOR
THE PURPOSE OF USE AS CELLULAR BACTERIAL BIOSENSORS**

M.V. ZHURAVLEVA, Sh.K. KARCHAVA, I.S. SAZYKIN, E.M. KUDEEVSKAYA,
M.I. HAMMAMI, N.V. GNENNAYA, M.A. SAZYKINA

*South Federal University, D.I. Ivanovsky Academy of Biology and Biotechnology,
Rostov-n-D, Russia*

The paper presents the results of the study of sensitivity of natural bioluminescent bacteria *Vibrio sp.*, isolated from the Black Sea. The sensitivity of microorganisms to the following model toxicants has been determined: copper sulfate, zinc sulfate, potassium dichromate, sodium dodecyl sulfate, phenol. As a result of the study, the most sensitive strain of luminous bacteria was isolated, which can be used in testing the toxicity of natural objects.

Keywords: luminescent bacteria, pollution, toxicity, biotesting.

УДК: 579.843:615.363-018.51:612.017.4

ШТАММЫ-ПРОДУЦЕНТЫ ТЕРМОСТАБИЛЬНОГО ПРЯМОГО ГЕМОЛИЗИНА (TDH) И TDH-РОДСТВЕННОГО ГЕМОЛИЗИНА (TRH) VIBRIO PARAHAEMOLYTICUS

О.С. ЧЕМИСОВА*, О.А. РЫКОВСКАЯ, М.В. ПОЛЕЕВА, Е.М. САНАМЯНЦ
ФКУЗ «Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора»,
Ростов-на-Дону

Проведен поиск продуцентов термостабильного прямого гемоллизина (TDH) и TDH-родственного гемоллизина (TRH) среди 250 коллекционных штаммов *V. parahaemolyticus*, выделенных на территории России и сопредельных стран с 1973 по 2015 годы. Из числа Канагава-позитивных культур был отобран штамм-продуцент термостабильного прямого гемоллизина *V. parahaemolyticus* P-14810/1 (KM-2027), который получен селекцией клеток штамма *V. parahaemolyticus* 958, обладающего повышенной гемолитической и цитотоксической активностями с сохранением стабильности этих признаков при хранении. Уреазапозитивные штаммы *V. parahaemolyticus* представлены *tdh-trh+* и *tdh+trh+* группами вибрионов. Показано, что *in vitro* TRH продуцируется отдельными представителями только первой группы. Из числа исследуемых культур определен штамм-продуцент гемоллизина TRH *V. parahaemolyticus* 293 (KM-228) и подобраны условия его культивирования. Данные штаммы депонированы в ГКПБ ФКУЗ Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора и могут быть использованы для получения гемолизинов при разработке диагностических тест-систем.

Ключевые слова: термостабильный прямой гемоллизин (TDH), TDH-родственный гемоллизин (TRH), *Vibrio parahaemolyticus*, гемолитическая активность, цитотоксическая активность.

С. 43 - 48

VIBRIO PARAHAEMOLYTICUS STRAINS-PRODUCERS OF THERMOSTABLE DIRECT HEMOLYSIN (TDH) AND TDH-RELATED HEMOLYSIN (TRH)

O.S. CHEMISOVA, O.A. RYKOWSKAYA, M.V. POLEEVA, E.M. SANAMYANTS
Rostov-on-Don Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор, Rostov-on-Don

The search for producers of thermostable direct hemolysin (TDH) and TDH-related hemolysin (TRH) among the 250 collection *V. parahaemolyticus* strains, isolated on the territory of Russia and neighboring countries from 1973 to 2015 was carried out. From Kanagawa-positive cultures we harvested the *V. parahaemolyticus* strain P-14810/1 (KM-2027), the producer of thermostable direct hemolysin, obtained by selection of the cells of the *V. parahaemolyticus* 958 strain which possessed high hemolytic and cytotoxic activities and maintained stability of these characteristics under storage. Urease-positive *V. parahaemolyticus* strains were presented by *tdh-trh+* and *tdh+trh+* groups of vibrios. It is shown that *in vitro* TRH is produced by individual members of only the first group. Among the studied cultures the *V. parahaemolyticus* 293 (KM 228) strain-producer of hemolysin TRH was identified and the conditions of its cultivation were determined. These strains are deposited in the State Committee for Occupational Safety and Health of the Russian Federal Scientific Research Institute of Anti-

plague «Microbe» of Rospotrebnadzor and can be used for obtaining hemolysins in the development of diagnostic test systems.

