

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

СОДЕРЖАНИЕ

Колонка главного редактора

К читателям. *Р.Г. Васильев* 4

Оригинальные статьи

Зависимость эффективности транскрипции гена гемолизина II *Bacillus cereus* от источника плазмы крови.

Ж.И. Андреева-Ковалевская, А.В. Сиунов, Ж.И. Бударина, А.М. Шадрин, А.С. Нагель, А.С. Солонин..... 5

Действие липосом разного липидного состава на кислородный взрыв нейтрофилов человека.

Н.Ю. Лотош, А.Д. Москаленко, И.К. Малашенкова, Г.В. Казанова, В.А. Щелконогов, Г.М. Сорокоумова, М.А. Ванцян, А.А. Селищева, Р.Г. Васильев..... 13

Выделение почвенных стрептомицетов – продуцентов комплексных антибиотиков.

Ю.М. Поляк, В.И. Сухаревич..... 18

Характер изменения содержания хлорофилла и малонового диальдегида при различных условиях культивирования водорослей.

Г.А. Даллакян..... 25

Биосинтез лимонной кислоты из глюкозосодержащих субстратов у дрожжей *Yarrowia lipolytica*.

Ю.Н. Лунина, С.В. Камзолова, В. Римович, А.В. Афонин, И.Г. Моргунов..... 30

Очистка пероксидазы хрена адсорбционной хроматографией.

С.И. Евсегнеев, В.И. Суворцев, В.М. Борзенков, Ю.И. Хатюшин, П.С. Акимов..... 38

Исследование влияния преобразованного солнечного света на доимплантационное развитие эмбрионов мыши *in vitro*.

А.С. Чернов, Д.А. Решетников, А.А. Манохин, С.В. Гудков, Р.Н. Храмов..... 42

Медиаторный биосенсор на основе микроорганизмов активного ила для экспресс-определения низких значений БПК₅.

А.С. Зайцева, В.А. Арляпов, А.Н. Решетилов..... 50

Применение различных антигенов микобактерий туберкулеза в гидрозольных препаратах для экспрессной иммунодиагностики.

А.Г. Мешандин, В.С. Болдырев..... 58

Обзоры

Применение импедансной спектроскопии для исследования характеристик биосенсоров и биотопливных элементов.

С.Е. Тарасов, Ю.В. Плеханова, А.Н. Решетилов..... 63

Страницы истории

Юбилейные и знаменательные даты 2017 года 72

Хроника

События первой половины 2017 года..... 75

Информация

Предстоящие мероприятия 2017 года..... 77

Правила для авторов 78

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

Dependence of the transcription efficiency of the gene for *Bacillus cereus* hemolysin II on source of blood plasma.

Zh.I. Andreeva-Kovalevskaya, A.V. Siunov, Zh.I. Budarina, A.M. Shadrin, A.S. Nagel, A.S.

Solonin 5

The effect of liposomes of different lipid composition on the oxidative burst of human neutrophils.

N.Yu. Lotosh, A.D. Moskalenko, I.K. Malashenkova, G.V. Kazanova, V.A. Shchelkonogov, G.M.

Sorokoumova, M.A. Vantsyan, A.A. Selischeva, R.G. Vasilov 13

Isolation of soil *Streptomyces* producing complex antibiotics.

Y.M. Polyak, V.I. Sukharevich 18

The nature of the change in the content of chlorophyll and malonic dialdehyde under different conditions for the cultivation of algae.

G.A. Dallakyan 25

Biosynthesis of citric acid from glucose-containing wood hydrolysates by the yeast *Yarrowia lipolytica*.

J.N. Lunina, S.V. Kamzolova, W. Rymowicz, A.V. Afonin, I.G. Morgunov 30

Purification of horseradish peroxidase with adsorption chromatography.

S.I. Evsegneev, V.I. Surovtsev, V.M. Borzenkov, Y.I. Khatyuchin, P.S. Akimov 38

Influence of the artificial transformed sunlight on the preimplantation mouse embryos development in vitro.

