

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

СОДЕРЖАНИЕ

Колонка главного редактора

К читателям. *Р.Г. Васильев* 4

Оригинальные статьи

Современные методические приемы очистки холерного токсина.

Л.П. Алексеева, О.А. Якушева, В.П. Зюзина, О.В. Дуванова, Е.С. Шипко, Р.В. Писанов..... 5

Определение оптимальной среды и условий глубинного культивирования продуцента бактериостатических метаболитов *Trichoderma atroviride* ВКПМ F-1434.

И.А. Гнеушева, Н.Е. Павловская, А.В. Лушников, О.А. Маркина..... 10

Исследование взаимодействия алюминия с *Callitriche palustris* в условиях пресноводных экспериментальных систем.

В.А. Поклонов..... 17

Разработка метода введения в культуру клеток и регенерации растений декоративных видов льна (*Linum grandiflorum*, *Linum perenne*).

И.И. Ташлиева, Е.А. Гладков..... 22

Биобезопасность урбаноземов. Перспективы совершенствования диагностики и профилактики токсокароза.

О.Б. Жданова, С.П. Ашихмин, Л.А. Написанова, Е.С. Клюкина, А.Г. Мешандин, В.С.

Болдырев, С.Ю. Богословский..... 25

Влияние пробиотического препарата на основе *Bacillus subtilis* на микробное сообщество кишечника крыс.

Е.В. Скворцов, Рши. С. Мухаммадиев, Рин. С. Мухаммадиев, Л.Р. Валиуллин..... 30

Продукты ферментативного гидролиза глюкановых и хитиновых цепей хитин-глюкановых сополимеров из биомассы микромицетов.

Н.Ю. Шарова, Б.С. Манжиева..... 36

Обзоры

Туляремийные бактериофаги и перспективы их использования.

А.О. Кочеткова, Н.Е. Гаевская, Н.В. Павлович, М.П. Погужова..... 42

Применение атомно-силовой микроскопии в изучении ультраструктуры клеток эукариот.

П.С. Ерохин, С.В. Генералов, Д.В. Уткин, О.С. Кузнецов, Е.Г. Абрамова, Н.А. Осина 47

Современные возможности изучения биопленок микроорганизмов различными видами микроскопии.

О.С. Кузнецов, А.В. Казанцев, П.С. Ерохин, Д.В. Уткин, Н.А. Осина, С.П. Заднова, Г.А.

Ерошенко 53

Страницы истории. Юбилейные и знаменательные даты 2019 года 59

Правила для авторов 62

**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

Modern methodological techniques for the purification of cholera toxin.

L.P. Alekseeva, O.A. Yakusheva, V.P. Zyuzina, O.V. Duvanova, E.S. Shipko, R.V. Pisanov..... 5

Determining the optimal environment and conditions of submerged cultivation of a producer bacteriostatic metabolites of *Trichoderma atrobrunneum* RNCIM F-1434.

I.A. Gneusheva, N.E. Pavlovskaya, A.V. Lushnikov, O.A. Markina..... 10

Research of the interaction of aluminum with *Callitriche palustris* in the conditions of freshwater experimental systems.

V.A. Poklonov..... 17

Development of the method of introduction to cells culture and plant regeneration of decorative flax (*Linum grandiflorum*, *Linum perenne*).

I.I. Tashlieva, E.A. Gladkov..... 22

Biosafety of urban soil. Prospects of perfection of diagnostics and prevention of toxocarriasis.

O.B. Zhdanova, S.P. Ashihmin, L.A. Napisanova, E.S. Kliukina, A.G. Meshandin, V.S. Boldyrev, S.Yu. Bogoslovskii..... 25

Effect of probiotic preparation based on *Bacillus subtilis* on the rats intestinal microbial community.

E.V. Skvortsov, Rish. S. Muhammadiev, Rin. S. Muhammadiev, L.R. Valiullin..... 30

Products of enzymatic hydrolysis of glucan and chitin chains of chitin-glucan copolymers from micromycetes biomass.

