

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

## СОДЕРЖАНИЕ

### Колонка главного редактора

К читателям. *Р.Г. Василов* ..... 4

### Оригинальные статьи

Физико-химическая трансформация компонентного состава продуктов пищевого назначения под воздействием высокоэнергетического излучения.

*А.В. Куликовский, Н.Л. Вострикова, В.С. Болдырев, Г.Н. Фадеев, А.Н. Иванкин, В.А.*

*Беляков* ..... 5

Математическое обоснование оптимального роста *Trichoderma atrovirideum* на питательной среде с различными углеводными компонентами.

*И.А. Гнеушева, А.В. Лушников, Н.Е. Павловская, О.А. Маркина*..... 13

Применение инновационного биосорбента на основе отходов лесопромышленного производства для очистки нефтезагрязненных вод.

*Т.Н. Щемелинина, Ж.Т. Пантюхина, Д.В. Тарабукин, Е.М. Анчугова, В.В. Володин*..... 19

Изучение физико-химических и специфических свойств гиалуронидазы из семенников крупного рогатого скота.

*Я.В. Мельникова, Н.В. Глазова*..... 25

Выделение фагов и штаммов холерных вибрионов из поверхностных водоемов и стоков в ходе проведения мониторинга на территории г. Ростова-на-Дону с 2008 г. по 2017 г.

*В.Д. Кругликов, Н.Е. Гаевская, Д.А. Левченко, С.В. Титова, И.В. Архангельская, А.В.*

*Тюрина, М.В. Ренгач*..... 35

Структура комплекса актиномицетов и активность микробиологических процессов в почвах Монголии.

*Ж. Норовсүрэн*..... 41

Применение гелевых электродов для изучения биотопливных элементов на основе фермента глюкозооксидазы.

*М.В. Вишневецкая, Д.А. Газизова, Г.У. Бадранова, П.М. Готовцев, Р.Г. Василов*..... 45

Разработка питательной среды на основе гидролизата фибрина для культивирования клеточных культур Vero и ВНК-21 и репродукции вируса бешенства.

*С.В. Генералов, И.М. Жулидов, М.В. Антонычева, К.И. Холматов, Ю.К. Гаврилова, Е.Г.*

*Абрамова, А.Д. Белоусов, Е.А. Усачев* ..... 50

### Обзоры

Лиофилизация живых вакцин.

*А.В. Комиссаров, Д.Н. Бибииков, О.А. Волох, С.А. Бадарин, Н.В. Сеницына, Н.И.*

*Костылева, В.Г. Германчук, А.К. Никифоров*..... 56

### Страницы истории

К 100-летию со дня рождения Фредерика Сенгера – великого химика XX столетия.

*В.С. Воробьев*..... 74

**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

Physico-chemical transformation of the component composition of food products under the influence of high-energy radiation.

*A.V. Kulikovskii, N.L. Vostrikova, V.S. Boldyrev, G.N. Fadeev, A.N. Ivankin, V.A. Belyakov* ..... 5

Mathematical justification for optimal growth of *Trichoderma atrobrunneum* on a nutrient medium with various carbohydrate components.

*I.A. Gneusheva, A.V. Lushnikov, N.E. Pavlovskaya, O.A. Markina*..... 13

Application of innovative biosorbent based on pulp and paper industry wastes for the purification of the oil-polluted waters.

*T.N. Shchemelinina, Zh.L. Pantyuhina, D.V. Tarabukin, E.M. Anchugova, V.V. Volodin*..... 19

The study of physico-chemical and specific properties of hyaluronidase from the testes of cattle.

*I.V. Melnikova, N.V. Glazov*..... 25

Isolation of phages and strains of *Vibrio cholerae* from surface water bodies and drains during the monitoring on the territory of Rostov-on-Don from 2008 to 2017.

*V.D. Kruglikov, N.Ye. Gayevskaya, D.A. Levchenko, S.V. Titova, I.V. Arkhangel'skaya, A.V. Tyurina, M.V. Rengach*..... 35

The structure of the complex of actinomycetes and the activity of microbiological processes in the soils of Mongolia.

*J. Norovsuren*..... 41

The use of gel electrodes for the study of biofuel cells based on the enzyme glucose oxidase.

*M.V. Vishnevskaya, D.A. Gazizova, G.U. Badranova, P.M. Gotovtsev, R.G. Vasilov*..... 45

Development of a culture medium based on fibrin hydrolyzate for the cultivation of Vero and BHK-21 cell cultures and reproduction of the rabies virus.