A.S. Chernov, D.A. Reshetnikov, A.A. Manohin, A.V. Gudkov, R.N. Khramov 42

Mediator biosensor based on microorganisms of activated sludge for rapid determination of low BOD₅ values.

A.S. Zaitseva, V.A. Arlyapov, A.N. Reshetilov 50

The use of various antigens of *Mycobacterium tuberculosis* in hydrosol preparations for rapid immunodiagnosics.

A.G. Meshandin, V.S. Boldyrev 58

Reviews

The use of impedance spectroscopy to study the characteristics of biosensors and biofuel elements.

S.E. Tarasov, Yu.V. Plekhanova, A.N. Reshetilov 63

Pages of history

Anniversary and significant dates 2017 72

The chronicle

Events of the first half-year 2017 75

Информация

Forthcoming actions 2017 77

Rules for authors 78

УДК 579.61

**ЗАВИСИМОСТЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСКРИПЦИИ ГЕНА ГЕМОЛИЗИНА II
BACILLUS CEREUS ОТ ИСТОЧНИКА ПЛАЗМЫ КРОВИ**Ж.И. АНДРЕЕВА-КОВАЛЕВСКАЯ*, А.В. СИУНОВ, Ж.И. БУДАРИНА†, А.М. ШАДРИН,
А.С. НАГЕЛЬ, А.С. СОЛОНИН*Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина РАН, Пушкино
Московской области*

Пороформирующий белок *Bacillus cereus* гемолизин II способен преодолевать гликокаликс эукариотических клеток и при попадании в русло крови атаковать основные элементы крови. Использование репортерного гена бета-галактозидазы под контролем *hlyII* промотора показало, что экспрессия гена *hlyII* увеличивается в присутствии плазмы крови разных животных в культуральной среде. Выявлена разница как в эффективности индукции транскрипции гена гемолизина II, так и в чувствительности эритроцитов в зависимости от их происхождения.

Ключевые слова: пороформирующие токсины, регуляция экспрессии гена, индуктор, эритроциты млекопитающих.

С. 5-13

**DEPENDENCE OF THE TRANSCRIPTION EFFICIENCY OF THE GENE FOR
BACILLUS CEREUS HEMOLYSIN II ON SOURCE OF BLOOD PLASMA**Zh.I. ANDREEVA-KOVALEVSKAYA, A.V. SIUNOV, Zh.I. BUDARINA†, A.M. SHADRIN,
A.S. NAGEL, A.S. SOLONIN*G. K. Skryabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms, Russian Academy of
Sciences, Pushchino, Moscow region, Russia.*

Pore-forming protein of *Bacillus cereus* hemolysin II is able to overcome the glycocalyx of eukaryotic cells and in contact with the blood stream, to attack the main elements of blood. Use beta-galactosidase gene under the control of the *hlyII* promoter showed that the expression of *hlyII* gene is increased in the presence of blood plasma of different animals in the culture medium. It was identified the difference both in the efficiency of transcription induction of the gene for the hemolysin II and sensitivity of erythrocytes depending on their origin.

Keywords: pore-forming toxins, regulation of gene expression, inducer, red blood cells of mammals.

УДК 577.12:615.456

**ДЕЙСТВИЕ ЛИПОСОМ РАЗНОГО ЛИПИДНОГО СОСТАВА НА
КИСЛОРОДНЫЙ ВЗРЫВ НЕЙТРОФИЛОВ ЧЕЛОВЕКА**

Н.Ю. ЛОТОШ^{2*}, А.Д. МОСКАЛЕНКО¹, И.К. МАЛАШЕНКОВА¹, Г.В. КАЗАНОВА¹,
В.А. ЩЕЛКОНОГОВ³, Г.М. СОРОКОУМОВА³, М.А. ВАНЦЯН¹,
А.А. СЕЛИЩЕВА^{1,2}, Р.Г. ВАСИЛОВ¹