N.Yu. Sharova, B.S. Manzhieva..... 36

Reviews

Tularemia bacteriophages and prospects for their use.

A.O. Kochetkova, N.E. Gaevskaya, N.V. Pavlovich, M.P. Pogozhova..... 42

The use of atomic force microscopy in studying the eukaryotic cell ultrastructure.

P.S. Erokhin, S.V. Generalov, D.V. Utkin, O.S. Kuznetsov, E.G. Abramova, N.A. Osina..... 47

Modern possibilities of studying microbial biofilms by various types of microscopy.

O.S. Kuznetsov, A.V. Kazantsev, P.S. Erokhin, D.V. Utkin, N.A. Osina, S.P. Zadnova, G.A.

Eroshenko..... 53

Pages of history. Anniversary and significant dates 2019..... 59

Rules for authors 62

УДК: 579.843.1:612.017.4

**СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ ОЧИСТКИ ХОЛЕРНОГО
ТОКСИНА**

Л.П. АЛЕКСЕЕВА*, О.А. ЯКУШЕВА, В.П. ЗЮЗИНА, О.В. ДУВАНОВА, Е.С. ШИПКО,
Р.В. ПИСАНОВ

*ФКУЗ Ростовский-на-Дону государственный научно-исследовательский противочумный
институт Роспотребнадзора*

С помощью различных методов, в том числе определенных условий культивирования штамма-продуцента, ультрафильтрации, ионообменной хроматографии, получен очищенный препарат холерного токсина. При контроле его чистоты в ПААГ показано, что он лишен белков-контаминантов и ЛПС. На модели культуры клеток CHO-K1 продемонстрирована достаточно высокая биологическая активность очищенного токсина.

Ключевые слова: холерный токсин, очистка, биологическая активность.

С. 5-9

**MODERN METHODOLOGICAL TECHNIQUES FOR THE PURIFICATION OF
CHOLERA TOXIN**

L.P. ALEKSEEVA, O.A. YAKUSHEVA, V.P. ZYUZINA, O.V. DUVANOVA, E.S. SHIPKO,
R.V. PISANOV

Rostov-on-Don State Research Anti-Plague Institute of Rospotrebnadzor, Rostov-on-Don

Using various methods, including certain conditions of cultivation of the producer strain, ultrafiltration, and ion-exchange chromatography, a purified preparation of cholera toxin was obtained. When controlling its purity in PAGE, it was shown that it lacks protein contaminants and LPS. The model of cell culture CHO-K1 demonstrated a sufficiently high biological activity of purified toxin.

Keywords: cholera toxin, purification, biological activity.

УДК 615.779.9:576.809.8

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ СРЕДЫ И УСЛОВИЙ ГЛУБИННОГО
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ПРОДУЦЕНТА БАКТЕРИОСТАТИЧЕСКИХ
МЕТАБОЛИТОВ TRICHODERMA ATROBRUNNEUM ВКПМ F-1434**

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

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

Определена физиологическая зависимость диаметра колонии *T. atrobrunneum* ВКПМ F-1434 от величины рН питательной среды и источника углевода. Наиболее обильный, быстрый рост определялся при культивировании на средах с высоким рН ($r=+0,95$). Избыток углерода стимулирует накопление биомассы продуцента ($r=+0,95$), что снижает синтез бактериостатических метаболитов, ($r=-0,98$). Экстракт культуральной жидкости хорошо растворим в этилацетате, ацетоне, ацетонитриле, в этаноле представляет собой маслянистую жидкость от желтого до коричневого цвета, при взбалтывании переходит в эмульсию, при экстракции бутанолом-1 частично теряет бактериостатическую активность. Максимум поглощения этилацетатного экстракта отмечен на длине волны 275 нм, R_f активной фракции метаболитов 0,44. Определен оптимальный режим культивирования *T. atrobrunneum* ВКПМ F-1434: сахароза – 15 г/л, NaNO_3 – 2 г/л, K_2HPO_4 – 1 г/л, $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0,5 г/л, KCl – 0,5 г/л, FeSO_4 – 0,1 г/л, температура – 28 °С, перемешивание – 120 мин-1, посевная доза – 0,5% (v/v), время инкубации – 5 суток.