*S.V. Generalov, I.M. Zhulidov, M.V. Antonycheva, K.I. Kholmatov, Yu.K. Gavrilova, E.G. Abramova, A.D. Belousov, E.A. Usachev* ..... 50

### Reviews

Lyophilization of live vaccines.

*A.V. Komissarov, D.N. Bibikov, O.A. Volokh, S.A. Badarin, N.V. Sinitsyna, N.I. Kostyleva, V.G. Germanchuk, A.K. Nikiforov*..... 56

### Pages of history

To the 100th anniversary of the birth of Frederick Sanger – a great chemist of the 20th century.

*V.S. Vorobyev* ..... 74

**Rules for authors** ..... 78

УДК 66.085:641.7

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ПРОДУКТОВ ПИЩЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВЫСОКОЭНЕРГОЕМКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**А.В. КУЛИКОВСКИЙ<sup>1\*</sup>, Н.Л. ВОСТРИКОВА<sup>1</sup>, В.С. БОЛДЫРЕВ<sup>2</sup>, Г.Н. ФАДЕЕВ<sup>2</sup>,  
А.Н. ИВАНКИН<sup>2</sup>, В.А. БЕЛЯКОВ<sup>2</sup><sup>1</sup> ФГБНУ ФНЦ Пищевых систем им. В.М. Горбатова РАН, <sup>2</sup> МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
Москва

Методом хромато-масс-спектрометрии изучены некоторые аспекты образования и трансформации органических веществ в пищевых системах на основе сырья животного происхождения, протекающих под воздействием радиационного облучения с дозой 1–6 кГр. В качестве объектов исследования использовали модельные смеси животного сырья и пищевой продукции на его основе. Исследования показали, что применяемое радиационное  $\gamma$ -облучение, позволяющее увеличивать сроки хранения, приводит к изменениям химического состава важнейших компонентов, способствуя радиационно-химическому превращению химических веществ. Показано, что в облученных образцах происходила миграция двойных химических связей непредельных жирных кислот, наблюдалось образование некоторого количества изомеров жирных кислот типа 12-метилтридеcanoата, 11-тетрадеcanoата, констатировалось образование отсутствовавших в начальных образцах производных акролеина, антрацена. В продуктах облучения наблюдались другие ароматические соединения, которые отсутствовали в необлученном сырье. Установлено, что даже при низких дозах облучения 1 кГр в облученной продукции осуществлялась трансформация природных аминокислот, в частности, увеличивалось содержание оксипролина, росла массовая доля свободных аминокислот с уровня 0,05–0,2 до 0,3–0,7%. Сделан вывод о том, что применяемое для микробиологического обеззараживания пищевых систем радиационное облучение приводит к изменениям химического состава продуктов, которые могут влиять как на вкусо-ароматические характеристики, так и на безопасность пищевой продукции в целом.

*Ключевые слова:* радиационное облучение, химический состав продукции пищевого назначения.

# PHYSICO-CHEMICAL TRANSFORMATION OF THE COMPONENT COMPOSITION OF FOOD PRODUCTS UNDER THE INFLUENCE OF HIGH-ENERGY RADIATION

A.V. KULIKOVSKII<sup>1</sup>, N.L. VOSTRIKOVA<sup>1</sup>, V.S. BOLDYREV<sup>2</sup>, G.N. FADEEV<sup>2</sup>,  
A.N. IVANKIN<sup>2</sup>, V.A. BELYAKOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *V.M. Gorbatov Federal Scientific Center of Food Systems*, <sup>2</sup> *Bauman Moscow State Technical University, Moscow*

Some aspects of the formation and transformation of organic substances in food systems based on raw materials of animal origin under the influence of radiation exposure with a dose of 1–6 kGy have been studied by chromatographic mass spectrometry. Modeling mixtures of animal raw materials and food products based on it were used as objects of research. Studies have shown that the applied radiation  $\gamma$ -irradiation, which allows increasing the shelf life, leads to changes in the chemical composition of the most important components, contributing to the radiation-chemical transformation of chemicals. It was shown that the migration of double chemical bonds of unsaturated fatty acids took place in the irradiated samples, formation of some of the isomers of fatty acids, such as 12-methyltridecanoate, 11-tetradecenoate, formation of derivatives of acrolein and anthracene was absent in the initial samples. In the irradiation products, other aromatic compounds were observed, which were absent in the unirradiated raw material. It was shown that even with low irradiation doses of 1 kGy, the transformation of natural amino acids occurred in the irradiated products, in particular, the content of hydroxyproline increased, the mass fraction of free amino acids increased from 0.05–0.2% to 0.3–0.7%. The conclusion is made that the radiation irradiation used for microbiological disinfection of food systems leads to changes in the chemical composition of products, which can affect both taste and aromatic characteristics and the safety of food products in general.