1 Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»,

2 Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, биологический факультет,

3 Московский технологический университет

Исследовали влияние липосом различного липидного состава, обладающих различным зарядом на мембране, на кислородный взрыв нейтрофилов, выделенных из цельной крови здоровых добровольцев. Использовали: электронейтральные (пустые) липосомы, состоящие из фосфатидилхолина; липосомы, содержащие кардиолипин (электроотрицательные) или стеариламин (электроположительные); липосомы, в состав которых входила антиоксидант липоевая кислота. Выделенные нейтрофилы предварительно инкубировали с липосомами в различной концентрации, затем активировали неопсонизированным зимозаном и измеряли параметры кислородного взрыва (максимальную интенсивность, площадь под кривой и время достижения максимальной интенсивности) с помощью люминол-зависимой хемилюминесценции. Выяснили, что входящая в состав липосом липоевая кислота снижает параметры кислородного взрыва, оказывая таким образом антиоксидантное действие; электронейтральные липосомы из фосфатидилхолина активируют кислородный взрыв; катионные липосомы, содержащие стеариламин, оказывают ингибирующий эффект, а анионные липосомы с кардиолипином не вызывают какого-либо эффекта.

Ключевые слова: липосомы, нейтрофилы, кислородный взрыв, человек.

С. 13-17

**THE EFFECT OF LIPOSOMES OF DIFFERENT LIPID COMPOSITION ON THE
OXIDATIVE BURST OF HUMAN NEUTROPHILS**

N.Yu. LOTOSH², A.D. MOSKALENKO¹, I.K. MALASHENKOVA¹, G.V. KAZANOVA¹,
V.A. SHCHELKONOGOV³, G.M. SOROKOUMOVA³, M.A. VANTSYAN¹,
A.A. SELISCHEVA^{1,2}, R.G. VASILOV¹

1 National Research Centre «Kurchatov Institute»,

2 M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Biology,

3 Moscow Technological University

We researched here how liposomes of different composition and of different electric charge affect oxidative burst of neutrophils isolated from whole blood of healthy volunteers. Electrically neutral (empties) liposomes composed of phosphatidylcholine, electrically negative liposomes containing cardiolipin, electrically positive liposomes containing stearyl amine and liposomes containing an antioxidant, lipoic acid, were used. The isolated neutrophils were incubated with different concentrations of liposomes and subsequently activated with unopsonized zymozan. Characteristics of oxidative burst (maximal intensity, area under the

curve, time before maximal intensity) were measured by luminol-dependent chemoluminescence. It was revealed that lipoic acid in the composition of liposomes decreased the oxidative burst, there by showing antioxidative activity. Electrically neutral liposomes with phosphatidylcholine activated the oxidative burst, cationic liposomes containing stearyl amine exerted inhibitory effect, and anionic liposomes containing cardiolipin did not give rise to.

Keywords: liposomes, neutrophils, oxidative burst, man.

УДК 579.222.3:579.264

**ВЫДЕЛЕНИЕ ПОЧВЕННЫХ СТРЕПТОМИЦЕТОВ – ПРОДУЦЕНТОВ
КОМПЛЕКСНЫХ АНТИБИОТИКОВ**

Ю.М. ПОЛЯК*, В.И. СУХАРЕВИЧ

ФГБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности» РАН, Санкт-Петербург

Из почв разных типов выделены 280 культур актиномицетов, 55 из которых обладают антагонистическими свойствами. Наиболее высокую активность проявили стрептомицеты *Streptomyces* sp. P145 и *Streptomyces* sp. L22, образующие комплексные антимикробные антибиотики с антифунгальной и антибактериальной активностью. Высокий уровень антагонистической активности выявлен по отношению к грибам, широко распространенным в природе, в том числе, фитопатогенным – *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma viride*, *Botrytis cinerea* и др. Высокая антифунгальная активность изолятов обусловлена присутствием в комплексе полиеновых антибиотиков. Уровень антибиотической активности и соотношение полиеновых и неполиеновых антибиотиков в значительной степени зависят от состава среды и используемого источника углерода. Полученные результаты свидетельствуют о том, что стрептомицеты с повышенной антибиотической активностью присутствуют в почвенных микробных сообществах и, по-видимому, оказывают влияние на их качественно-количественный состав.