Ключевые слова: *Trichoderma atrobrunneum*, бактериостатическая активность, вторичные метаболиты, оптимизация, культивирование, сахароза.

C. 10-16

**DETERMINING THE OPTIMAL ENVIRONMENT AND CONDITIONS OF
SUBMERGED CULTIVATION OF A PRODUCER BACTERIOSTATIC
METABOLITES OF TRICHODERMA ATROBRUNNEUM RNCIM F-1434**

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

N.V. Parahin Orel State Agrarian University, Orel

The physiological dependence of the diameter of the colony of *T. atrobrunneum* RNCIMF-1434 on the pH value of the nutrient medium and the carbon source was determined. The most abundant, rapid growth was determined during cultivation on high pH media ($r=+0.95$). Excess carbohydrate stimulates the accumulation of producer biomass ($r=+0.95$), which reduces the synthesis of bacteriostatic metabolites ($r=-0.98$). The extract of the culture liquid is highly soluble in ethyl acetate, acetone, acetonitrile, in ethanol is an oily liquid from yellow to brown, when agitating goes into the emulsion, while extraction with butanol-1 partially loses its bacteriostatic activity. The maximum absorption of the ethyl acetate extract is noted at a wavelength of 275 nm, the R_f active fraction of metabolites is 0.44. The optimal cultivation mode of *T. atrobrunneum* F-1434 was determined: sucrose – 15 g/l, NaNO_3 – 2 g/l, K_2HPO_4 – 1 g/l, $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ – 0.5 g/l, KCl – 0.5 g/l, FeSO_4 – 0.1 g/l, temperature – 28 °C, stirring – 120 min-1, sowing dose – 0.5% (v/v), incubation time – 5 days.

Keywords: *Trichoderma atrobrunneum*, bacteriostatic activity, secondary metabolites, optimization, cultivation, sucrose.

УДК:574.632:574.635:574.64

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АЛЮМИНИЯ С CALLITRICHE PALUSTRIS В УСЛОВИЯХ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СИСТЕМ

В.А. ПОКЛОНОВ*

Московский государственный областной университет, Мытищи, Московская обл.

Исследованы изменения концентрации солей алюминия (Al) в воде экспериментальных экосистем (микрокосмов). В микрокосмах инкубированы водные растения *Callitriche palustris* L. (Болотник болотный). Гидробионт *C. palustris* впервые используется в биотестировании. Цель данного исследования – изучить токсичность и динамику концентраций ионов алюминия в водной среде микрокосмов, содержащих высшее водное растение *C. palustris*. Концентрации алюминия в воде экспериментальных микрокосмов измерялись флуоресцентным методом. Доказано, что измеряемые этим методом концентрации ионов Al снижались быстрее, чем в контрольных системах без растений. В среднем по двум микрокосмам с побегами было удалено около 70% алюминия по сравнению с контрольными микрокосмами без растений. Макрофит *C. palustris* не сохранил жизнеспособность при загрязнении воды раствором алюминия. Первые признаки фитотоксичности появились после семи суток инкубации (1 неделя). Полная гибель макрофитов зафиксирована на 17-е сутки. В связи с частыми утечками алюминия с различных производств можно отметить, что изложенные результаты проведенных опытов являются актуальными и расширяют сведения о роли биоты в самоочищении воды и формировании ее качества. Полученные данные указывают на возможную перспективность использования *C. palustris* в целях фиторемедиации.

Ключевые слова: алюминий, водные микрокосмы, фиторемедиация, водные макрофиты, *Callitriche palustris*, флуоресценция, загрязнение воды, пресная вода, очистка воды.