*Keywords:* radiation exposure, chemical composition of food products.

УДК 665.11

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО РОСТА  
TRICHODERMA ATROBRUNNEUM НА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ С  
РАЗЛИЧНЫМИ УГЛЕВОДНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ**

И.А. ГНЕУШЕВА\*, А.В. ЛУШНИКОВ, Н.Е. ПАВЛОВСКАЯ, О.А. МАРКИНА

*ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина»,  
Орел*

Интенсивность биосинтеза микробных метаболитов зависит от скорости потребления углеводов продуцентом из питательной среды. Благоприятные условия для биосинтетической деятельности обеспечиваются быстрым ростом мицелия продуцента в первой фазе ферментации с последующим его замедлением. В исследовании математическими расчетами показано, что для оптимального роста продуцента бактериостатических метаболитов *T. atrobrunneum* наиболее значимым является углеводный компонент питательной среды – сахароза, в присутствии которой рост биомассы мицелия идет быстрее: время генерации сокращено на 27,34%, метаболический коэффициент выше на 74,79% от среднего.  $K_S$  (субстратная константа) и  $\mu_{max}$  (удельная максимальная скорость) служат важнейшими параметрами, характеризующими рост микроорганизмов в периодической культуре. Они позволяют спрогнозировать, насколько устойчиво будет идти культивирование и насколько полно компонент может быть извлечен из среды микробным продуцентом с максимальным выходом целевого продукта.

*Ключевые слова:* *Trichoderma atrobrunneum*, бактериостатические метаболиты, сахароза, кинетика роста, субстратная константа, удельная максимальная скорость.

**С. 13 - 18****MATHEMATICAL JUSTIFICATION FOR OPTIMAL GROWTH OF TRICHODERMA  
ATROBRUNNEUM ON A NUTRIENT MEDIUM WITH VARIOUS CARBOHYDRATE  
COMPONENTS**

I.A. GNEUSHEVA, A.V. LUSHNIKOV, N.E. PAVLOVSKAYA, O.A. MARKINA

*N.V. Parakhin Orel State Agrarian University, Orel*

The intensity of the biosynthesis of microbial metabolites depends on the rate of consumption of carbohydrates by the producer from the nutrient medium. Favorable conditions for biosynthetic activity are provided by the rapid growth of producer mycelium in the first phase of fermentation, followed by its slowdown. The study showed by mathematical calculations that for the optimal growth of the producer of *T. atrobrunneum* bacteriostatic metabolites, the carbohydrate component of the nutrient medium, sucrose, is the most significant; 79% of the average.  $K_S$  (substrate constant) and  $\mu_{max}$  (specific maximum speed) are the most important parameters characterizing the growth of microorganisms in a periodic culture. They allow you to predict how stable cultivation will go and how fully a component can be extracted from the medium by a microbial producer with the maximum yield of the target product.

*Keywords:* *Trichoderma atrobrunneum*, bacteriostatic metabolites, sucrose, growth kinetics, substrate constant, specific maximum speed.

УДК 579.695

**ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННОГО БИОСОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД**

Т.Н. ЩЕМЕЛИНИНА\*, Ж.Т. ПАНТЮХИНА, Д.В. ТАРАБУКИН, Е.М. АНЧУГОВА, В.В. ВОЛОДИН

*ФГБУН Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар*

В данной статье предложен способ утилизации отходов лесопромышленного производства (обезвоженного осадка активного ила) с использованием биотехнологий, принципиально отличающийся от применяемых ранее на предприятиях. Исследована возможность использования модифицированного обезвоженного осадка активного ила в качестве носителя для получения инновационного Биосорбента для нефтезагрязненных сред, где биологическим агентом является иммобилизованный на нем консорциум микроорганизмов-нефтедеструкторов. Показано, что снижение сорбции нефтепродуктов Биосорбентом в 1,1–1,3 раза по сравнению Сорбентом (обезвоженным осадком активного ила) обусловлено увеличением гидрофильности носителя в процессе иммобилизации. При этом эффективность нефтедеструкции в 1,4–1,5 раза выше при использовании разработанного Биосорбента за счет самоочищения системы микроорганизмами.