Ключевые слова: *Streptomyces*, продуцент, антибиотики, почва, антагонистическая активность.

С. 18-24

ISOLATION OF SOIL STREPTOMYCES PRODUCING COMPLEX ANTIBIOTICS

Y.M. POLYAK, V.I. SUKHAREVICH

St.-Petersburg Scientific Research Center for Ecological Safety, RAS, St.-Petersburg

From different soils samples 280 actinomycete isolates were obtained of which 55 were found to have antagonistic activity. The highest activity was recorded in *Streptomyces* sp. P145 and *Streptomyces* sp. L22 producing complex antibiotic, effective against bacteria and fungi. High level of antagonistic activity was recorded against phytopathogenic fungi – *Aspergillus niger*, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma viride*, *Botrytis cinerea*, et al. Polyene antibiotics were responsible for the high antifungal activity of isolates. The level of antibiotic activity and the ratio of polyene to nonpolyene antibiotics were strongly dependent on the composition of the medium and the carbon source. The results indicate that streptomycetes with enhanced antibiotic activity are common in soil microbial community and may influence on its qualitative and quantitative composition.

Keywords: *Streptomyces*, producer, antibiotics, soil, antagonistic activity.

УДК 574.583.582.581.263.574.63

**ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФИЛЛА И МАЛОНОВОГО
ДИАЛЬДЕГИДА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ
ВОДОРΟΣЛЕЙ**

Г.А. ДАЛЛАКЯН*

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», Москва

Показано, что эозин в концентрациях 7 мг/л подавляет на 60% рост и развитие водорослей, уменьшает содержание хлорофилла в 2 раза в клетках и скорость выделения кислорода в 2,5 раза по отношению к контролю. При этом увеличивается содержание малонового диальдегида – продукта перекисного окисления липидов. Однако в присутствии шунгита (100 г/л) в среде культивирования токсическое действие эозина инактивируется. Использование шунгита для очистки загрязненных водных экосистем, с нашей точки зрения, возможно, но предварительно необходимо проводить длительные лабораторные исследования влияния шунгита на другие водные организмы. Поскольку шунгит является сложным соединением и в его составе много различных веществ, одни концентрации шунгита могут инактивировать действие токсиканта и одновременно быть токсичными для более чувствительных гидробионтов.

Ключевые слова: водоросли, эозин, шунгит, хлорофилл, кислород, малоновый диальдегид.

С.25-29

**THE NATURE OF THE CHANGE IN THE CONTENT OF CHLOROPHYLL AND
MALONIC DIALDEHYDE UNDER DIFFERENT CONDITIONS FOR THE
CULTIVATION OF ALGAE**

G.A. DALLAKYAN

M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow

It is shown that eosin at concentrations of 7 mg/l suppresses 60% growth and development of algae, reduces the chlorophyll content by 2 times in cells and diminished the rate of oxygen release 2.5 times with respect to control. At the same time, the content of malonic dialdehyde, a product of lipid peroxidation, increases. However, in the presence of schungite (100 g/l) in the culture medium, the toxic effect of eosin is inactivated. The use of schungite for the purification of contaminated aquatic ecosystems, from our point of view, is possible, but it is necessary to carry out long-term laboratory studies of the influence of schungite on other aquatic organisms. Since schungite is a complex compound and contains many different substances, some schungite concentrations can inactivate the action of the toxicant and at the same time be toxic to more sensitive hydrobionts.

Keywords: algae, eosin, schungite, chlorophyll, oxygen, malonic dialdehyde.