С. 17-21

RESEARCH OF THE INTERACTION OF ALUMINUM WITH CALLITRICHE PALUSTRIS IN THE CONDITIONS OF FRESHWATER EXPERIMENTAL SYSTEMS

V.A. POKLONOV

Moscow State Regional University, Moscow region, Mytishi

The changes in the concentration of aluminum (Al) salts in the water of experimental ecosystems (microcosms) were studied. In the microcosms, aquatic plants *Callitriche palustris* are incubated. Aquatic organism *C. palustris* is used for the first time in biotesting. The purpose of this research is to study the toxicity and dynamics of the concentration of aluminum ions in the aquatic environment of microcosms containing the higher aquatic plant *Callitriche palustris* L. Aluminum concentrations in experimental microcosm water were measured by the fluorescence method. It is convincingly proven that the concentrations of Al ions measured by this method decreased faster than in control systems without plants. On average, two microcosms with shoots removed about 70% of aluminum compared to control microcosms without plants. Macrophyte *C. palustris* has not maintained viability when water is contaminated with aluminum solution. The first signs of phytotoxicity appeared after seven days of incubation (1 week). The

total death of macrophytes is fixed at 17 days. There are frequent leaks of aluminum from various industries. The results of the experiments are relevant. New experiments expand information about the role of biota in the self-purification of water and the formation of its quality. The obtained data indicate the possible prospects of using *C. palustris* for phytoremediation.

Keywords: aluminum, aquatic microcosms, phytoremediation, aquatic macrophytes, *Callitriche palustris*, fluorescence, water pollution, fresh water, water purification.

УДК 574.24

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ КЛЕТОК И РЕГЕНЕРАЦИИ РАСТЕНИЙ ДЕКОРАТИВНЫХ ВИДОВ ЛЬНА (*LINUM GRANDIFLORUM*, *LINUM PERENNE*)

И.И. ТАШЛИЕВА*, Е.А. ГЛАДКОВ

ФГБУН Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва

Исследованы особенности каллусообразования и регенерации *in vitro* льна крупноцветкового сорт Голубой и льна многолетнего сорт Синий шелк. Разработан биотехнологический метод введения в культуру клеток двух видов льна, используемых в декоративном садоводстве. Индукция каллусных клеток осуществлялась в присутствии 2,4 Д-дихлорфеноксиуксусной кислоты на питательной среде Гамборга (с добавлением 30 мг/л сахарозы). Каллус формировался на поверхности семян плотный, светло- зеленого цвета. При пассировании полученных каллусов на свежую агаризованную питательную среду Гамборга с добавлением \square -нафтилуксусной кислоты и 6-бензиламинопурина формировались почки и эмбриониды. Полученные растения-регенеранты льна из почек и эмбрионидов пересаживали на модифицированную питательную среду Мурасиге – Скуга с добавлением НУК.

Ключевые слова: *Linum grandiflorum*, *Linum perenne*, культура клеток, лен.

C. 22-24**DEVELOPMENT OF THE METHOD OF INTRODUCTION TO CELLS CULTURE AND PLANT REGENERATION OF DECORATIVE FLAX (*LINUM GRANDIFLORUM*, *LINUM PERENNE*)**

I.I. TASHLIEVA, E.A. GLADKOV

Timiryazev Institute of Plant Physiology Russian Academy of Sciences, Moscow

The features of callus formation, regeneration and rooting *in vitro* of *Linum grandiflorum* and *Linum perenne*, are investigated. Induction of callus cells were on Gamborg medium with 2,4 D-dichlorophenoxyacetic acid. Calluses were formed on the surface of the seed. Calluses were light green color. For regeneration, the calluses were transplanted on fresh Gamborg medium with the addition of \square -naphthylacetic acid and 6-benzylaminopurine. Then regenerants were transplanted on a modified Murashige-Skoog the addition of NAA for further development and rooting.

Keywords: *Linum perenne*, *Linum grandiflorum*, cell culture.