Keywords: thermostable direct hemolysin (TDH), TDH-related hemolysin (TRH), *Vibrio parahaemolyticus*, hemolytic activity, cytotoxic activity.

УДК 591.543.42; 599.322; 616.127

**СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ
КАЛЬПАИНОВ И СОДЕРЖАНИЯ ТИТИНА И НЕБУЛИНА В
ПОПЕРЕЧНОПОЛОСАТЫХ МЫШЦАХ ДЛИННОХВОСТОГО СУСЛИКА
(SPERMOPHILUS UNdulATUS)**

Я.А. ЮЦКЕВИЧ^{1*}, С.С. ПОПОВА², Н.Н. САЛМОВ², А.Д. УЛАНОВА^{2,3},
Н.М. ЗАХАРОВА⁴, И.М. ВИХЛЯНЦЕВ^{2,3*}

¹ Кубанский государственный университет, Краснодар;

² Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,

³ Пущинский государственный естественно-научный институт,

⁴ Институт биофизики клетки РАН, Пущино Московской обл.

Исследованы сезонные изменения протеолитической активности μ - и m -кальпаинов, а также содержания гигантских белков саркомерного цитоскелета титина и небулина в миокарде и скелетной мышце (*m. longissimus dorsi*) длиннохвостого суслика *Spermophilus undulatus*. Методом казеиновой зимографии зарегистрирована гиперактивация *in vitro* кальпаиновых протеаз в белковых экстрактах, полученных из миокарда и *m. longissimus dorsi* сусликов периода гибернации: группы «Зимняя активность» (в $\approx 2,4$ и $\approx 1,8$ раза, соответственно, $p \leq 0,01$) и группы «Гипотермия» (в $\approx 2,0$ и $\approx 1,3$ раза, соответственно, $p \leq 0,01$), по сравнению с активностью этих ферментов, выделенных из мышц животных группы «Летняя активность». Методом ДСН-ПААГ-электрофореза не обнаружено достоверных различий в содержании небулина в *m. longissimus dorsi* сусликов трех исследуемых групп, однако зарегистрировано снижение (на $\approx 13\%$, $p \leq 0,01$) содержания титина-1 (T1) в миокарде и скелетной мышце сусликов группы «Гипотермия» относительно содержания этих белков в мышцах животных группы «Летняя активность». Достоверных различий в содержании T1 в исследованных поперечнополосатых мышцах сусликов из групп «Летняя активность» и «Зимняя активность» не зарегистрировано, что свидетельствует о восстановлении нормального содержания титина в мышцах сусликов в период «зимней» активности. С использованием флуоресцентного красителя фосфатных групп белков Pro-Q Diamond обнаружено увеличение (в $\approx 1,6$ раза, $p \leq 0,01$) степени фосфорилирования T1 в *m. longissimus dorsi* животных группы «Гипотермия» по сравнению с уровнем фосфорилирования этого белка в мышце «летних» активных животных. В миокарде сусликов группы «Гипотермия», наоборот, зарегистрировано снижение (на $\approx 23\%$, $p \leq 0,01$) уровня фосфорилирования титина. Обсуждается роль выявленных изменений в снижении степени развития мышечной атрофии у зимнеящих в течение длительного гибернационного сезона.

Ключевые слова: гибернация, длиннохвостый суслик *Spermophilus undulatus*, поперечнополосатые мышцы, миокард, титин, небулин, μ -кальпаин, m -кальпаин, фосфорилирование.