УДК 582.28:579.222.3.083.1

БИОСИНТЕЗ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ ИЗ ГЛЮКОЗОСОДЕРЖАЩИХ СУБСТРАТОВ У ДРОЖЖЕЙ *YARROWIA LIPOLYTICA*

Ю.Н. ЛУНИНА¹, С.В. КАМЗОЛОВА¹, В. РИМОВИЧ²,
А.В. АФОНИН³, И.Г. МОРГУНОВ^{1*}

1 ФГБУН «Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрабина РАН»,
Пушино Московской области, Россия;

2 Вроцлавский университет экологии и биологических наук, Вроцлав, Польша;

3 АО «ГосНИИсинтезбелок», Москва, Россия

Изучен процесс биосинтеза лимонной кислоты (ЛК) из очищенной глюкозы и глюкозосодержащих гидролизатов древесины с помощью дрожжей *Yarrowia lipolytica*. В условиях периодического режима в среде с очищенной глюкозой специально селекционированный мутант *Y. lipolytica* № 15 на 192 ч синтезировал 100 г/л ЛК с выходом продукта (УЛК), равным 63%. Показано, что в периодическом режиме активное кислотообразование продолжается всего 4–5 суток. Причиной снижения кислотообразующей активности продуцента являлось ингибирование высокими концентрациями ЛК в среде культивирования кислотообразования. При применении отъемно-доливного метода активный биосинтез ЛК (68,1–69,3 г/л) продолжался в течение длительного времени (более 1250 ч). Установлена принципиальная возможность получения ЛК из глюкозосодержащих отходов гидролизатов опилок осины. Биомасса *Y. lipolytica* № 15 характеризуется высоким содержанием белка (22,65% от асб – абсолютной сухой биомассы) и незаменимых аминокислот: валина, изолейцина, лейцина, лизина, треонина, фенилаланина с тирозином, что указывает на высокую питательную ценность белка.

Ключевые слова: микробный синтез, дрожжи *Yarrowia lipolytica*, лимонная кислота, глюкоза, глюкозосодержащие отходы гидролизатов опилок осины.

С. 30-37

BIOSYNTHESIS OF CITRIC ACID FROM GLUCOSE-CONTAINING WOOD HYDROLYSATES BY THE YEAST *YARROWIA LIPOLYTICA*

J.N. LUNINA¹, S.V. KAMZOLOVA¹, W. RYMOWICZ²,
A.V. AFONIN³, I.G. MORGUNOV¹

1 G.K. Skryabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Moscow Region, Russia;

2 Department of Biotechnology and Food Microbiology, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Wrocław, Poland;

3 Joint Stock Company «The state scientific research institute of the biosynthesis of protein substances», Moscow, Russia

The process of the citric acid (CA) biosynthesis using the purified glucose and the glucose-containing wood hydrolysates by *Yarrowia lipolytica* yeast was studied. The specially selected mutant *Y. lipolytica* No. 15 produced 100 g/l of CA from the purified glucose with a product

yield (YCA) equal to 63% at 192 h in the repeated batch mode. It was shown that in the batch mode the active acid production lasts 4–5 days only. The reason for reduction of the acid-producing activity of a producer is the inhibition of own synthesis by high concentration of CA accumulated into the medium. Using the repeated batch mode the active biosynthesis CA (68.1–69.3 g/l) continued for a long time (more than 1250 h). The possibility of CA production from glucose-containing wood hydrolysates was established with *Y. lipolytica* No. 15. The biomass of *Y. lipolytica* No. 15 was characterized by a high protein content (22,65% of absolute dry biomass) and essential amino acids: valine, leucine, lysine, methionine, etc. that indicates the high nutrition value of the protein.

Keywords: microbial synthesis, yeast *Yarrowia lipolytica*, citric acid, glucose, glucose-containing waste hydrolysates, aspen chips.