УДК 57.04.616:619

**БИОБЕЗОПАСНОСТЬ УРБАНОЗЕМОВ. ПЕРСПЕКТИВЫ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДИАГНОСТИКИ И ПРОФИЛАКТИКИ
ТОКСОКАРОЗА**

О.Б. ЖДАНОВА^{1,2,3}, С.П. АШИХМИН³, Л.А. НАПИСАНОВА¹, Е.С. КЛЮКИНА⁴, А.Г.
МЕШАНДИН⁵, В.С. БОЛДЫРЕВ^{5*}, С.Ю. БОГОСЛОВСКИЙ⁵

¹ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт паразитологии им. К.И. Скрябина, Москва, Россия; ² Пизанский университет, Пиза, Италия; ³ ФБГОУ ВО Кировский государственный медицинский университет, Киров, Россия; ⁴ ФБГОУ ВО 1-й Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова, ⁵ ФБГОУ ВО Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (Национальный исследовательский университет), Москва, Россия

Токсокароз – инфекция, вызванная инвазированием личинками круглых гельминтов собак *Toxocara canis* или кошек *Toxocara cati*. *Toxocarosis* – один из самых опасных зоонозов плотоядных животных, так как инвазия вызывает у человека заболевание, которое может сопровождаться поражением печени, сердца, легких, мышц, глаз и головного мозга. И хотя токсокароз человека главным образом обусловлен *Toxocara canis* и *Toxocara cati* – основными разновидностями нематод собак и кошек, тем не менее в ряде областей также определенное число диких псовых и кошачьих могут быть заражены *Toxocara canis* и *Toxocara cati*. Эти популяции могут играть роль в поддержании паразита, а урбанизация диких животных способствует экологическому загрязнению почв. В настоящей работе заражение содержащихся в клетках пушных зверей и домашних собак нематодой *T. canis* было исследовано в некоторых областях России и Италии. Показано, что почва парков и детских площадок часто загрязняется яйцами токсокар. Несмотря на то, что животные как источник инфекции играют ведущую роль в человеческой инфекции, инвазия их токсокарой обычно протекает бессимптомно. На основании полученных данных делается вывод, что именно поэтому иммунологическая, гематологическая и копрологическая диагностика необходима у плотоядных животных. Кроме того, для предупреждения заболеваемости токсокарозом нужно проводить дезинфекцию почв.

Ключевые слова: токсокароз, почвы, заражение, дезинфекция, профилактика.

C. 25-29

**BIOSAFETY OF URBAN SOIL. PROSPECTS OF PERFECTION OF DIAGNOSTICS
AND PREVENTION OF TOXOCARIASIS**

O.B. ZHDANOVA^{1,2,3}, S.P. ASHIMIN³, L.A. NAPISANOVA¹, E.S. KLIUKINA⁴, A.G.
MESHANDIN⁵, V.S. BOLDYREV⁵, S.Yu. BOGOSLOVSKI⁵

¹ All-Russian Scientific Research Institute of Helminthology named after Skriabin K.I., Moscow, Russia; ² University of Pisa, Pisa, Italy; ³ Kirov State Medical University, Kirov, Russia; ⁴ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, ⁵ Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

Toxocariasis is an infection caused by the infestation of the larvae of round helminths of *Toxocara canis* dogs or *Toxocara cati* cats. Toxocariasis is one of the most dangerous zoonoses

of carnivorous animals, since invasion causes a disease in humans that can be accompanied by damage to the liver, heart, lungs, muscles, eyes and brain. Although human toxocariasis is mainly caused by *Toxocara canis* and *Toxocara cati* – the main species of dog and cat nematodes, nevertheless, in some areas also a certain number of wild canine and feline can be infected with *Toxocara canis* and *Toxocara cati*. These populations can play a role in maintaining the parasite, and the urbanization of wild animals contributes to environmental pollution of the soil. In the present work, the infection of the nematode *T. canis* contained in cages of fur-bearing animals and domestic dogs was investigated in some regions of Russia and Italy. It is shown that the soil of parks and playgrounds is often polluted by toxocara eggs. Despite the fact that animals as a source of infection play a leading role in human infection, their invasion with toxocara is usually asymptomatic. Based on the data obtained, it is concluded that this is why immunological, hematological and scatological diagnostics is necessary in carnivorous animals. In addition, to prevent the incidence of toxocariasis, it is necessary to disinfect the soil.