**SEASONAL CHANGES OF PROTEOLYTIC ACTIVITY OF CALPAINS
AND THE CONTENT OF TITIN AND NEBULIN IN STRIATED MUSCLES
OF THE LONG-TAILED GROUND SQUIRRELS (*SPERMOPHILUS
UNDULATUS*)**

Y.A. YUTSKEVICH¹, S.S. POPOVA², N.N. SALMOV², A.D. ULANOVA^{2,3},
N.M. ZAKHAROVA⁴, I.M. VIKHLYANTSEV^{2,3}

¹ *Kuban State University, Krasnodar, Krasnodar Krai;*

² *Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Russian Academy of Sciences,*

³ *Pushchino State Institute of Natural Sciences,*

⁴ *Institute of Cell Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow Region*

The seasonal changes of the proteolytic activity of μ - and m-calpains and the content of giant proteins of the sarcomeric cytoskeleton of titin and nebulin in the myocardium and the skeletal muscle (m. longissimus dorsi) of the long-tailed ground squirrel (*Spermophilus undulatus*) were studied by the methods of casein zymography and SDS gel electrophoresis. Hyperactivation of calpain proteases in protein extracts obtained from the myocardium and the m. longissimus dorsi of the ground squirrels of the «Winter Activity» group (in $\approx 2,4$ and $\approx 1,8$ times, respectively, $p \leq 0,01$) and «Hypothermia» group (in $\approx 2,0$ and $\approx 1,3$ times, respectively, $p \leq 0,01$), compared with the activity of these enzymes in protein extracts from the muscles of «summer» active animals, was recorded. There were no seasonal differences in the content of nebulin in m. longissimus dorsi, but the reduction (by $\approx 13\%$, $p \leq 0,01$) of the titin-1 (T1) content in the myocardium and the skeletal muscle of the ground squirrels of the «Hypothermia» group relative to the content of these proteins in the muscles of the animals of the «Summer Activity» group was recorded. There were no reliable differences in the T1 content in the striated muscles of the ground squirrels of the «Summer Activity» and «Winter Activity» groups, which indicates a restoration of the normal titin content in the muscles of ground squirrels during the period of «winter» activity. Using Pro-Q Diamond staining, an increase (in $\approx 1,6$ times, $p \leq 0,01$) of the level of phosphorylation of T1 in m. longissimus dorsi of the ground squirrels of the group «Hypothermia» compared with the level of phosphorylation of this protein in the muscle of «summer» active animals was observed. On the contrary, in the myocardium of the ground squirrels of the group «Hypothermia» the decrease (by $\approx 23\%$, $p \leq 0,01$) of the level of titin phosphorylation was registered. The role of the above changes in molecular mechanisms that contribute to reducing or preventing the development of atrophic changes in the muscles of hibernating animals is discussed.

Keywords: hibernation, long-tailed ground squirrel *Spermophilus undulatus*, striated muscles, myocardium, titin, nebulin, μ -calpain, m-calpain, phosphorylation.

УДК 577.112:577.21

**ПОЛУЧЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ЭКСПРЕССИИ
ГЕНА БИНАЗЫ С МУТАЦИЕЙ В ПОТЕНЦИАЛЬНОМ
САЙТЕ ДИМЕРИЗАЦИИ БЕЛКА**

И.М. ЛИСЕВИЧ, Ф.Г. КУПРИЯНОВА-АШИНА, В.В. УЛЬЯНОВА*

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Димеризация является одним из важных свойств, определяющих функционирование многих белков, в том числе и рибонуклеаз. Димеры рибонуклеазы *Bacillus pumilus* (биназы) обнаружены как в кристаллах, так и в естественных условиях. Представления о способах их образования противоречивы. В данной статье описано получение генетической конструкции, несущей ген биназы с мутацией R15A, для последующего выделения белка и его физико-химического анализа с целью выяснения фундаментальных механизмов, лежащих в основе димеризации биназы.