УДК: 577.21: 577.352: 579.891.1

ОЧИСТКА ПЕРОКСИДАЗЫ ХРЕНА АДСОРБЦИОННОЙ ХРОМАТОГРАФИЕЙ

С.И. ЕВСЕГНЕЕВ, В.И. СУРОВЦЕВ, В.М. БОРЗЕНКОВ*,
Ю.И. ХАТЮШИН, П.С. АКИМОВ

*ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии»,
Оболенск, Московская область*

Предложена методика очистки пероксидазы хрена для крупномасштабного получения фермента. Корневища измельчали и экстрагировали фермент водой, фильтровали и концентрировали на установке с полыми волокнами. Сырую смесь белков очищали на колонках с ДЭАЭ- и КМ-целлюлозами методом адсорбционной хроматографии, ранее предложенным авторами. Этот метод позволяет упростить очистку по сравнению с традиционным методом ионообменной хроматографии, значительно снизить время на ее проведение и повысить выход очищенного фермента. В результате получен препарат пероксидазы, пригодный для приготовления иммуноферментных конъюгатов.

Ключевые слова: ДЭАЭ- и КМ-целлюлоза, ионообменник, буфер, пероксидаза хрена, адсорбционная и ионообменная хроматография.

С. 38-41

**PURIFICATION OF HORSERADISH PEROXIDASE WITH ADSORPTION
CHROMATOGRAPHY**

S.I. EVSEGNEEV, V.I. SUROVTSEV, V.M. BORZENKOV,
Y.I. KHATYUCHIN, P.S. AKIMOV

The State Research Center for Applied Microbiology and Biotechnology, Obolensk,

A method of purification of horseradish peroxidase has been developed for the large scale production. Rhizomes of horseradish crushed and extracted with water, filtered, and concentrated by hollow fiber installation. The crude mixture of proteins was purified on columns with DEAE – and CM-celluloses by adsorption chromatography. This method allowed purification of enzyme to be made more easily compared with method of ion exchange chromatography significantly to reduce the time carrying out it and to increase the yield of the purified enzyme. Thus, the enzyme has been obtained by the method suitable for the preparation of immunoenzyme conjugates.

Keywords: DEAE and CM-cellulose, ion exchanger, buffer, peroxidase, adsorption and ion exchange chromatography.

УДК 577.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕОБРАЗОВАННОГО СОЛНЕЧНОГО СВЕТА НА ДОИМПЛАНТАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ЭМБРИОНОВ МЫШИ IN VITROА.С. ЧЕРНОВ^{1*}, Д.А. РЕШЕТНИКОВ⁴, А.А. МАНОХИН³,
С.В. ГУДКОВ², Р.Н. ХРАМОВ⁵*1 ФГБУ «НИЦ Курчатовский институт»,**2 ФГБУН «Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН», Москва;**3 ФГБУН «Институт биофизики клетки РАН»,**4 Пуцинский государственный естественно-научный институт,**5 ФГБУН «Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН», Пушкино*

В статье представлены результаты исследования воздействия искусственного солнечного света, преобразованного экраном (ПСС), содержащим слой фотолуминофора оксисульфида иттрия, активированного европием, на развитие ранних эмбрионов мыши в условиях культивирования *in vitro*. Облучение эмбрионов ПСС с дополнительной красной компонентой ($\lambda_{\text{max}}=626$ нм) приводило к увеличению числа нормальных бластоцист и снижению в них числа мертвых и апоптотических клеток по сравнению с контролем. Методом усиленной хемилюминесценции в системе «люминол – р-йодофенол – пероксидаза хрена» было установлено, что под действием ПСС в культуральной среде более чем в 7 раз увеличивается концентрация перекиси водорода.

Ключевые слова: бластоцисты, преобразованный солнечный свет, фотостимуляция раннего развития, перекись водорода.