Keywords: toxocariasis, soil, disinfection, prophylaxis.

УДК 619:615.379.9:579:577.21

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ BACILLUS SUBTILIS НА МИКРОБНОЕ СООБЩЕСТВО КИШЕЧНИКА КРЫС

Е.В. СКВОРЦОВ*, РИШ. С. МУХАММАДИЕВ, РИН. С. МУХАММАДИЕВ, Л.Р. ВАЛИУЛЛИН

ФГБНУ «Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности – Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт»,
Казань

Проведены исследования бактерий *Bacillus subtilis* для использования их в качестве пробиотического препарата. При оценке эффективности применения пробиотиков исходили из того, что содержание ДНК бактерий в кале пропорционально их содержанию в кишечнике. Анализ количества ДНК бактерий проводили методом ПЦР в реальном времени. Нами были разработаны новые высокоспецифичные праймеры и флуоресцентные зонды к гену *gyrA* (AY663697.1) *B. subtilis*. Разработанный нами метод позволяет устанавливать принадлежность бактерий к виду *B. subtilis* и количественно определять их в образцах кала. Применение препарата отразилось в увеличении количества *B. subtilis* в кишечнике и, как следствие, их ДНК в кале крыс. Возрастание количества бактерий *B. subtilis* сопровождалось снижением численности *Bifidobacterium* sp., *Lactobacillus* sp. и *E. coli* в кишечнике. Показана способность бактерий *B. subtilis* оказывать положительное влияние на прирост массы тела крыс.

Ключевые слова: микробное сообщество, кишечник, пробиотики, генетический анализ.

С. 30-35

EFFECT OF PROBIOTIC PREPARATION BASED ON BACILLUS SUBTILIS ON THE RATS INTESTINAL MICROBIAL COMMUNITY

E.V. SKVORTSOV, Rish. S. MUHAMMADIEV, Rin. S. MUHAMMADIEV, L.R. VALIULLIN

*Federal Center of Toxicological, Radiation and Biological Safety – All-Russian Research
Veterinary Institute, Kazan*

Bacillus subtilis bacteria have been studied for use as a probiotic preparation. When assessing the effectiveness of the use of probiotics, it was assumed that the DNA content of bacteria in feces is proportional to their content in the intestine. Analysis of the amount of bacterial DNA was performed by real-time PCR. We have developed new highly specific primers and fluorescent probes to the gene of *gyrA* (AY663697.1) *B. subtilis*. The method we developed allows us to establish the belonging of bacteria to the species *B. subtilis* and quantify them in feces samples. The use of the drug was reflected in an increase in the amount of *B. subtilis* in the intestine and, as a consequence, their DNA in the feces of rats. An increase in the number of *B. subtilis* bacteria was accompanied by a decrease in the number of *Bifidobacterium* sp., *Lactobacillus* sp. and *E. coli* in the intestine. The ability of *B. subtilis* bacteria to exert a positive effect on body weight gain in rats was shown.

Keywords: microbial community, intestines, probiotics, genetic analysis.

УДК 541.127

ПРОДУКТЫ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА ГЛЮКАНОВЫХ И ХИТИНОВЫХ ЦЕПЕЙ ХИТИН-ГЛЮКАНОВЫХ СОПОЛИМЕРОВ ИЗ БИОМАССЫ МИКРОМИЦЕТОВ