Ключевые слова: рибонуклеаза, РНКазы, биназа, димеризация, сайт-направленный мутагенез.

С. 60 – 63

**PLASMID CONSTRUCTION FOR EXPRESSION OF BINASE GENE
MUTATED IN PROPOSED PROTEIN DIMERIZATION SITE**

I.M. LISEVICH, F.G. KUPRIYANOVA-ASHINA, V.V. ULYANOVA

Kazan (Volga-Region) Federal University

Dimerization plays an important role in functioning of many proteins including ribonucleases. Dimers of *Bacillus pumilus* ribonuclease (binase) were detected both in crystals and under natural conditions. However, there are still some contradictory views on mode of their formation. This article describes the creation of genetic construction carrying R15A mutant binase gene for further protein extraction and purification as well as analysis of physical and chemical properties of the mutant binase in order to reveal fundamental mechanisms underlying binase dimerization.

Keywords: ribonuclease, RNase, binase, dimerization, site-directed mutagenesis.

УДК 57.085.23

**ВВЕДЕНИЕ В КУЛЬТУРУ IN VITRO И РЕГЕНЕРАЦИЯ ПОБЕГОВ
ИЗ ЭКСПЛАНТОВ ЭПИКОТИЛЕЙ АМАРАНТА AMARANTHUS CRUENTUS**Р.М. ТАИПОВА^{1*}, Б.Р. КУЛУЕВ^{1,2}¹ Башкирский государственный университет,² Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра Российской академии наук, Уфа

Амарант является перспективной для России сельскохозяйственной культурой. Поэтому представляется актуальной разработка способов выращивания этого растения в условиях *in vitro* и регенерации побегов из эксплантов. Эти методы могут быть использованы как для микроклонального размножения ценных линий амаранта, так и при генетической трансформации этого растения. В данной статье описаны результаты по введению в культуру *in vitro* и микроклональному размножению амаранта багряного *Amaranthus cruentus* из эксплантов эпикотилей. Стерилизацию семян амаранта осуществляли с помощью 70% этилового спирта и 20% белизны. Регенерации побегов удалось добиться из сегментов эпикотилей на питательной среде Мурасиге – Скуга, содержащей 13 мкМ 6-бензиламинопурина и 1 мкМ нафтилуксусной кислоты. Регенерировавшие побеги укоренялись на среде МС с добавлением 2 мкМ индолилуксусной кислоты.

Ключевые слова: *Amaranthus cruentus*, культура *in vitro*, регенерация, эпикотиль, укоренение.

С. 64 - 66

**INTRODUCTION TO IN VITRO CULTURE AND REGENERATION OF
SHOOTS FROM EPICOTYL EXPLANTS OF AMARANTHUS CRUENTUS**R.M. TAIPOVA¹, B.R. KULUEV^{1,2}¹ Bashkir State University, ² Institute of Biochemistry and Genetics of Ufa Scientific Center of RAS, Ufa

Amaranth is a promising agricultural crop for Russia. Priorities in the development and regeneration of shoots from explants. These methods can be used both for microclonal propagation of valuable amaranth lines and for the genetic transformation of this plant. This article presents the results of the introduction into the culture *in vitro* and microclonal propagation of red amaranth *Amaranthus cruentus* from epicotyl explants. Sterilization of seeds of amaranth was carried out with 70% ethyl alcohol and 20% bleach. Regenerations were defeated from epicotyl segments on the Murashige and Skoog (MS) medium, 13 μ M of 6-benzylaminopurine and 1 μ M of naphthylacetic acid were stored. Regenerated shoots are rooted in the MS medium with the addition of 2 μ M indoleacetic acid.

Keywords: *Amaranthus cruentus*, *in vitro* culture, regeneration, epicotyl, rooting.