*Ключевые слова:* нефтезагрязненная вода, отход лесопромышленного производства, обезвоженный осадок активного ила, микроорганизмы-нефтедеструкторы, сорбция, деструкция нефтепродуктов.

**С. 19 - 24****APPLICATION OF INNOVATIVE BIOSORBENT BASED ON PULP AND PAPER INDUSTRY WASTES FOR THE PURIFICATION OF THE OIL-POLLUTED WATERS**

T.N. SHCHEMELININA, ZH.L. PANTYUHINA, D.V. TARABUKIN, E.M. ANCHUGOVA, V.V. VOLODIN

*Institute of Biology of the Komi Science Centre of the Ural Division RAS, Syktyvkar*

The method of pulp and paper industry wastes (the dried sludge) using the biotechnology distinguished from the applied ones is offered in this article. The possibility of usage of the modified dried sludge as the carrier for innovative Biosorbent for the oil-polluted environments with a consortium of hydrocarbon-oxidizing microorganisms immobilized as biological agent is researched. It is shown that decrease of oil hydrocarbon sorption by Biosorbent by 1.1–1.3 times in comparison by the Sorbent (the modified dried sludge itself) is caused by increase in wetting ability of the carrier during immobilization. At the same time oil degradation efficiency is 1.4–1.5 times higher in case of Biosorbent developed due to self-purification of system by microorganisms.

*Keywords:* the oil-polluted water, the dried sludge, hydrocarbon-oxidizing microorganisms, sorption, oil degradation.

УДК 577.151

**ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И СПЕЦИФИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ГИАЛУРОНИДАЗЫ ИЗ СЕМЕННИКОВ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

Я.В. МЕЛЬНИКОВА\*, Н.В. ГЛАЗОВА

*Санкт-Петербургская государственная химико-фармацевтическая академия*

С помощью современных методов проведен анализ физико-химических свойств и специфичности гиалуронидазы из семенников крупного рогатого скота (КРС) с различной степенью очистки. Показано, что экстракт семенников КРС, стандарты и препараты гиалуронидазы имеют сложный белковый состав; фермент гиалуронидаза обладает свойством полиморфизма, чувствителен к температуре. Показано увеличение специфичности фермента в лекарственном препарате по сравнению с его специфичностью в экстракте.

*Ключевые слова:* гиалуронидаза, стандарт, высокоэффективная жидкостная хроматография, модельный раствор, субстрат специфичность.

**C. 25 - 34**

**THE STUDY OF PHYSICO-CHEMICAL AND SPECIFIC PROPERTIES OF  
HYALURONIDASE FROM THE TESTES OF CATTLE**

I.V. MELNIKOVA, N.V. GLAZOV

*Saint Petersburg State Academy of Chemical Pharmaceutics, Saint Petersburg*

With the help of modern methods, an analysis of the physicochemical properties and specificity of hyaluronidase from cattle testes (cattle) with various degrees of purification was carried out. It is shown that the extract of the testes of cattle, standards and hyaluronidase preparations have a complex protein composition; the enzyme hyaluronidase has the property of polymorphism, is sensitive to temperature. An increase in the specificity of the enzyme in the drug compared to its specificity in the extract was shown.

*Keywords:* hyaluronidase, standard, high performance liquid chromatography, model solution, substrate specificity.

УДК: 579.843.1:578.1:614.7: (470.61)

**ВЫДЕЛЕНИЕ ФАГОВ И ШТАММОВ ХОЛЕРНЫХ ВИБРИОНОВ ИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДОЕМОВ И СТОКОВ В ХОДЕ ПРОВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ С 2008 Г. ПО 2017 Г.**