Н.Ю. ШАРОВА*, Б.С. МАНЖИЕВА

Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, Санкт-Петербург

В статье представлены данные об исследованиях состава хитин-глюкановых сополимерных комплексов (ХГСК) мицелия штаммов Л-4 и В-3 *Aspergillus niger* – продуцентов кислот, ферментов. Содержание хитина в пересчете на сухие вещества биомассы штамма Л-4 при ферментации меласной среды составило $39\pm 2\%$, сахарозо-минеральной среды – $43\pm 1\%$. Для штамма В-3 при ферментации меласной среды показатель находился на уровне $43\pm 2\%$, сахарозо-минеральной среды – $46\pm 1\%$. Содержание β -глюкана в биомассе для обоих штаммов находилось на уровне 5–7% при культивировании на меласной среде, 7–9% – на сахарозо-минеральной среде. ХГСК после стадий депротеинизации, деминерализации и последующего перевода хитина в растворимую форму под воздействием кислой среды трансформируются в комплекс, содержащий в основном глюкановый сополимер. Биокатализ глюканового сополимера в присутствии β -глюканазы *Trichoderma longibrachiatum* приводит к его деструкции до моно-, ди- и полисахаридов. Увеличение суммарного содержания моно- и дисахаридов по отношению к полисахаридам в составе гидролизатов наблюдалось при дозировке β -глюканазы от 400 ед./г с.в. и выше. Полученные гидролизаты содержат аминокислоты. Количество аминного азота в составе ХГСК биомассы, полученной при культивировании продуцентов на сахарозо-минеральной среде, выше в 2–3 раза, чем на меласной среде.

Ключевые слова: штаммы *Aspergillus niger*, хитин, глюкан, сополимеры, β -глюканаза, аминокислоты.

С. 36-41

PRODUCTS OF ENZYMATIC HYDROLYSIS OF GLUCAN AND CHITIN CHAINS OF CHITIN-GLUCAN COPOLYMERS FROM MICROMYCETES BIOMASS

N.Yu. SHAROVA, B.S. MANZHIEVA

All-Russian Research Institute of Food Additives – a branch of the V.M. Gorbatov Federal Research Center of Food Systems RAS, St. Petersburg

The article presents data on studies of the composition of chitin-glucan copolymer complexes (CGC) of the mycelium of strains L-4 and B-3 *Aspergillus niger* – producers of acids and enzymes. The chitin content in terms of dry matter of the biomass of strain L-4 during the fermentation of molasses medium was $39\pm 2\%$, during fermentation sucrose-mineral medium was $43\pm 1\%$. For strain B-3, during the fermentation of molasses medium, the indicator was at the level of $43\pm 2\%$, and of the sugar mineral medium, at $46\pm 1\%$. The content of β -glucan in biomass for both strains was at the level of 5–7% when cultivated on a molasses medium, 7–9% – on a sucromine-mineral medium. CGC after the stages of deproteinization, demineralization

and subsequent conversion of chitin into a soluble form under the influence of an acidic medium are transformed into a complex containing mainly a glucan copolymer. The biocatalysis of the glucan copolymer in the presence of *Trichoderma longibrachiatum* β -glucanase leads to its destruction to mono-, di- and polysaccharides. An increase in the total content of mono- and disaccharides with respect to polysaccharides in the composition of hydrolysates was observed at the dosage of-glucanase from 400 units/g dw. and higher. The resulting hydrolysates contain amino compounds. The amount of amine nitrogen in the composition of CGC biomass, obtained by cultivating the producers on the sugar mineral medium, is 2–3 times higher than on the molasses medium.

Keywords: *Aspergillus niger* strains, chitin, glucan, copolymers, β -glucanase, amino compounds.

УДК 579/841.95:578.1:001.126

ТУЛЯРЕМИЙНЫЕ БАКТЕРИОФАГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

А.О. КОЧЕТКОВА*, Н.Е. ГАЕВСКАЯ, Н.В. ПАВЛОВИЧ, М.П. ПОГОЖОВА

ФКУЗ Ростовский-на-Дону противочумный институт Роспотребнадзора, Ростов-на-Дону

В обзоре представлены современные сведения по проблеме использования туляремиальных бактериофагов. Подчеркивается возобновление интереса к бактериофагам в связи с нарастанием антибиотикорезистентности микроорганизмов. Дана краткая информация о патогенности возбудителя туляремии. Рассмотрены различные разновидности туляремиальных бактериофагов, которые не могут быть использованы для идентификации и лечения туляремии. Тем не менее считается, что поиск перспективных в данном контексте туляремиальных бактериофагов представляет собой актуальную задачу.

Ключевые слова: туляремиальные бактериофаги, диагностика и лечение туляремии.