УДК 577.214

**ТРАНСКРИПТОМНЫЙ АНАЛИЗ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЭКСПРЕССИИ
ЕДИНИЧНЫХ НЕЙРОНОВ СТАТОЦИСТОВ ВИНОГРАДНОЙ УЛИТКИ**А.А. ОСИПОВ*, Н.А. АСЕЕВ, Е.А. ЧЕСНОКОВА, М.В. РОЩИН,
П.М. КОЛОСОВ, Н.В. БАЛЬ, П.М. БАЛАБАН*Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Москва*

В данной работе проведен анализ дифференциальной экспрессии генов из сборки *de novo* тотального транскриптома рецепторных волосковых клеток – нейронов статоцистов, органов равновесия виноградной улитки *Helix lucorum*, находившихся под воздействием микрогравитации, в сравнении с контролем. Сравнение проводилось для разных параметров сборки транскриптома и готовой сборки транскриптома тотальной нервной системы. Выявлено изменение экспрессии у 20–40% генов (повышена примерно у 70%) в зависимости от сборки. При сравнении с тотальной нервной системой дифференциальной экспрессии не выявлено.

Ключевые слова: статоцисты, транскриптом, дифференциальная экспрессия, микрогравитация, виноградная улитка, *Helix lucorum*.

С. 67 - 71

**TRANSCRIPTOME ANALYSIS OF DIFFERENTIAL EXPRESSION
OF SINGLE NEURONS OF STATOCYSTS IN GRAPE SNAIL**А.А. OSYPOV, P.M. KOLOSOV, N.A. ASEYEV, E.A. CHESNOKOVA,
M.V. ROSHCHIN, N.V. BAL, P.M. BALABAN*Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS, Moscow*

Here we analyze the differential expression of genes from the *de novo* assembly of the total transcriptome of receptor hair cells – neurons of statocysts, the balance organ of the *Helix lucorum* grape snail, under microgravity in comparison with the control. The comparison was made for different parameters of the transcriptome assemblies and a given assembly of the transcriptome of the total nervous system. The change in expression in 20–40% of genes was revealed (expression increased approximately in 70%), depending on the assembly. Differential expression appears absent when the total nervous system was used as a reference.

Keywords: statocysts, transcriptome, differential expression, microgravity, grape snail, *Helix lucorum*.

УДК 519.622.2

КАК ВЫЧИСЛЯТЬ УРАВНЕНИЯ ХОДЖКИНА – ХАКСЛИ БЫСТРЕЕ

И.Е. МЫСИН*

*Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН,
Пушино, Московская область*

В теоретической нейронауке существует дилемма между использованием детальных и простых моделей нейронов. Моделирование с помощью формализма Ходжкина – Хаксли позволяет делать очень точные описания потенциала на мембране нейронов, но этот подход нуждается в высоких вычислительных ресурсах. Простые модели, такие как интегративно-пороговые нейроны, не требуют интенсивных вычислений, однако они ограничены в описании свойств нейрональной активности. В последнее время было предложено несколько моделей, например, модель Ижикевича, которая позволяет воспроизводить сложное поведение потенциала нейронов с низкой требовательностью к вычислительным затратам. Несмотря на это в настоящее время формализм Ходжкина – Хаксли наиболее широко используется в теоретических исследованиях. В настоящей работе мы предлагаем простой способ увеличить скорость вычисления уравнений Ходжкина – Хаксли. На первом этапе мы предлагаем использовать аналитическое решение дифференциального уравнения для обновления воротных переменных. На втором этапе мы предлагаем использовать предвычисленные значения функций, которые зависят только от потенциала, но требуют интенсивных вычислений. Это – функции стационарного состояния и характерного времени воротной переменной. В проведенной работе мы показали, что использование предварительно вычисляемых функций с шагом 0,01 мВ по V дает достаточно точную форму потенциала, но рассчитывается в несколько раз быстрее, чем точное вычисление функций при моделировании.

Ключевые слова: формализм Ходжкина – Хаксли, модель нейрона, ускорение вычисления модели.