В.Д. КРУГЛИКОВ\*, Н.Е. ГАЕВСКАЯ, Д.А. ЛЕВЧЕНКО, С.В. ТИТОВА, И.В. АРХАНГЕЛЬСКАЯ, А.В. ТЮРИНА, М.В. РЕНГАЧ

*ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора*

Прогноз по холере в нашей стране на 2018 год остается неблагоприятным за счет рисков возможных заносов инфекции. Обнаружение в пробах воды холерных фагов VI и XII серотипов может сочетаться с циркуляцией неэпидемических штаммов *V. cholerae* O1 в водоемах, из которых был осуществлен отбор проб. Вопросы динамики обнаружения холерных фагов в пробах воды из объектов окружающей среды г. Ростова-на-Дону и возможности использования их в качестве индикаторного показателя присутствия в водном объекте холерных вибрионов O1 остаются неуточненными. На основании рассчитанного нами коэффициента корреляции установлена прямая средняя связь между выделением штаммов *V. cholerae* O1 и изоляцией холерных фагов из водоемов г. Ростова-на-Дону за изучаемый период, что дает основания предполагать, что обнаружение холерных фагов в воде может являться косвенным показателем присутствия вибрионов.

*Ключевые слова:* мониторинг, холерный вибрион, бактериофаги, водоемы.

**C. 35 - 40**

**ISOLATION OF PHAGES AND STRAINS OF VIBRIO CHOLERAE FROM SURFACE WATER BODIES AND DRAINS DURING THE MONITORING ON THE TERRITORY OF ROSTOV-ON-DON FROM 2008 TO 2017**

V.D. KRUGLIKOV, N.YE. GAYEVSKAYA, D.A. LEVCHENKO, S.V. TITOVA, I.V. ARKHANGEL'SKAYA, A.V. TYURINA, M.V. RENGACH

*Rostov-on-Don Anti-Plague Institute of Rosпотребнадзор*

The prognosis for cholera in our country for 2018 remains unfavorable due to the risks of possible infection drifts. Detection of cholera phage VI and XII serotypes in water samples can be combined with the circulation of non-epidemic *V. cholerae* O1 strains in the water bodies from which sampling was carried out. The issues of the dynamics of the detection of cholera phages in water samples from environmental objects of the city of Rostov-on-Don and the possibility of using them as an indicator of the presence of O1 cholera vibrios in a water body remain unspecified. Based on the correlation coefficient calculated by us, a direct average relationship was established between the isolation of *V. cholerae* O1 strains and the isolation of cholera phages from the reservoirs of Rostov-on-Don over the study period, which suggests that the detection of cholera phages in the water may be an indirect indicator of the presence vibrios.

*Keywords:* monitoring, cholera vibrio, bacteriophages, reservoirs.



УДК 579.87

**СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА АКТИНОМИЦЕТОВ И АКТИВНОСТЬ  
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПОЧВАХ МОНГОЛИИ**

Ж. НОРОВСУРЭН\*

*Институт общей и экспериментальной биологии Академии наук Монголии, Улан-Батор*

Актиномицетные комплексы пустынно-степных почв Монголии характеризуются рядом специфических особенностей, отличающих их от комплексов мицелиальных прокариот в других географических широтах. Впервые в образцах основных типов почв Монголии была определена активность азотфиксации. Полагаем, что продолжение исследований этого важнейшего для биосферы процесса представляет большой теоретический и практический интерес.

*Ключевые слова:* актиномицеты, микробиологические процессы, почвы, географические особенности.

**С. 41 - 44**

**THE STRUCTURE OF THE COMPLEX OF ACTINOMYCETES AND THE ACTIVITY  
OF MICROBIOLOGICAL PROCESSES IN THE SOILS OF MONGOLIA**

J. NOROVSUREN

*Institute of General and Experimental Biology of the Academy of Sciences of Mongolia, Ulan  
Bator*

The actinomycete complexes of desert-steppe soils of Mongolia are characterized by a number of specific features that distinguish them from complexes of mycelial prokaryotes in other geographic latitudes. For the first time in samples of the main soil types in Mongolia, the activity of nitrogen fixation was determined. We believe that the continuation of studies of this process, which is the most important for the biosphere, is of great theoretical and practical interest.

*Keywords:* actinomycetes, microbiological processes, soils, geographical features.