С. 42-46

TULAREMIA BACTERIOPHAGES AND PROSPECTS FOR THEIR USE

A.O. KOCHETKOVA, N.E. GAEVSKAYA, N.V. PAVLOVICH, M.P. POGOZHOVA

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

The review presents current information on the problem of using tularemia bacteriophages. The resumption of interest in bacteriophages in connection with the growth of antibiotic resistance of microorganisms is emphasised. A brief information on the pathogenicity of the causative agent of tularemia is given. Various types of tularemia bacteriophages that cannot be used for the identification and treatment of tularemia are considered. Nevertheless, it is believed that the search for promising tularemia bacteriophages in this context is an urgent task.

Keywords: tularemia bacteriophages, diagnosis and treatment of tularemia.

УДК 579.23:53.086:615.281

**ПРИМЕНЕНИЕ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ В ИЗУЧЕНИИ
УЛЬТРАСТРУКТУРЫ КЛЕТОК ЭУКАРИОТ**

П.С. ЕРОХИН*, С.В. ГЕНЕРАЛОВ, Д.В. УТКИН, О.С. КУЗНЕЦОВ, Е.Г. АБРАМОВА,
Н.А. ОСИНА

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

В обзоре приведены основные сведения о применении атомно-силовой микроскопии в исследованиях клеток эукариот. Методы атомно-силовой микроскопии нашли использование в изучении ультраструктуры и морфологических особенностей клеток эукариот, их механических свойств и др. Обсуждены перспективы развития методов атомно-силовой микроскопии в качестве инструмента изучения клеток перевиваемых линий.

Ключевые слова: эукариоты, перевиваемые линии, методы атомно-силовой микроскопии, полуконтактный метод, контактный режим.

C. 47-52

**THE USE OF ATOMIC FORCE MICROSCOPY IN STUDYING THE EUKARYOTIC
CELL ULTRASTRUCTURE**

P.S. EROKHIN, S.V. GENERALOV, D.V. UTKIN, O.S. KUZNETSOV, E.G. ABRAMOVA,
N.A. OSINA

Russian Research Anti-Plague Institute «Microbe», Saratov

The review provides basic information on the use of atomic force microscopy in studies of eukaryotic cells. The methods of atomic force microscopy have been used in the study of the ultrastructure and morphological features of eukaryotic cells, their mechanical properties, etc. The prospects for developing methods of atomic force microscopy as a tool for studying cells of transplantable lines are discussed.

Keywords: eukaryotes, transplantable lines, atomic force microscopy methods, semi-contact method, contact mode.

УДК 616.934: 578.233: 53.086

**СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ БИОПЛЕНОК
МИКРООРГАНИЗМОВ РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ МИКРОСКОПИИ**

О.С. КУЗНЕЦОВ*, А.В. КАЗАНЦЕВ, П.С. ЕРОХИН, Д.В. УТКИН, Н.А. ОСИНА, С.П.
ЗАДНОВА, Г.А. ЕРОШЕНКО

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

В обзоре представлены данные об использовании различных видов микроскопии (электронной, лазерной сканирующей конфокальной и атомно-силовой микроскопии) в изучении строения и свойств биопленок микроорганизмов.

Ключевые слова: биопленка, ЭПС, атомно-силовая микроскопия, лазерная сканирующая конфокальная микроскопия, электронная микроскопия.

С. 53-58

**MODERN POSSIBILITIES OF STUDYING MICROBIAL BIOFILMS BY VARIOUS
TYPES OF MICROSCOPY**

O.S. KUZNETSOV, A.V. KAZANTSEV, P.S. EROKHIN, D.V. UTKIN, N.A. OSINA, S.P.
ZADNOVA, G.A. EROSHENKO

Russian Research Anti-Plague Institute «Microbe», Saratov

The review presents data on the use of various types of microscopy (electron, laser scanning confocal and atomic force microscopy) in the study of the structure and properties of biofilms of microorganisms.

Keywords: biofilm, EPS, atomic force microscopy, laser scanning confocal microscopy, electron microscopy.