С. 72 - 76

HOW TO COMPUTE HODGKIN-HUXLEY EQUATIONS FASTER

I.E. MYSIN

Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of RAS, Pushchino, Moscow region

In theoretical neuroscience, a dilemma exists between the usage of detailed and simple neuron models. Modeling with Hodgkin- Huxley formalism allows for very accurate descriptions of the potential on a neuronal membrane, but this approach requires high computational resources. In contrast, simple models like the integrate-and-fire do not require intensive calculations, but are limited in their description of neuronal activity. Recently, several models have been proposed. For example, Izhikevich's model, which allows for the reproduction of the complex behavior of neuronal potential with low computation cost. However, Hodgkin-Huxley formalism is currently the most widely used in theoretical investigations. In this work, we propose a simple way of decreasing the computation cost of Hodgkin-Huxley equations. For the first step, we have used an analytical solution of the differential equation for the update of gate variables. For the second step, we have proposed the usage of precomputed functions during simulation, which depend only on potential and the required computational time. These functions are steady-state of gate variable and function, which are dependent on the time constant of the

gate variable. In the work carried out, we showed that the use of pre-calculated functions with 0.01 mV increment in V gives a fairly accurate shape of the potential, but is calculated several times faster than an exact calculation of the functions in the simulation. We have produced a simple way to simulate Hodgkin-Huxley equations faster without decreasing accuracy of description of the potential on a neuronal membrane.

Keywords: Hodgkin-Huxley formalism, neuron model, speeding up of simulation.

УДК 579.25

**МЕХАНИЗМЫ ПРИОБРЕТЕНИЯ МИКРООРГАНИЗМАМИ
РЕЗИСТЕНТНОСТИ К АНТИБИОТИКАМ**

Н.В. ГНЕННАЯ*, И.С. САЗЫКИН, М.А. САЗЫКИНА

*Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии
имени Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону*

На протяжении последних лет во всем мире отмечается значительный рост устойчивости микроорганизмов к антимикробным препаратам, что является серьезным препятствием для антибиотикотерапии. Решение проблемы возникновения устойчивости к антибиотикам осложняет также то, что гены резистентности к антибиотикам присутствуют даже у микроорганизмов, которые никогда ранее не контактировали с продуктами человеческой деятельности. В данной работе представлен обзор литературы, посвященный основным механизмам приобретения микроорганизмами устойчивости к антибиотикам.

Ключевые слова: антибиотики, механизмы резистентности, антибиотикоустойчивость, гены антибиотикорезистентности (АРГ).

С. 77 - 85**MECHANISMS OF ACQUISITION BY MICROORGANISMS
OF RESISTANCE TO ANTIBIOTICS**

N.V. GNENNAYA, I.S. SAZYKIN, M.A. SAZYKINA

Southern Federal University, Rostov-on-Don

Over the past few years, the world has seen a significant increase in the resistance of microorganisms to antimicrobial drugs, which is a serious obstacle to antibiotic therapy. The solution to the problem of antibiotic resistance is also complicated by the fact that antibiotic resistance genes (ARGs) are present even in microorganisms that have never previously been in contact with products of human activity. In this paper, a review of the literature on the main mechanisms of acquisition of resistance to antibiotics by microorganisms is presented.

Keywords: antibiotics, resistance mechanisms, antibiotic resistance, antibiotic resistance genes (ARGs).

УДК 579.23:57.087

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БАКТЕРИАЛЬНЫХ БИОПЛЕНОК

А.В. ГИЛЬДЕБРАНТ*, И.С. САЗЫКИН, М.А. САЗЫКИНА

*Южный федеральный университет,
Академия биологии и биотехнологии имени Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону*

Несмотря на широкое распространение биопленок и их вовлеченность во множество процессов, в том числе опасных для здоровья человека, до сих пор не существует стандартизированных методов их изучения. Разные подходы позволяют получить качественные или количественные данные в зависимости от целей, поставленных исследователем. В данном обзоре рассмотрены различные методы исследования биопленок – колориметрические, метаболические, генетические, а также физические. Обсуждены преимущества и недостатки описанных методов.