С. 42-49

INFLUENCE OF THE ARTIFICIAL TRANSFORMED SUNLIGHT ON THE PREIMPLANTATION MOUSE EMBRYOS DEVELOPMENT IN VITROA.S. CHERNOV¹, D.A. RESHETNIKOV⁴, A.A. MANOHIN³,
A.V. GUDKOV², R.N. KHRAMOV⁵*1 National Research Centre «Kurchatov Institute»,**2 Prokhorov General Physics Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow;**3 Institute of Cell Biophysics of Russian Academy of Sciences,**4 Pushchinsky State Natural Sciences Institute,**5 Institute of Theoretical and Experimental Biophysics of Russian Academy of Sciences, Pushchino*

Influence of the artificial sunlight, transformed by the screens with a layer of the europium-doped yttrium oxysulfide (TAS), on the preimplantation mouse embryos development *in vitro* was investigated. The irradiation of such transformed sunlight – TAS with additional fluorescent components ($\lambda_{\text{max}}= 626$ nm) – increases a number of normal blastocysts and decreases a number in them of dead and the apoptotic cells as compared with control. By method of the strengthened hemiluminescence in the system «luminol-p-iodidphenol-horseradish peroxidase» it

has been established that under the influence of TAS in the cultural environment the concentration of peroxide of hydrogen increases more than by 7 times.

Keywords: blastocysts, transformed sunlight, photostimulation in early development, hydrogen peroxide.

УДК 602.4:628.35:664

МЕДИАТОРНЫЙ БИОСЕНСОР НА ОСНОВЕ МИКРООРГАНИЗМОВ АКТИВНОГО ИЛА ДЛЯ ЭКСПРЕСС-ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИЗКИХ ЗНАЧЕНИЙ БПК₅А.С. ЗАЙЦЕВА¹, В.А. АРЛЯПОВ¹, А.Н. РЕШЕТИЛОВ¹, 2**1 ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула;**2 ФГБУН «Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина РАН»,
Пушино Московской области*

Исследовали возможность использования различных медиаторных систем в амперометрических БПК-биосенсорах на основе микроорганизмов активного ила. Скрининг девяти медиаторов, потенциально способных к переносу электронов, показал, что ферроцен, нейтральный красный, метиленовый синий, феррицианид калия, 2,6-дихлорфенолиндофенол являются эффективными переносчиками электронов для микроорганизмов активного ила. Медиаторные биосенсоры на основе данных соединений характеризуются высокой долговременной стабильностью (от 36 до 40 суток), высокой чувствительностью (нижняя граница определяемых значений БПК₅ – 0,01 мгО₂/дм³) и экспрессностью (время анализа одной пробы не превышает 15 минут) при определении биохимического потребления кислорода (БПК). Благодаря низкой нижней границе определяемых концентраций разработанные медиаторные биосенсоры позволяют анализировать очищенные сточные воды, значения БПК₅ которых составляют менее 1 мгО₂/дм³. Наиболее перспективным медиатором для формирования медиаторного БПК-биосенсора на основе активного ила является феррицианид калия. Анализ проб воды показал, что применение медиатора феррицианида калия с микроорганизмами активного ила дает возможность получать данные, имеющие высокую корреляцию с результатами стандартного метода ($R=0,9709$).

Ключевые слова: биосенсор, биохимическое потребление кислорода, БПК₅, медиатор, активный ил.

С. 50-57

MEDIATOR BIOSENSOR BASED ON MICROORGANISMS OF ACTIVATED SLUDGE FOR RAPID DETERMINATION OF LOW BOD₅ VALUESA.S. ZAITSEVA¹, V.A. ARLYAPOV¹, A.N. RESHETILOV¹, 2*1 Tula State University», Tula;**2 G.K. Scriabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms, RAS, Pushchino,
Moscow region*

The possibility of using various mediator systems in amperometric BOD-biosensors based on microorganisms of activated sludge was investigated. Screening of nine mediators potentially capable of electron transfer showed that ferrocene, neutral red, methylene blue, potassium ferricyanide, 2,6-dichlorophenolindophenol are effective carriers of electrons for active sludge microorganisms. Mediator biosensors based on these compounds are characterized by high long-term stability (from 36 to 40 days), high sensitivity (the lower limit of the measured BOD₅ values is 0.01 mgO₂/dm³) and the expressness (the analysis time of one sample does not exceed