УДК 579.66

**ПРИМЕНЕНИЕ ГЕЛЕВЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ БИОТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ФЕРМЕНТА ГЛЮКОЗООКСИДАЗЫ**М.В. ВИШНЕВСКАЯ<sup>1\*</sup>, Д.А. ГАЗИЗОВА<sup>1,2</sup>, Г.У. БАДРАНОВА<sup>1</sup>, П.М. ГОТОВЦЕВ<sup>1</sup>,  
Р.Г. ВАСИЛОВ<sup>1</sup><sup>1</sup> *Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»,*<sup>2</sup> *Московский физико-технический институт (Государственный университет), Москва*

На сегодняшний день проводится все больше исследований по изучению таких полимерных материалов, как гидрогели. Некоторые их свойства позволяют с успехом использовать их в качестве электродов в биотопливных элементах. В будущем устройства с подобным строением смогут широко применяться в качестве биосовместимых генераторов электроэнергии для имплантируемых устройств. В данной статье исследуется применение геля на основе поли(3,4-этилендиокситиофена), легированного полистиролсульфонатом (PEDOT:PSS) в электрохимической ячейке, использующей фермент глюкозооксидазу в качестве катализатора.

*Ключевые слова:* ферментные биотопливные элементы, глюкозооксидаза, гидрогель, PEDOT:PSS.

С. 45 - 49

**THE USE OF GEL ELECTRODES FOR THE STUDY OF BIOFUEL CELLS BASED ON THE ENZYME GLUCOSE OXIDASE**M.V. VISHNEVSKAYA<sup>1\*</sup>, D.A. GAZIZOVA<sup>1,2</sup>, G.U. BADRANOVA<sup>1</sup>,  
P.M. GOTOVTSEV<sup>1</sup>, R.G. VASILOV<sup>1</sup><sup>1</sup> *National Research Center «Kurchatov Institute»,* <sup>2</sup> *Moscow Institute of Physics and Technology (State University), Moscow, Russia*

Today, more and more studies are being conducted to study polymeric materials such as hydrogels. Some of their properties make it possible to successfully use them as electrodes in biofuel cells. In the future, devices with a similar structure can be widely used as biocompatible electric power generators for implantable devices. This article explores the use of a poly (3,4-ethylenedioxythiophene) gel doped with polystyrene sulfonate (PEDOT: PSS) in an electrochemical cell using the enzyme glucose oxidase as a catalyst.

*Keywords:* enzyme biofuel elements, glucose oxidase, hydrogel, PEDOT: PSS.

УДК 616.98; 578.824.11

**РАЗРАБОТКА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ НА ОСНОВЕ ГИДРОЛИЗАТА ФИБРИНА  
ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР Vero И ВНК-21 И  
РЕПРОДУКЦИИ ВИРУСА БЕШЕНСТВА**

С.В. ГЕНЕРАЛОВ\*, И.М. ЖУЛИДОВ, М.В. АНТОНЫЧЕВА, К.И. ХОЛМАТОВ, Ю.К.  
ГАВРИЛОВА, Е.Г. АБРАМОВА, А.Д. БЕЛОУСОВ, Е.А. УСАЧЕВ

*ФКУЗ Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»  
Роспотребнадзора, Саратов*

Разработана питательная среда на основе ферментативного гидролизата фибрина для культивирования клеток млекопитающих, в частности, перевиваемых клеточных линий *Vero* и *ВНК-21*, а также накопления в них вирусов, в частности, аттенуированного вируса бешенства штамма «Москва 3253». Клетки *Vero* и *ВНК-21* при культивировании на предлагаемой среде сохраняли пролиферативную активность и особенности морфологии, характерные для каждого вида клеток. Установлен сопоставимый уровень накопления вируса на клетках *Vero* и *ВНК-21* с использованием экспериментальной и контрольных питательных сред.

*Ключевые слова:* питательная среда, гидролизат фибрина, перевиваемая культура клеток, вирус бешенства.

**С. 50 - 55**

**DEVELOPMENT OF A CULTURE MEDIUM BASED ON FIBRIN HYDROLYZATE  
FOR THE CULTIVATION OF Vero AND BHK-21 CELL CULTURES AND  
REPRODUCTION OF THE RABIES VIRUS**

S.V. GENERALOV, I.M. ZHULIDOV, M.V. ANTONYCHEVA, K.I. KHOLMATOV, YU.K.  
GAVRILOVA, E.G. ABRAMOVA, A.D. BELOUSOV, E.A. USACHEV

*Russian Anti-Plague Research Institute «Microbe», Saratov*

A culture medium based on enzymatic fibrin hydrolyzate for the cultivation of mammalian cells, in particular, continuous cell lines *Vero* and *BHK-21*, as well as accumulation of viruses, in particular, attenuated rabies virus strain «Moscow 3253», was developed. *Vero* and *BHK-21* cells, when cultured on the proposed medium, retained proliferative activity and morphology peculiar to each cell species. A comparable level of virus accumulation was established on *Vero* and *BHK-21* cells using experimental and control medium.