Ключевые слова: бактериальные биопленки, микроорганизмы, детекция образования биопленок.

С. 86 - 91**METHODS OF BACTERIAL BIOFILMS STUDY**

A.V. GILDEBRANT, I.S. SAZYKIN, M.A. SAZYKINA

*Southern Federal University, D.I. Ivanovsky Academy of Biology and Biotechnology,
Rostov-on-Don*

Despite the wide distribution of biofilms and their involvement in a variety of processes, including ones dangerous for human health, there are still no standardized methods for studying them. Various approaches make it possible to obtain qualitative or quantitative data depending on the goals set by the researcher. In this review various methods of studying biofilms - colorimetric, metabolic, genetic and also physical are considered. The advantages and disadvantages of the described methods are considered.

Keywords: bacterial biofilms, microorganisms, detection of biofilm formation.

УДК 577.124.5:579.66

**БИОСИНТЕЗ БАКТЕРИАЛЬНОЙ НАНОЦЕЛЛЮЛОЗЫ
НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ СРЕДАХ: ОБЗОР**

Е.К. ГЛАДЫШЕВА*, Е.А. СКИБА

ФГБУН «Институт проблем химико-энергетических технологий СО РАН», Бийск

В обзоре представлены питательные среды, применяемые для биосинтеза бактериальной наноцеллюлозы в мировой практике. Приведены данные о влиянии состава питательных сред на целлюлозосинтезирующую способность микроорганизмов и на свойства полученных образцов бактериальной наноцеллюлозы.

Ключевые слова: бактериальная наноцеллюлоза, продуцент, синтетическая питательная среда, отходы пищевых производств, целлюлозосодержащее сырье.

С. 92 - 101

**BIOSYNTHESIS OF BACTERIAL CELLULOSE ON ALTERNATIVE
NUTRIENT MEDIA: REVIEW**

E.K. GLADYSHEVA, E.A. SKIBA

*Institute for Problems of Chemical and Energetic Technologies,
Siberian Branch of the RAS, Biysk*

This review reports nutrient media commonly used worldwide for the biosynthesis of microbial cellulose. The effect the composition of nutrient media on the cellulose producibility of microorganisms and on the properties of the resultant microbial cellulose samples is presented.

Keywords: bacterial nanocellulose, culture, synthetic nutrient media, food industry wastes, cellulosic feedstock.

УДК 57.04

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
НА СПОРО- И НЕСПОРООБРАЗУЮЩИЕ БАКТЕРИИ**

С.С. БОЙКО^{1*}, Е.С. ЯЦЕНКО²

¹ *Алтайский государственный университет, биологический факультет,*

² *Инжиниринговый центр «Промбиотех» АлтГУ, Барнаул*

Изучено влияние ультразвука на спорообразующие бактерии: споры и вегетативные клетки. Показано также влияние ультразвука на неспорообразующие микроорганизмы. Выявлен ингибирующий и стимулирующий эффект при облучении ультразвуком. Полученные результаты могут представлять определенный интерес для других исследователей.

Ключевые слова: спорообразующие бактерии, неспорообразующие бактерии, стимуляция, ингибирование, ультразвук.

C. 102 - 105

**STUDY OF THE INFLUENCE OF ULTRASOUND ON SPORE AND NON-
SPORE FORMING BACTERIA**

S.S. BOYKO¹, E.S. YATSENKO²

¹ *Altai State University, Faculty of Biology,*

² *Engineering Center «Prombiotech» Altai State University, Barnaul*

The effect of ultrasound on spore-forming bacteria – spores and vegetative cells – was studied. The effect of ultrasound on nonspore-forming microorganisms is also shown. An inhibitory and stimulating effect was revealed in ultrasound irradiation. The obtained results may be of some interest to other researchers.

Keywords: spore-forming bacteria, non-spore forming bacteria, stimulation, inhibition, ultrasound.