15 minutes) in determination of biochemical oxygen demand (BOD). Due to the low lower limit of the detected concentrations, the developed mediator biosensors allow analyzing treated wastewater, the BOD₅ values of which are less than 1 mgO₂/dm³. The most promising mediator for the formation of a mediator BOD-biosensor based on activated sludge is potassium ferricyanide. Analysis of water samples showed that the use of a potassium ferricyanide mediator with active sludge microorganisms makes it possible to obtain data having a high correlation with the results of the standard method (R=0.9709).

Keywords: biosensor, biochemical oxygen demand, BOD₅, mediator, active sludge.

УДК: 616 09.04.2017

**ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ АНТИГЕНОВ МИКОБАКТЕРИЙ ТУБЕРКУЛЕЗА В
ГИДРОЗОЛЬНЫХ ПРЕПАРАТАХ ДЛЯ ЭКСПРЕССНОЙ
ИММУНОДИАГНОСТИКИ**

А.Г. МЕШАНДИН*, В.С. БОЛДЫРЕВ

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Представлены результаты применения антигенов *M. tuberculosis* в сочетании с коллоидными твёрдыми фазами в синтезе гидрозольных препаратов для экспрессной иммунодиагностики. Метод может быть использован для проведения анализов в медицинской и сельскохозяйственной отраслях и обеспечивать экспресс-диагностику в пределах 0,5–3,0 минут.

Ключевые слова: антигены, антитела, экспрессный гидрозольный иммуноанализ.

C. 58-62

**THE USE OF VARIOUS ANTIGENS OF MYCOBACTERIUM TUBERCULOSIS IN
HYDROSOL PREPARATIONS FOR RAPID IMMUNODIAGNOSTICS**

A.G. MESHANDIN, V.S. BOLDYREV

Bauman State Technical University, Moscow, Russia

The results of application of *M. tuberculosis* antigens in combination with colloidal solid phases in the synthesis of hydrosol preparations for rapid immunodiagnosics are presented. The method can be used for analysis in the medical and agricultural industries and provide express diagnostics within 0.5–3.0 minutes.

Keywords: antigens, antibodies, express hydrosol immunoassay.

УДК 543.55: 544.6.076

ПРИМЕНЕНИЕ ИМПЕДАНСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК БИОСЕНСОРОВ И БИОТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

С.Е. ТАРАСОВ*, Ю.В. ПЛЕХАНОВА, А.Н. РЕШЕТИЛОВ

*ФГБУН «Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина РАН»,
Пушино, Московская область*

В обзоре представлены современные подходы к электрохимической регистрации процессов, происходящих в биосенсорах и биотопливных элементах, с помощью метода импедансной спектроскопии. Рассматриваются описанные в литературе биосенсоры на основе электрохимической импедансной спектроскопии (ЭИС) и возможность применения ЭИС для изучения характеристик микробных и ферментных биотопливных элементов.

Ключевые слова: импеданс, биосенсор, электрохимическая импедансная спектроскопия, биотопливный элемент, биоэлектрохимия.

С. 63-71

THE USE OF IMPEDANCE SPECTROSCOPY TO STUDY THE CHARACTERISTICS OF BIOSENSORS AND BIOFUEL ELEMENTS

S.E. TARASOV, Yu.V. PLEKHANOVA, A.N. RESHETILOV

*G.K. Scriabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms RAS, Pushchino,
Moscow region*

The review presents modern approaches to the electrochemical detection of processes occurring in biosensors and biofuel cells using impedance spectroscopy. Biosensors described in the literature on the basis of electrochemical impedance spectroscopy (EIS) and the possibility of using EIS for studying the characteristics of microbial and enzymatic biofuel elements are considered.

Keywords: impedance, biosensor, electrochemical impedance spectroscopy, biofuel element, bioelectrochemistry.