*Keywords:* culture medium, fibrin hydrolyzate, transplantable cell culture, rabies virus.

**ЛИОФИЛИЗАЦИЯ ЖИВЫХ ВАКЦИН**

А.В. КОМИССАРОВ<sup>1,2\*</sup>, Д.Н. БИБИКОВ<sup>1</sup>, О.А. ВОЛОХ<sup>1</sup>, С.А. БАДАРИН<sup>1</sup>,  
Н.В. СИНИЦЫНА<sup>1</sup>, Н.И. КОСТЫЛЕВА<sup>1</sup>, В.Г. ГЕРМАНЧУК<sup>1</sup>, А.К. НИКИФОРОВ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФКУЗ Российский научно-исследовательский противочумный институт «Микроб»,

<sup>2</sup> Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова, Саратов

Представлен обзор отечественной и зарубежной литературы, посвященный вопросам лиофилизации живых вакцин. Проанализированы данные о качественном и количественном составе вспомогательных веществ (сред высушивания), используемых при лиофилизации вакцин. Изложены сведения об этапах лиофилизации и рассмотрены их особенности. Проанализировано воздействие процесса герметизации первичной упаковки непосредственно в камере лиофилизатора на качество препаратов. Дано представление о вспомогательных веществах, используемых при сублимационном высушивании. На ряде примеров показано влияние технологических параметров процесса лиофилизации на качество препаратов. Проведенный анализ данных литературы позволяет учесть влияние описанных в обзоре параметров при разработке технологии производства иммунобиологических препаратов для диагностики и профилактики инфекционных заболеваний.

*Ключевые слова:* лиофилизация, живые вакцины, среды высушивания, технологические параметры.

**С. 56 - 73**

**LYOPHILIZATION OF LIVE VACCINES**

A.V. KOMISSAROV<sup>1,2</sup>, D.N. BIBIKOV<sup>1</sup>, O.A. VOLOKH<sup>1</sup>, S.A. BADARIN<sup>1</sup>,  
N.V. SINITSYNA<sup>1</sup>, N.I. KOSTYLEVA<sup>1</sup>, V.G. GERMANCHUK<sup>1</sup>, A.K. NIKIFOROV<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> FKUZ Russian Research Anti-Plague Institute «Microbe», <sup>2</sup> N.I. Vavilov Saratov State Agrarian University, Saratov

A review of Russian and foreign literature on the issues of freeze-drying of live vaccines is presented. The data on the qualitative and quantitative composition of auxiliary substances (drying media) used in the lyophilization of vaccines are analyzed. Presents information about the stages of lyophilization and considered their features. The impact of the sealing process of the primary packaging directly on the lyophilizer chamber on the quality of the preparations was analyzed. An idea of the excipients used in the freeze-drying is given. A number of examples show the influence of the technological parameters of the lyophilization process on the quality of preparations. The analysis of the literature data allows to take into account the influence of the parameters described in the review when developing the technology for the production of immunobiological preparations for the diagnosis and prevention of infectious diseases.

*Keywords:* lyophilization, live vaccines, drying media, technological parameters.

УДК 57(028); 57(029)

**К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ФРЕДЕРИКА СЕНГЕРА – ВЕЛИКОГО  
ХИМИКА XX СТОЛЕТИЯ**

В.С. ВОРОБЬЕВ\*

*Общество биотехнологов России им. Ю.А. Овчинникова, Москва*

В работе помещены материалы к 100-летию со дня рождения Ф. Сенгера. Журнал уже обращался к анализу жизни и творчества этого ученого [см. 1, 2]. В настоящей статье дается дополнительный комментарий.

*Ключевые слова:* история науки, молекулярная биология, биографии, Фредерик Сенгер.

**С. 74 – 77**

**TO THE 100TH ANNIVERSARY OF THE BIRTH OF FREDERICK SANGER – A  
GREAT CHEMIST OF THE 20TH CENTURY**

V.S. VOROBYEV

*Yu.A. Ovchinnikov Russian Biotechnological Society, Moscow*

The work contains materials on the 100th anniversary of the birth of F. Sanger. The journal has already turned to the analysis of the life and work of this scientist [see 1, 2]. This article provides an additional comment.

*Keywords:* history of science, molecular biology, biographies, Frederick Sanger.